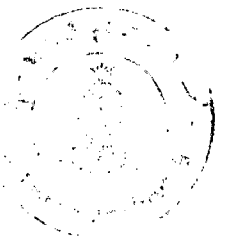


บทที่ ๔
การใช้โปรแกรม LFS และตัวอย่างการคำนวณ

๔.๑ คำชี้แจงเกี่ยวกับ Variable Name

โปรแกรม LFS นี้ ได้เขียนขึ้นเป็นภาษา Fortran สำหรับใช้กับเครื่อง IBM computer Model 360/40 ใช้การป้อนข้อมูลทาง card และข้อมูลต่าง ๆ ทั้งหมดและผลลัพธ์ที่ได้จะถูกพิมพ์ลงบนกระดาษ output ข้อมูลที่จะป้อนเข้าไปมีอยู่ ๖ ชุด ด้วยกัน คือ

๑. Title data cards

๒. Remark data cards

๓. Line and transformer data cards

๔. Bus data cards

๕. Tie-line control data cards

๖. Miscelleneous data cards

ข้อมูลทั้ง ๖ ชุด นี้ จะมี control card ซึ่งใช้เป็น card นำข้อมูลแต่ละชุด เพื่อบอกให้ทราบว่าข้อมูลที่ป้อนนั้นเป็นชุดไหนบ้าง ตามความหมายของ coding number (ในโปรแกรมจะมีชื่อเป็น ITCRD) ซึ่งแต่ละใบจะ punch ค่าตัวเลขลงใน column ที่ ๓ ดังนี้

ITCRD	ชนิดของ input data ที่ตามหลัง
๑.	Title data cards
๒.	Remark data cards
๓.	Line และ Transformer data cards
๔.	Bus data cards
๕.	Tie-line control data cards
๖.	Miscelleneous data cards

สำหรับกรณีของข้อมูลของ line และ transformer นั้น ค่าที่ใช้สามารถจะใช้ได้ทั้งในลักษณะ impedance หรือ admittance โดยที่ถ้าหากค่าอยู่ใน

ลักษณะของ admittance แล้ว จะต้อง punch ตัวเลขค่าหนึ่งค่าใดก็ได้ที่มากกว่าศูนย์ ลงใน column ที่ ๖ ของ control card ในที่ใช้นำข้อมูลชุดนี้

ต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายถึงความหมายของ variable name ใน input routine และการกำหนด Format ของ variable name หรือตำแหน่งของ column ที่จะต้อง punch ลงใน card

๔.๑.๑ Identification data cards

Title data card ข้อมูลจะเป็นการบรรยายถึงหัวข้อเรื่องของปัญหา Load Flow ที่จะทำการศึกษาและวิเคราะห์จำนวน card ที่ใช้นั้นมีได้หลาย ๆ ใบไม่จำกัดและสามารถที่จะ punch ข้อมูลลงได้ตั้งแต่ column ที่ ๕ จนถึง ๘๐ ของทุก ๆ ใบ ใบสุดท้ายของ title data card จะต้อง punch ตัวเลขค่าหนึ่งค่าใดก็ได้ที่มีค่ามากกว่าศูนย์ที่ column 1 - 4

Remark Card ข้อมูลจะเป็นบันทึกบางอย่างตามที่ต้องการสำหรับการ punch ข้อมูลและอื่น ๆ เหมือนกับ Title card

๔.๑.๒ Line และ/หรือ Transformer data cards

ค่า impedance หรือ admittance ของ line หรือ transformer ทั้งหมดของระบบเชื่อมโยง อาจจะมี base ไม่เหมือนกัน โปรแกรม LFS นี้ สามารถรับข้อมูลในลักษณะนี้มาคำนวณได้ ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาและสะดวกในการเตรียมข้อมูล การป้อนข้อมูลของ line และ transformer ซึ่งมี base KV และ base MVA ไม่เหมือนกัน ทำได้โดยต้องแยกป้อนข้อมูลที่มี base KV และ base MVA เหมือนกันเป็นกรุ๊ป ๆ ไป ซึ่งในกรุ๊ปหนึ่ง ๆ จะต้องบอกค่า base KV เดิม base MVA เดิม และ base KV ที่ต้องการใช้ในการคำนวณไว้ที่ใบแรกของข้อมูลเพียงใบเดียวเท่านั้น

ใบสุดท้ายของข้อมูลชุดนี้ จะ punch ตัวเลข ๙๙๙ ที่ column ๑, ๒ และ ๓

ต่อไปนี้จะเป็นคำอธิบายถึงความหมายของ variable name ของ data ชุดนี้ พร้อมทั้งตำแหน่ง column ที่จะต้อง punch ข้อมูล และ Format

ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FORMAT
1 - 3	NS	Bus number ซึ่งจัดให้อยู่ทาง sending end ของ line หรือ transformer	I3
4 - 6	NR	Bus number ซึ่งอยู่อีกข้างหนึ่งของ หรือ transformer (recieving end)	I3
7 - 14	R	Line หรือ transformer resistance มีหน่วยเป็น per unit ซึ่ง base on base KV และ base MVA ตามที่บอกไว้ตรง column 56-60 และ 66-70 ตามลำดับของข้อมูลใบแรก ในกรุ๊ปหนึ่ง ๆ ในทำนองเดียวกันอาจจะเป็น Line หรือ transformer conductance ถ้าหากว่า ค่า LADM ซึ่งจะบอกค่าไว้ที่ column 3-6 ของ control card ใบที่ ๓	F8.3
15 - 22	X	Line หรือ transformer reactance /susceptance (คำอธิบายอย่างอื่นเช่น เดียวกับกรณีของ R)	F8.3
23 - 30	BSH	จำนวน line charging ทั้งหมดของ line นี้ อยู่ในฟอร์มของ susceptance มีหน่วยเป็น per unit	F8.3

ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FØRMAT
31 - 36	TAP1	ค่า initial tap setting เป็นค่า per unit (สำหรับ transformer โดยเฉพาะ)	F6.4
37 - 42	TMIN1	ค่า minimum allowable tap setting ของ TCUL	F6.4
43 - 48	TMAX1	ค่า maximum allowable tap setting ของ TCUL transformer	F6.4
49 - 50	LREF	ค่าที่บอกตำแหน่งของ tap-side ของ transformer ถ้า LREF = 0 หรือ blank ค่า tap -sideจะอยู่ทางด้าน NP (sending end bus) ถ้า LREF มีค่ามากกว่า 0 ค่า tap-side จะอยู่ทางด้าน NQ (recieving end bus)	I2
51 - 55	TTØL1	ค่า allowable tolerance ของ magnitude ของแรงดันที่ bus ซึ่ง control ด้วย TCUL transformer	F5.2
56 - 60	BØLD	base KV ของ impedance ของ line หรือ transformer	F5.2
61 - 65	BNEW	base KV ที่ต้องการ เปลี่ยนใหม่เพื่อใช้ในการคำนวณ	F5.2
66 - 70	BMVA	base MVA ของ impedance ของ line หรือ transformer	F5.2
71 - 77	RATIN1	ค่า rating capacity ของ line หรือ transformer	F7.2

เกี่ยวกับค่า base ถ้าหาก BØLD มีค่า แต่ BNEW และ BMVA เป็นศูนย์หรือ blank โปรแกรมจะถือว่า BØLD = BNEW และมี BMVA = 100 ในกรณีนี้ conversion factor ของ base จะเป็น 1 ถ้าหากค่า BØLD, BNEW และ BMVA เป็นศูนย์ หรือ blank conversion factor ของ base จะเป็น 1 เช่นเดียวกัน ที่ output report จะพิมพ์ค่า base KV ทั้งสองเป็น 0

ในกรณีที่ bus ข้างหนึ่งข้างใดที่เชื่อมกับ TCUL transformer ซึ่งจะเป็น bus ที่จะต้องควบคุม magnitude ของแรงดัน โดยการเปลี่ยน tap ของ TCUL transformer แล้ว bus ข้างนั้น จะต้อง punch ลงในช่องของ NQ bus

Data coding form สำหรับ line และ transformer ได้แสดงไว้ในหน้า ๓๑

LOAD FLOW INPUT DATA CODING FORM
LINE AND TRANSFORMER DATA

PAGE.....OF.....
CASE NO.....
DATE.....

STUDY NO..... FOR.....

NS	NR	R (pu)	X (pu)	BSH (pu)	TAP1	TMIN1	TMAX1	LREF	TTOL1	BOLD	BNEW	BMVA	RATIN1
1-2	3-5	6-7	8-14	15-21	22-28	29-35	36-42	43-49	50-51	52-56	57-61	62-63	64-70

๔.๑.๓ Bus data cards

ข้อมูลชุดนี้จะป้อนตามหลังข้อมูลของ line และ transformer ใบสุดท้ายของข้อมูลชุดนี้ จะ punch ตัวเลข ๙๙๙ ที่ column ๑, ๒ และ ๓

ความหมายของ variable name ของ data card ชุดนี้ และคำอธิบายต่าง ๆ มีดังนี้

ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FØRMAT
1 - 3	NBUS	Bus number	I3
4 - 6	ITYP	code number เพื่อจะบอกชนิดของ bus โดยที่ ถ้าหาก ITYP มีค่าเป็น 0 จะเป็น load bus 1 จะเป็น regulated bus 2 จะเป็น swing bus	I3
7 - 14	A1 & A 2	ชื่อของ bus นี้	2A4
15 - 16	ICØDE	code number ที่บอกถึง area สำหรับ bus นี้	I2
17 - 21	EA	ค่า magnitude ของแรงดันของ bus ซึ่งสมมติขึ้นใช้ในการคำนวณสำหรับ iteration แรก มีค่าเป็น per unit ถ้าหาก bus นี้ เป็น regulated bus ค่านี้จะเป็นค่า schedule voltage magnitude ที่จะต้อง fixed ค่าไว้ ถ้าหาก bus นี้เป็น bus ที่ต้องควบคุมค่า voltage โดยใช้ TCUL transformer ค่านี้จะเป็นค่า schedule voltage magnitude ที่จะต้องปรับค่า tap ให้ได้ตามต้องการ	F5.3

ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FØRMAT
22 - 26	EB	ค่า phase angle ของแรงดันที่ bus ซึ่งสมมติขึ้นใช้ในการคำนวณสำหรับ iteration แรก	F5.3
27 - 32	PG	จำนวน real power generation ที่ bus นี้ มีหน่วยเป็น MW ถ้าหาก bus นี้เป็น swing bus ค่า PG เป็นศูนย์ หรือ blank	F6.2
33 - 38	QG	จำนวน reactive power generation ที่ bus นี้ มีหน่วยเป็น MVAR ถ้าหาก bus นี้ เป็น swing bus ค่า QG จะเป็นศูนย์ หรือ blank ถ้าหาก bus นี้เป็น regulated bus ค่า QG จะไม่ต้องใช้ แต่จะมีค่า QMIN และ QMAX แทน	F6.2
39 - 44	PL	จำนวน real load ทั้งหมด ที่มีอยู่ของ bus นี้ มีหน่วยเป็น MW	F6.2
45 - 50	QL	จำนวน reactive load ทั้งหมดที่มีอยู่ของ bus นี้ มีหน่วยเป็น MW	F6.2
51 - 56	QMIN1	จำนวน minimum available reactive power ของ generator ที่ regulated bus มีหน่วยเป็น MVAR	

ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FØRMAT
57 - 62	QMAX 1	จำนวน maximum available reactive power ของ generator ที่ regulated bus มีหน่วยเป็น MVAR	F6.2
63 - 70	BSR	เป็นค่าของ shunt reactor หรือ shunt capacitor ของ bus นี้ มีหน่วยเป็น MVAR ถ้าหากเป็น shunt reactor จะมีเครื่องหมายเป็นบวก (+) ถ้าหากเป็น shunt capacitor จะมีเครื่องหมายเป็นลบ (-)	F8.5

Data Coding form สำหรับ bus ได้แสดงไว้ในหน้า ๗๕

LOAD FLOW INPUT DATA CODING FORM
BUS DATA

PAGE.....OF.....
CASE NO.....
DATE.....

STUDY NO..... FOR.....

NBUS	ITYP	A1 & A2	ICØDE	EA (pu)	EB (pu)	PG (MW)	QG (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	QMIN1 (MVAR)	QMAX1 (MVAR)	BSR (MVAR)
1 2 3 4 5 6	7 8 9 10 11 12 13 14		15 16	17 18 19 20 21	22 23 24 25 26	27 28 29 30 31 32	33 34 35 36 37 38	39 40 41 42 43 44	45 46 47 48 49 50	51 52 53 54 55 56	57 58 59 60 61 62	63 64 65 66 67 68 69 70

๔.๑.๔ Tie-line control data cards

ใบสุดท้ายของข้อมูลชุดนี้ จะ punch ตัวเลข ๙๙๙ ที่ column ๑, ๒, ๓

ความหมายของ variable name ของ data card ชุดนี้ และคำอธิบายต่าง ๆ มีดังนี้

ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FØRMAT
1 - 3	ISLACK	Bus number ของ regulating generator ประจำ area ซึ่งบอกโดยค่าของ ICØDE	I3
4 - 6	ICØDE	code number ประจำ area ที่ regulating generator อยู่	I3
7 - 14	CPNY1 & CPNY2	ชื่อของ area	2A4
15 - 23	FLØW	จำนวน real power ทั้งหมดที่กำหนดให้ไหลเข้าใน area นี้ หรือออกจาก area นี้ ทาง tie-line ทั้งหมดที่เชื่อม area นี้ มีหน่วยเป็น MW	F8.3
24 - 31	TØL	allowable tolerance ของจำนวน real power ในการแลกเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าของ area	F8.3

สำหรับเครื่องหมายของ real power (FLØW)นั้น กำหนดให้ดังนี้

ถ้าหาก power ที่รับโดย area นี้ จะมีเครื่องหมายเป็น ลบ (-)

power ที่จ่ายโดย area นี้ จะมีเครื่องหมายเป็น บวก (+)

ในกรณีที่ปัญหาของ Load Flow Study ของระบบเชื่อมโยง ซึ่งประกอบด้วยหลาย ๆ area แต่ไม่มีการควบคุมจำนวน power ที่แลกเปลี่ยนระหว่าง area ของบาง area นั้น ISLACK ของ area นั้น จะเป็น 0 สำหรับกรณีของระบบเชื่อมโยงซึ่งไม่มีการควบคุมการแลกเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า สำหรับทุก ๆ area เลย แต่ถ้าหากต้องการให้โปรแกรมคำนวณจำนวน power ไหลใน tie-line รวมทั้งรายละเอียดต่าง ๆ เฉพาะแต่ละ area ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ ๓.๕ แล้ว จะต้องมี data ชุดนี้อยู่ด้วย โดยที่ให้ ISLACK ของแต่ละ area เป็น0หรือ blank หมดทุก area

ถ้าหากไม่ได้ป้อน data ชุดนี้เข้าไปแล้ว โปรแกรมจะไม่คำนวณและพิมพ์รายละเอียดเกี่ยวกับ area ต่าง ๆ ออกมาให้

Data Coding Form สำหรับ Tie-line control ได้แสดงไว้ในหน้า ๗๘

๔.๑.๕ Miscellaneous data cards

ข้อมูลชุดนี้มีอยู่เพียงใบเดียว

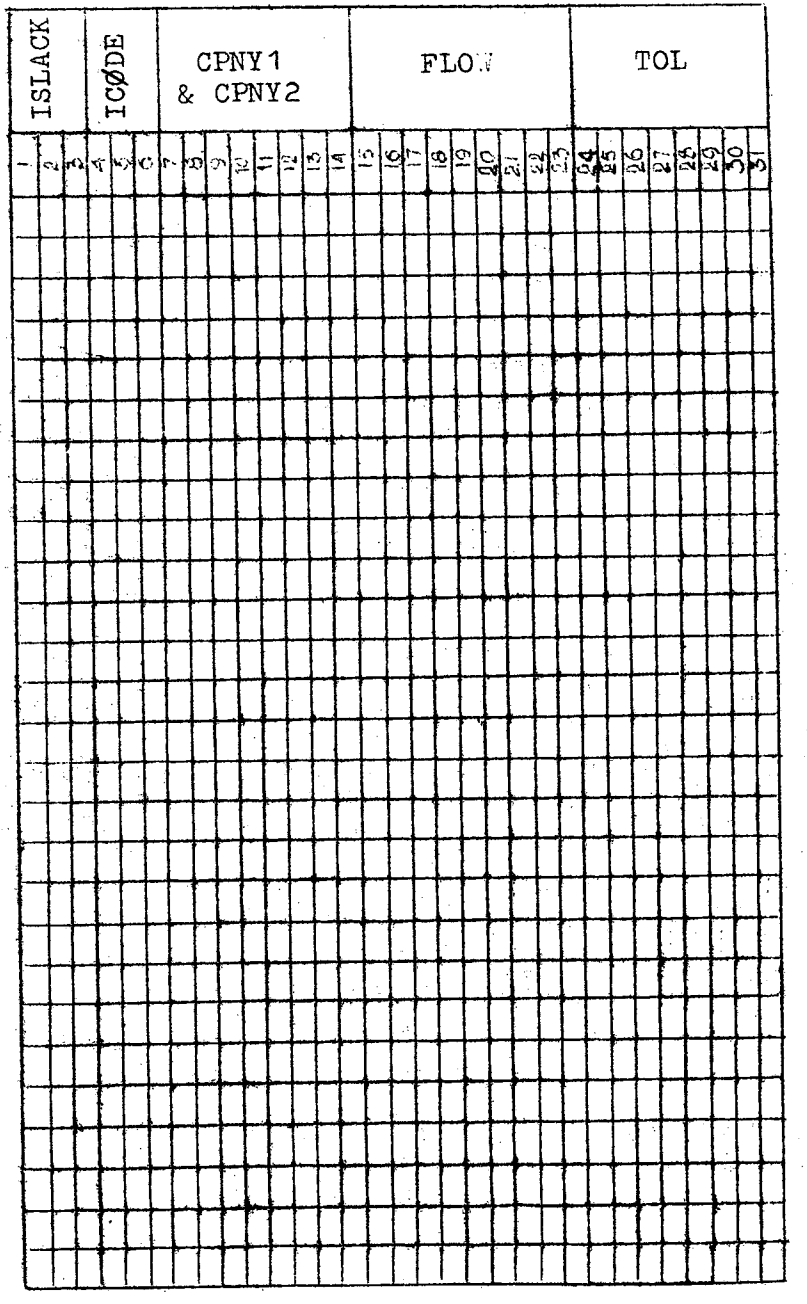
ความหมายของ variable name ของ data card ชุดนี้และคำอธิบายต่าง ๆ มีดังนี้

ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FØRMAT
1 - 5	CØNP	Acceleration factor สำหรับส่วนที่เป็น real part	F5.1
6 - 10	CØNQ	Acceleration factor สำหรับส่วนที่เป็น imaginary part	F5.1
11 - 18	EACC	specified tolerance ของการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันที่ได้จากการคำนวณในแต่ละ iteration หรือเรียกได้ว่าเป็น degree of convergence	F8.5

LOAD FLOW INPUT DATA CODING FORM
TIE-LINE CONTROL DATA

PAGE.....OF.....
CASE NO.....
DATE.....

STUDY NO..... FOR.....



ตำแหน่งของ Column ที่จะ punch	Variable name	ความหมายและคำอธิบาย	FØRMAT
19 - 23	MINTC	จำนวน iteration ก่อนที่จะมีการเริ่มเปลี่ยน tap ของ transformer	I5
24 - 28	ISKIP	จำนวน iteration ระหว่างที่ทำ automatic tap changing	I5
29 - 33	MAXTC	จำนวน maximum iteration ของการทำ automatic tap changing	I5
34 - 38	MAXIT	จำนวน maximum iteration ที่จะใช้ในการคำนวณ ถ้าหากเกินกว่าจำนวนนี้แล้วค่าแรงดันยังไม่ converge โปรแกรมก็จะหยุดการคำนวณ	I5

Data Coding Form สำหรับ Miscellaneous data ได้แสดงไว้ในหน้า ๘๐

๔.๑.b Batch Processing control

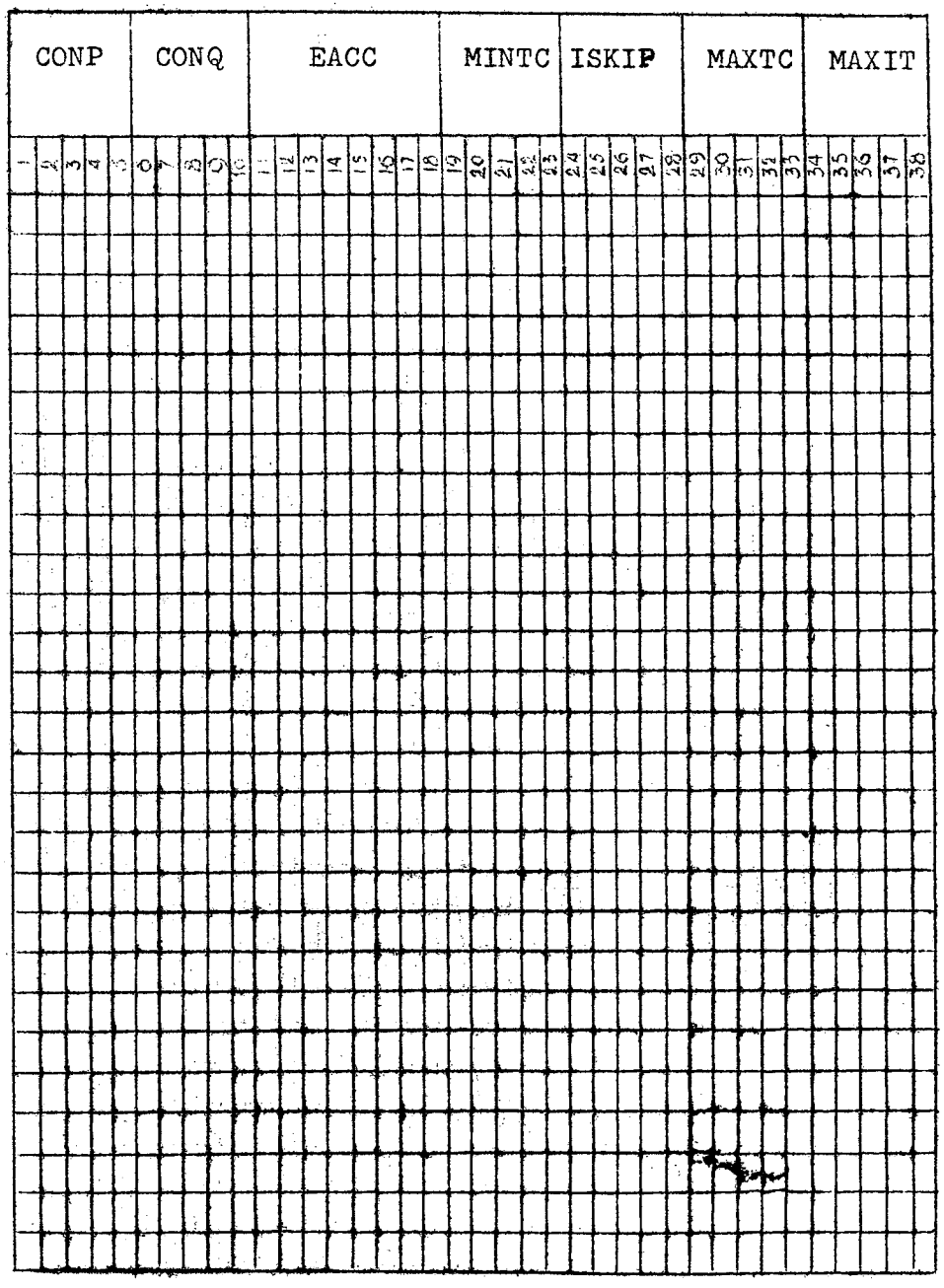
จะใช้ blank card นำหน้าข้อมูลทั้ง ๖ ชุด สำหรับข้อมูลของปัญหาที่จะศึกษาอันสุดท้าย จะ punch เลขค่าหนึ่งค่าใดลงใน column ที่ ๑ - ๓ แทนการใช้ blank card

LOAD FLOW INPUT DATA CODING FORM

MISCELLANEOUS DATA

PAGE.....OF.....
CASE NO.....
DATE.....

STUDY NO..... FOR.....



๔.๒ ตัวอย่างการคำนวณ

๔.๒.๑ ในตัวอย่างการคำนวณนี้ ได้นำโปรแกรมมาใช้ทำการคำนวณและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าที่มีจำนวน bus ทั้งหมด 21 bus จำนวน line ทั้งหมด 29 line ภายในระบบมีการเชื่อมโยงกันระหว่าง area 2 area สำหรับ single line diagram ของระบบได้แสดงไว้ในรูปที่ ๔.๑

ในการคำนวณเลือกเอา bus no.2 เป็น swing bus

bus no.1 และ bus no.18 เป็น regulated bus

ที่ bus no. 8, 9 และ 14 จะต้อง hold ค่า magnitude ของแรงดันให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้

Transformer มี tap side อยู่ทางด้าน bus no.19,20 และ 21

Tie-line มีอยู่ ๓ line คือ

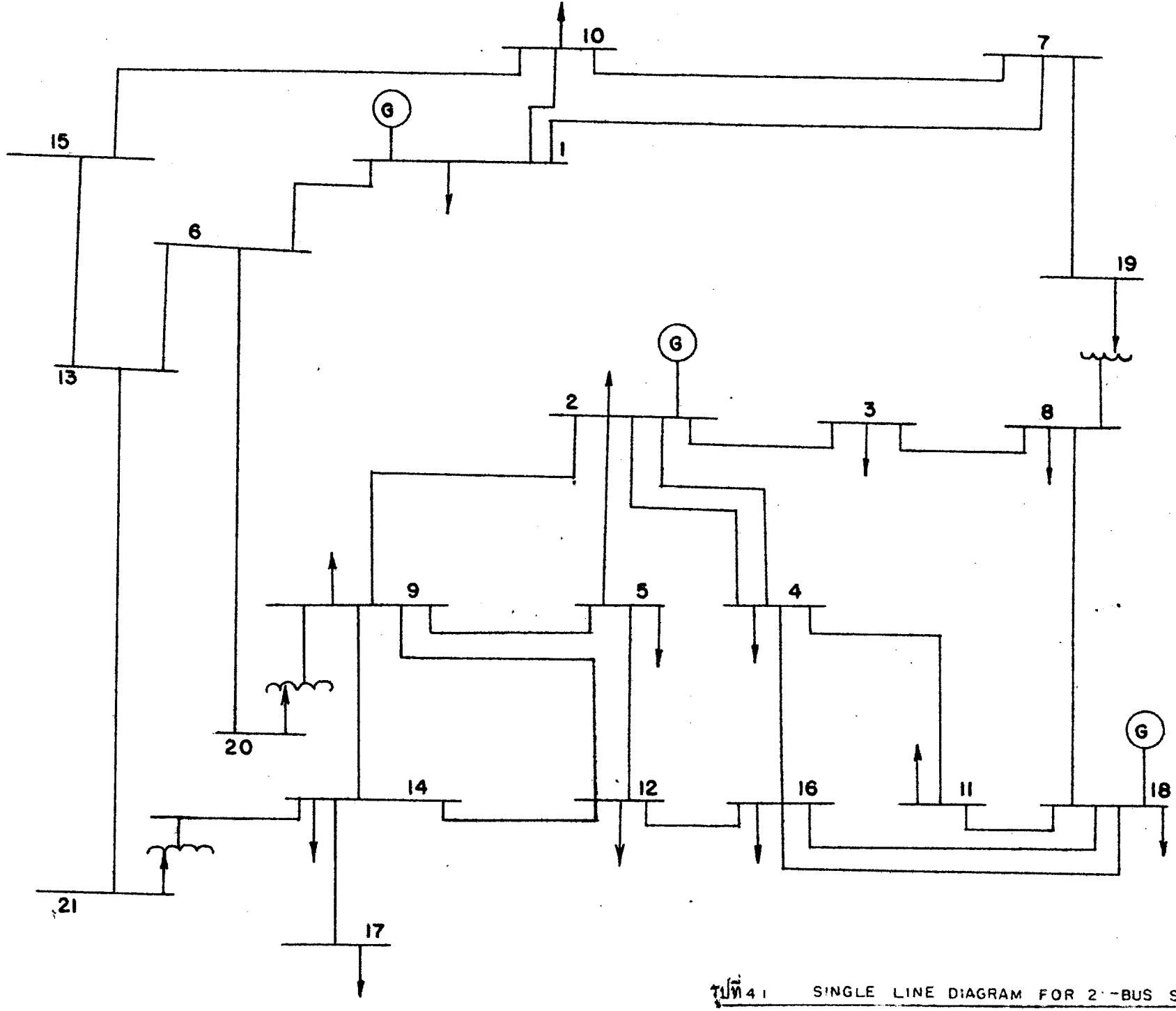
line ที่หนึ่งเป็น line ที่เชื่อมระหว่าง bus no.7 กับ 19

line ที่สอง เป็น line ที่เชื่อมระหว่าง bus no.6 กับ 20

line ที่สามเป็น line ที่เชื่อมระหว่าง bus no.13 กับ 21

หมายเหตุ ปัญหาในตัวอย่างนี้ได้นำมาจาก Transaction of the American I.E.E (๔)

๔.๒.๒ รายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด และรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำ automatic tap selection to control voltage การทำ control of power interchange between areas รวมทั้ง line flow condition และ bus condition ได้แสดงไว้ในหน้าที่๘๓ ถึงหน้า ๙๔



รูปที่ 4.1 SINGLE LINE DIAGRAM FOR 21-BUS SAMPLE

[illegible] LOAD FLOW PROGRAM---------VERSION OF MARCH 196[illegible]
[illegible] GEN AUTOMATIC PROGRAM FOR LOAD FLOW STUDIES ON THE [illegible]
[illegible] 73
[illegible] LINE AND TRANSFORMER DATA ASSEMBLY

INPUT BASE
0.0 KV
100.0 MVA

LINE NP	NQ	R(PU)	X(PU)	BSH	G	B	MVA RATING	R
1	10	0.00314	0.02060	0.02300	7.23137	-47.44145	0.0	
1	7	0.00273	0.01790	0.02000	8.32666	-54.59604	0.0	
1	6	0.00728	0.04780	0.05340	3.11399	-20.44623	0.0	
2	3	0.00745	0.02720	0.03700	9.36703	-34.19910	0.0	
2	4	0.00062	0.00178	0.00279	174.51027	-501.01343	0.0	
2	4	0.00242	0.00690	0.07020	45.26210	-129.05307	0.0	
2	5	0.01590	0.06000	0.00120	4.12686	-15.57305	0.0	
2	9	0.02310	0.08950	0.00716	2.76484	-10.44105	0.0	
3	9	0.01020	0.03850	0.00308	6.43010	-24.27045	0.0	
4	11	0.00130	0.00383	0.00603	79.46750	-234.12352	0.0	
4	16	0.00350	0.01010	0.10260	30.63188	-88.39490	0.0	
5	12	0.04700	0.11770	0.00200	2.92811	-7.32772	0.0	
5	9	0.03210	0.12100	0.00240	2.04832	-7.72107	0.0	
6	20	0.00760	0.04500	0.05300	3.37512	-21.69720	0.0	
6	13	0.00237	0.01560	0.01740	9.51896	-62.65645	0.0	
7	10	0.00219	0.01360	0.00380	11.08340	-71.81708	0.0	
7	19	0.00230	0.01400	0.00350	10.00000	-70.00000	0.0	
8	18	0.01380	0.06850	0.07490	3.72596	-13.57506	0.0	
9	12	0.00330	0.03110	0.00240	3.01081	-30.01540	0.0	
9	14	0.02190	0.05250	0.00340	6.54545	-16.44191	0.0	
10	15	0.00332	0.02180	0.02440	6.82761	-44.83179	0.0	
11	13	0.00178	0.00224	0.00351	138.44204	-398.15137	0.0	
12	16	0.00150	0.00530	0.05400	58.95497	-167.98954	0.0	
12	14	0.00943	0.13600	0.00230	2.53212	-6.34136	0.0	
13	21	0.00230	0.01510	0.01600	9.98741	-65.13528	0.0	
13	15	0.00753	0.05540	0.01580	2.53529	-17.32944	0.0	
14	17	0.02340	0.05980	0.00100	5.76296	-14.41921	0.0	
15	18	0.01150	0.00540	0.05400	57.02100	-165.54478	0.0	
16	19	0.00170	0.00500	0.05140	52.63384	-177.95122	0.0	
21	14	0.0	0.23400	0.0	0.0	-29.41176	0.0	1.
19	3	0.0	0.23400	0.0	0.0	-29.41176	0.0	1.
20	4	0.0	0.23400	0.0	0.0	-29.41176	0.0	1.

M7D4 •

CONVERTED BASE
0.0 KV

AP TIO	TAP - LIMITS TMIN	TMAX	REF
12 .1	.9700	1.0500	1
.1 .1	.9700	1.0500	1
.1 .1	.9700	1.0500	1

SUMMARY

LINE AND BUS TOTAL	ACTUAL	MAX
TRANSMISSION LINES	29	400
TRANSFORMERS - FIXED	0	50
- LTC	3	50
TOTAL LINES	32	400
ACTIVE BUSES - NON REG	19	200
- GENERATOR	2	50
TOTAL BUSES	21	200
CAPACITORS OR REACTORS	0	100

	MW
TOTAL LOAD	957.
TOTAL LOSSES	8.
LINE CHARGING	
FIXED CAPACITOR	
REACTOR	
SYSTEM MISMATCH	-1.
TOTAL GENERATION	967

	MVAR
...	.....
997	425.099
650	6.750
	73.262
	0.0
	0.0
411	-0.488
064	418.838

MISCELLANEOUS CONSTANTS

ACTUAL ITERATIONS		117
MAXIMUM ITERATIONS		200
TOLERANCE		0.00001
ACC. FACT.	- REAL	1.6
	- IMAG	1.6
LTC START		30
SKIP		8

SUMMARY OF MISMATCH

BUS		
1	-0.10718	-0.00288
2	0.0	0.0
3	-0.01068	-0.01994
4	-0.05653	0.03456
5	-0.00145	0.00053
6	-0.02504	-0.00132
7	-0.05138	-0.02783
8	-0.01161	0.00241
9	-0.01439	0.00075
10	0.01447	-0.02534
11	-0.06166	-0.22153
12	-0.02840	-0.03044
13	-0.01773	-0.03006
14	-0.00816	-0.00455
15	0.01566	-0.00548
16	-0.04951	-0.05560
17	0.00145	-0.00247
18	-0.04927	-0.09476
19	0.02509	-0.00867
20	0.00714	-0.00240
21	0.01863	0.00668

BUS	NAME	VOLTAGE	ANGLE	GENERATOR MW	GENERATOR MVAR	LOAD MW	LOAD MVAR	REACT MVAR
20	TWENT	1.02736	3.076	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	TWENTT	1.01933	4.205	0.0	0.0	0.0	0.0	

OR CAPACITOR MVAR	FROM BUS	TO BUS	LINE FLOW MW	LINE FLOW MVAR	PCT CAP.
	21	13	-117.185	-16.335	
	21	14	117.204	16.342	1.

S	NAME	VOLTAGE	ANGLE	GENERATOR MW	GENERATOR MVAR	LOAD MW	LOAD MVAR	REACTOR MVAR
0	TEN	1.03241	7.896	0.0	0.0	80.000	38.600	
1	ELEV	1.00808	0.093	0.0	0.0	80.000	38.600	
2	TWELV	1.00357	0.224	0.0	0.0	50.000	24.200	
3	THIRT	1.02439	5.150	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	FOURT	0.99458	1.907	0.0	0.0	60.000	29.000	
5	FIFT	1.03026	7.132	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	SIXT	1.00720	0.161	0.0	0.0	40.000	19.300	
7	SEVENT	0.98381	1.342	0.0	0.0	20.000	9.700	
8	EIGHTE	1.00904	0.225	190.000	100.000	80.000	20.000	
	NINET	1.03560	6.442	0.0	0.0	0.0	0.0	

CAPACITOR MVAR	FROM BUS	TO BUS	LINE FLOW MW	LINE FLOW MVAR	PCT CAP.	TAP
	10	7	5.063	-23.737		
	10	15	65.147	-0.618		
	11	4	26.797	-32.936		
	11	18	-106.859	-5.886		
	12	5	10.934	2.991		
	12	9	-41.814	29.847		
	12	16	-2.944	-70.371		
	12	14	-16.204	13.302		
	13	6	-52.823	-16.190		
	13	21	117.494	16.681		
	13	15	-64.689	-0.522		
	14	9	20.632	-14.406		
	14	12	16.443	-12.934		
	14	17	20.120	9.909		
	14	21	-117.203	-11.574		
	15	10	-65.015	-1.109		
	15	13	65.031	1.103		
	16	4	18.053	-29.151		
	16	12	3.028	65.154		
	16	18	-29.341	-26.915		
	16	18	-31.789	-28.443		
	17	14	-19.999	-9.702		
	18	8	-58.182	29.318		
	18	11	106.947	5.781		
	18	16	29.368	21.504		
	18	16	31.818	23.302		
	19	7	-181.609	29.491		
	19	8	181.634	-29.499		1.05000

US	NAME	VOLTAGE	ANGLE	GENERATOR MW	GENERATOR MVAR	LOAD MW	LOAD MVAR	REACTOR MVAR
1	ONE	1.04000	9.526	749.164	150.231	265.000	128.000	
2	TWO	1.01000	0.0	27.900	168.607	60.000	19.300	
3	THREE	1.00074	0.869	0.0	0.0	38.000	18.400	
4	FOUR	1.00897	0.011	0.0	0.0	55.000	22.000	
5	FIVE	0.99489	-0.431	0.0	0.0	50.000	20.000	
6	SIX	1.02797	5.579	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	SEVEN	1.03541	7.833	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	EIGHT	0.99843	2.847	0.0	0.0	40.000	19.000	

CAPACITOR MVAR	FROM BUS	TO BUS	LINE FLOW MW	LINE FLOW MVAR	PCT CAP.	TAP
	1	10	150.865	16.194		
	1	7	178.041	1.080		
	1	6	155.151	4.955		
	2	3	-43.535	44.847		
	2	4	8.152	55.135		
	2	4	2.132	10.664		
	2	5	18.094	20.629		
	2	9	-16.943	18.032		
	3	2	43.833	-47.499		
	3	8	-81.843	29.079		
	4	2	-8.133	-55.365		
	4	2	-2.127	-17.804		
	4	11	-26.774	32.390		
	4	16	-18.022	18.814		
	5	2	-17.976	-20.305		
	5	12	-10.873	-3.040		
	5	9	-21.152	3.346		
	6	1	-153.526	0.001		
	6	20	100.610	-14.809		
	6	13	52.892	14.807		
	7	1	-177.240	2.014		
	7	10	-5.051	23.404		
	7	19	182.240	-25.446		
	8	3	82.613	-26.483		
	8	18	59.010	-33.848		
	8	19	-181.634	41.334		
	9	2	17.089	-18.204		
	9	5	21.301	-3.022		
	9	12	42.032	-29.271		
	9	14	-20.499	14.402		

THE COMPONENT OF BUS VOLTAGE

BUS	REAL	IMAGINARY
1	1.02566	0.17211
2	1.01000	0.0
3	1.00062	0.01517
4	1.00898	0.00020
5	0.99486	-0.00749
6	1.02310	0.09993
7	1.02575	0.14111
8	0.99720	0.04959
9	0.99767	0.01933
10	1.02262	0.14183
11	1.00808	0.00163
12	1.00356	0.00392
13	1.02026	0.09195
14	0.99403	0.03310
15	1.02229	0.12792
16	1.00719	-0.00283
17	0.98354	0.02304
18	1.00903	0.00396
19	1.02907	0.11620
20	1.02588	0.05513
21	1.01659	0.07474

SUMMA Y OF AREA INTERCHAN

(NEGATIVE FLOW D NOTES POWER RECIEV

AREA	LINE FROM	LINE TO	FLOW	DESIRE FLOW	TOL	S L NAME
	6 SIX	20 TWENT	1 0.610			
	7 SEVEN	19 NINET	1 2.240			
	13 THIRT	21 TWENTT	1 7.494			
	TIE-LINE LOSSES		-0.810			
FIRST			399.533	400.000	5.000	1 ON
	19 NINET	7 SEVEN	- 81.609			
	20 TWENT	6 SIX	- 99.930			
	21 TWENTT	13 THIRT	-117.185			
	TIE-LINE LOSSES		-0.810			
SECOND			399.533			

THE POWER INTERCHANGE BETWEEN AREAS SHOW ABOVE IS SATI

NO. OF ADJUST

E

D BY AREA)

C K	BUS GEN	.....AREA GENERATION	TOTAL M LOAD
	749.164	749.164	345.000
		457.900	612.908

FIED DESIRED FLOW

SUMMARY OF AREA INTERCHANG

(NEGATIVE FLOW DENOTES POWER RECIEVE

AREA	LINE FROM	LINE TO	FLOW	DESIRED FLOW	TOL	SLA NAME
	6 SIX	20 TWENT	94.231			
	7 SEVEN	19 NINET	170.452			
	13 THIRT	21 TWENTT	111.869			
	TIE-LINE LOSSES		-0.716			
FIRST			375.835	400.000	5.000	1 ONE
	19 NINET	7 SEVEN	-169.898			
	20 TWENT	6 SIX	-93.635			
	21 TWENTT	13 THIRT	-111.587			
	TIE-LINE LOSSES		-0.716			
SECOND			-375.835			

THE POWER INTERCHANGE BETWEEN AREAS SHOWN ABOVE IS NOT S

NO. OF ADJUSTM

) BY AREA)

C K	BUS GEN	.....AREA GENERATION	TOTAL MW. LOAD
	725.000	725.000	345.000
		480.997	612.998

ATISFIED DESIRED FLOW

AUTOMATIC TAP SELECTION TO CONT

ITERATION	IK	BUS	V MAGNITUDE	OLD TAP	NE
30	30	8	1.016969	1.0000	1
30	30	9	1.001715	1.0125	1
34	4	8	1.014440	1.0062	1
34	4	9	1.000605	1.0187	1
38	4	8	1.012083	1.0125	1
38	4	9	0.999678	1.0250	1
42	4	8	1.009730	1.0187	1
42	4	9	0.998754	1.0312	1
46	4	8	1.007390	1.0250	1
50	4	8	1.005082	1.0312	1
54	4	8	1.002781	1.0375	1
58	4	8	1.000480	1.0437	1

VOLTAGE

TAP	PARAMETER CHANGE AKLP	BKLP
0062	-0.00364	-0.00540
0125	-0.00278	-0.00368
0187	-0.00364	-0.00540
0250	-0.00278	-0.00368
0312	-0.00364	-0.00540
0375	-0.00364	-0.00540
0437	-0.00364	-0.00540
0500	-0.00364	-0.00540

AREA-INTERCHANGE DATA FOLLOW

BUS NO.	AREA CODE	AREA NAME.	DFLOW	DTOL ....
1	1	FIRST	400.000	5.000
0	2	SECOND	0.0	0.0
999	0		0.0	0.0

ACC.	FACT.	TOLERANCES	MINIC	MAXIC	MAXTC	MAXIT
1.60	1.60	0.000010	30	8	100	200

END OF LISTING FOR LOAD-FLOW DATA TABLES

PAGE

BASE CASE BUS-DATA ENTERED

BUS	TYPE	NAME	AREA	EA	EB	PG	QG	PL
1	1	ONE	1	1.040	0.0	725.00	0.0	265.00
2	2	TWO	2	1.010	0.0	0.0	0.0	60.00
3	0	THREE	2	1.000	0.0	0.0	0.0	38.00
4	0	FOUR	2	1.000	0.0	0.0	0.0	55.00
5	0	FIVE	2	1.000	0.0	0.0	0.0	50.00
6	0	SIX	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0	SEVEN	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0	EIGHT	2	0.995	0.0	0.0	0.0	40.00
9	0	NINE	2	0.995	0.0	0.0	0.0	40.00
10	0	TEN	1	1.000	0.0	0.0	0.0	80.00
11	0	ELEV	2	1.000	0.0	0.0	0.0	80.00
12	0	TWELV	2	1.000	0.0	0.0	0.0	50.00
13	0	THIRT	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0	FOURT	2	0.995	0.0	0.0	0.0	60.00
15	0	FIFT	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0	SIXT	2	1.000	0.0	0.0	0.0	40.00
17	0	SEVENT	2	1.000	0.0	0.0	0.0	20.00
18	1	EIGHTE	2	1.020	0.0	190.00	0.0	80.00
19	0	NINET	2	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0	TWENT	2	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0	TWENTT	2	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0

QL	QMIN	QMAX	BSR(MVAR)
28.00	0.0	375.00	0.0
19.30	0.0	0.0	0.0
18.60	0.0	0.0	0.0
22.00	0.0	0.0	0.0
20.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
19.00	0.0	0.0	0.0
19.00	0.0	0.0	0.0
38.60	0.0	0.0	0.0
38.60	0.0	0.0	0.0
24.20	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
29.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
19.30	0.0	0.0	0.0
9.70	0.0	0.0	0.0
20.00	0.0	100.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0