

## บทที่ 6

### การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ความต้านทานต่อลงดิน

#### 6.1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ความต้านทานต่อลงดิน

จากการวิเคราะห์ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นการออกแบบความต้านทานต่อลงดินนั้นต้องเริ่มต้นวิเคราะห์กระแสผิดพลาดและแรงดันที่ไม่ได้เกิดความผิดพลาดที่จุดต่างๆในระบบก่อน ซึ่งจะต้องทำการคิดความผิดพลาดที่จุดต่างๆหลายครั้ง ทำให้ต้องใช้เวลามากในการจัดทำค่ากระแสผิดพลาดและแรงดันเฟสที่ไม่ได้เกิดความผิดพลาดที่จุดห่างจากจุดต่อลงดินเป็นระยะต่างๆกันสำหรับค่าความต้านทานต่อลงดินค่าต่างๆ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะทำการคำนวณดังกล่าวด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

#### ประโยชน์ของโปรแกรมวิเคราะห์ค่าความต้านทานต่อลงดิน

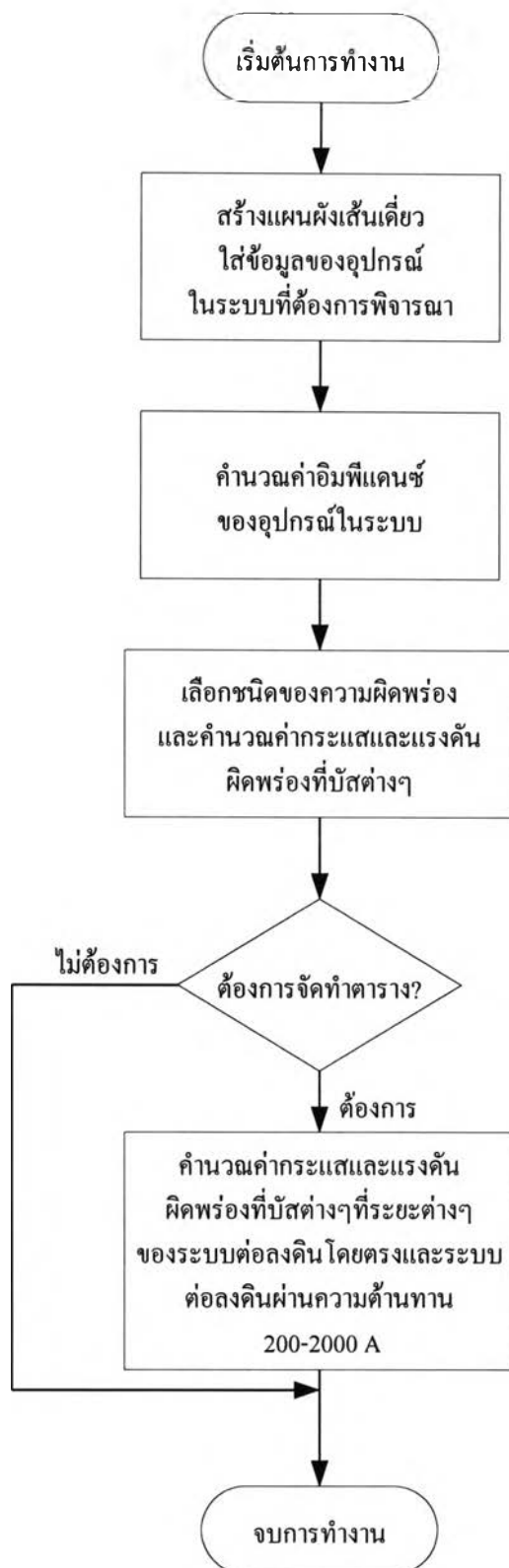
ประโยชน์หลักที่ได้จากการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าความต้านทานต่อลงดินได้แก่

1. สามารถทำการหาค่ากระแสและแรงดันของระบบเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้นในกรณีเฉพาะที่ทำทดลองในโปรแกรม
2. สามารถทำการหาค่ากระแสและแรงดันของระบบเป็นตารางเมื่อเกิดความผิดพลาดที่ระยะต่างๆห่างจากจุดต่อความต้านทานลงดินที่ค่าความต้านทานต่อลงดินต่างๆกัน เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบป้องกันความผิดพลาดลงดินต่อไป

#### 6.2 ลักษณะและรูปแบบของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้งานกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 และ 98 ถูกพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 สำหรับโครงสร้างของโปรแกรมสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักได้ดังนี้

1. ส่วนสร้างแผนผังสายเส้นเดี่ยว (Single-Line Diagram Section)
2. ส่วนคำนวณกระแสผิดพลาดและแสดงผล (Fault Calculation Section)
3. ส่วนแสดงตารางค่ากระแสและแรงดันของความผิดพลาดลงดินที่ระยะต่างๆของค่าความต้านทานผิดพลาดลงดินต่างๆกัน

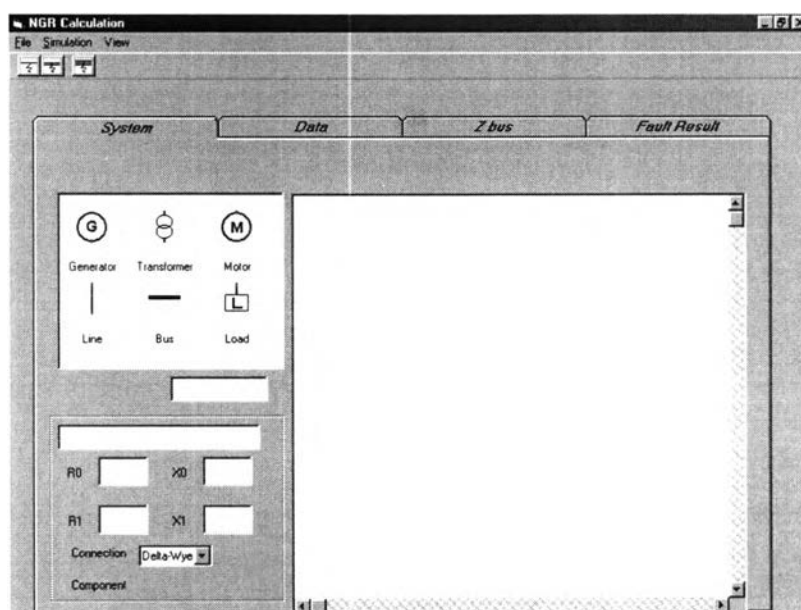


รูปที่ 6.1 แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ความต้านทานลงดิน

โปรแกรมนี้เริ่มต้นจาก การเขียนแผนผังเส้นเคี้ยวและทำการใส่ข้อมูลอุปกรณ์ต่างๆ หลังจากนั้นจึงทำการคำนวณกระแสผิดพลาดโดยในส่วนต่อไป และทำการแสดงค่ากระแสและแรงดันของความผิดพลาดลงดินที่ระยะต่างๆของค่าความต้านทานผิดพลาดลงดินต่างๆกันในส่วนสุดท้าย โดยขั้นตอนการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 6.1

### 6.2.1 การใช้งานโปรแกรม

เมื่อเริ่มต้นใช้งาน โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าต่างหลักดังรูปที่ 6.2









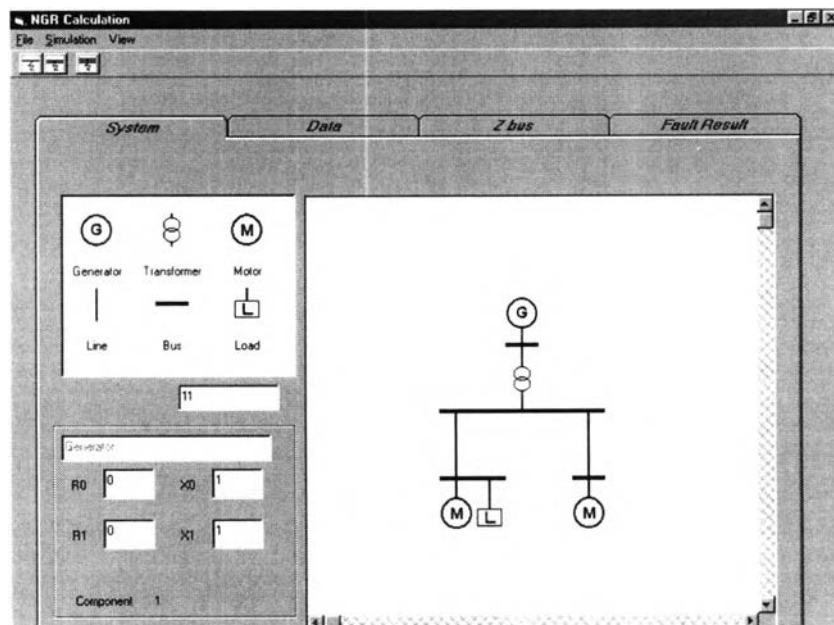
รูปที่ 6.2 หน้าต่างหลักของโปรแกรม

จากหน้าต่างหลักของโปรแกรมนั้นจะเป็นส่วนในการสร้างแผนผังเส้นเคี้ยวซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนย่อยคือ

1. ส่วนแสดงรูปอุปกรณ์ เป็นส่วนแสดงรูปอุปกรณ์หลักที่สามารถสร้างได้ในระบบ ซึ่งมี 6 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 6.1
2. ส่วนแสดงรายละเอียดอุปกรณ์ เป็นส่วนที่แสดงชื่ออุปกรณ์และป้อนรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละชนิด เมื่อต้องการคำนวณความผิดพลาดต้องใส่ค่าอิมพีแดนซ์ลำดับศูนย์และอิมแดนซ์ลำดับบวกของอุปกรณ์ต่างๆให้ครบถ้วน
3. หน้าจอแผนผังเส้นเคี้ยว เป็นส่วนที่ใช้แสดงแผนผังเส้นเคี้ยวที่สร้างขึ้น โดยหน้าจอแสดงผลนี้สามารถเลือกให้แสดงตารางหรือไม่ก็ได้

ตารางที่ 6.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม

อุปกรณ์	สัญลักษณ์
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	 Generator
หม้อแปลง	 Transformer
บัส	 Bus
สายส่ง	 Line
มอเตอร์	 Motor
โหลด	 Load



รูปที่ 6.3 ส่วนสร้างแผนผังเส้นเคเบิล

## 6.2.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

การใช้งานโปรแกรมมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เมื่อเข้าสู่หน้าต่างหลักแล้ว เริ่มสร้างแผนผังเส้นเคเบิลได้โดยวิธีการ Drag-Drop เมทาส์ จากส่วนแสดงรูปอุปกรณ์ มาวางในส่วนหน้าจอแสดงแผนผังเส้นเคเบิล โดยรายละเอียดของ อุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์จะแสดงในส่วนแสดงรายละเอียดอุปกรณ์ หลังจากนั้นทำการใส่ข้อมูลให้ครบถ้วน
2. การวาดบัสนั้นสามารถเพิ่มความยาวของบัสได้โดยการใส่ค่าตัวเลขความยาวของบัสที่ช่อง “Number of Block” ในส่วนแสดงรายละเอียดของบัส
3. สามารถเลือกค่าความต้านทานต่อลงดินที่หม้อแปลง “Transformer1” ได้ โดยเข้าไปในส่วน “View” ที่แถบเมนูแล้วเลือก “NGR Setting”
4. เมื่อทำการใส่ข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆเรียบร้อยแล้วจะต้องเข้าไปในส่วนของ “Data” กดปุ่ม “Data Processing” เพื่อทำการคำนวณบัสอิมพีแดนซ์ลำดับศูนย์และลำดับบวกของระบบซึ่งผลลัพธ์จะปรากฏในส่วนของ “Z bus”
5. ทำการคำนวณความผิดพลาดในกรณีที่เกิดขึ้นดังรูปในส่วนแรกโดยกดที่ Simulation ในส่วนของแถบเมนูแล้วเลือกความผิดพลาดที่ต้องการคำนวณ หรือกดปุ่มถัดเพื่อคำนวณความผิดพลาดได้ดังรูปที่ 6.4

Single Line to Ground Fault at bus 4

Fault Current 2727 p.u

Bus Voltage

	V <sub>ag</sub>	V <sub>bg</sub>	V <sub>cg</sub>	V <sub>ab</sub>	V <sub>bc</sub>	V <sub>ca</sub>
1	8182	9578	9578	1.5021	1.7321	1.5021
2	5455	9578	9578	1.2889	1.7321	1.2889
3	2727	9578	9578	1.1022	1.7321	1.1022
4	0	9578	9578	9578	1.7321	9578

Current Flow

From Bus	To Bus	Phase A	Phase B	Phase C
1	2	.1818	.0909	.0909
2	3	.2727	0	0
3	4	.2727	0	0
4	F	.2727	0	0

รูปที่ 6.4 ผลการคำนวณความผิดพลาด

6. สามารถคำนวณค่าตารางกระแสและแรงดันของค่าความต้านทานต่อลงดินต่างๆ ได้โดยคอมพิวเตอร์ที่ “Make NGR Table” ผลที่แสดงจะเป็นค่ากระแสและแรงดันเมื่อเกิดความผิดปกติที่ระยะต่างๆ ของค่าความต้านทานต่อลงดินต่างๆ กันดังรูปที่ 6.5

km	50	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1
0	6780.9833	198.9156	297.4768	395.365	492.529	588.9189	684.4876	779.19	872.9841	965.8302	1057.6312	1148.5329	1238.5236	1327.0
1	4789.0782	198.138	295.6514	391.9958	487.0813	580.8256	673.154	763.9997	853.3033	941.0133	1027.0852	1111.482	1194.1734	1275.1
2	3699.7481	197.3392	293.7628	388.4883	481.386	572.3431	661.2636	748.0682	832.693	915.0895	995.2231	1073.0725	1148.6283	1221.8
3	3013.5693	196.5211	291.8155	384.8565	475.4768	563.5402	648.9406	731.6006	811.4688	888.5184	962.7437	1034.1585	1102.7528	1168.6
4	2541.8782	195.6846	289.8137	381.114	469.3864	554.4823	636.3004	714.7826	789.909	861.6928	930.1757	995.4222	1057.516	1116.5
5	2197.7666	194.8306	287.7621	377.2744	463.1461	545.2304	623.448	697.7787	768.2518	834.9378	897.9393	957.3834	1013.4147	1069
6	1935.6672	193.96	285.6647	373.3506	456.7856	535.841	610.4777	680.731	746.6961	808.5132	866.3556	920.4184	970.9098	1018.0
7	1729.3952	193.0735	283.5258	369.3551	450.3327	526.3854	597.4722	663.7805	725.4034	782.6202	835.6582	884.7845	930.2654	972.3
8	1562.8366	192.1722	281.3497	365.2997	443.813	516.8497	584.5036	646.9672	704.5014	757.4085	806.0127	850.6435	891.6258	929.2
9	1425.5329	191.2567	279.1401	361.1958	437.2505	507.3351	571.633	630.4328	684.0879	732.9849	777.5201	818.0833	855.0467	888.7
10	1310.4005	190.328	276.9011	357.054	430.6668	497.8576	558.9121	614.2219	664.2352	709.4202	750.24	787.1367	820.5214	850.7
11	1212.4717	189.3868	274.6363	352.8844	424.0816	488.4486	546.3833	598.3844	644.9339	686.7568	724.1956	757.7962	788.0004	815.2
12	1128.1592	188.4341	272.3494	348.6962	417.5127	479.135	534.0809	582.9576	626.3872	665.0146	699.384	730.0264	757.4061	781
13	1054.8082	187.4705	270.0438	344.4982	410.9757	469.9397	522.0323	567.9679	608.4634	644.1953	675.7834	703.7729	728.6444	750.8
14	990.4118	186.4969	267.7228	340.2984	404.4847	460.8817	510.2582	553.4326	591.1998	624.2914	653.3586	678.9695	701.6122	721.7
15	933.4249	185.514	265.3896	336.1041	398.052	451.9768	498.7741	539.3616	574.6044	605.2798	632.0857	655.5429	676.2031	694.4
16	882.6383	184.5227	263.0472	331.9222	391.688	443.2374	487.591	525.7588	558.6685	587.1347	611.855	633.4169	652.311	668.9
17	837.0924	183.5235	260.6983	327.7586	385.4022	434.6737	476.7155	512.6231	543.3781	569.8249	592.6739	612.5146	629.833	645.0
18	796.016	182.5173	258.3456	323.6188	379.2021	426.2932	466.1512	499.9496	528.7155	553.316	574.4886	592.7606	608.6703	622.5
19	758.7819	181.5048	255.9918	319.5083	373.0943	418.1013	455.8989	487.7302	514.6602	537.5721	557.1854	574.0818	588.7237	601.5
20	724.8752	180.4865	253.6391	315.431	367.0844	410.1019	445.9571	475.9548	501.1903	522.5567	540.7718	556.4085	569.9238	581.6
21	693.8689	179.4633	251.2898	311.3911	361.1766	402.297	436.3225	464.6114	488.2823	508.2334	525.1767	539.6745	552.171	563.0
22	665.4062	178.4396	248.9458	307.3921	355.3745	394.6875	426.9903	453.6868	475.9127	494.5664	510.3514	523.8178	535.3959	545.4
23	639.1865	177.4042	246.6093	303.4371	349.6806	387.2731	417.9546	443.1671	464.0576	481.5208	496.2496	508.78	519.5285	528.8
24	614.9546	176.3696	244.2819	299.5287	344.057	380.0527	409.2086	433.0379	452.6935	469.0632	482.8272	494.5069	504.5043	513.1
25	592.4928	175.3324	241.9653	295.6692	338.6249	373.0241	400.7448	423.2843	441.7972	457.1615	470.043	480.9479	490.264	498.2
26	571.614	174.2932	239.6511	291.8607	333.2651	366.1849	392.5552	413.8917	431.3463	445.7849	457.858	468.0562	476.7528	484.2
27	552.1565	173.2524	237.3706	288.1047	328.0177	359.5318	384.6315	404.8453	421.319	434.9045	446.2359	455.7882	463.9204	470.9
28	533.98	172.2107	235.0852	284.4026	322.8827	353.0612	376.9653	396.1309	411.6946	424.4927	435.1426	444.1036	451.7207	458.2
29	516.962	171.1684	232.8359	280.7595	317.8593	346.7692	369.548	387.7343	402.4529	414.5236	424.5465	432.9651	440.1111	446.2
30	500.9952	170.1262	230.594	277.1642	312.9468	340.6518	362.371	379.6417	393.575	404.9727	414.4177	422.3361	429.0523	434.8
31	485.9852	169.0844	228.3703	273.6294	308.144	334.7044	355.4257	371.8401	385.0427	395.8171	404.7287	412.1906	418.5086	423.9
32	471.9483	168.0434	226.1657	270.1515	303.4494	328.9228	348.7037	364.3165	376.8387	387.0351	395.4537	402.493	408.4465	413.5
33	458.5106	167.0037	223.9811	266.7308	298.8616	323.3022	342.1959	357.0587	368.9467	378.6063	386.5687	393.2178	398.8356	403.6
34	445.9062	165.9658	221.8171	263.3674	294.3787	317.8381	335.8971	350.055	361.3512	370.5119	378.0514	384.3398	389.6477	394.1
35	433.9763	164.9298	219.6743	260.0612	289.999	312.526	329.7965	343.294	354.0374	362.7338	369.8808	375.8351	380.8566	385.1
36	422.668	163.8963	217.5532	256.812	285.7204	307.3611	323.8874	336.7649	346.9916	355.2553	362.0376	367.6821	372.4385	376
37	411.9341	162.8656	215.4545	253.6197	281.5409	302.3391	318.1625	330.4574	340.2006	348.0607	354.5036	359.8504	364.3709	368.2
38	401.7318	161.8379	213.3784	250.4837	277.4584	297.4554	312.6146	324.3618	333.6521	341.1352	347.2619	352.3512	356.6334	360.2
39	392.0227	160.8137	211.3252	247.4037	273.4707	292.7055	307.2369	318.4687	327.3343	334.465	340.2967	345.1368	349.2067	352.6

รูปที่ 6.5 ส่วนแสดงผลตารางค่ากระแสและแรงดันของความต้านทานต่อลงดินต่างๆ กัน

7. สามารถเลือกดูตารางค่ากระแสผิดปกติ ตารางค่าแรงดันผิดปกติเฟส B และเฟส C โดยเลือกที่ “View” ในหน้าต่าง “NGR Table” นั้น