

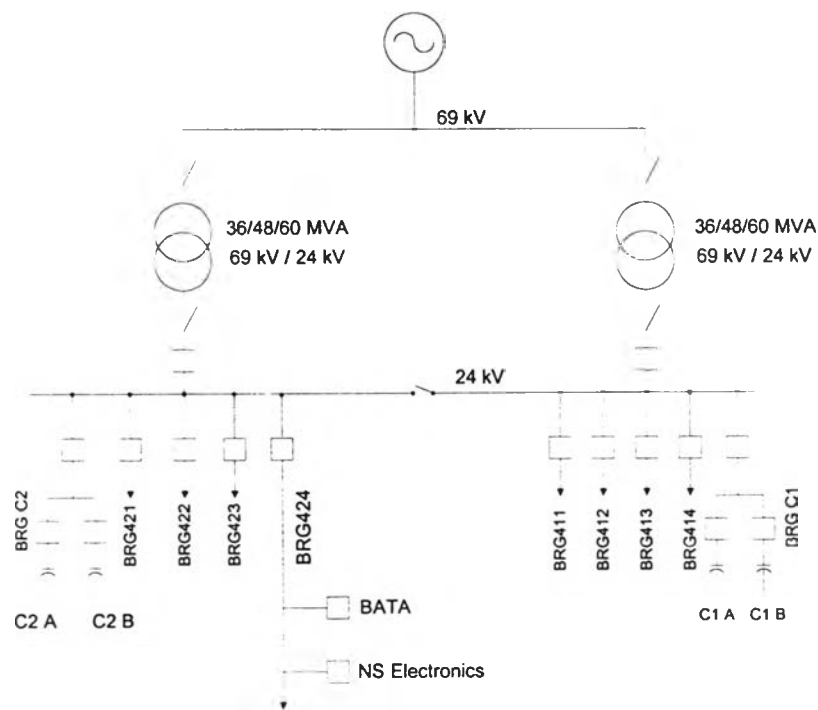
## บทที่ 5

### กรณีศึกษาการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุของสถานีไฟฟ้าย่อย

#### บทนำ

สำหรับการเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่างที่จะทำการศึกษานั้น จะพิจารณาจาก สถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุเข้า และปลดออก บ่อยๆ และในสายป้อนอย่างน้อยหนึ่งสายป้อน จะต้องจ่ายไฟฟ้าให้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ชุดตัวเก็บประจุภายใน โรงงาน อย่างน้อยหนึ่งโรงงาน

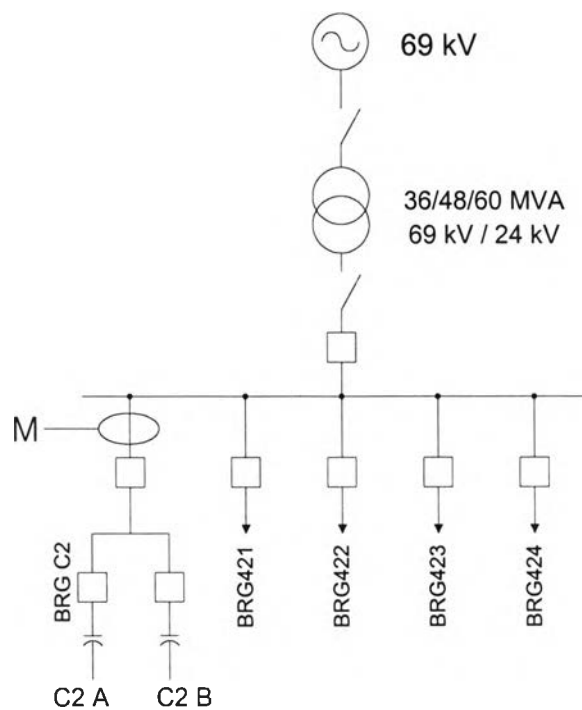
สำหรับกรณีศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการคัดเลือก สถานีไฟฟ้าย่อย แบร์ริงขึ้นมาทำการศึกษามาจากการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุของสถานีไฟฟ้าย่อยในระบบแรงดัน ปานกลาง โดยมีแบบแผนผังสถานีไฟฟ้าย่อยของระบบดังนี้



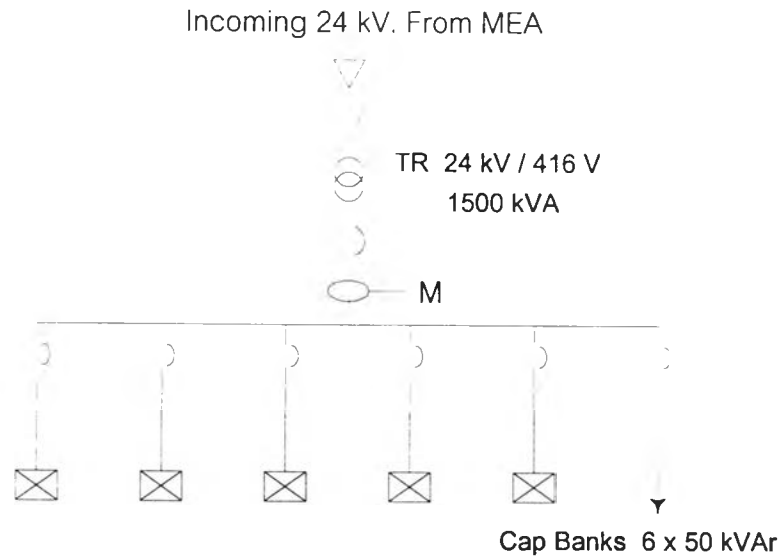
รูปที่ 5.1 แผนผังของสถานีไฟฟ้าย่อยแบร์ริง

จากรูปที่ 5.1 พบว่าสายป้อนที่นำมาพิจารณาคือสายป้อน BRG424 และจะทำการบันทึกข้อมูลที่โรงงานรองเท้าบาจา และ โรงงาน NS Electronics ส่วนทางด้านสถานีไฟฟ้าย่อยนั้น จะทำการบันทึกข้อมูลที่บัส BRG C2

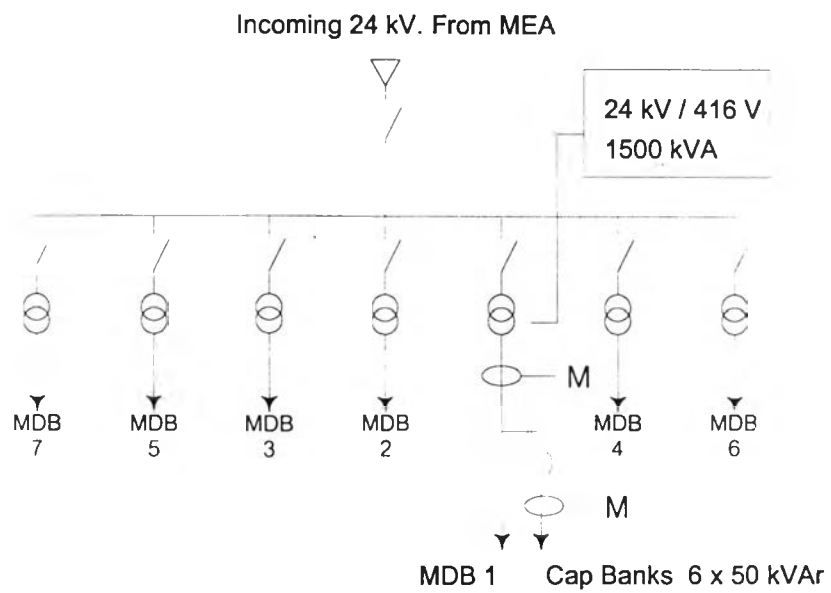
ในการบันทึกข้อมูลนั้น ใช้เครื่อง RPM เป็นอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกข้อมูล จะให้เครื่อง RPM ทำการบันทึกข้อมูลแรงดัน และกระแส ตลอดเวลา โดยจะเข้าไปทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 2 สัปดาห์



รูปที่ 5.2 ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่อง RPM ในสถานีไฟฟ้าย่อย



รูปที่ 5.3 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัด RPM ในโรงงานรอนท์ท่าบจจา

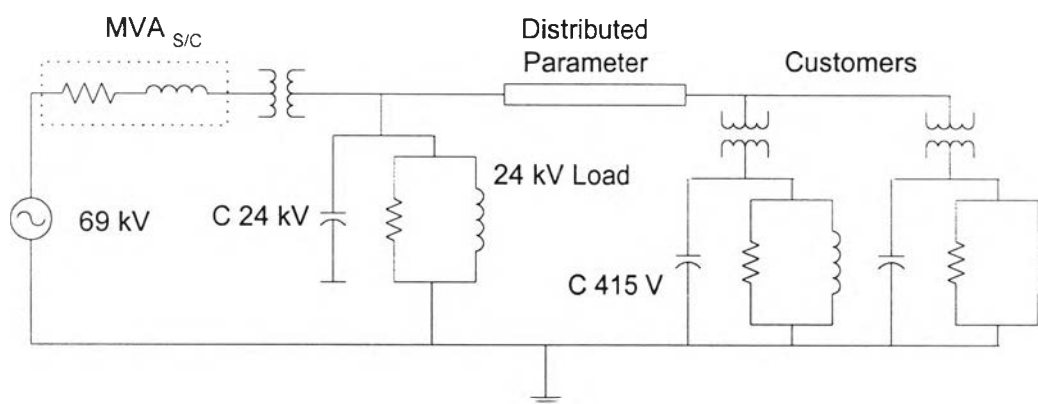


รูปที่ 5.4 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัด RPM ในโรงงาน NS Electronics

ในส่วนของคุณมูลรายละเอียดต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

## 5.1 แบบจำลองของวงจรและค่าของพารามิเตอร์

จากรูปที่ 5.1 สามารถแทนด้วยแผนภาพวงจรเส้นเดี่ยวดังรูปที่ 2.1 และ มีวงสมมูลดังรูปที่ 2.3 ส่วนวงจรสมมูลที่จะใช้ในโปรแกรม EMTP นั้นจะเป็นดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 วงจรสมมูลที่ใช้กับโปรแกรม EMTP

โดยข้อมูลที่ใช้ป้อนโปรแกรม EMTP มีที่มา และการคำนวณ ดังนี้

- อิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

$MVA_{s/c}$  ได้จากการไฟฟ้านครหลวง มีขนาด 1934 MVA และสมมุติ ให้ อัตราส่วนของ X/R เท่ากับ 10 จะได้ R คือ 0.7422  $\Omega$  และ L เท่ากับ 23.62 mH

- ชุดตัวเก็บประจุของการไฟฟ้า

ชุดตัวเก็บประจุ 24 kV ขนาด 3.6 MVar (C มีขนาด 19.89  $\mu\text{F}$ ) ค่า R และ L ของชุดตัวเก็บประจุคือ 0.025  $\Omega$  และ 0.005 mH ตามลำดับ ลักษณะการต่อเป็นแบบ ดับเบิลไวไม่ต่อลงดิน และมีรีแอกเตอร์ป้องกันกระแสพุ่งเข้าขนาด 40  $\mu\text{H}$  ต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ

- โหลดของสายป้อน

ขนาดโหลดของหม้อแปลงการไฟฟ้าได้มาจากการบันทึกของการไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น วันที่ 18 ต.ค. 2543 มีโหลดขนาด 14.39 MW และ 6.66 MVar

หาค่า R จาก  $V^2/P$  นั่นคือ  $(24 \cdot 24)/14.39 \approx 40 \Omega$  ต่อเฟสสาย แต่ในที่นี้จะ จำลองให้เป็นแบบเดลต้า เนื่องจาก  $Z_{\text{delta}} = 3 \cdot Z_y$  ฉะนั้นค่า R ที่ใช้คือ  $120 \Omega$  และในทำนองเดียวกัน  $X_L = V^2/Q$  จะได้  $(24 \cdot 24)/6.66 \approx 87 \Omega$  ต่อเฟสสาย หรือ  $261 \Omega$  ต่อเฟสเดลต้า จะได้ค่า L เท่ากับ  $536 \text{ mH}$

- หม้อแปลงของการไฟฟ้า

หม้อแปลงที่สถานีไฟฟ้าย่อยแบร์ริง เป็นหม้อแปลงลดแรงดัน  $69 \text{ kV} / 24 \text{ kV}$   $36 \text{ MVA}$  ต่อแบบ Dyn1 มี %Z เท่ากับ  $12\%$  และ มีการสูญเสียขณะมีโหลด  $90 \text{ kW}$

- สายจำหน่าย

สายจำหน่ายนี้จะแทนด้วยแบบจำลองของสายชนิด สายส่งที่พารามิเตอร์ของสายมีค่าคง (รายละเอียดอยู่ใน บทที่ 4) โดยมี  $Z_0 = 965.5 \Omega$  และ  $V_0 = 1.94 \cdot 10^5 \text{ km/sec}$  และ  $Z_{\text{pos}} = 314.7 \Omega$  และ  $V_{\text{pos}} = 2.69 \cdot 10^5 \text{ km/sec}$

- หม้อแปลงของผู้ใช้ไฟฟ้า

หม้อแปลงของผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งที่ โรงงานรองเท้าบาจา และโรงงาน NS Electronics เป็นแบบเดียวกัน คือ เป็นหม้อแปลงลดแรงดัน  $24 \text{ kV} / 416 \text{ V}$ ,  $1.5 \text{ MVA}$ , %Z = 6 และมี กำลังสูญเสียขณะมีโหลด  $20 \text{ kW}$  ต่อแบบ Dyn1

- โหลดของผู้ใช้ไฟฟ้า

ขนาดโหลดของผู้ใช้ไฟฟ้าได้มาจากเครื่อง RPM ซึ่งจะไม่เท่ากันในแต่ละวัน การคำนวณเพื่อหาค่า R กับ L ทำเหมือนกับในกรณีของ โหลดของสายป้อน ต่างกันตรงระดับของแรงดัน คือ ที่ผู้ใช้ไฟฟ้า จะใช้แรงดัน  $416 \text{ V}$  และ ในการจำลองจะจำลองเป็นแบบ ต่อเฟสสาย ฉะนั้นค่าที่ได้ ไม่ต้อง คูณด้วย 3 เหมือนกรณีของ โหลดของสายป้อน

- ชุดตัวเก็บประจุของผู้ใช้ไฟฟ้า

$$\text{หาค่าความจุไฟฟ้าจาก } C = \frac{\text{kVAr}}{3 \cdot 100 \cdot \pi \cdot (415/\sqrt{3})^2} \text{ มีหน่วยเป็น ฟาร์ด}$$

และ ที่ตัวส่วนต้อง มี 3 คูณ เพราะ จะจำลองให้ตัวเก็บประจุต่อแบบ เดลต้า

ตารางที่ 5.1 (ก) ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองใน EMTP

Date	24 kV Cap Banks		Feeder Loads		Bata Load Ph A		Bata Load Ph B		Bata Load Ph C		Bata Cap	
	No. Cap	C (uF)	R (ohm)	L (mH)	R (ohm)	L (mH)	R (ohm)	L (mH)	R (ohm)	L (mH)	kVar	C (uF)
18-Oct-00	1	19.89	120	536	0.2782	1.4814	0.2689	1.4398	0.2495	1.3056	50	308
24-Oct-00	1	19.89	130	655	0.1847	0.8512	0.1754	0.8559	0.1658	0.8066	50	308
27-Oct-00	1	19.89	148	831	0.5628	3.4236	0.4889	2.9068	0.4699	2.5677	0	0
06-Nov-00	1	19.89	86	411	0.4209	3.0812	0.4745	3.4236	0.4209	2.4454	50	308
28-Oct-00	2	19.89	85	353	4.0333	22.0089	3.0250	19.2577	3.2267	15.4062	0	0

Date	NS Load Ph A		NS Load Ph B		NS Load Ph C		NS Cap	
	R (ohm)	L (mH)	R (ohm)	L (mH)	R (ohm)	L (mH)	kVar	C (uF)
18-Oct-00	0.1161	0.7100	0.1113	0.6787	0.1100	0.6340	255	1571
24-Oct-00	0.1247	0.7515	0.1189	0.7132	0.1155	0.6669	250	1540
27-Oct-00	0.1204	0.7336	0.1139	0.6314	0.1128	0.6909	250	1540
06-Nov-00	0.1301	0.7443	0.1235	0.7371	0.1213	0.6971	250	1540
28-Oct-00	0.1147	0.7100	0.1103	0.6728	0.1103	0.6366	250	1540

ตารางที่ 5.1 (ข) ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าคงที่ในการจำลองใน EMTP

69 kV System		Power Transformer				Distribution lines			
Rs (ohm)	Ls (mH)	%Z	Loss (kW)	MVA	Con.	Z <sub>0</sub> (ohm)	V <sub>0</sub> (km/s)	Z <sub>pos</sub> (ohm)	V <sub>pos</sub> (km/s)
0.7422	23.62	12	90	36	Dyn1	965.5	1.94*10e5	314.7	2.69*10e5

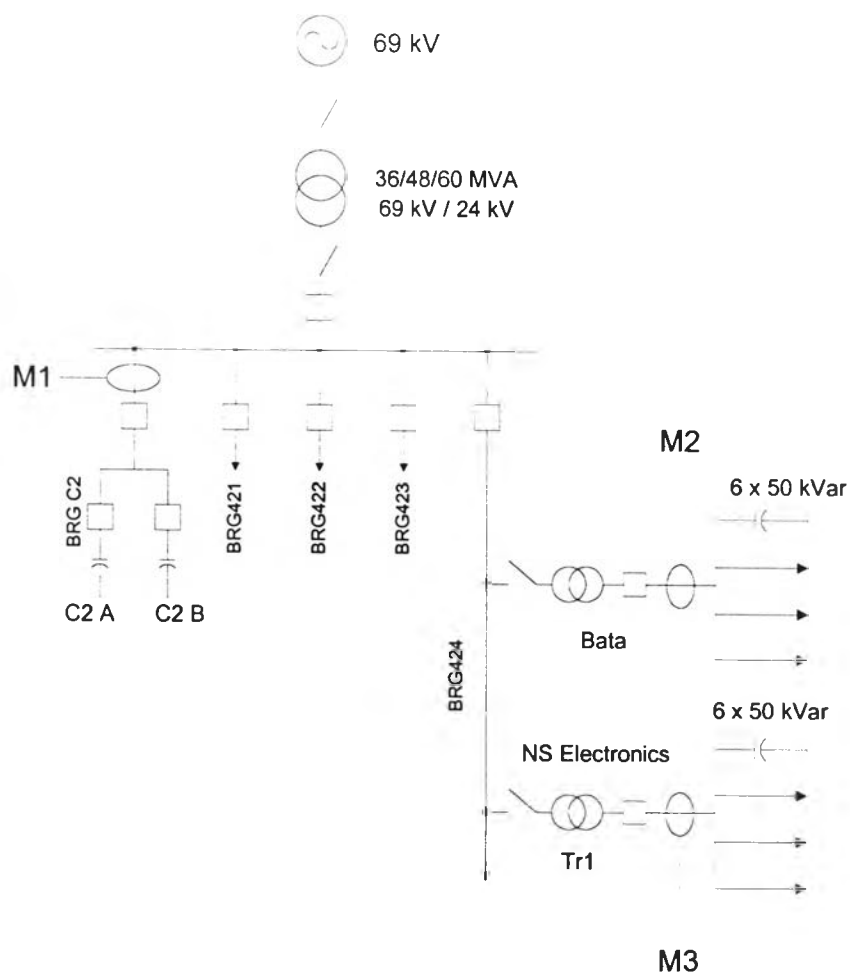
Bata Transformer				NS Electronics Transformer			
%Z	Loss (kW)	MVA	Con.	%Z	Loss (kW)	MVA	Con.
6	20	1.5	Dyn1	6	20	1.5	Dyn1

## 5.1 ผลการวิเคราะห์

### 5.2.1 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดกับการจำลองด้วยโปรแกรม EMTP

เพื่อที่จะตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม EMTP จึงต้องทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับค่าที่ได้จากการบันทึกของเครื่อง RPM ซึ่งผลที่ได้เป็นดังนี้

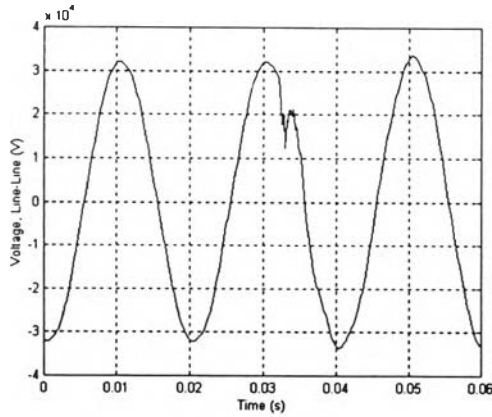




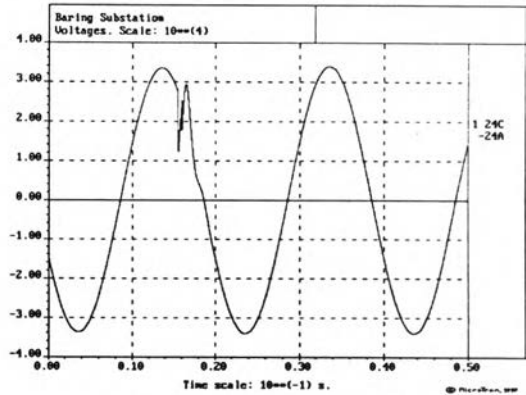
Meter	Phase	Peak Transients Voltage (V)		
		Measure	EMTP	% Error
M1	C-A	33962.03	33965.30	0.01
M2	A	335.59	330.89	-1.40
	B	336.83	331.01	-1.73
	C	438.50	511.18	16.57
M3	A	324.36	325.14	0.24
	B	327.17	326.89	-0.09
	C	418.61	485.22	15.91

รูปที่ 5.6 เหตุการณ์ วันที่ 18 ต.ค. 2543

วันที่ 18 ต.ค. 2543

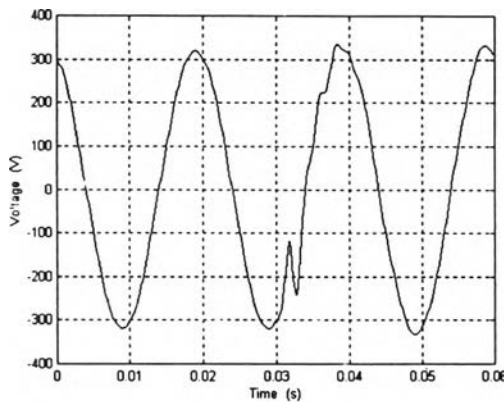


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

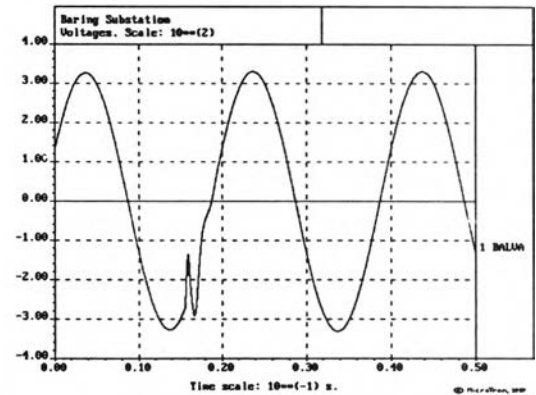


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.7 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

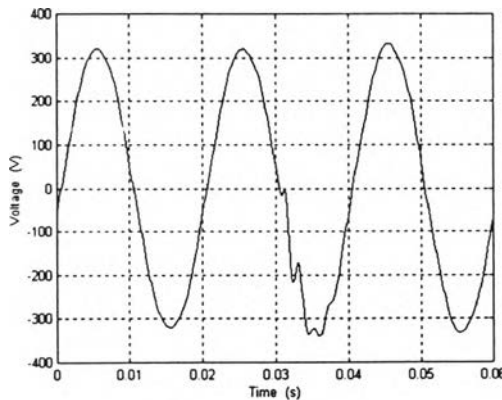


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

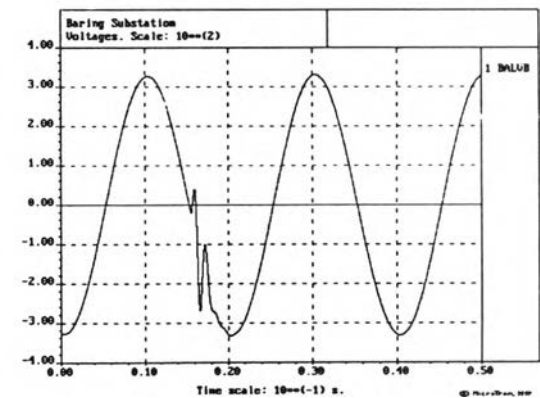


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.8 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

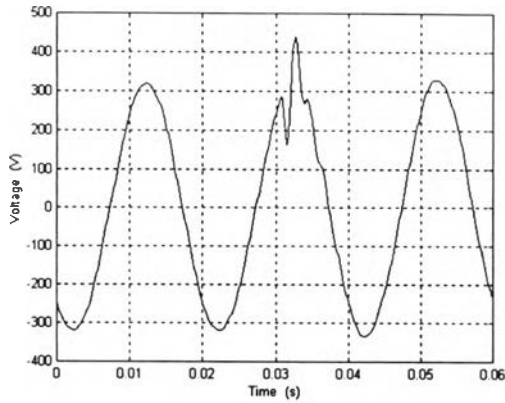


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

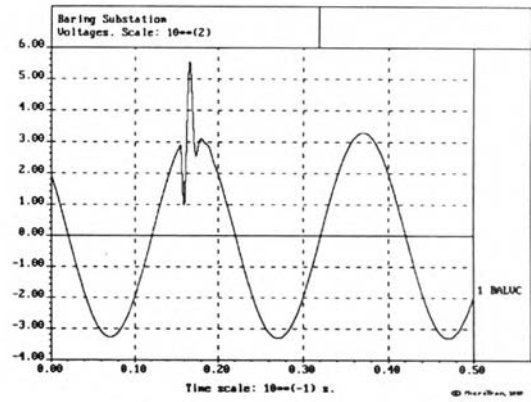


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.9 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

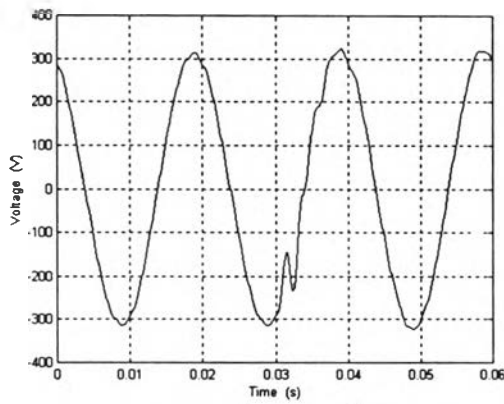


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

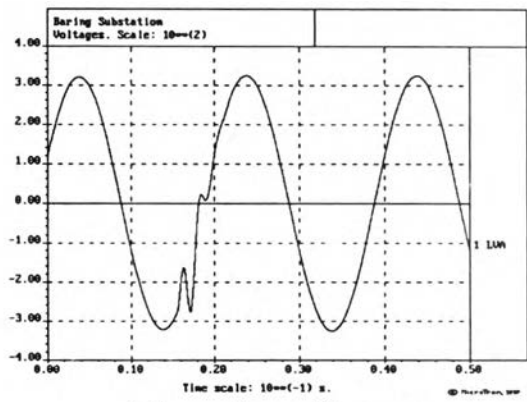


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.10 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

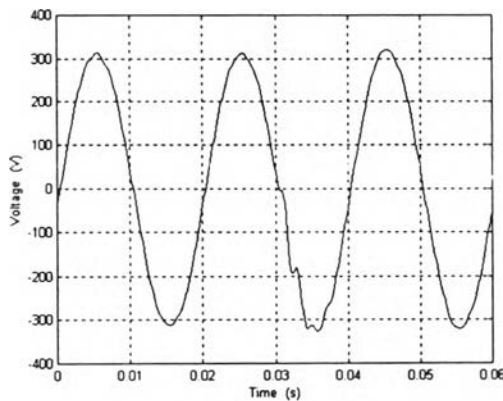


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

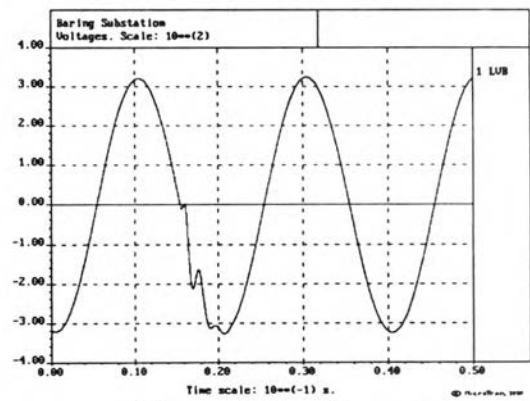


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.11 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

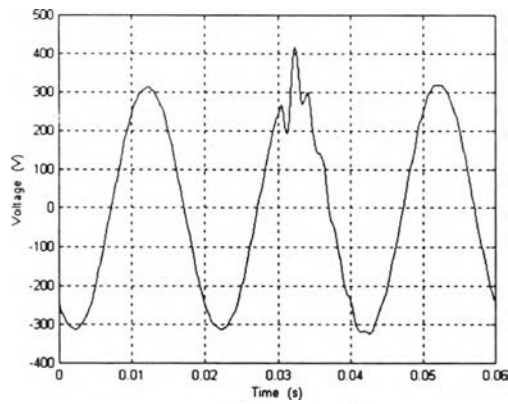


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

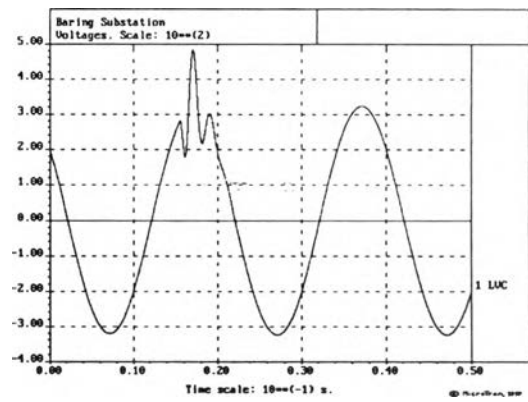


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.12 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B



(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

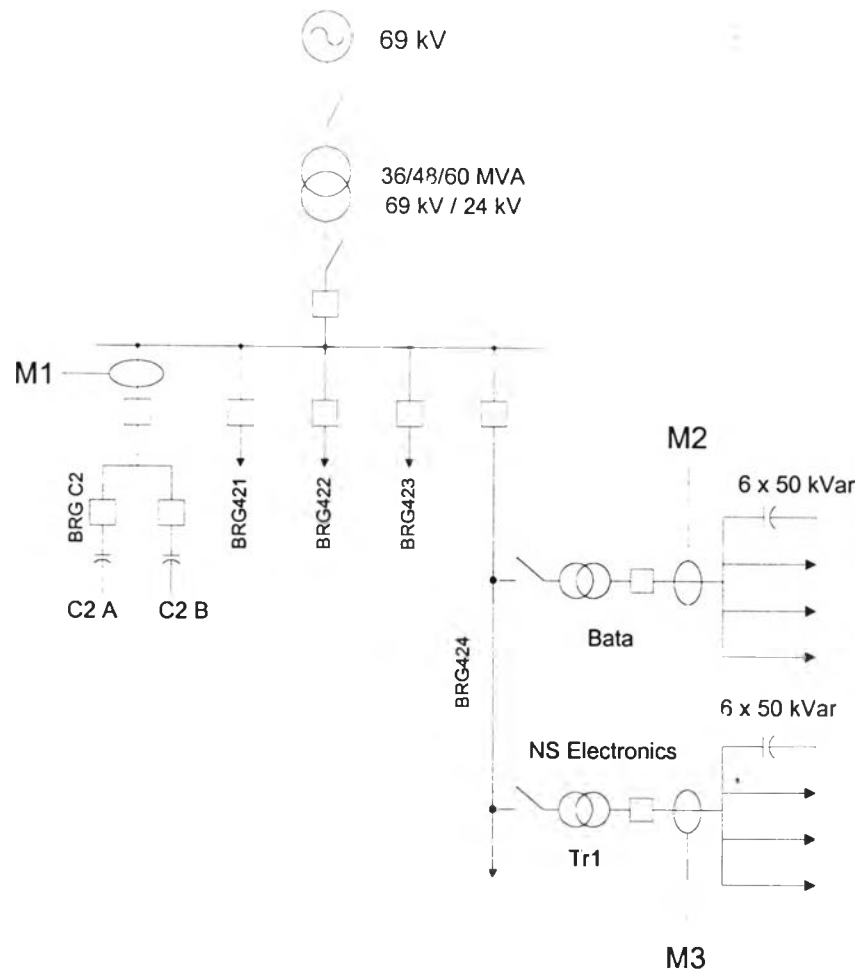


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.13 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบขนาดของแรงดันเกิน วันที่ 18 ต.ค. 2543

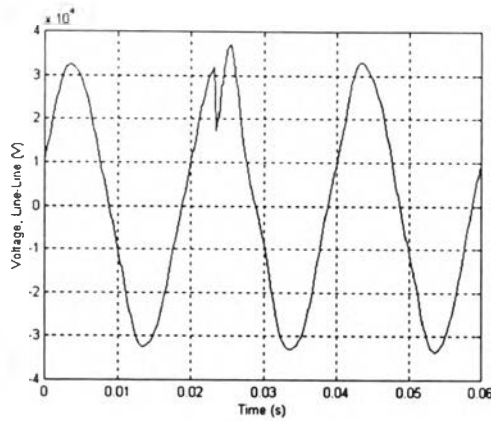
18-Oct-00	Phase	Base Peak Voltage (V)			Peak Transients Voltage (V)			Overvoltage (pu.)		
Meter		Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error
M1	C-A	33962.03	33955.27	-0.02	33962.03	33965.30	0.01	1.00	1.00	0.00
M2	A	334.86	330.78	-1.22	335.59	330.89	-1.40	1.00	1.00	0.00
	B	335.35	330.61	-1.41	336.83	331.01	-1.73	1.00	1.00	0.00
	C	335.23	329.75	-1.63	438.50	511.18	16.57	1.31	1.55	18.32
M3	A	324.36	325.01	0.20	324.36	325.14	0.24	1.00	1.00	0.00
	B	323.51	324.38	0.27	327.17	326.89	-0.09	1.01	1.01	0.00
	C	323.26	323.42	0.05	418.61	485.22	15.91	1.29	1.50	16.28



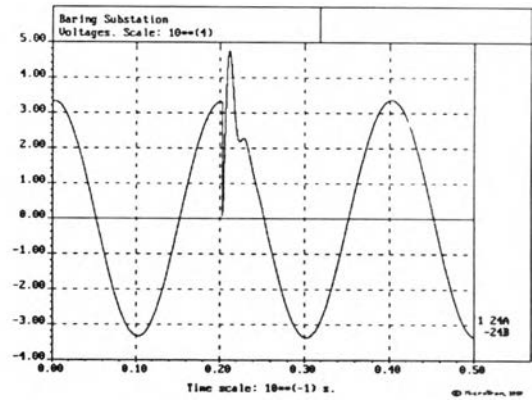
Meter	Phase	Peak Transients Voltage (V)		
		Measure	EMTP	% Error
M1	A-B	37282.55	47717.10	27.99
	C-A	33083.07	33823.00	2.24
M2	A	324.57	324.33	-0.07
	B	381.37	466.96	22.44
	C	322.77	321.34	-0.44
M3	A	340.11	339.56	-0.16
	B	412.62	483.98	17.29
	C	322.32	322.23	-0.03

รูปที่ 5.14 เหตุการณ์วันที่ 24 ต.ค. 2543

วันที่ 24 ตุลาคม 2543

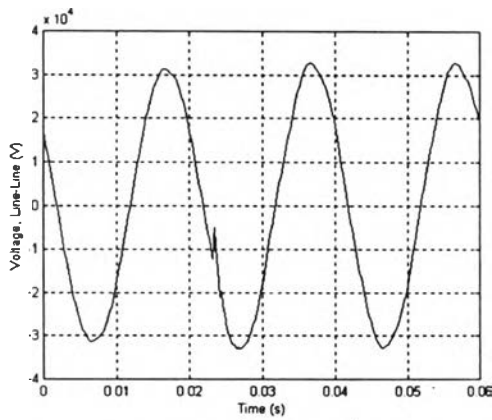


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

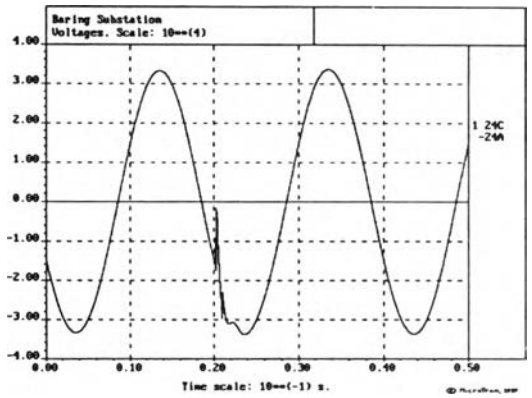


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.15 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

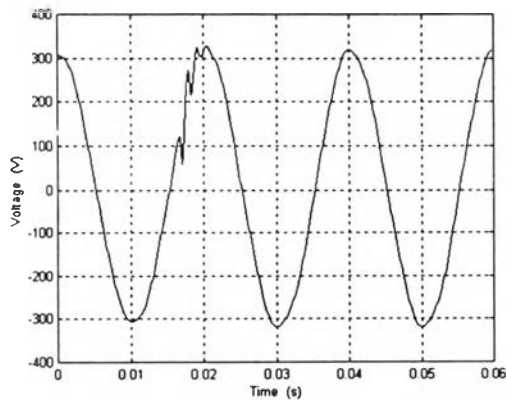


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

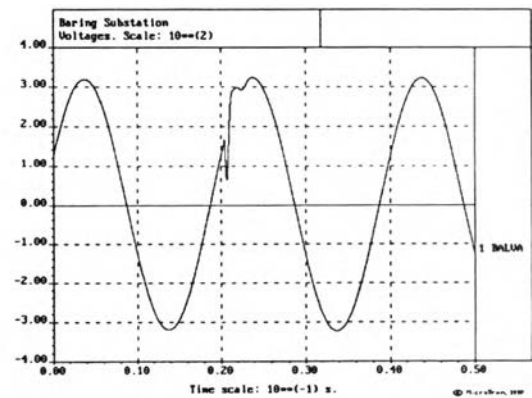


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.16 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

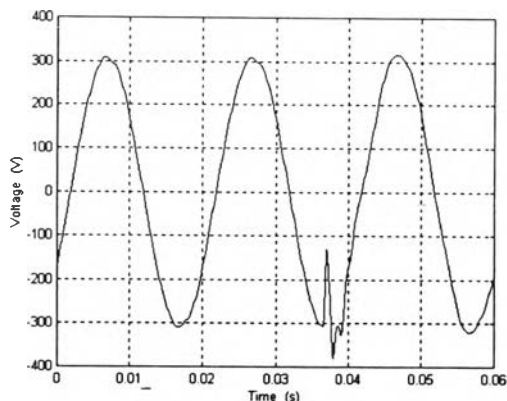


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

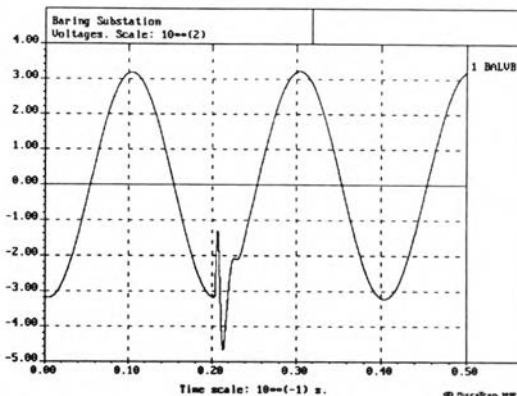


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.17 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รong Thabaja เฟส A

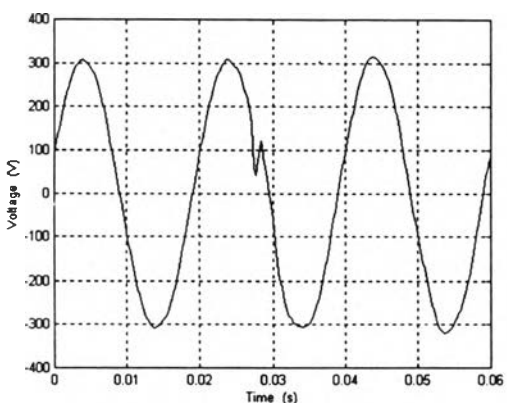


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

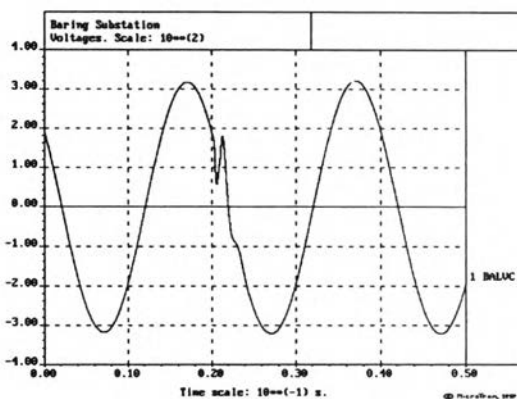


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.18 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

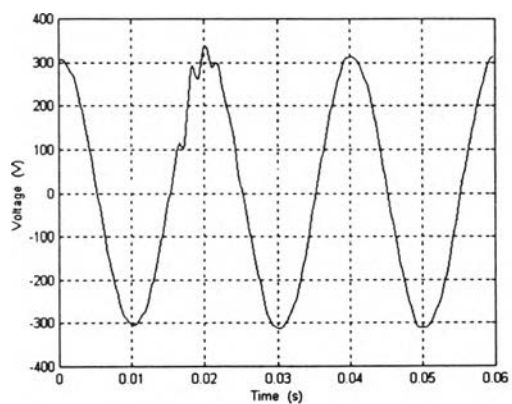


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

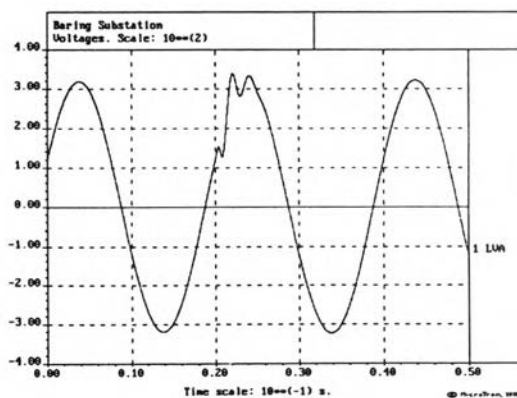


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.19 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C



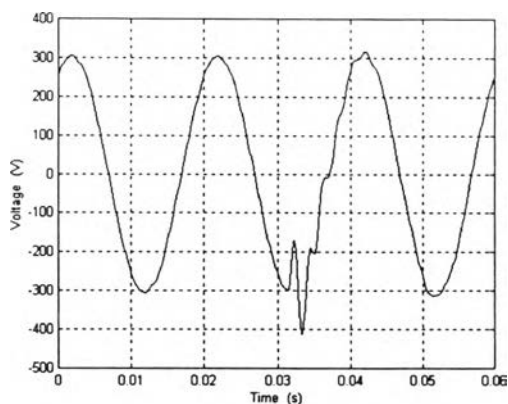
(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM



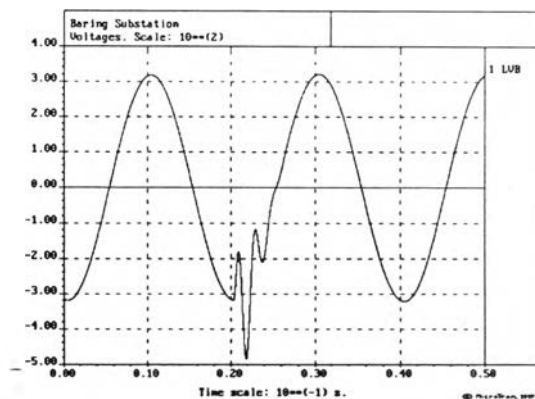
(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.20 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A



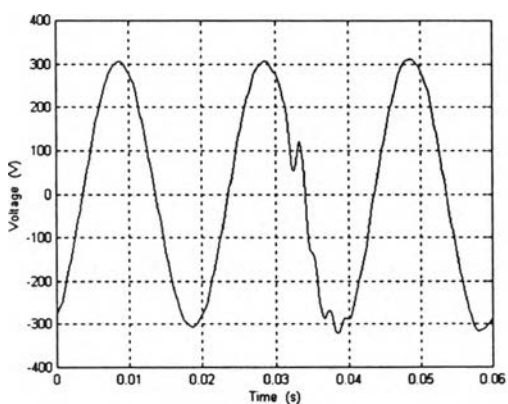


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

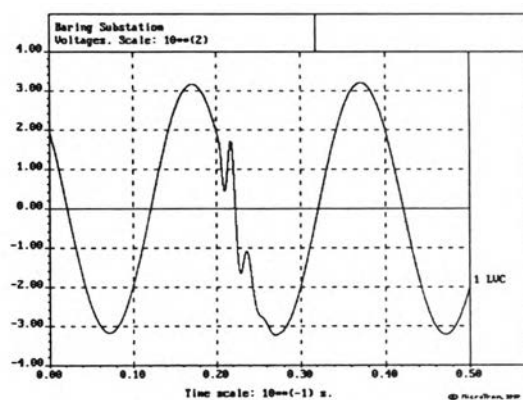


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.21 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B



(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

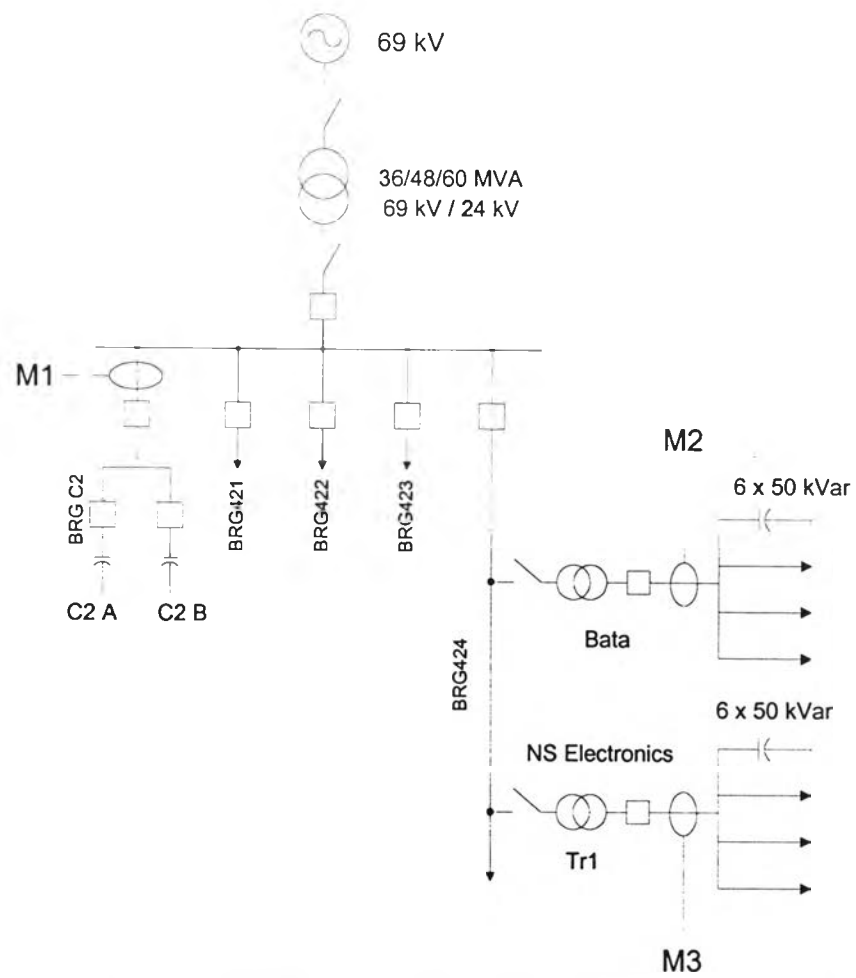


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.22 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบขนาดของแรงดันเกิน วันที่ 24 ตค. 2543

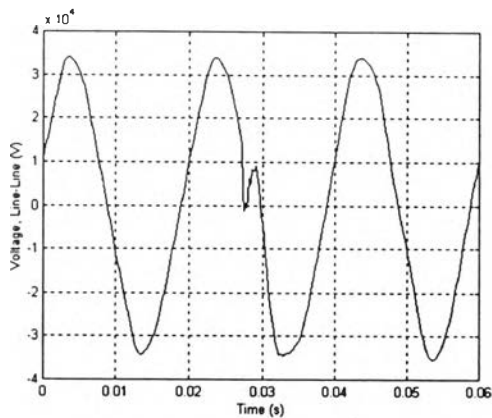
24-Oct-00	Phase	Base Peak Voltage (V)			Peak Transients Voltage (V)			Overvoltage (pu.)		
Meter		Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error
M1	A-B	33791.13	33706.37	-0.25	37282.55	47717.10	27.99	1.10	1.42	29.09
	C-A	33083.07	33703.54	1.88	33083.07	33823.00	2.24	1.00	1.00	0.00
M2	A	323.36	322.89	-0.14	324.57	324.33	-0.07	1.00	1.00	0.00
	B	323.05	322.71	-0.11	381.37	466.96	22.44	1.18	1.45	22.88
	C	321.63	321.34	-0.09	322.77	321.34	-0.44	1.00	1.00	0.00
M3	A	321.46	322.57	0.34	340.11	339.56	-0.16	1.06	1.05	-0.94
	B	321.29	321.92	0.20	412.62	483.98	17.29	1.28	1.50	17.19
	C	320.43	320.83	0.12	322.32	322.23	-0.03	1.01	1.00	-0.99



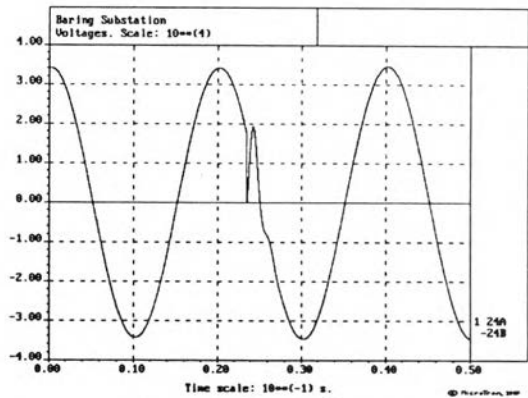
Meter	Phase	Peak Transients Voltage (V)		
		Measure	EMTP	% Error
M1	A-B	35451.38	34633.90	-2.31
	B-C	32252.95	35463.70	9.95
	C-A	36720.99	49944.20	36.01
M2	A	420.07	474.93	13.06
	B	339.74	339.54	-0.06
	C	377.10	345.56	-8.36
M3	A	433.13	511.88	18.18
	B	337.55	330.58	-2.06
	C	373.19	388.61	4.13

รูปที่ 5.23 เหตุการณ์วันที่ 27 ต.ค. 2543

วันที่ 27 ตุลาคม 2543

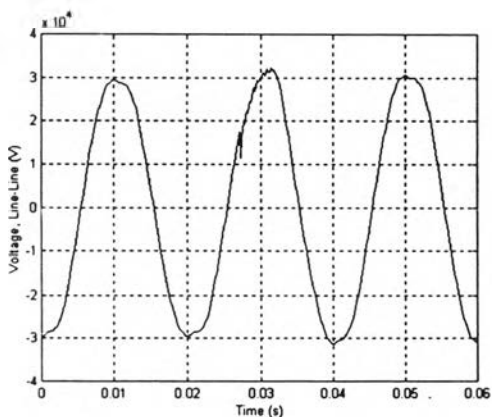


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

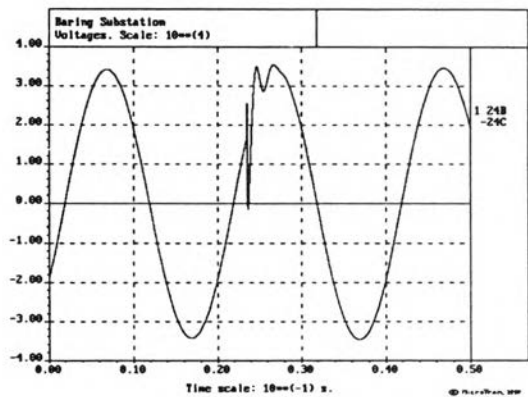


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.24 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

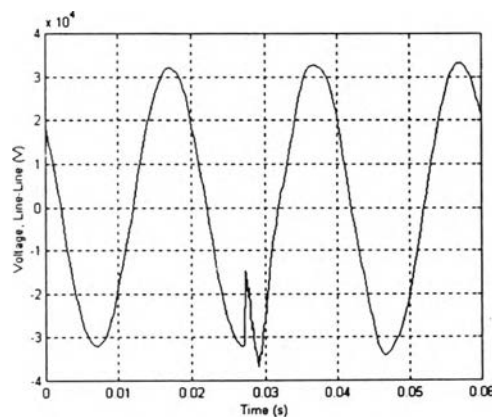


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

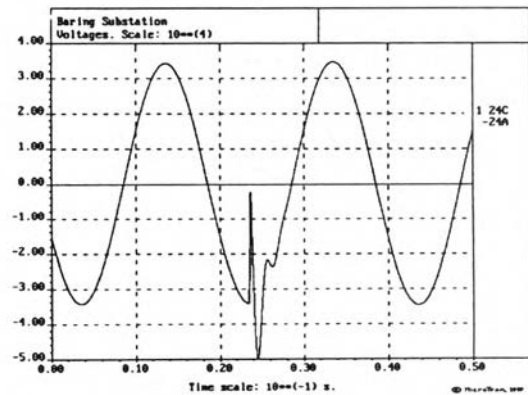


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.25 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C

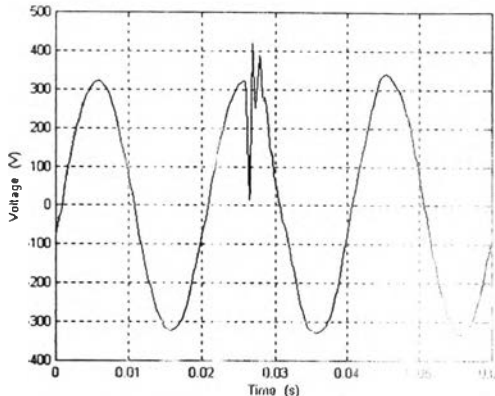


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

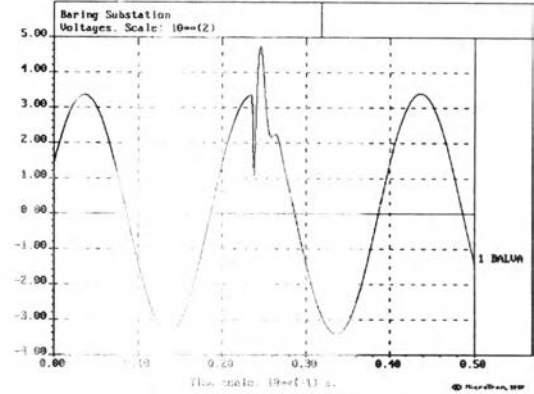


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.26 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

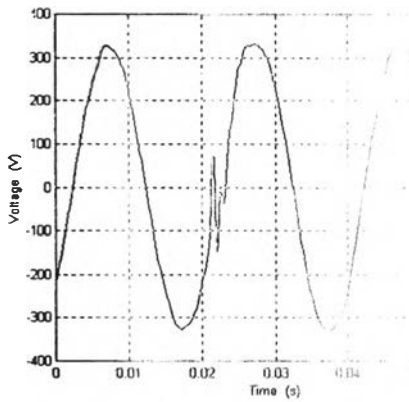


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

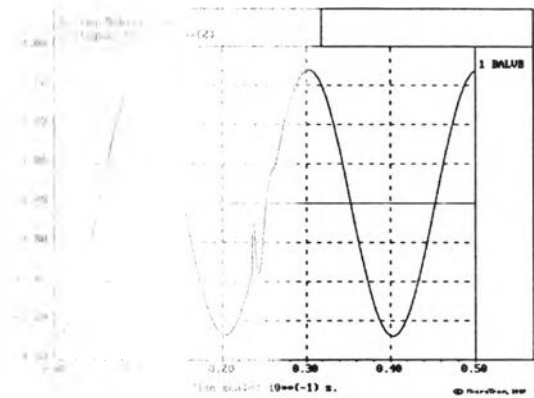


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.27 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

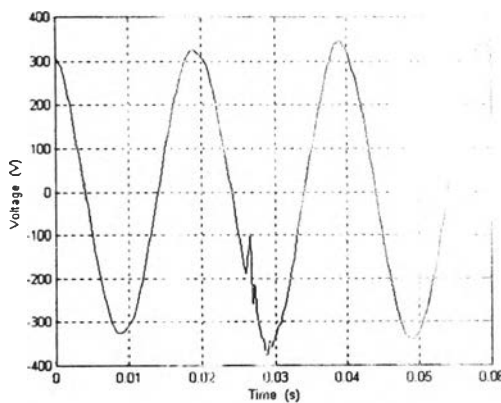


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

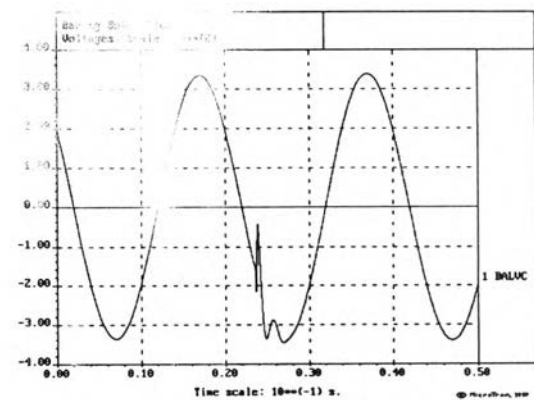


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.28 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

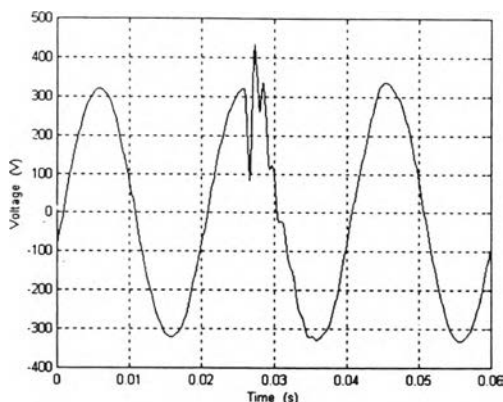


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

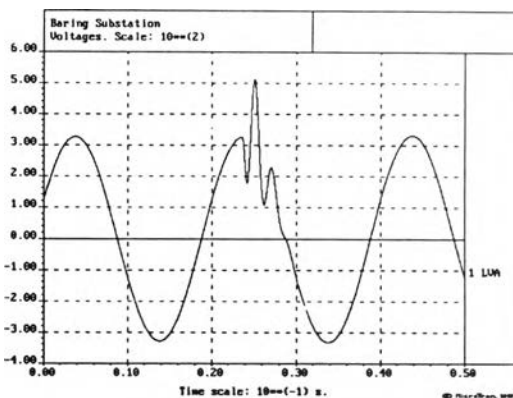


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.29 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

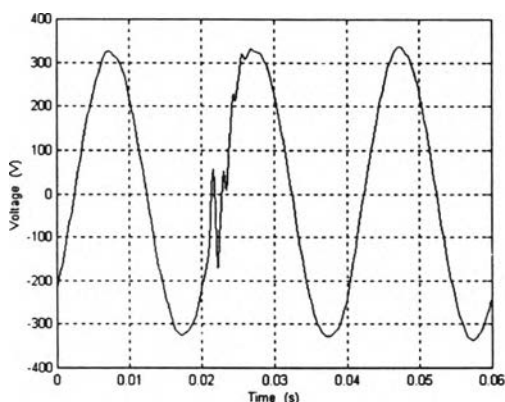


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

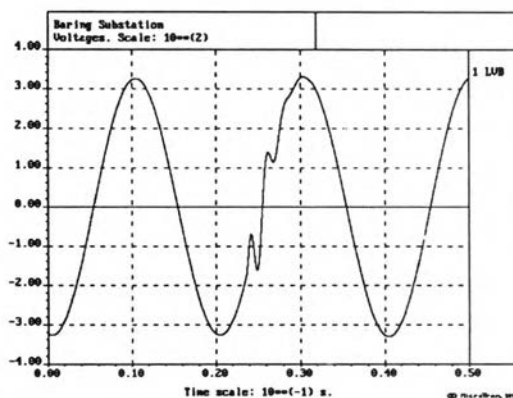


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.30 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

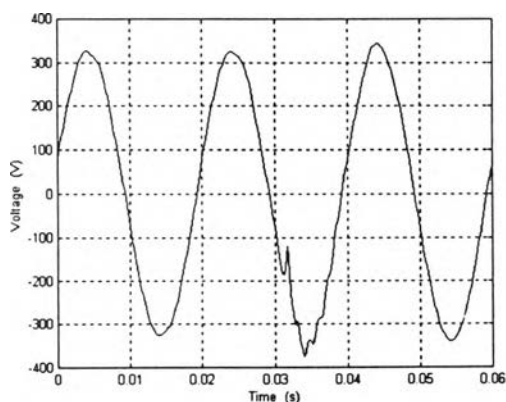


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

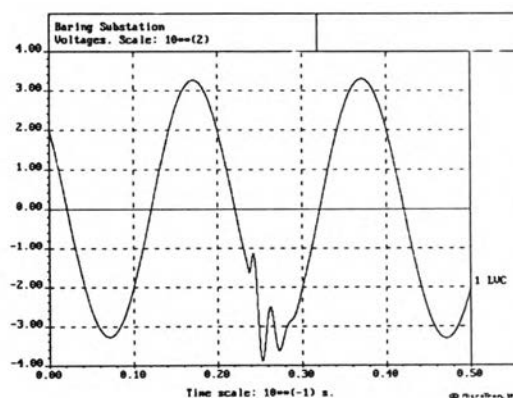


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.31 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B



(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

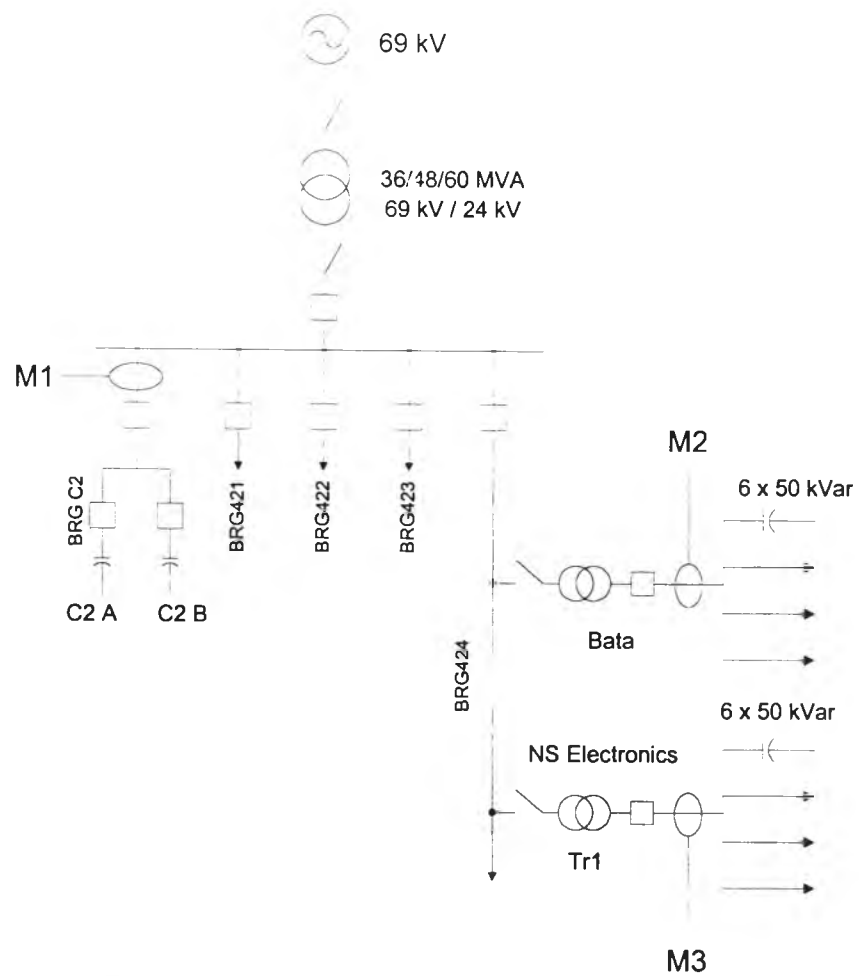


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.32 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบขนาดของแรงดันเกิน วันที่ 27 ต.ค. 2543

27-Oct-00	Phase	Base Peak Voltage (V)			Peak Transients Voltage (V)			Overvoltage (pu.)		
Meter		Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error
M1	A-B	35451.38	34634.09	-2.31	35451.38	34633.90	-2.31	1.00	1.00	0.00
	B-C	31349.57	34629.85	10.46	32252.95	35463.70	9.95	1.03	1.02	-0.97
	C-A	33815.54	34638.33	2.43	36720.99	49944.20	36.01	1.09	1.44	32.11
M2	A	339.25	340.12	0.26	420.07	474.93	13.06	1.24	1.40	12.90
	B	339.74	339.54	-0.06	339.74	339.54	-0.06	1.00	1.00	0.00
	C	340.63	339.07	-0.46	377.10	345.56	-8.36	1.11	1.02	-8.11
M3	A	338.04	331.60	-1.90	433.13	511.88	18.18	1.28	1.54	20.31
	B	337.55	329.74	-2.31	337.55	330.58	-2.06	1.00	1.00	0.00
	C	339.8	330.54	-2.72	373.19	388.61	4.13	1.10	1.18	7.27

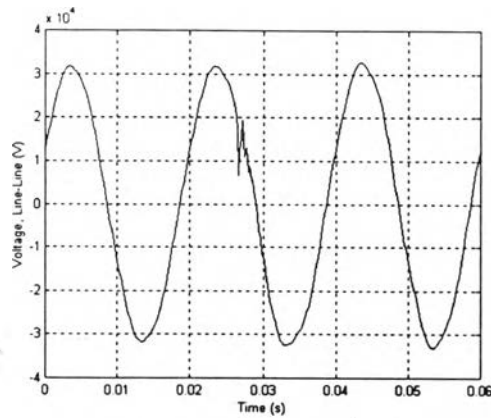


Meter	Phase	Peak Transients Voltage (V)		
		Measure	EMTP	% Error
M1	A-B	33253.98	33467.70	0.64
	B-A	34108.53	33461.70	-1.90
M2	A	349.51	431.80	23.54
	B	329.12	328.42	-0.21
	C	330.61	327.68	-0.89
M3	A	374.29	474.04	26.65
	B	322.77	320.26	-0.78
	C	323.26	326.88	1.12

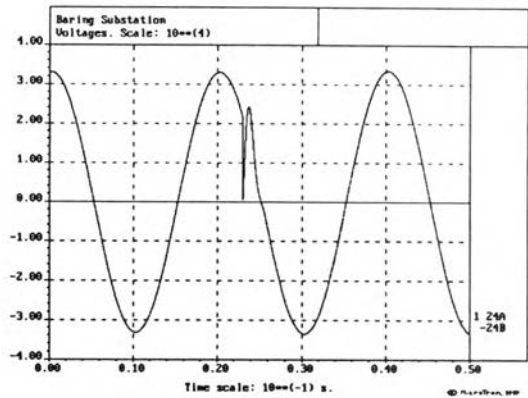
รูปที่ 5.33 เหตุการณ์วันที่ 6 พย. 2543



วันที่ 6 พฤศจิกายน 2543

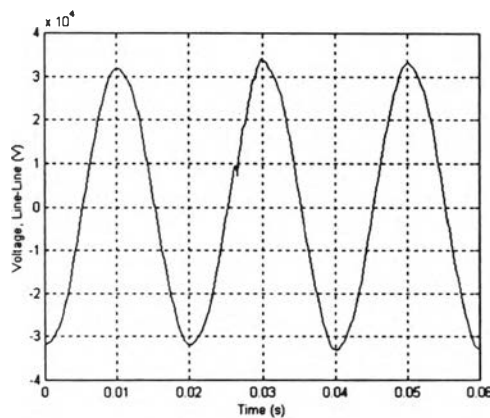


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

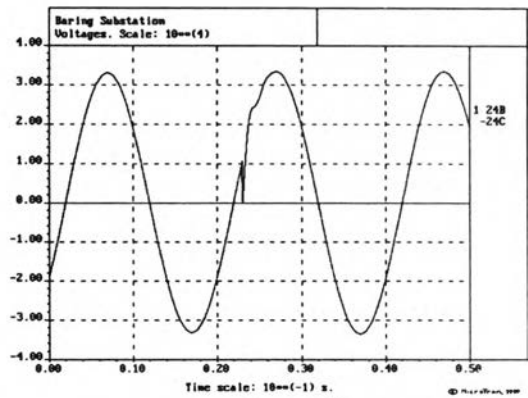


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.34 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

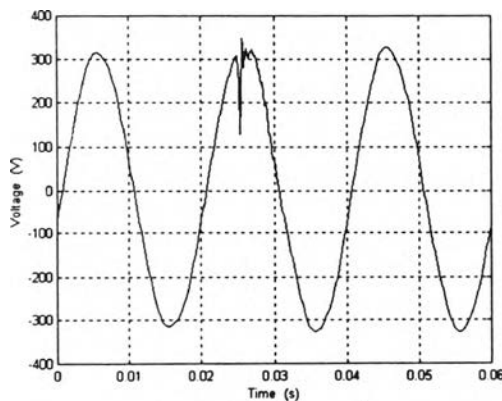


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

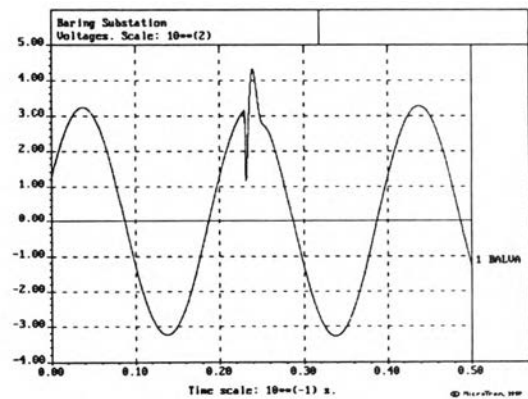


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.35 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C

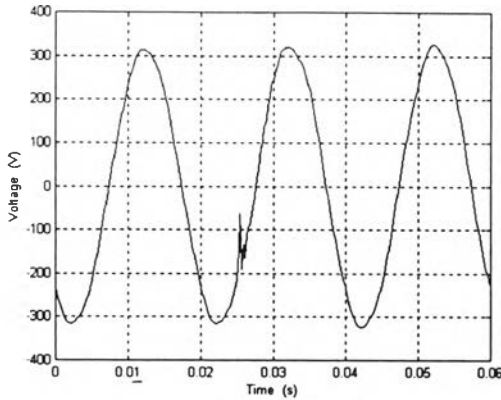


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

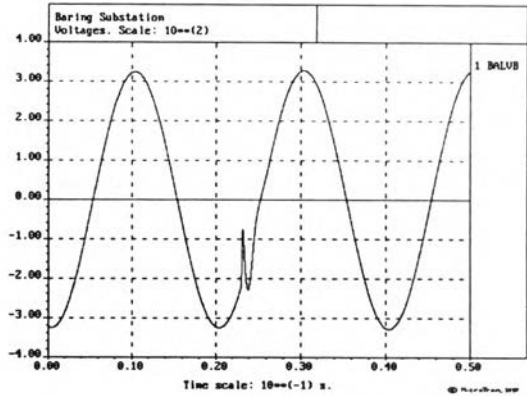


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.36 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

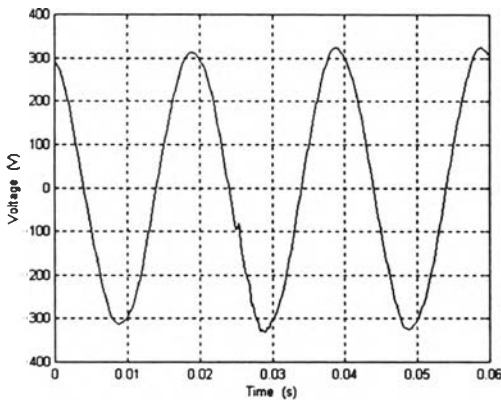


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

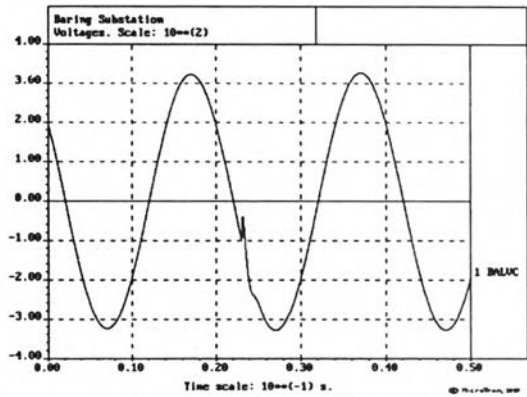


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.37 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

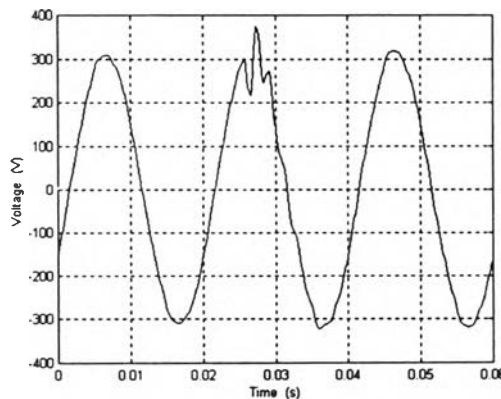


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

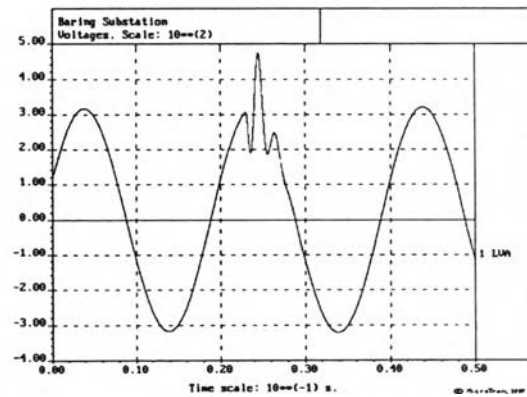


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.38 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

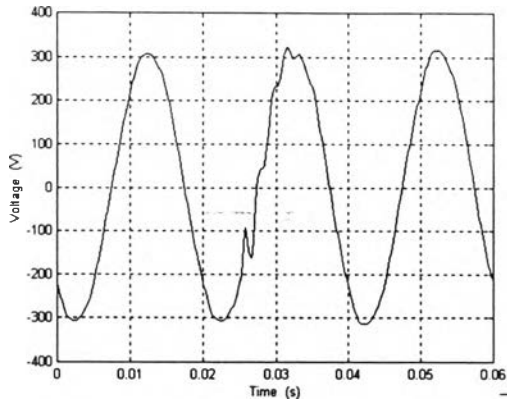


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

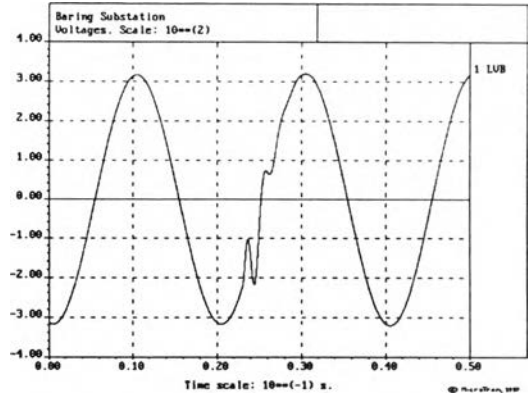


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.39 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

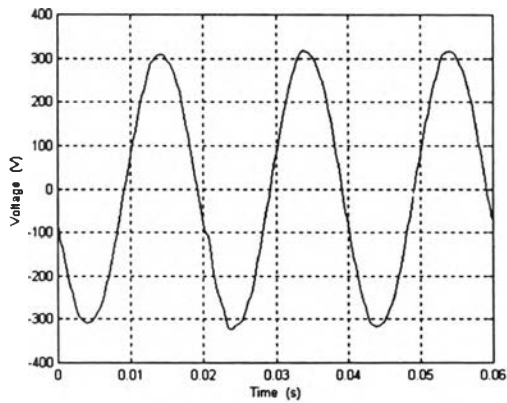


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

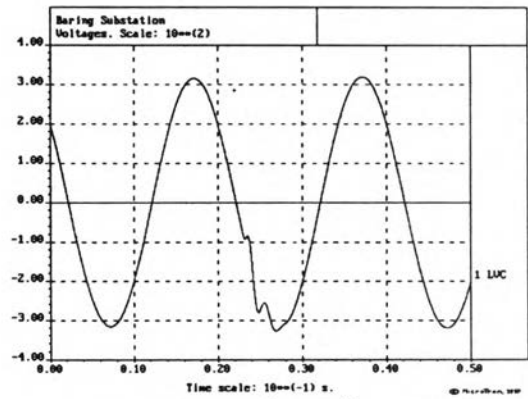


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.40 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B



(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

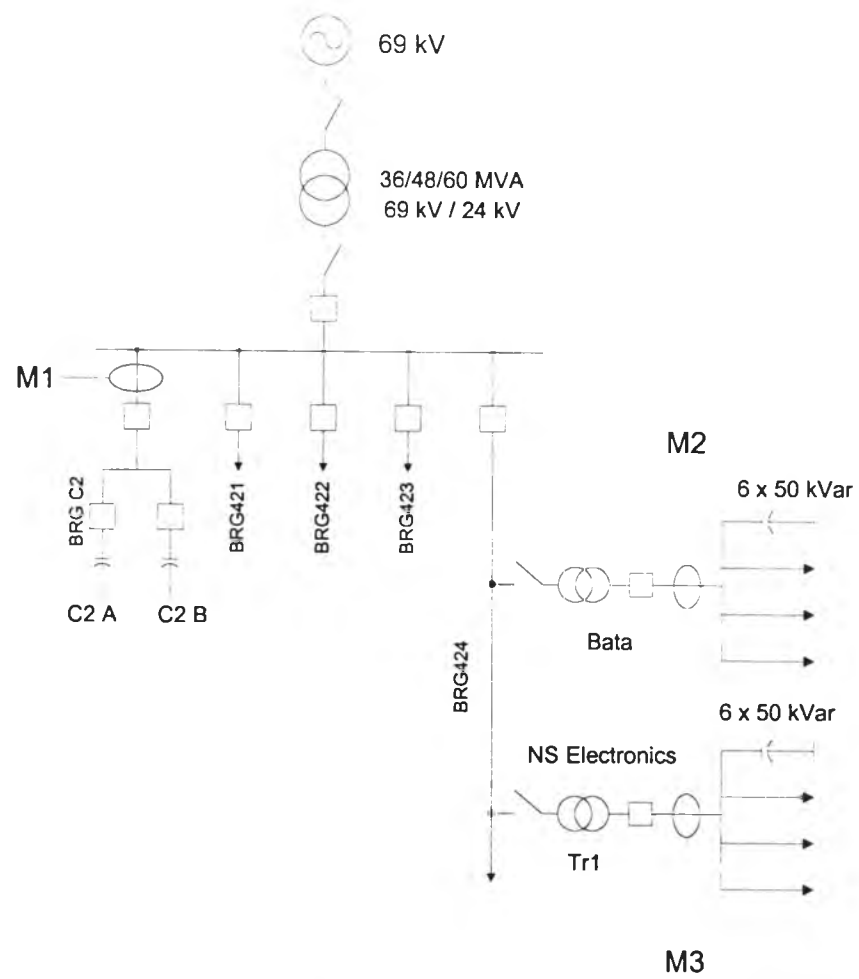


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.41 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบขนาดของแรงดันเกิน วันที่ 6 พย. 2543

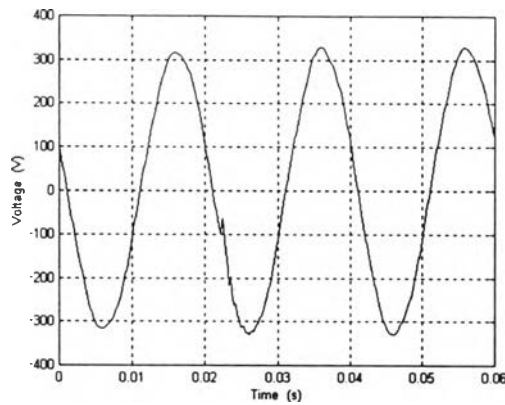
06-Nov-00	Phase	Base Peak Voltage (V)			Peak Transients Voltage (V)			Overvoltage (pu.)		
Meter		Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error
M1	A-B	33253.98	33453.22	0.60	33253.98	33467.70	0.64	1.00	1.00	0.00
	B-C	33327.23	33444.74	0.35	34108.53	33461.70	-1.9	1.02	1.00	-1.96
M2	A	326.47	327.86	0.42	349.51	431.80	23.54	1.07	1.32	23.36
	B	329.12	328.31	-0.25	329.12	328.42	-0.21	1.00	1.00	0.00
	C	328.71	327.18	-0.47	330.61	327.68	-0.89	1.01	1.00	-0.99
M3	A	319.22	320.53	0.41	374.29	474.04	26.65	1.17	1.48	26.50
	B	318.18	320.26	0.65	322.77	320.26	-0.78	1.01	1.00	-0.99
	C	319.23	319.50	0.08	323.26	326.88	1.12	1.01	1.02	0.99



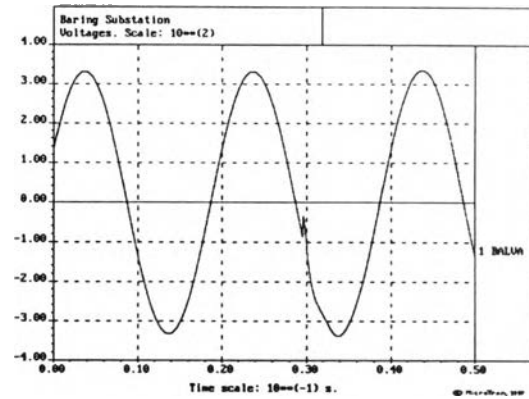
Meter	Phase	Peak Transients Voltage (V)		
		Measure	EMTP	% Error
M2	A	335.10	338.02	0.87
	B	341.45	402.61	17.91
	C	334.62	335.66	0.31
M3	A	327.54	328.97	0.44
	B	370.38	427.99	15.55
	C	324.74	322.77	-0.61

รูปที่ 5.42 เหตุการณ์วันที่ 28 ต.ค. 2543

วันที่ 28 ตุลาคม 2543 (กรณี Back-to-Back)

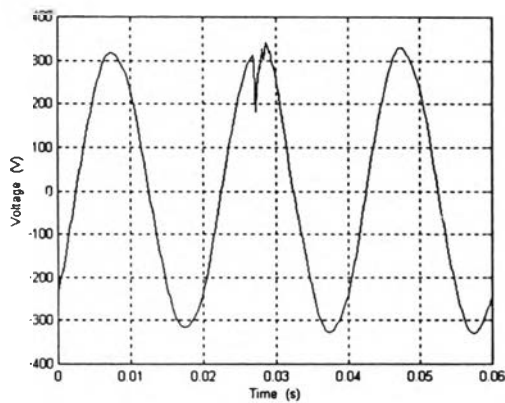


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

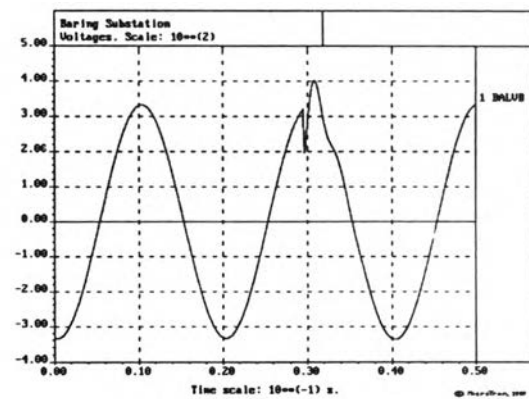


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.43 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

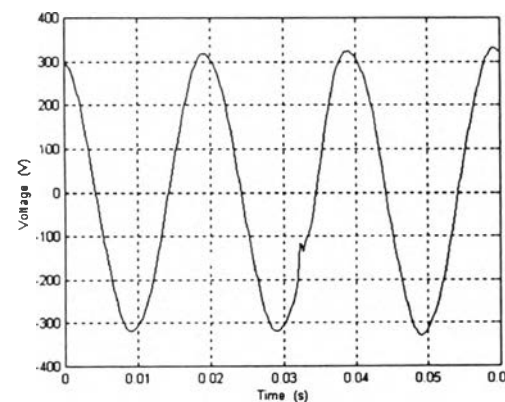


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

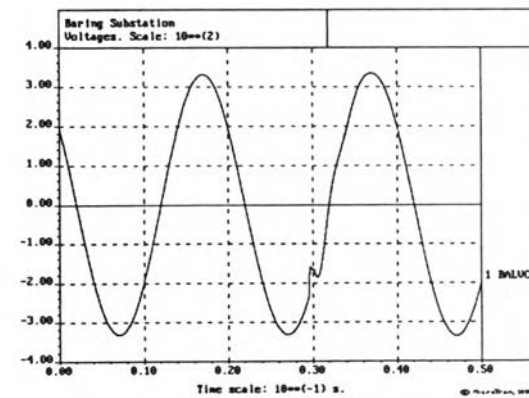


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.44 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

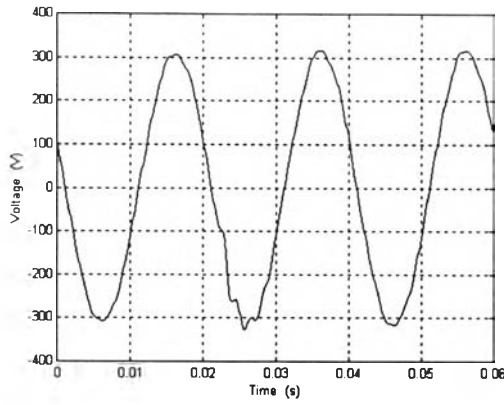


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

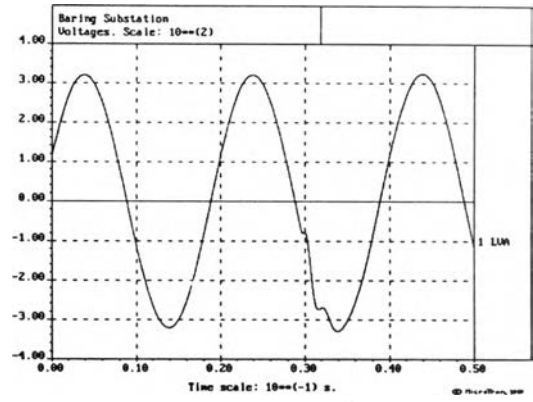


(ข) การจำลองด้วย EMTF

รูปที่ 5.45 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

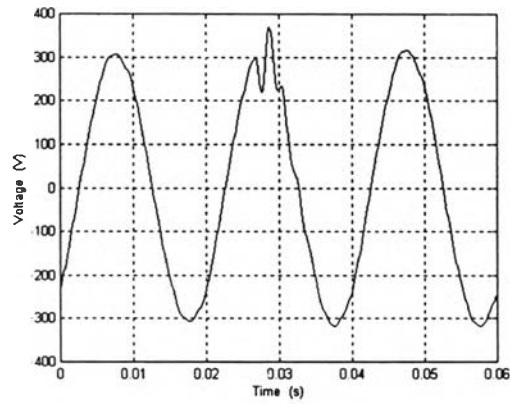


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

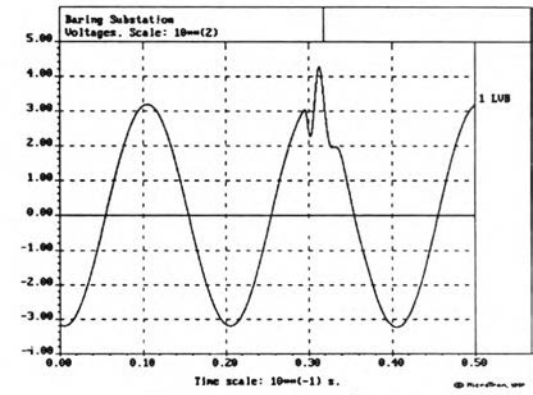


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.46 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

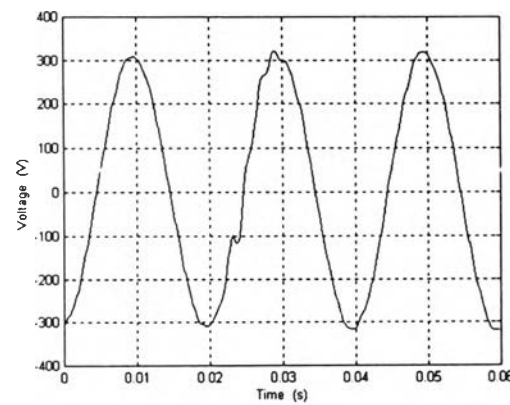


(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM

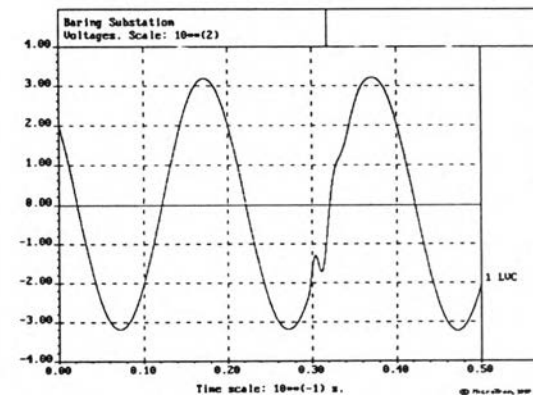


(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.47 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B



(ก) รูปคลื่นจากเครื่อง RPM



(ข) การจำลองด้วย EMTP

รูปที่ 5.48 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบขนาดของแรงดันเกิน วันที่ 28 ต.ค. 2543

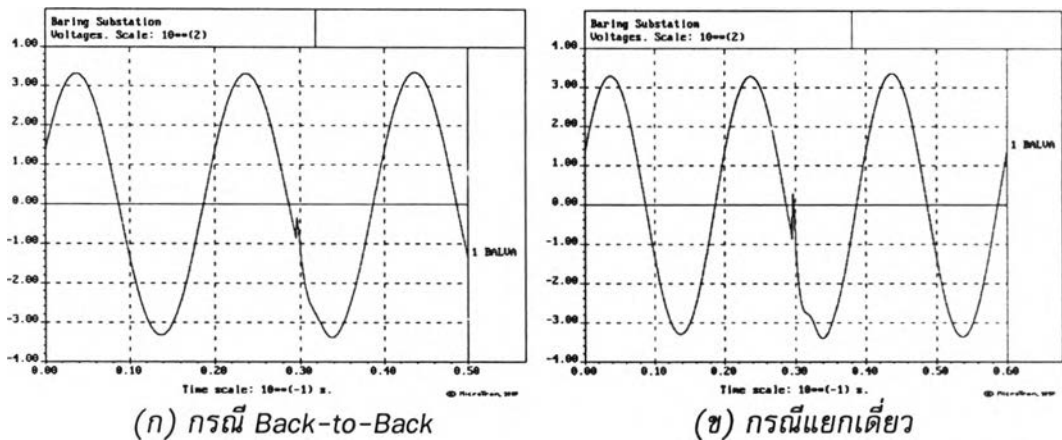
28-Oct-00	Phase	Base Peak Voltage (V)			Peak Transients Voltage (V)			Overvoltage (pu.)		
Meter		Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error	Measure	EMTP	% Error
M2	A	335.10	335.97	0.26	335.10	338.02	0.87	1.00	1.01	1.00
	B	335.27	335.83	0.17	341.45	402.61	17.91	1.02	1.20	17.65
	C	334.62	335.65	0.31	334.62	335.66	0.31	1.00	1.00	0.00
M3	A	324.05	324.21	0.05	327.54	328.97	0.44	1.01	1.01	0.00
	B	323.88	323.43	-0.14	370.38	427.99	15.55	1.14	1.32	15.79
	C	321.22	322.77	0.48	324.74	322.77	-0.61	1.01	1.00	-0.99

หมายเหตุ วันที่ 28 ต.ค. 2543 เครื่อง RPM ไม่สามารถตรวจจับเหตุการณ์ การสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุที่ สถานีไฟฟ้าย่อยได้

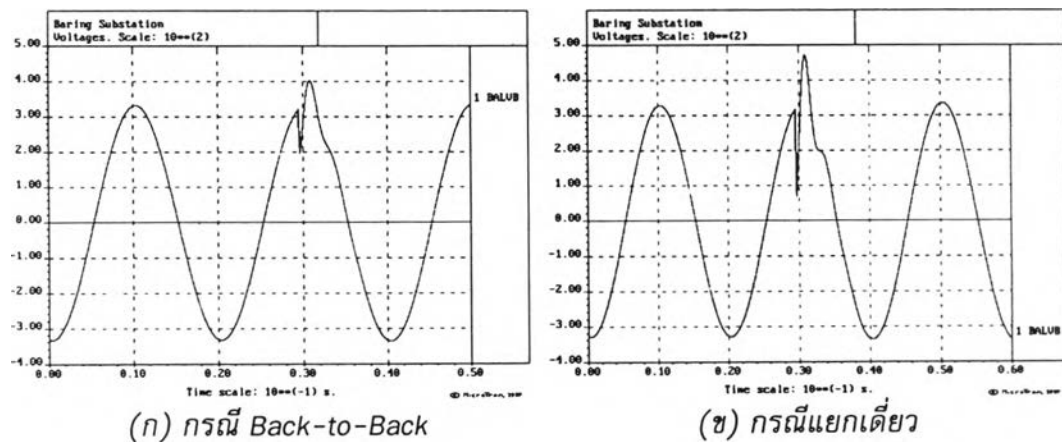


เหตุการณ์ของวันที่ 28 ต.ค. 2543 นี้เป็นการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุแบบ Back-to-Back คือ สวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ ในขณะที่มีชุดตัวเก็บประจุอีกชุดหนึ่งได้สวิตช์อยู่ก่อนแล้ว ซึ่งในกรณีของ Back-to-Back นั้นแรงดันเกินที่เกิดขึ้นจะมีขนาดน้อยกว่าแบบ แยกเดี่ยว แต่กระแสพุ่งเข้าจะสูงกว่า

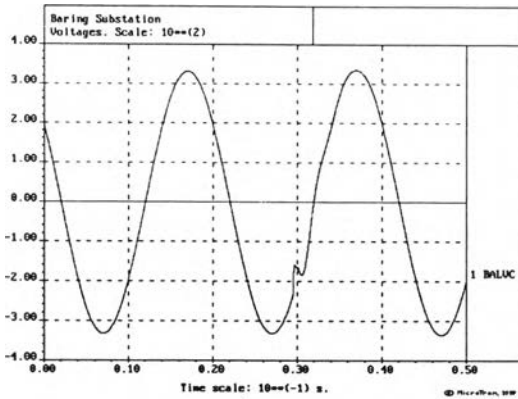
รูปที่ 5.49 ถึง 5.54 และตารางที่ 5.7 แสดงถึง ความแตกต่างของกรณีการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ แบบแยกเดี่ยว (1x7.2 MVar) กับ แบบ Back-to-Back (2x3.6 MVar)



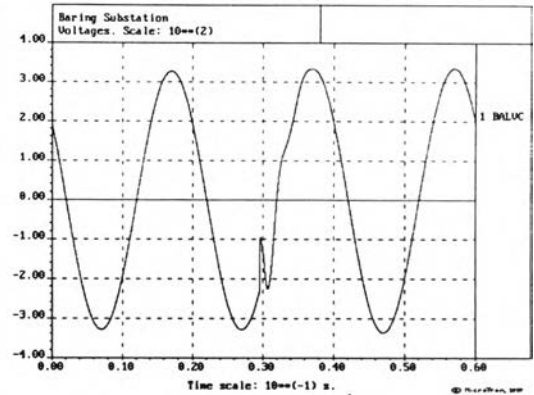
รูปที่ 5.49 เปรียบเทียบผลของสองกรณี ที่โรงงานรอกเท้าบาจา เฟส A



รูปที่ 5.50 เปรียบเทียบผลของสองกรณี ที่โรงงานรอกเท้าบาจา เฟส B

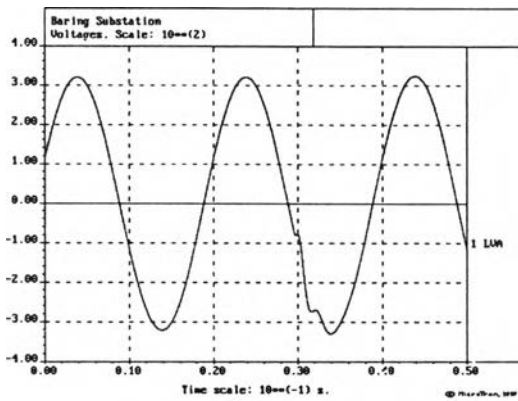


(ก) กรณี Back-to-Back

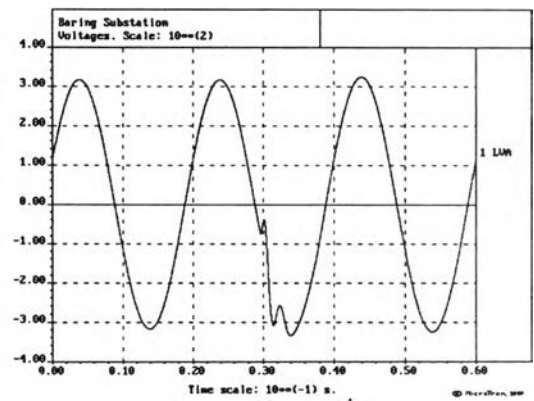


(ข) กรณีแยกเดี่ยว

รูปที่ 5.51 เปรียบเทียบผลของสองกรณี ที่โรงงานรอกเท้าบาจา เฟส C

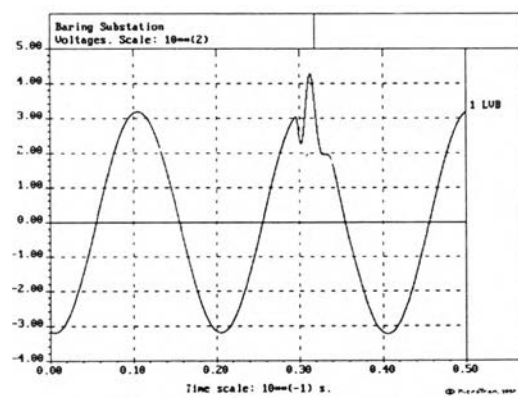


(ก) กรณี Back-to-Back

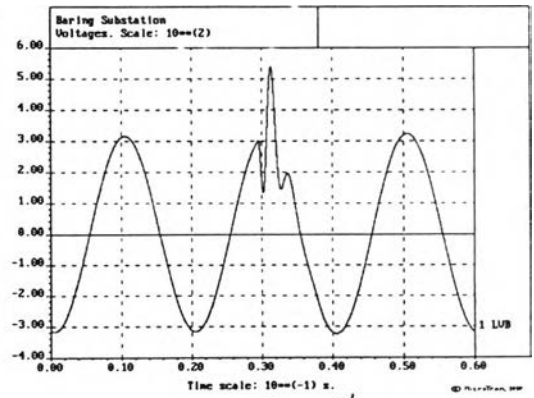


(ข) กรณีแยกเดี่ยว

รูปที่ 5.52 เปรียบเทียบผลของสองกรณี ที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

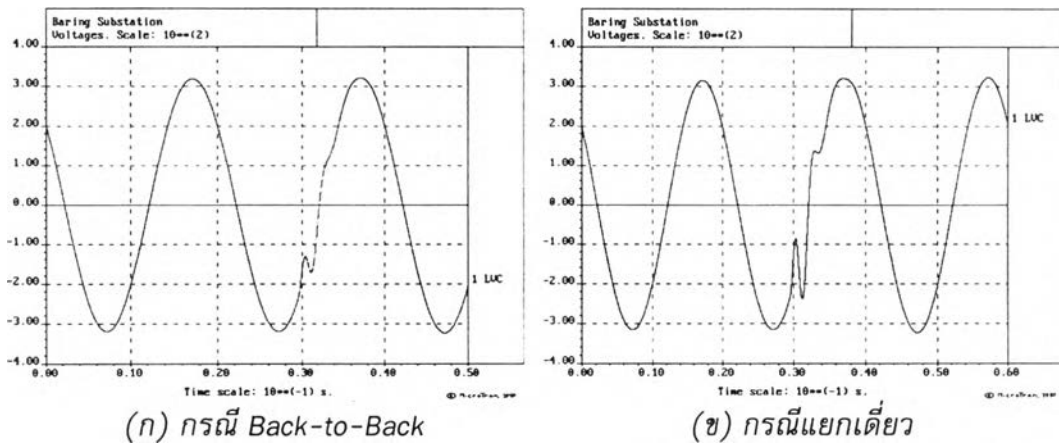


(ก) กรณี Back-to-Back



(ข) กรณีแยกเดี่ยว

รูปที่ 5.53 เปรียบเทียบผลของสองกรณี ที่โรงงาน NS Electronics เฟส B



รูปที่ 5.54 เปรียบเทียบผลของสองกรณี ที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

ตารางที่ 5.7 เปรียบเทียบขนาดของแรงดันเกินกรณี Back-to-Back กับ กรณีแยกเดี่ยว

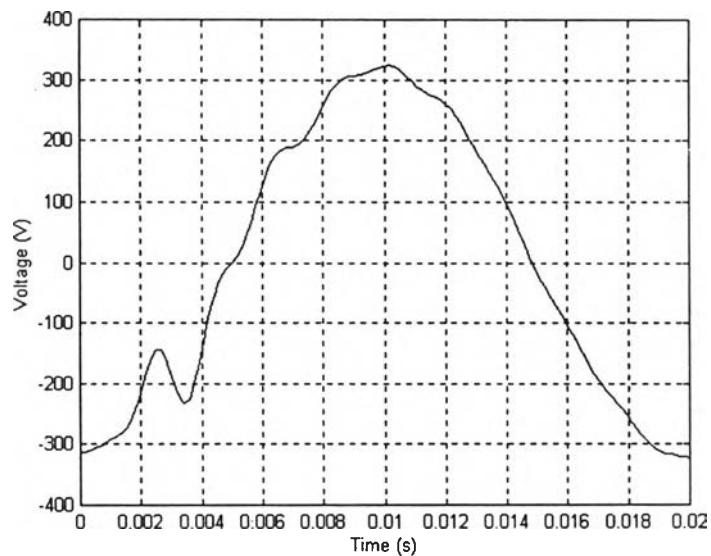
Meter	Phase	Peak Voltage (V)		Overvoltage (pu.)	
		2x3.6 MVar	1x7.2 MVar	2x3.6 MVar	1x7.2 MVar
M2	A	335.10	340.25	1.01	1.01
	B	341.45	471.84	1.20	1.40
	C	334.62	335.66	1.00	1.00
M3	A	327.54	333.57	1.01	1.03
	B	370.38	539.30	1.32	1.67
	C	324.74	322.78	1.00	1.00

จากผลเปรียบเทียบของตารางที่ 5.2 ถึง 5.5 จะพบว่าที่แรงดันค่ายอดของเฟสที่มีแรงดันเกินสูงสุดที่มีลักษณะเป็นสไปค์ (Spike) ค่าความผิดพลาดสูงสุดจากการจำลองด้วย EMTP กับค่าที่บันทึกได้จริง จะอยู่ในช่วง 15%-22% (ที่โรงงานทั้งสองแห่ง) แต่ที่สถานีไฟฟ้าย่อย ความผิดพลาดจะอยู่ในช่วงที่มากกว่านั้น คือ เกือบจะ 30% อย่างไรก็ตาม แนวโน้มหรือลักษณะของรูปคลื่นก็ไม่ผิดเพี้ยนไปมากนัก ความผิดพลาดอาจจะเกิดมาจากสาเหตุเหล่านี้

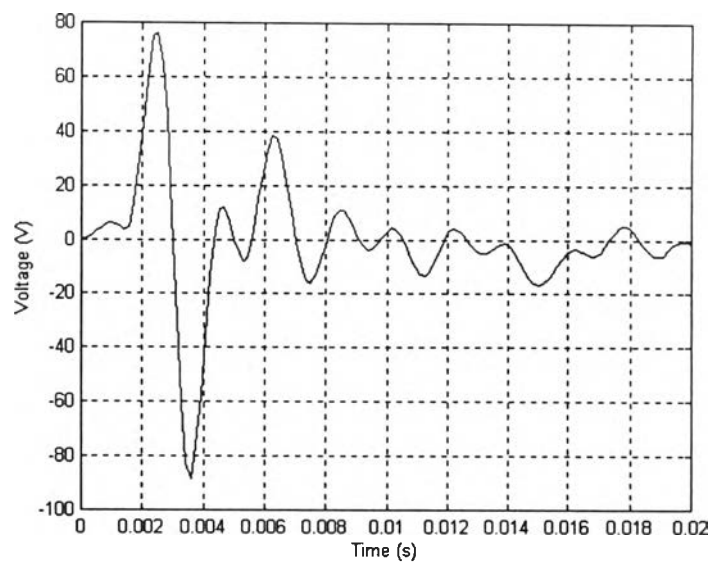
1. ไม่ทราบเวลาที่สวิตช์ชุดตัวเก็บประจุทำการสวิตช์ที่แน่นอน ผลที่คลาดเคลื่อนไปในช่วงเวลาเพียงมิลลิวินาทีก็มีผลต่อขนาดและรูปคลื่นของแรงดัน
2. ในระบบจริงๆ จะมีสิ่งที่จะหน่วงแรงดันมากกว่า ที่จำลองใน EMTP
3. แบบจำลองที่ใช้ยังไม่ละเอียดพอ เพราะไม่ได้คิดถึงโหลด เนื่องจากหม้อแปลงขนาดเล็กที่จ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่เป็นประเภทบ้านพักอาศัย รวมถึงโรงงานขนาดเล็กๆ วิทยาลัยพณิชยการบึงฉลือศึกษาถึงผลกระทบของผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีชุดตัวเก็บประจุอยู่ภายในโรงงาน จึงไม่ได้นำผู้ใช้ไฟฟ้านขนาดเล็กมาพิจารณา
4. ขนาดของโหลดที่ใช้ในการจำลองใน EMTP (ทั้ง ตัวต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ) มีขนาดไม่ตรงกับขนาดของโหลดจริงๆ ในโรงงาน เพราะค่าที่ได้จากเครื่อง RPM เป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาหนึ่งๆ (กรณีนี้ 10 นาที) และ ในบางวัน เช่น วันที่ 27 ต.ค. 2543 ช่วงเวลานี้มีเหตุการณ์ไฟดับขึ้น ยิ่งทำให้ค่าเฉลี่ยที่ได้ ยิ่งผิดไปมากขึ้น
5. เครื่อง RPM มีความเร็วไม่เพียงพอ ที่จะตรวจจับสัญญาณ เนื่องจาก เครื่อง RPM เป็นอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกค่าแรงดันและ กระแสในช่วงเวลาปกติ เป็นหลัก การตรวจจับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในสภาวะชั่วคราวเป็นความสามารถด้านรองลงไป

## 5.2.2 การวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่น

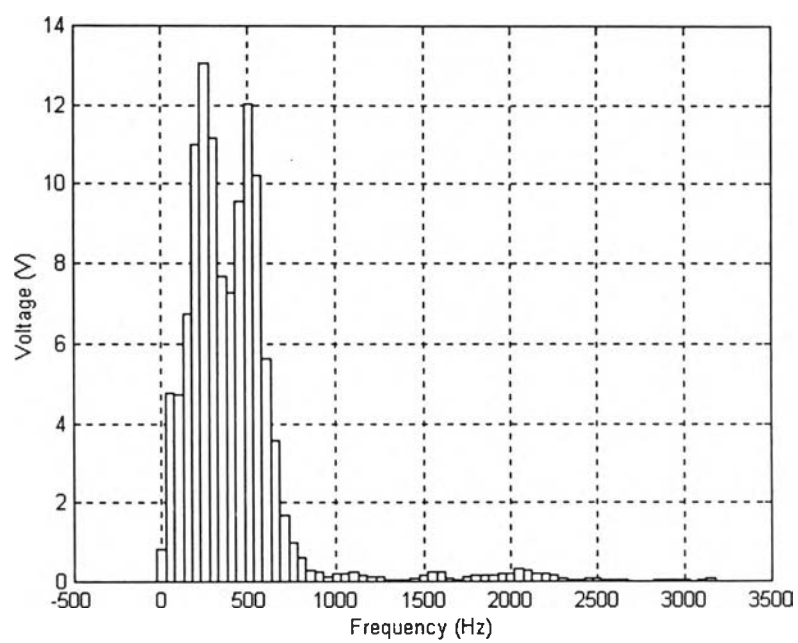
การวิเคราะห์ความถี่รูปคลื่นของแรงดันที่เกิดจากการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ จะใช้ FFT (Fast Fourier Transform) ในการหาความถี่ที่ปะปนมากับสัญญาณแรงดันที่มีความถี่หลักมูล โดยจะเลือกสัญญาณแรงดันที่เกิดแรงดันเกินชั่วครู่มาหนึ่งไซเคิล (ปรกติจะมีช่วงระยะเวลาการเกิดปรากฏการณ์นี้ไม่เกิน 1 ไซเคิล) ขั้นตอนต่อไปคือ กรองความถี่หลักมูลออก แล้วใช้ FFT แยกสัญญาณที่หลายๆ ความถี่ ก็จะได้ความถี่หลักที่ปะปนมา ตัวอย่างการวิเคราะห์ แสดงโดยรูปที่ 5.55 ถึง 5.57



รูปที่ 5.55 รูปคลื่นที่นำมาวิเคราะห์ (เป็นส่วนหนึ่งของรูปที่ 5.11)



รูปที่ 5.56 รูปคลื่นที่กรองเอาความถี่หลักมูลออก



รูปที่ 5.57 รูปคลื่นที่ผ่านกระบวนการ FFT

จากการวิเคราะห์แบบเดียวกันนี้กับทุกรูปคลื่นจะได้ผลดังนี้(รูปผลการวิเคราะห์อยู่ใน ภาคผนวก ข)

### 5.2.2.1 ที่ผู้ใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 5.8 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่ใช้ไฟฟ้าในวันที่ 18 ต.ค. 2543

18-Oct-00	NS Electronics				Bata			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
A	88	13	250	15	111	18	300	16
B	48	9	500	20	68	13	500	19
C	120	19	500	16	160	19	500	12

**หมายเหตุ** Volt1 หมายถึงขนาดแรงดันสูงสุดของรูปที่กรองเอาความถี่หลักมุลออก (จะสนใจเฉพาะขนาด จะไม่คิดเครื่องหมาย) ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 5.56 จะได้ขนาดแรงดันสูงสุดคือ ประมาณ 88 V  
 Volt2 หมายถึงค่าที่มากที่สุดของแถบสเปกตรัม จากรูป 5.57 ค่าที่มากที่สุดประมาณ 13 V  
 f หมายถึงความถี่ของสเปกตรัมที่มีขนาดมากที่สุด (Volt2) จากรูป 5.57 ความถี่ของขนาดแรงดัน 13 V คือ 250 Hz  
 % หมายถึงขนาดของ Volt2 เทียบกับขนาด Volt1 เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5.9 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่ใช้ไฟฟ้าในวันที่ 24 ต.ค. 2543

24-Oct-00	NS Electronics				Bata			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
A	74	11	550	15	107	8	750	8
B	143	22	500	16	190	20	250	11
C	102	15	500	14	96	14	200	14

ตารางที่ 5.10 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่ผู้ใช้ไฟฟ้าในวันที่ 27 ต.ค. 2543

27-Oct-00	NS Electronics				Bata			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
A	243	24	250	10	315	24	250	8
B	166	17	200	10	166	18	200	11
C	121	12	150	10	146	13	150	9

ตารางที่ 5.11 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่ผู้ใช้ไฟฟ้าในวันที่ 6 พย. 2543

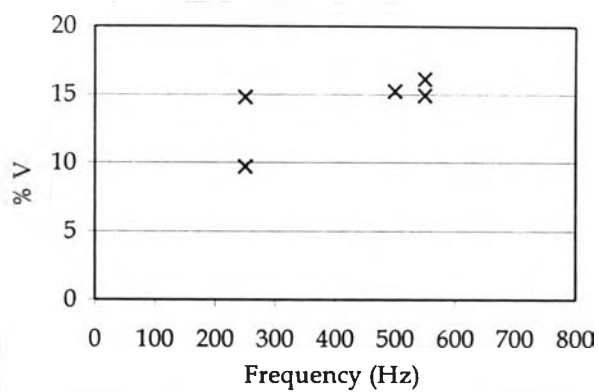
06-Nov-00	NS Electronics				Bata			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
A	101	16	550	16	197	12	200	6
B	81	14	550	17	126	9	200	7
C	33	5	250	16	45	6	150	14

ตารางที่ 5.12 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่ผู้ใช้ไฟฟ้าในวันที่ 28 ต.ค. 2543

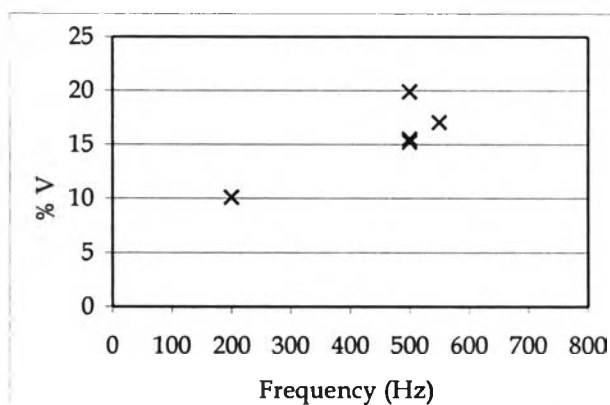
28-Oct-00	NS Electronics				Bata			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
A	43	7	500	15	75	7	250	9
B	99	15	500	15	150	13	200	9
C	50	10	500	20	61	10	200	16

จากตารางที่ 5.8 ถึง 5.12 นำค่า เปอร์เซนต์ของแรงดัน กับความถี่ มาพล็อตกราฟ เพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น

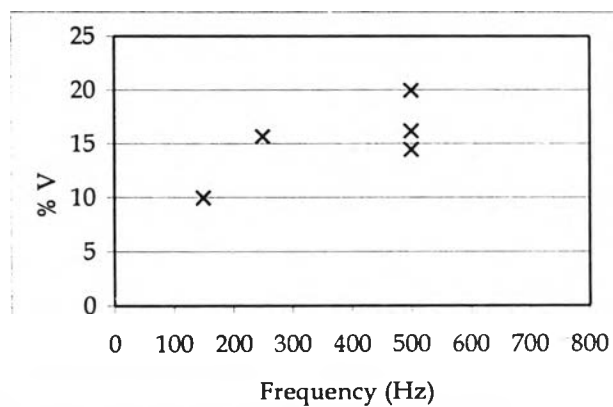




(n)

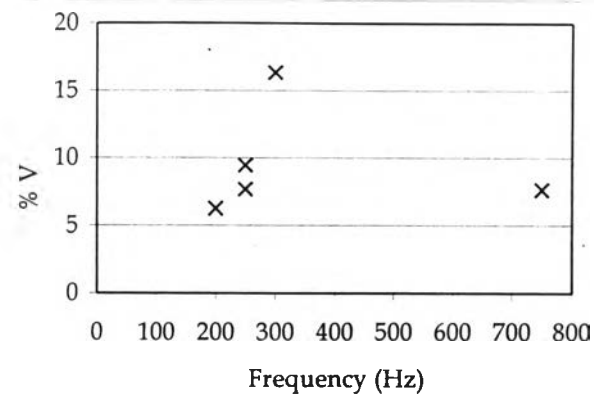


(ข)

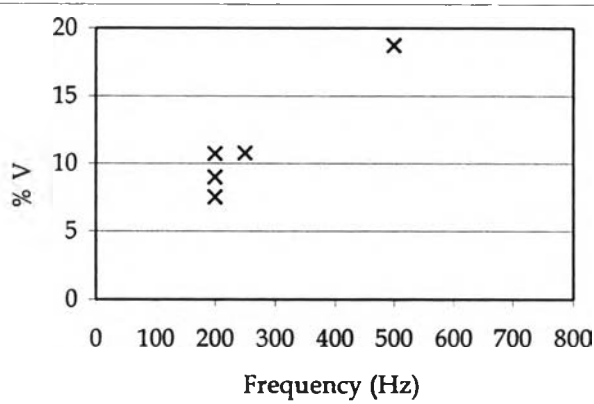


(ค)

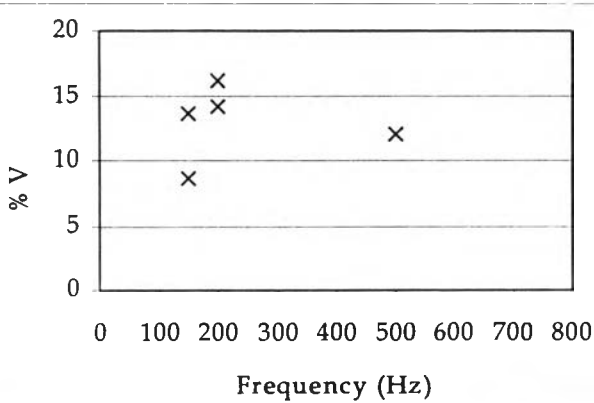
รูปที่ 5.58 ความสัมพันธ์ของแรงดันกับความถี่ ที่โรงงาน NS Electronics เฟส A, B และ C



(n)

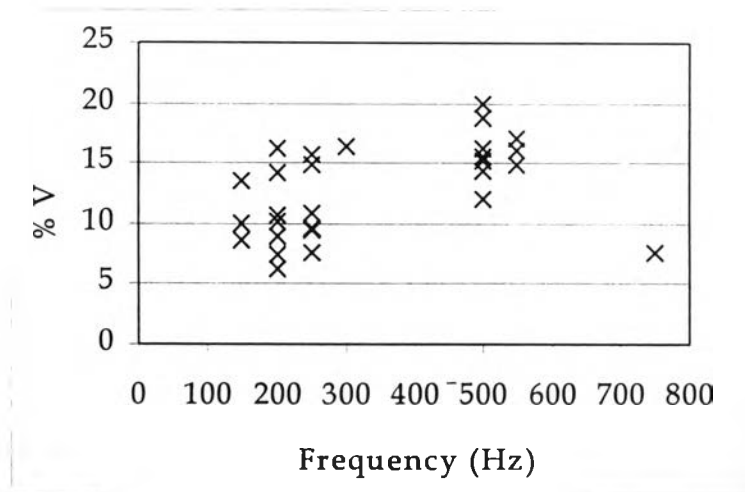


(ข)



(ค)

รูปที่ 5.59 ความสัมพันธ์ของแรงดันกับความถี่ ที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A, B และ C



รูปที่ 5.60 ความสัมพันธ์ของแรงดันกับความถี่ ของทุกเหตุการณ์

### ข้อสรุป

ที่ผู้ใช้ไฟฟ้า รูปคลื่นของแรงดันที่เกิดแรงดันเกินชั่วคราว ขนาดแรงดันที่ค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 150 - 550 Hz และที่ความถี่ที่มากกว่า 1000 Hz แรงดันจะมีขนาดน้อยมาก นั่นคือ แรงดันเกินที่ผู้ใช้ไฟฟ้า อันเนื่องจากการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุของการไฟฟ้านั้น จะมีความถี่ไม่สูงมาก คือ ประมาณไม่เกิน 600 Hz

## 5.2.2.2 ที่สถานีไฟฟ้าย่อย

ตารางที่ 5.13 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่สถานีไฟฟ้าย่อย ในวันที่ 18 ต.ค. 2543

18-Oct-00	Baring			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
CA	7229	940	250	13

ตารางที่ 5.14 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่สถานีไฟฟ้าย่อย ในวันที่ 24 ต.ค. 2543

24-Oct-00	Baring			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
AB	8894	1519	250	17
CA	5995	582	250	10

ตารางที่ 5.15 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่สถานีไฟฟ้าย่อย ในวันที่ 27 ต.ค. 2543

27-Oct-00	Baring			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
AB	9262	1686	150	18
BC	3819	868	150	44
CA	10332	1471	250	14

ตารางที่ 5.16 ผลวิเคราะห์ความถี่ของรูปคลื่นที่สถานีไฟฟ้าย่อย ในวันที่ 6 พย. 2543

06-Nov-00	Baring			
Phase	Volt1	Volt2	f (Hz)	%
AB	8102	656	200	8
BC	3115	417	250	8

## ข้อสรุป

ที่สถานีไฟฟ้าย่อย รูปคลื่นของแรงดันบัล ที่มีการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ ลักษณะของแรงดันที่ความถี่ต่างๆ จะคล้ายกับที่ผู้ใช้ไฟฟ้า สิ่งที่แตกต่างกันคือ ที่ความถี่สูงกว่า 1000 Hz ขนาดแรงดันที่ความถี่สูงๆ เหล่านี้ยังมีขนาดมากอยู่ นั่นคือ แรงดันที่บัลของสถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ จะประกอบด้วย แรงดันที่มีความถี่สูงกว่าที่ผู้ใช้ไฟฟ้า

### 5.3 กรณีศึกษาเพิ่มเติม

#### 5.3.1 รูปแบบการต่อชุดตัวเก็บประจุที่สถานีไฟฟ้าย่อย

เป็นเพราะรูปแบบการต่อชุดตัวเก็บประจุไม่มีกฎพื้นฐานเป็นข้อกำหนด [9] ฉะนั้น จะมีรูปแบบการต่อที่อยู่ 3 รูปแบบคือ แบบเดลต้า แบบวายต่อลงดิน และแบบวายไม่ต่อลงดิน แบบเดลตานั้นไม่เป็นที่นิยมในใช้กับระบบแรงสูง เพราะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแบบวาย อีกทั้งยังมีความยุ่งยากมากกว่าในงานก่อสร้าง

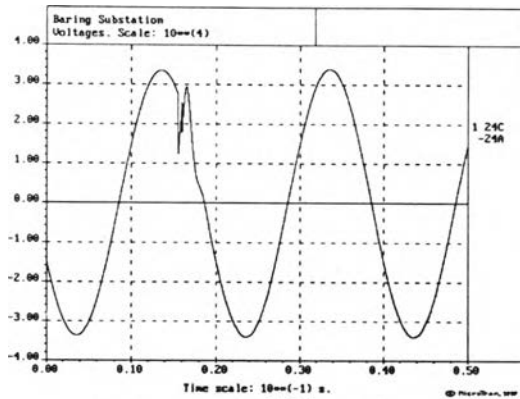
โดยส่วนมากแล้วการไฟฟ้าเลือกที่จะใช้แบบวายไม่ต่อลงดินมากกว่าแบบวายต่อลงดิน เพราะต้องการหลีกเลี่ยงปัญหากระแสพุ่งเข้า ไปรบกวนระบบสายดินของสถานีไฟฟ้าย่อย แต่การต่อแบบวายไม่ต่อลงดินจะทำให้เกิดแรงดันเกินชั่วคราวที่มีขนาดสูงกว่าแบบวายต่อลงดิน เนื่องมาจากผลของการปิดที่ชั่วไม่เหมือนกัน (unequal pole closing)

ตารางที่ 5.17 เปรียบเทียบขนาดของแรงดันเกินในรูปแบบการต่อชุดตัวเก็บประจุแบบวายไม่ต่อลงดินและแบบวายต่อลงดิน

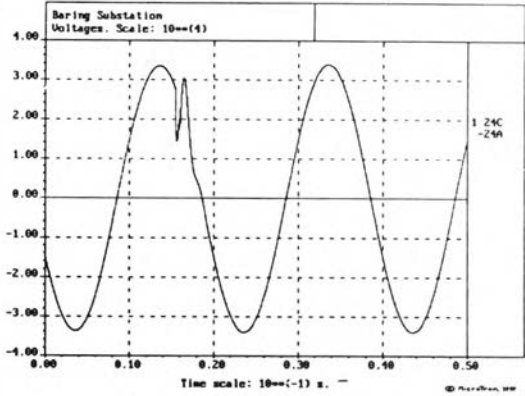
Meter	Phase	Peak Voltage (V)		Overvoltage (pu.)	
		UnGnd-Y	Gnd-Y	UnGnd-Y	Gnd-Y
M1	C-A	33965.30	33964.90	1.00	1.00
M2	A	330.89	330.88	1.00	1.00
	B	331.01	330.69	1.00	1.00
	C	511.18	489.54	1.55	1.48
M3	A	325.14	325.17	1.00	1.00
	B	326.89	328.85	1.01	1.01
	C	485.22	473.27	1.50	1.46

หมายเหตุ ในการจำลองนี้ จะใช้พารามิเตอร์ของวันที่ 18 ตค. เป็นกรณีศึกษา

จากตารางที่ 5.17 จะพบว่าขนาดของแรงดันเกินชั่วคราวที่ได้จากการจำลองมีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ข้างต้น นั่นคือขนาดของแรงดันเกินชั่วคราวสูงสุดของรูปแบบการต่อแบบวายต่อลงดินจะมีค่าน้อยกว่าแบบวายไม่ต่อลงดิน

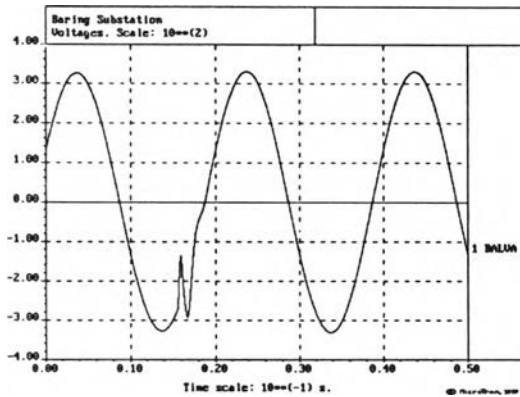


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

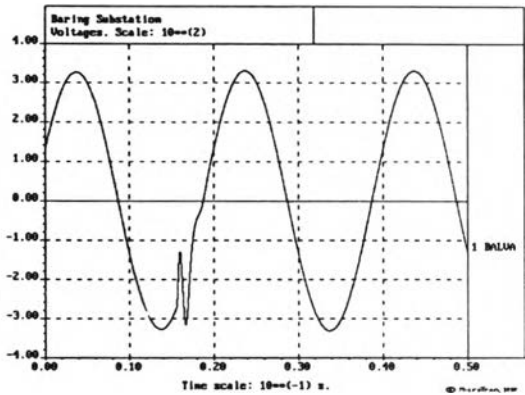


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.61 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

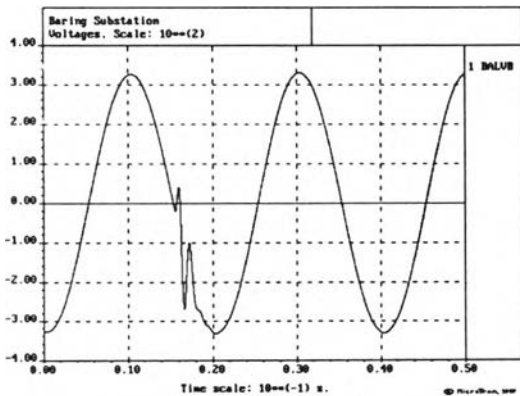


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

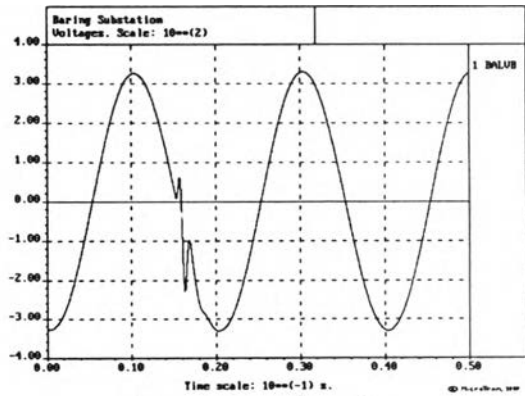


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.62 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

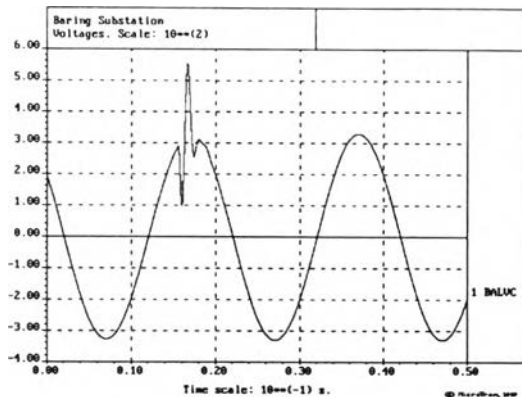


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

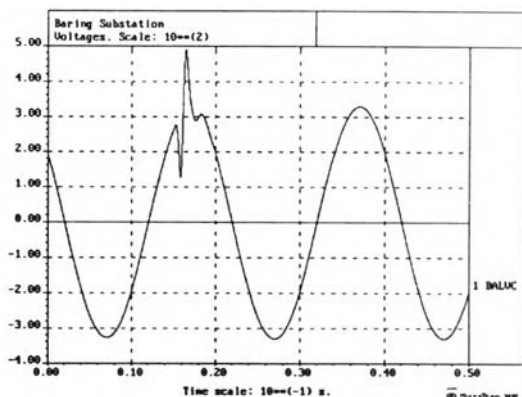


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.63 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

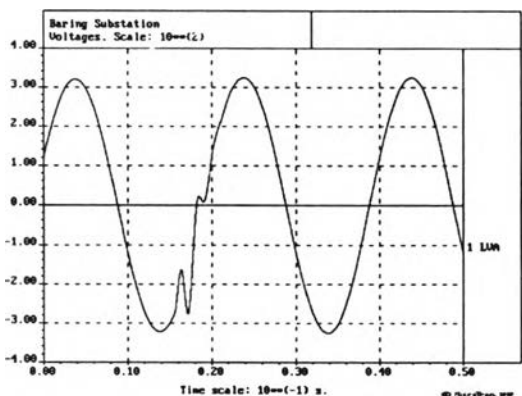


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

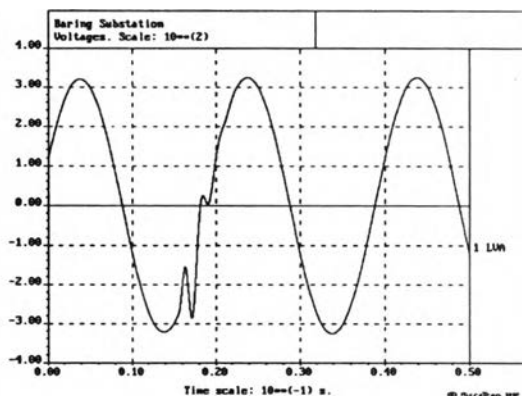


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.64 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

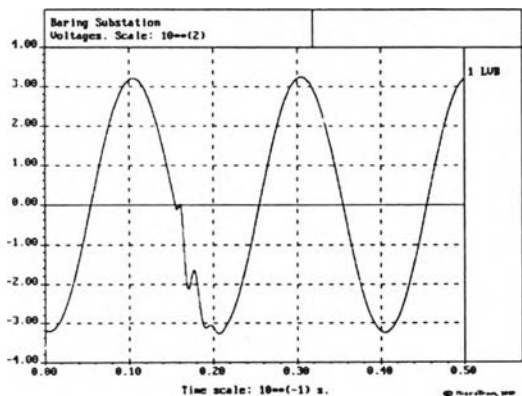


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

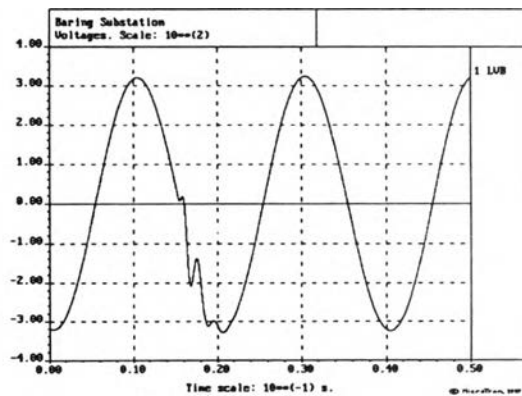


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.65 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A



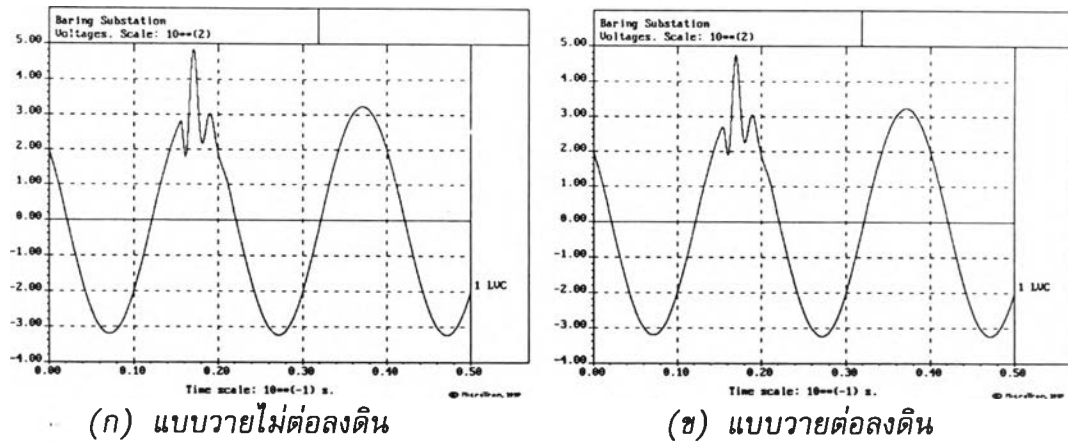
(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน



(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.66 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B





รูปที่ 5.67 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

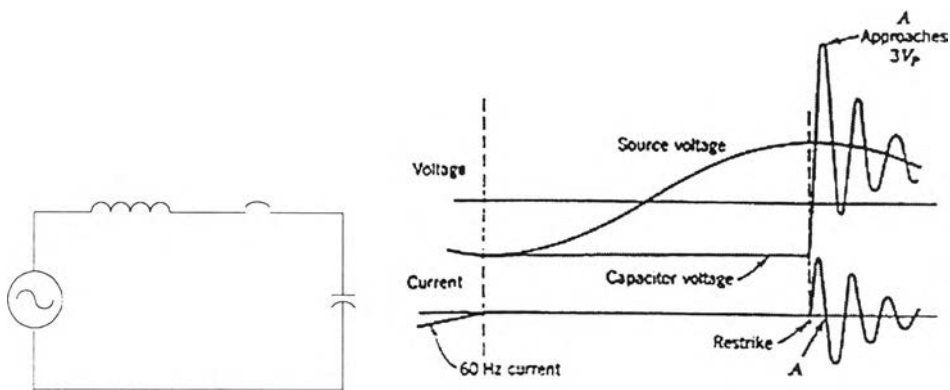
### 5.3.2 การกลับคืนของกระแส (Restrike)

การเปิดเซอร์กิตเบรกเกอร์บางครั้ง อัตราการเพิ่มขึ้นของแรงดันฟื้นตัว (Rate of Rise of Recovery Voltage, RRRV) ที่ชั่วของเซอร์กิตเบรกเกอร์ มีค่าสูงกว่าอัตราการเพิ่มความถี่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะทำให้มีการนำกระแสขึ้น (เกิดอาร์ก ระหว่างชั่วของเซอร์กิตเบรกเกอร์) ซึ่งเรียกว่าเกิดเหตุการณ์ การจุดติดใหม่ของกระแส (Reignition) หรือ การกลับคืนของกระแส (ขึ้นกับระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ คือถ้าเป็นการจุดติดใหม่ของกระแส จะเกิดภายในครึ่งไซเคิลนับจากที่กระแสถูกตัด แต่ถ้าเกิดขึ้นหลังจากนั้นจะเป็น การกลับคืนของกระแส)

อันที่จริงแล้ว แรงดันฟื้นตัว กับ การกลับคืนของกระแส ทั้งสองทอมเป็น ปรากฏการณ์แรงดันทรานเซียนต์เดียวกันที่เกิดขึ้นที่ชั่วหรือหน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์

การปลดชุดตัวเก็บประจุนั้นมีไม่บ่อยครั้งที่เกิดการกลับคืนของกระแส แต่เหตุการณ์นี้ก็ควรที่จะนำมาพิจารณา เพราะว่าการนำชุดตัวเก็บประจุ เข้า-ปลดออก เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

การกลับคืนของกระแส นั้น จะทำให้เกิดแรงดันเกินชั่วครู่ที่มีขนาดสูงกว่าการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ และในกรณีการต่อแบบวายไม่ต่อลงดิน ก็ให้แรงดันเกินที่มีขนาดมากกว่าแบบวายต่อลงดิน

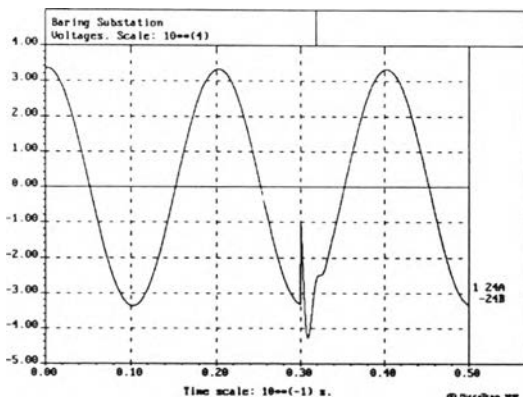


รูปที่ 5.68 เหตุการณ์การกลับคืนของกระแส

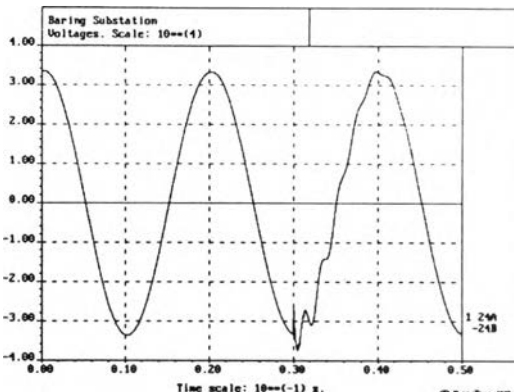
รูปที่ 5.68 สมมุติว่าเกิดการกลับคืนของกระแสบริเวณยอดของแหล่งกำเนิดแรงดัน ซึ่งในขณะนั้นแรงดันคร่อมหน้าสัมผัสมีขนาดเป็น  $2V_p$  ทำให้เกิดการแกว่งขนาด  $V_p + 2V_p$  และจะถูกหน่วงทำให้ค่อยๆ เข้าสู่สภาวะคงตัว

ตารางที่ 5.18 ขนาดของแรงดันเกินชั่วคราวเนื่องจากการกลับคืนของกระแส

Meter	Phase	Peak Restrike Voltage (V)		Overvoltage (pu.)	
		UnGnd-Y	Gnd-Y	UnGnd-Y	Gnd-Y
M1	A-B	42728.00	37494.00	1.26	1.10
	B-C	41681.70	34310.10	1.23	1.01
	C-A	42876.00	33775.40	1.26	0.99
M2	A	515.92	329.44	1.56	1.00
	B	468.92	374.34	1.42	1.13
	C	333.64	333.59	1.01	1.01
M3	A	503.19	345.94	1.55	1.06
	B	427.25	338.56	1.32	1.04
	C	320.15	334.68	0.99	1.03

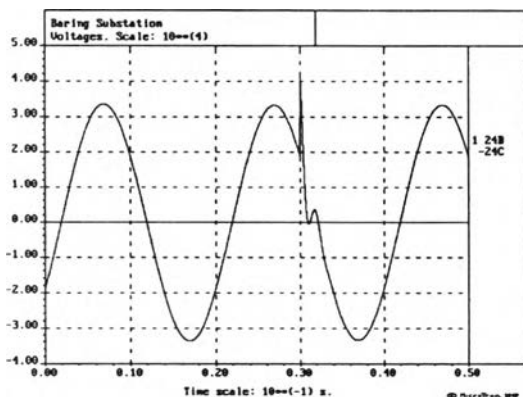


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

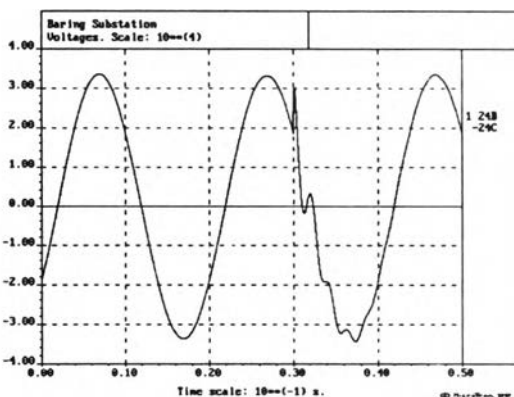


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.69 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

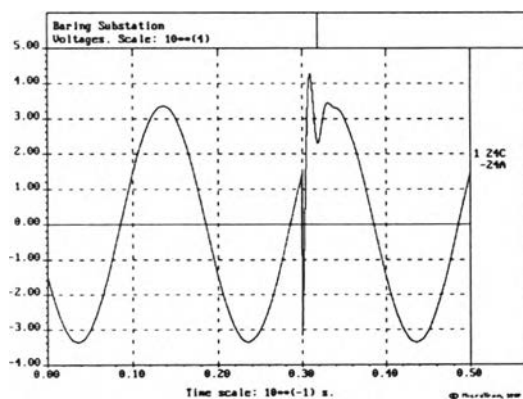


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

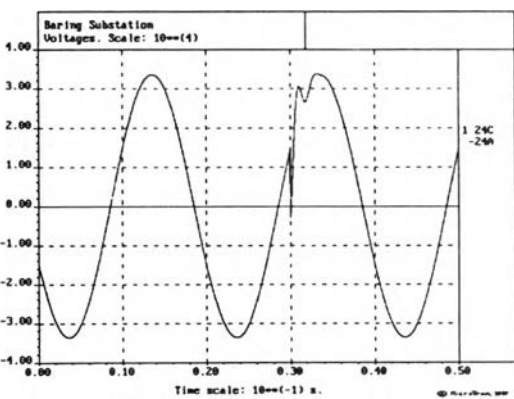


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.70 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C

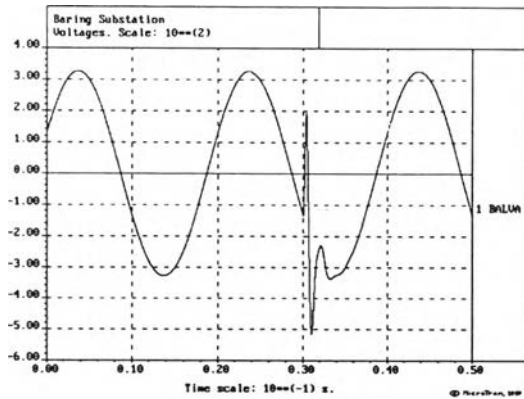


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

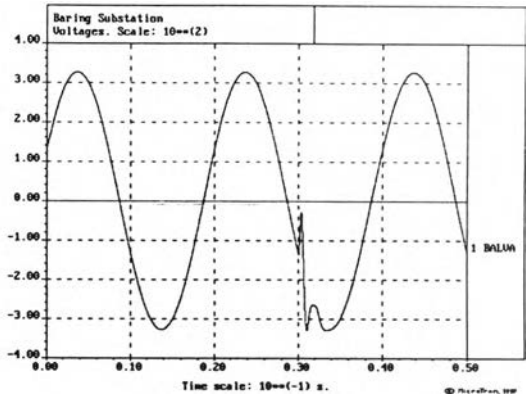


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.71 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

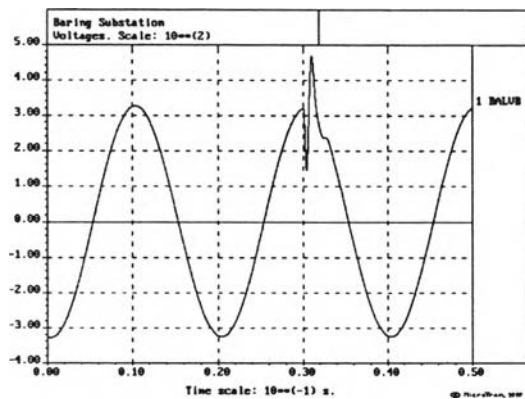


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

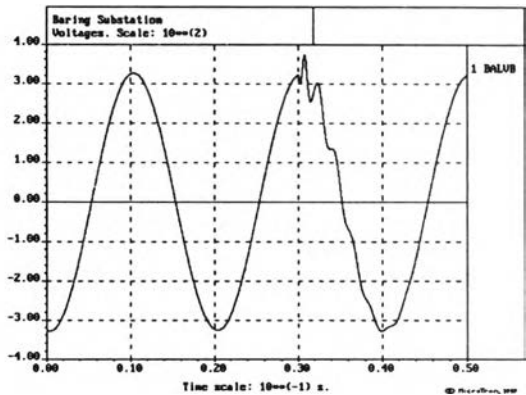


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.72 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส A

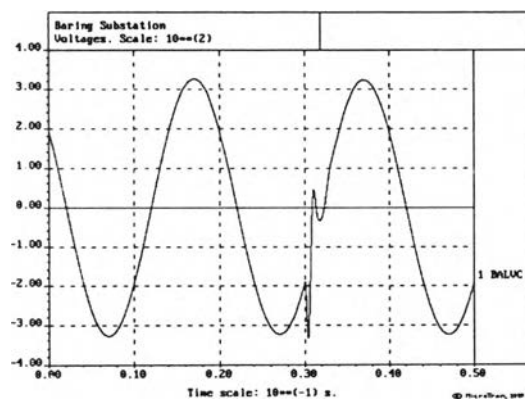


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

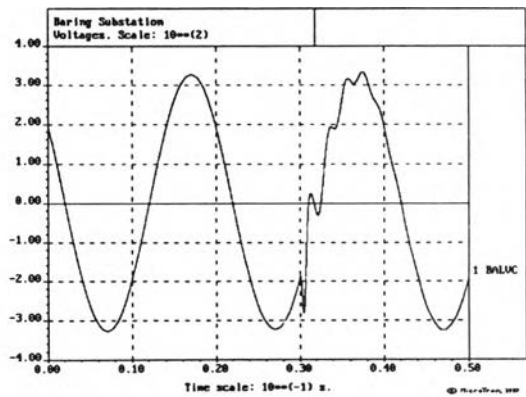


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.73 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส B

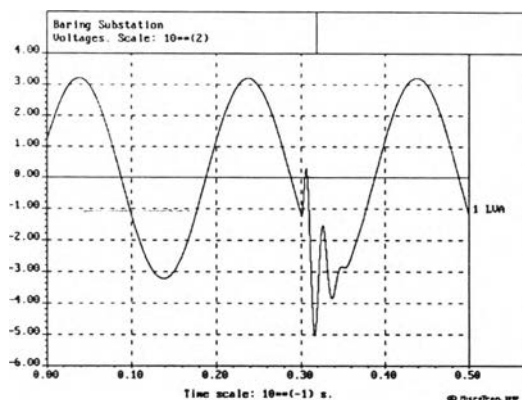


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

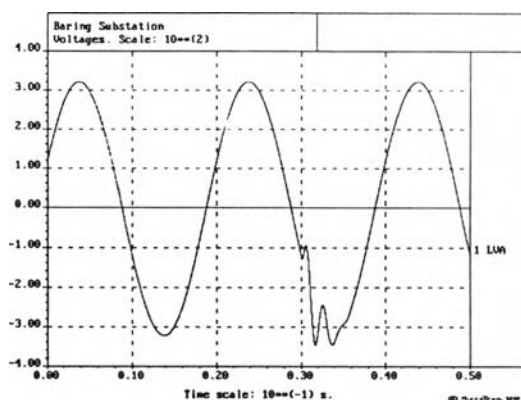


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.74 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส C

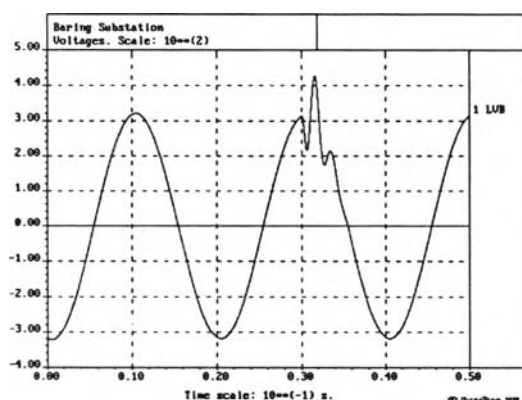


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

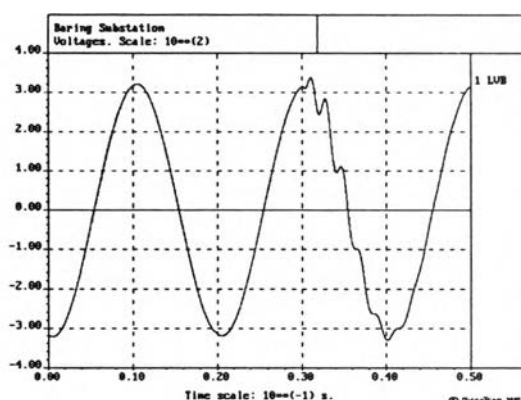


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.75 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

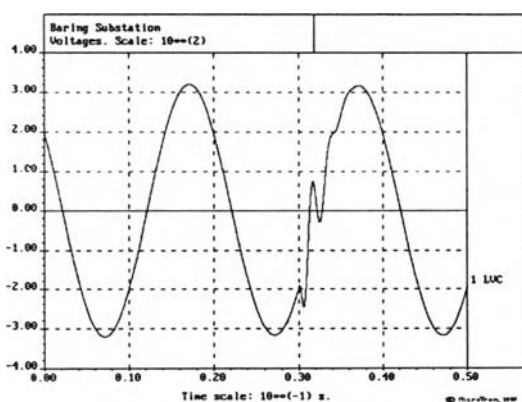


(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน

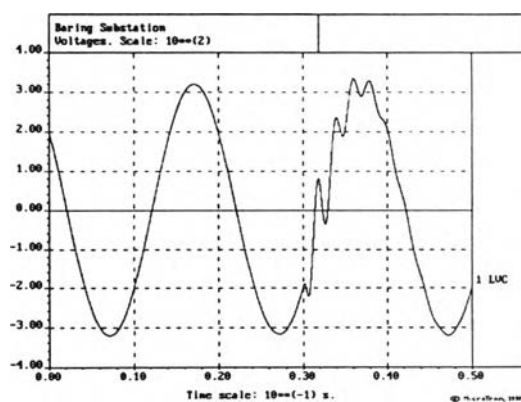


(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.76 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B



(ก) แบบวายไม่ต่อลงดิน



(ข) แบบวายต่อลงดิน

รูปที่ 5.77 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C