

บทที่ 6

การศึกษาวิธีควบคุมแรงดันเกินชั่วคราวจากการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุของระบบ กรณีศึกษา

บทนำ

ในบทที่ 3 ได้กล่าวถึงวิธีการต่างๆ ที่จะมาใช้ในการควบคุมแรงดันเกินอันเนื่องมาจากการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ ในบทนี้จะนำวิธีการดังกล่าว มาใช้กับระบบของกรณีศึกษาในบทที่ 5 โดยการจำลองด้วย โปรแกรม EMTP เพื่อที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ควบคุมแรงดันเกินชั่วคราวเนื่องจากการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุของการไฟฟ้า

สำหรับแบบจำลองที่จะใช้วิเคราะห์ในบทนี้ จะใช้แบบจำลองจากระบบกรณีศึกษาในบทที่ 5 โดยจะเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ของวันที่ 18 ตุลาคม 2543 แต่จะทำการเปลี่ยนเวลาการสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุ เพื่อให้ได้กรณีที่เลวร้ายที่สุดมาเป็นกรณีเปรียบเทียบ

6.1 การใช้ Pre-Insertion Impedance

จากบทที่ 3 ทราบว่า ค่าความต้านทานที่เหมาะสมหาได้จากสมการ

$$R_{\text{optimum}} \approx \sqrt{\frac{L_s}{C}} \quad (3.1)$$

ซึ่งในกรณีศึกษานี้ $L_s = 23.62 \text{ mH}$ และ $C = 19.89 \mu\text{F}$

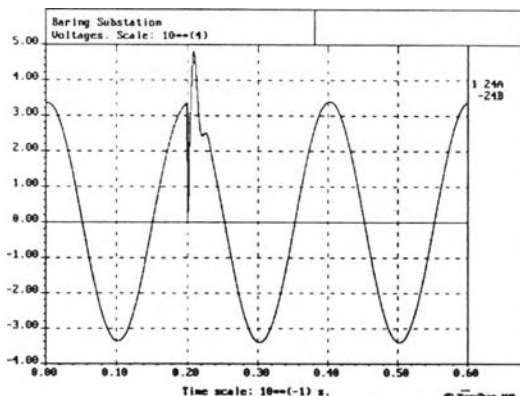
ได้ $R_{\text{optimum}} \approx 35 \Omega$

ตารางที่ 6.1 แสดงให้เห็นถึงผลของการใช้ Pre-insertion Resistors

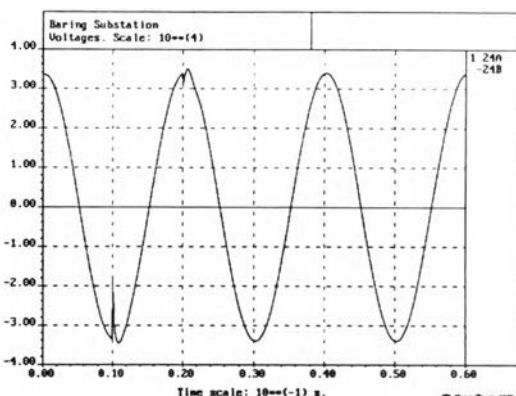
จะพบว่าขนาดของ R ยิ่งมากขึ้น แรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดขึ้นจะมีขนาดลดลง แต่เมื่อถึงค่า R ค่าหนึ่ง (35Ω) แรงดันเกินชั่วคราวจะลดลงไม่มาก

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบขนาดแรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดขึ้นที่ค่าความต้านทานขนาดต่างๆ

R (ohm)	Baring Overvoltage (pu.)			Bata Overvoltage (pu.)			NS Electronics Overvoltage (pu.)		
	Ph A-B	Ph B-C	Ph C-A	Ph A	Ph B	Ph C	Ph A	Ph B	Ph C
0	1.42	1.33	1.13	1.32	1.63	1.50	1.14	1.50	1.47
5	1.26	1.20	1.00	1.14	1.42	1.32	1.02	1.34	1.33
10	1.17	1.13	1.00	1.03	1.30	1.21	1.01	1.25	1.26
15	1.12	1.09	1.00	1.00	1.22	1.15	1.00	1.18	1.20
20	1.08	1.06	1.00	1.00	1.17	1.10	1.00	1.14	1.17
25	1.06	1.05	1.00	1.00	1.14	1.07	1.00	1.10	1.14
30	1.04	1.04	1.00	1.00	1.11	1.05	1.00	1.08	1.12
35	1.03	1.03	1.00	1.00	1.09	1.04	1.00	1.06	1.10
40	1.03	1.03	1.00	1.00	1.08	1.04	1.00	1.04	1.09
45	1.04	1.02	1.00	1.00	1.06	1.03	1.01	1.03	1.08
50	1.04	1.02	1.00	1.00	1.07	1.03	1.01	1.03	1.07
55	1.05	1.02	1.00	1.00	1.08	1.03	1.01	1.04	1.06
60	1.06	1.02	1.00	1.00	1.10	1.02	1.01	1.05	1.05

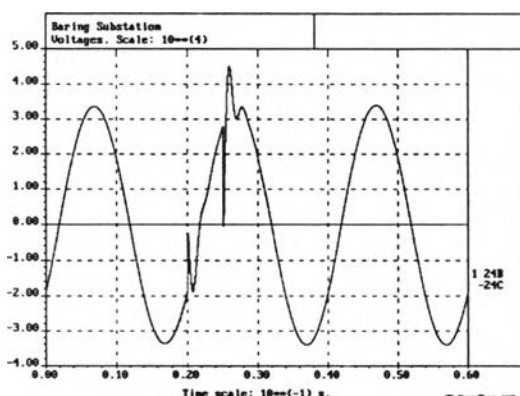


(ก) ไม่มีการควบคุม

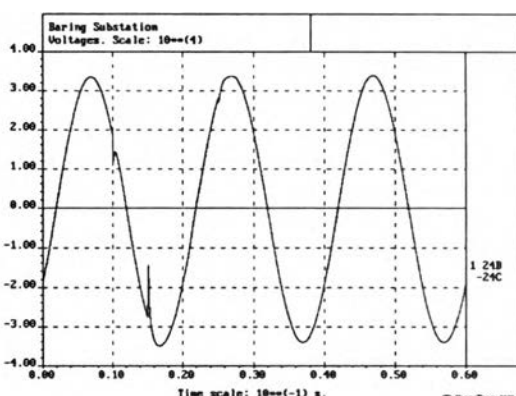


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.1 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

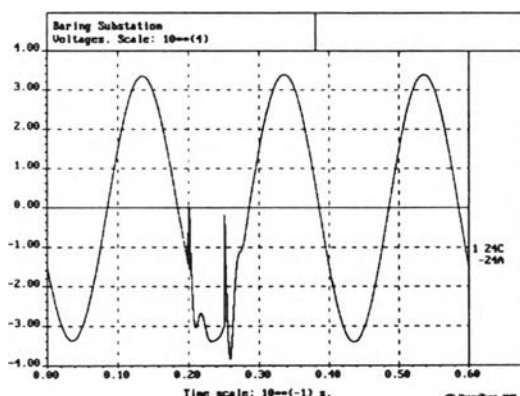


(ก) ไม่มีการควบคุม

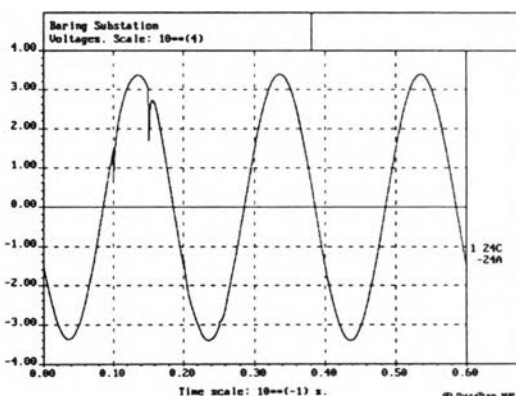


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.2 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C

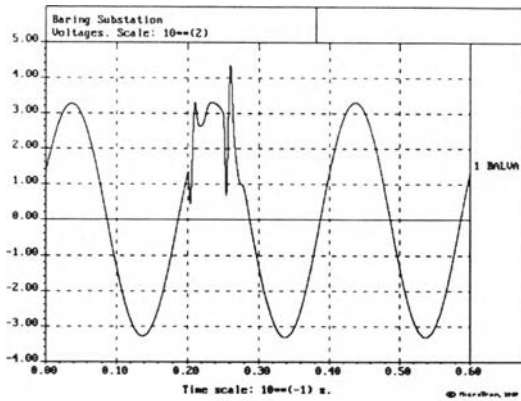


(ก) ไม่มีการควบคุม

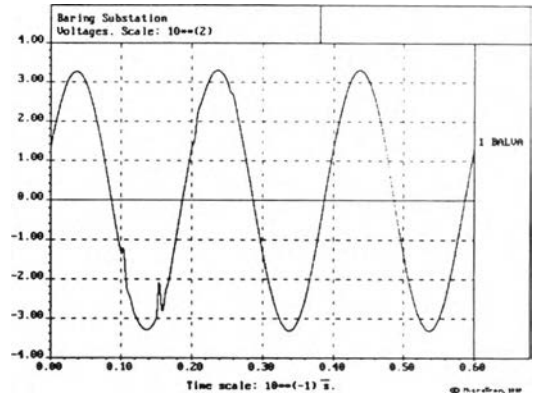


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.3 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

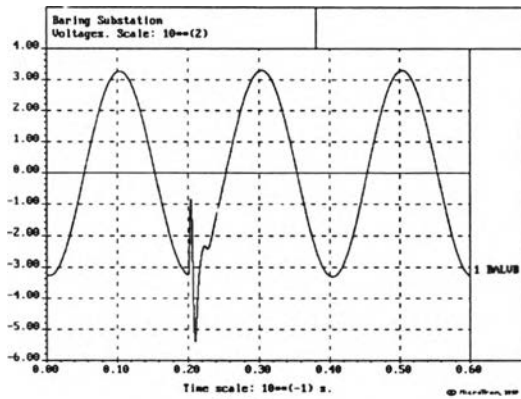


(ก) ไม่มีการควบคุม

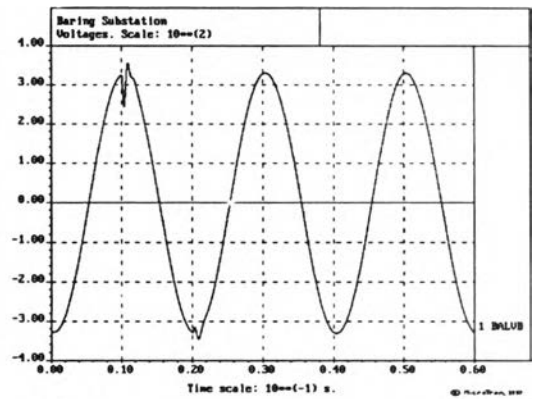


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.4 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

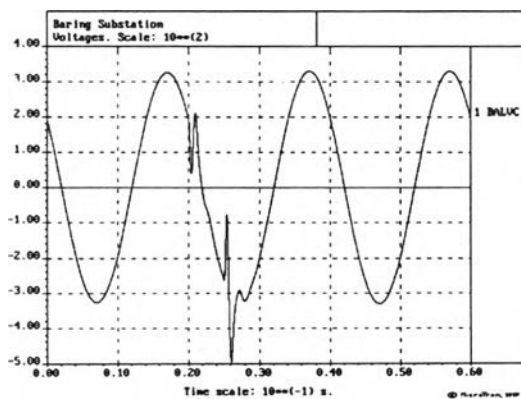


(ก) ไม่มีการควบคุม

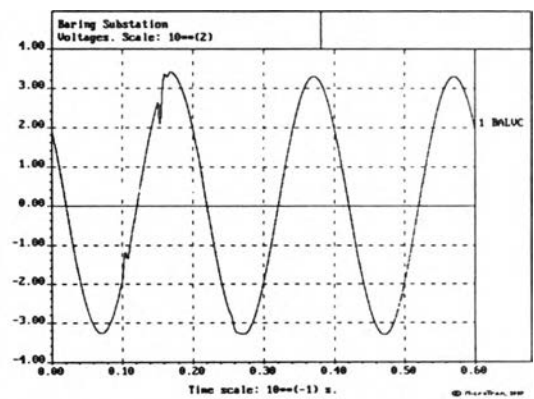


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.5 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

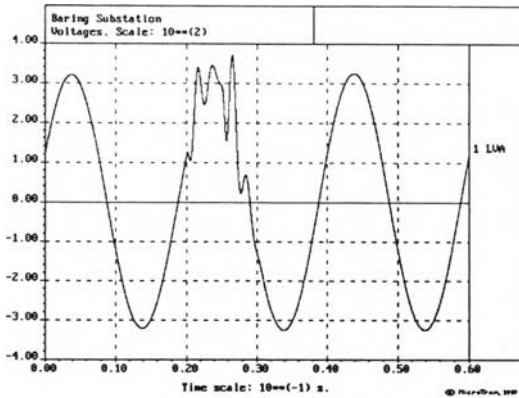


(ก) ไม่มีการควบคุม

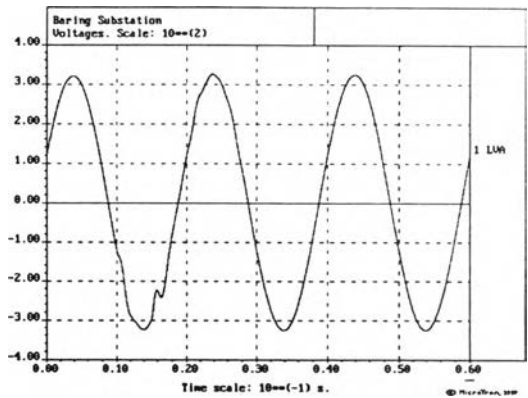


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.6 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

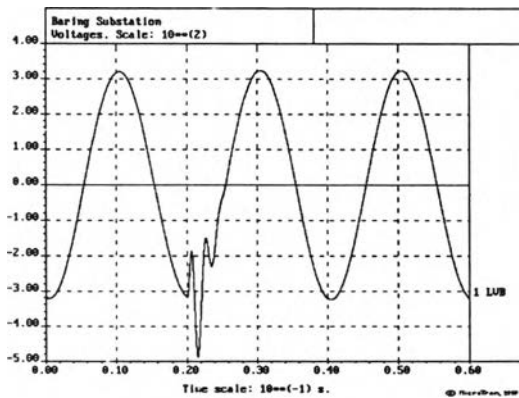


(ก) ไม่มีการควบคุม

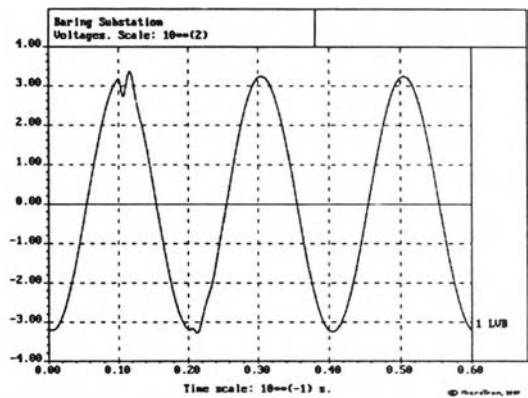


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.7 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

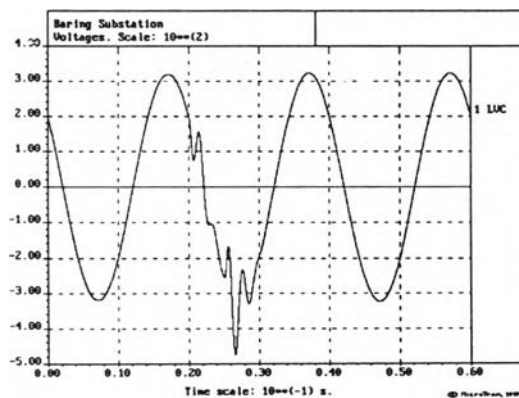


(ก) ไม่มีการควบคุม

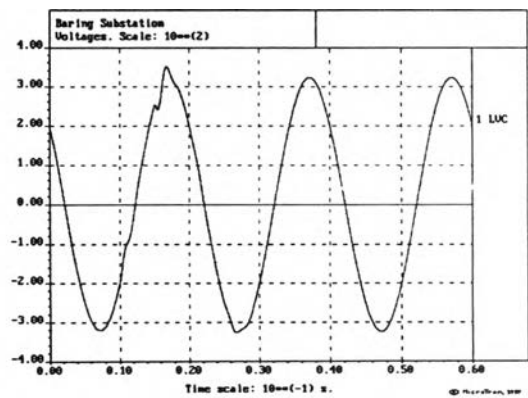


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

รูปที่ 6.8 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B

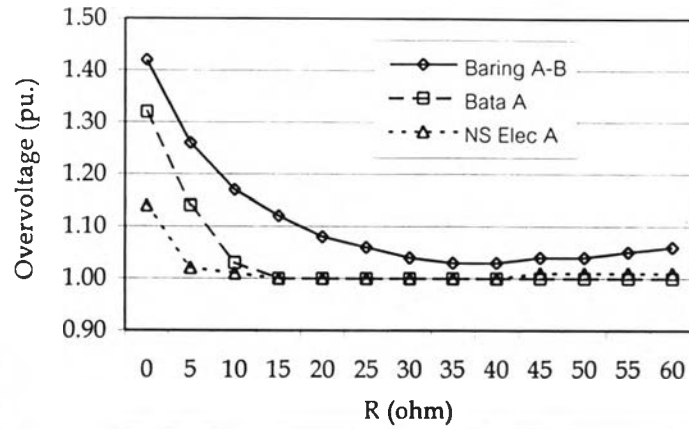


(ก) ไม่มีการควบคุม

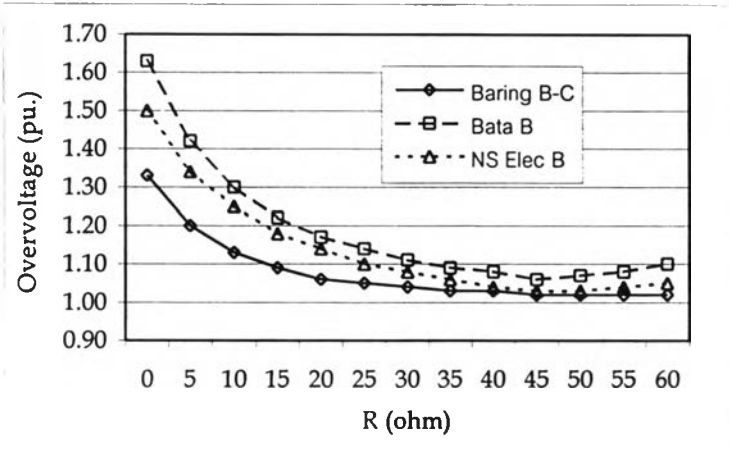


(ข) Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω

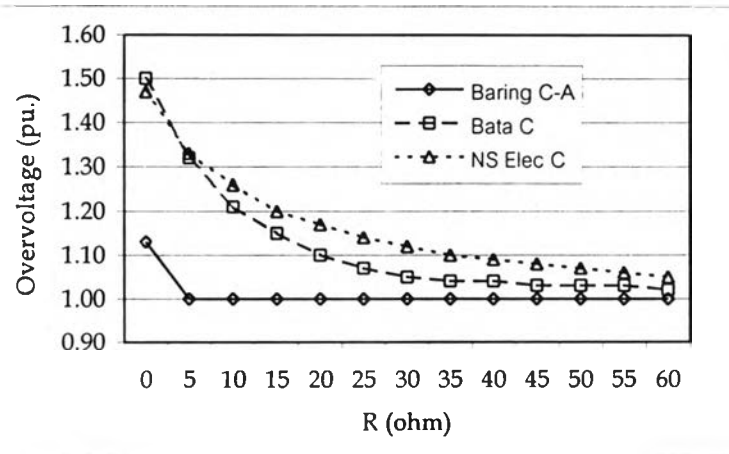
รูปที่ 6.9 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.10 ขนาดของแรงดันเกินชั่วคราวที่ขนาดความต้านทานต่างๆ

6.2 ชุดควบคุมการต่อวงจร (Synchronous Closing Control)

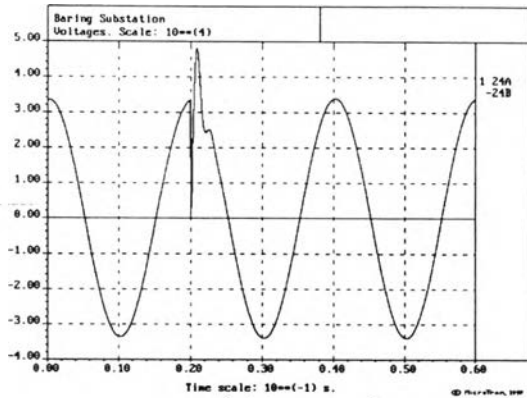
ตารางที่ 6.2 แสดงให้เห็นถึงผลของการใช้ ชุดควบคุมการต่อวงจร

ผลจากตารางที่ 6.2 พบว่า การใช้ชุดควบคุมการต่อวงจรเป็นวิธีการที่ควบคุมแรงดันเกินชั่วคราวได้ดีมาก แต่ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ถ้ามีความผิดพลาดของการปิดวงจร อาจจะทำให้แรงดันเกินที่เกิดขึ้นมีขนาดสูงอยู่ รูปที่ 6.20 แสดงกรณีมี ความผิดพลาดของการต่อวงจร โดยเป็นการต่อวงจรที่ ช้าไป 2 มิลลิวินาที

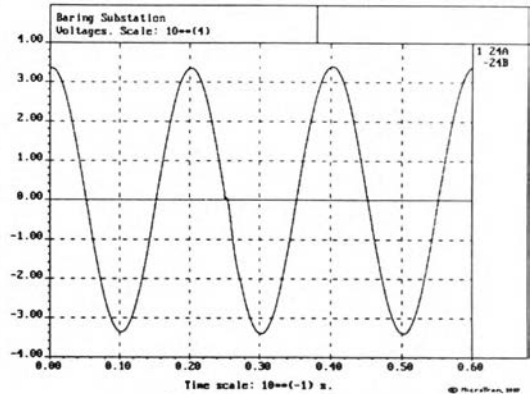
อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีความผิดพลาดของการปิดวงจร แต่ถ้าอยู่ในช่วงเวลาไม่ เกิน ± 1 มิลลิวินาที แรงดันเกินชั่วคราวจะมีขนาดไม่มาก

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบขนาดแรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดขึ้นที่ค่าความผิดพลาดของการต่อวงจรที่เวลาต่างๆ

Error (ms)	Baring Overvoltage (pu.)			Bata Overvoltage (pu.)			NS Electronics Overvoltage (pu.)		
	Ph A-B	Ph B-C	Ph C-A	Ph A	Ph B	Ph C	Ph A	Ph B	Ph C
-3	1.00	1.00	1.27	1.41	1.00	1.00	1.34	1.00	1.08
-2.5	1.00	1.00	1.23	1.35	1.00	1.00	1.31	1.00	1.03
-2	1.00	1.00	1.17	1.26	1.00	1.00	1.25	1.00	1.02
-1.5	1.00	1.00	1.08	1.13	1.00	1.00	1.17	1.00	1.02
-1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06	1.00	1.02
-0.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02
0.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.02
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.02
1.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.01	1.00	1.02
2	1.00	1.09	1.00	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.07
2.5	1.00	1.21	1.00	1.00	1.00	1.34	1.00	1.00	1.21
3	1.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.44	1.00	1.00	1.32

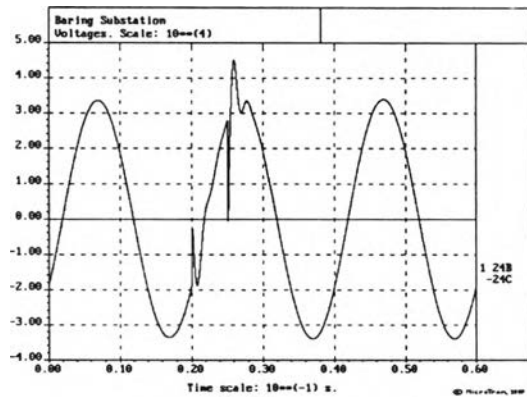


(ก) ไม่มีการควบคุม

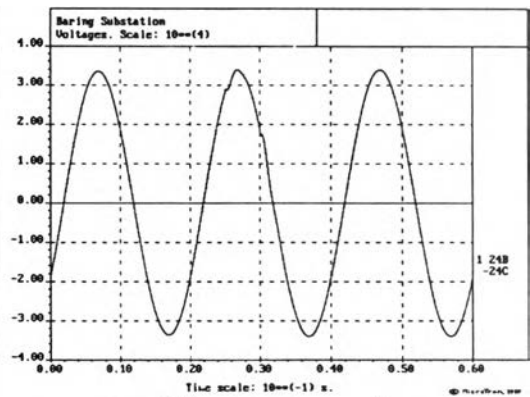


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.11 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

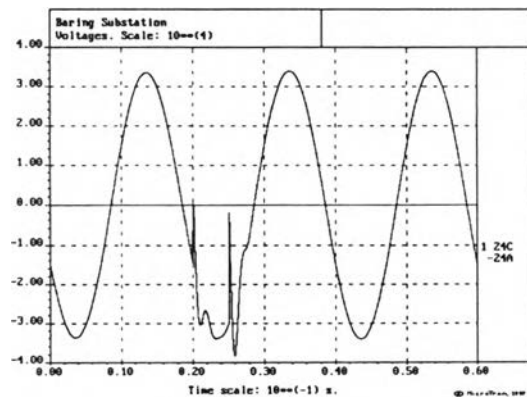


(ก) ไม่มีการควบคุม

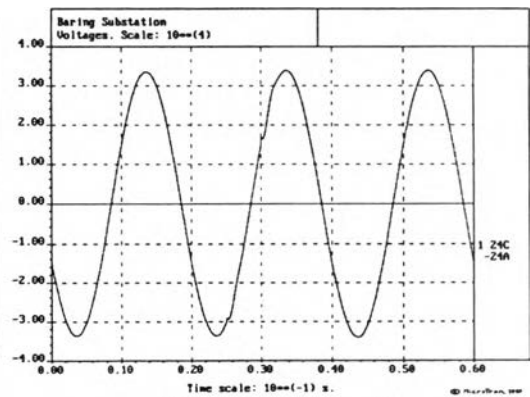


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.12 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C

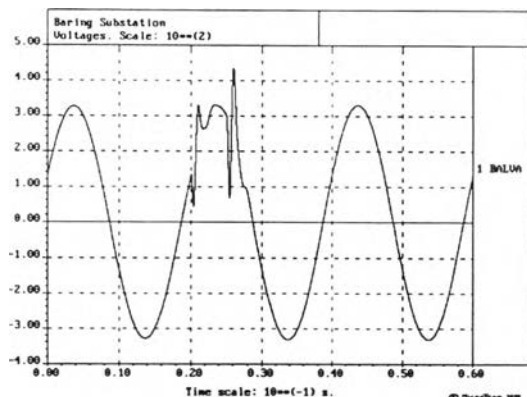


(ก) ไม่มีการควบคุม

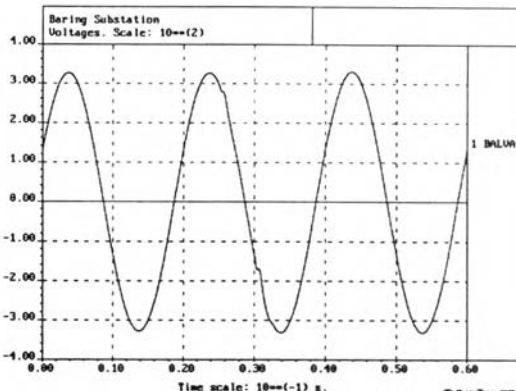


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.13 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

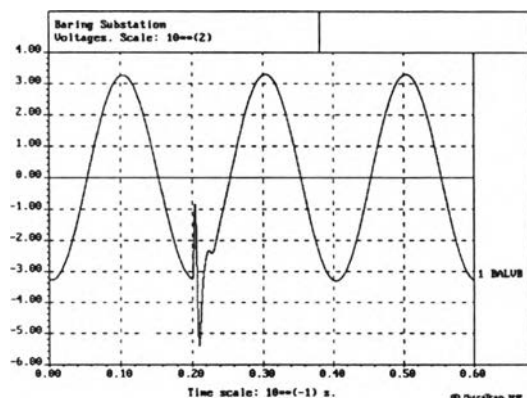


(ก) ไม่มีการควบคุม

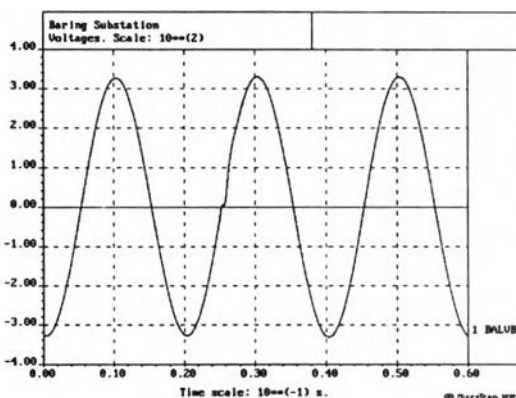


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.14 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส A

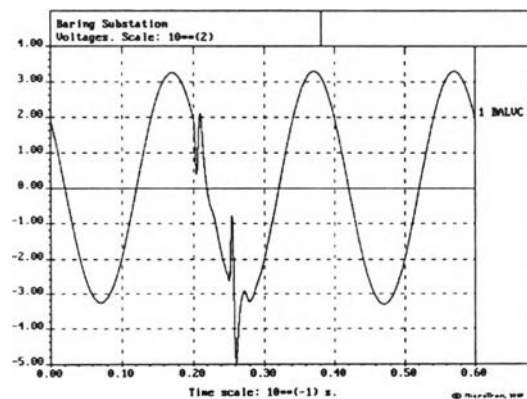


(ก) ไม่มีการควบคุม

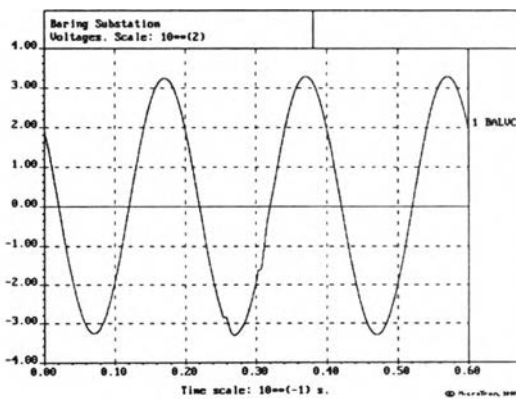


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.15 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส B

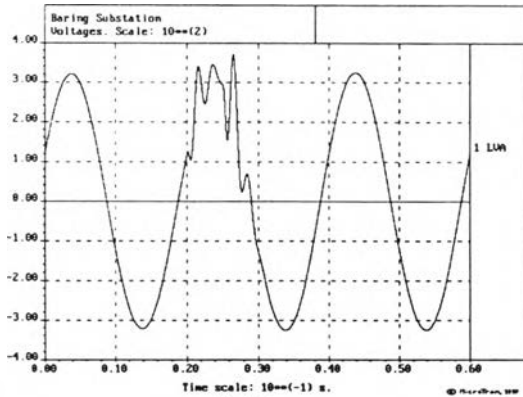


(ก) ไม่มีการควบคุม

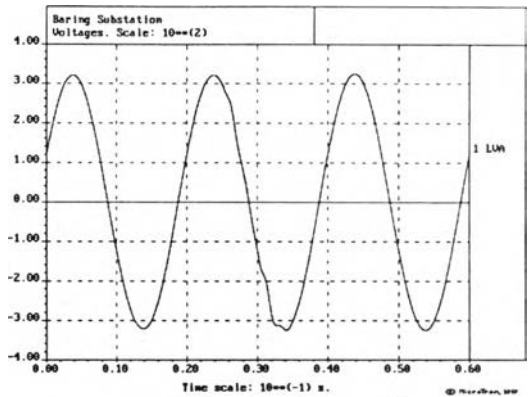


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.16 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส C

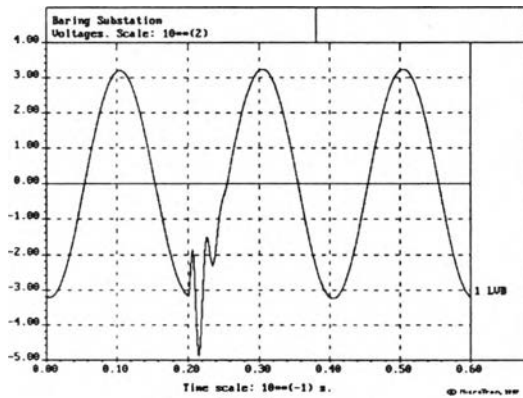


(ก) ไม่มีการควบคุม

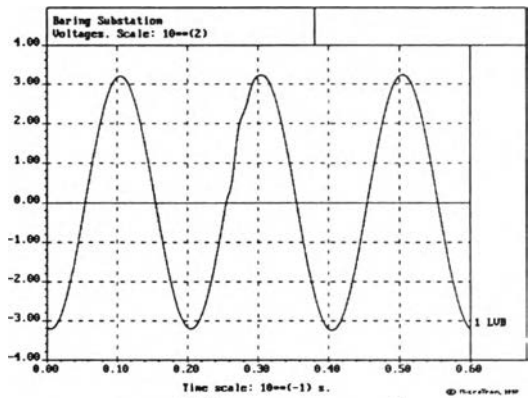


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.17 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

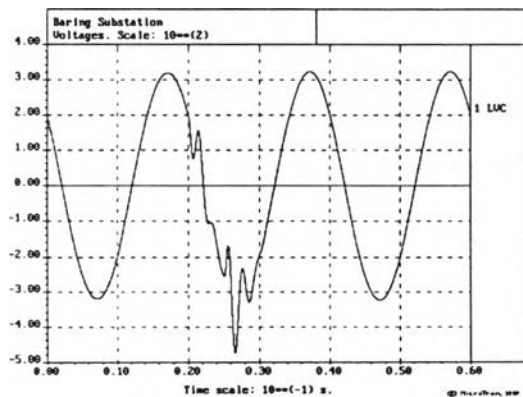


(ก) ไม่มีการควบคุม

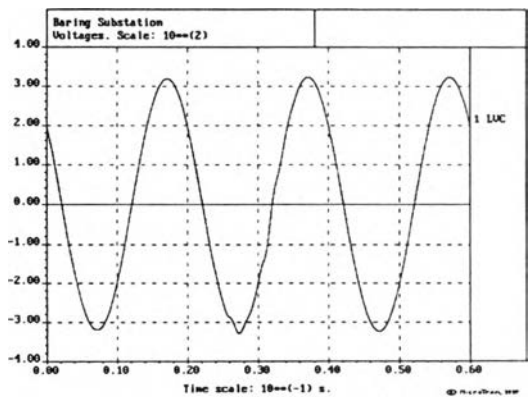


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

รูปที่ 6.18 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B

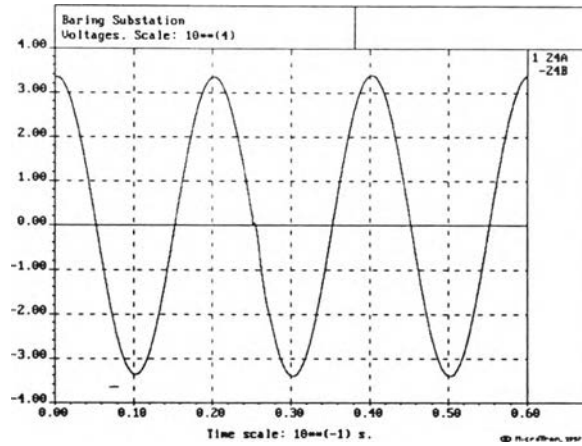


(ก) ไม่มีการควบคุม

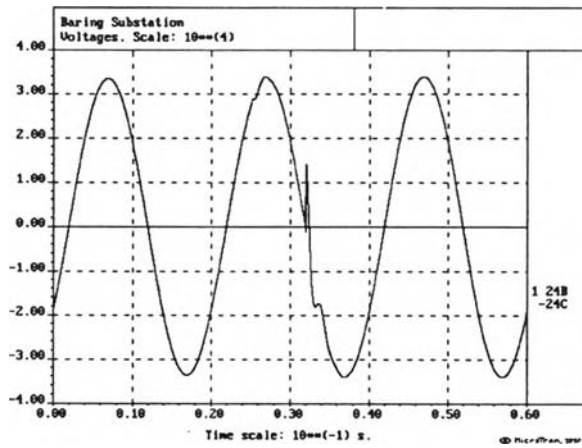


(ข) ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร

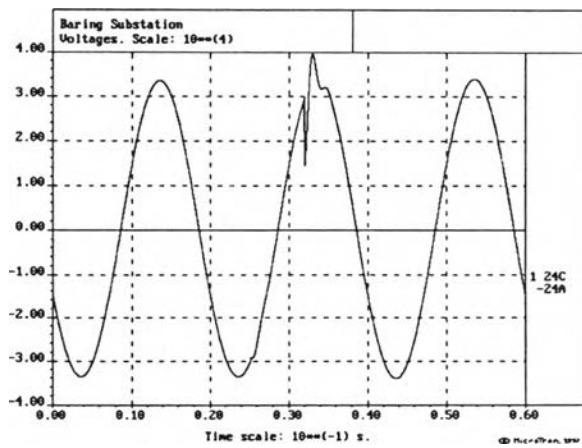
รูปที่ 6.19 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C



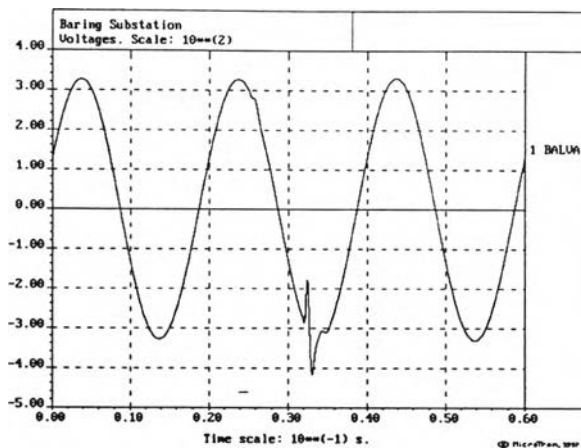
(ก) รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B



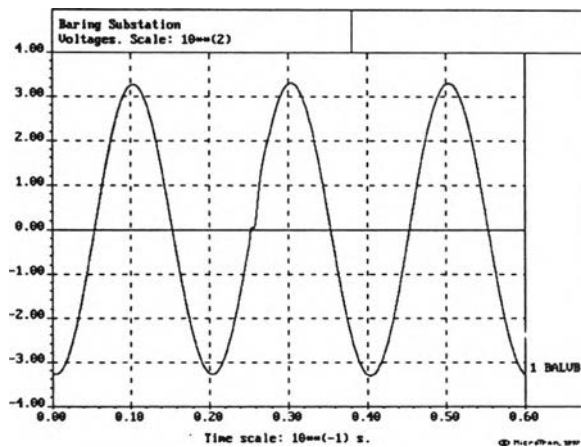
(ข) รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C



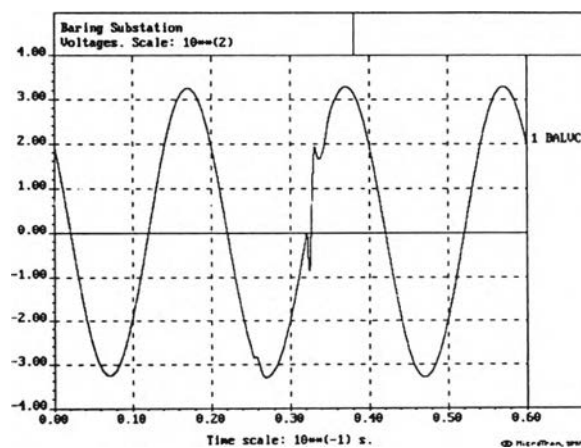
(ค) รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A



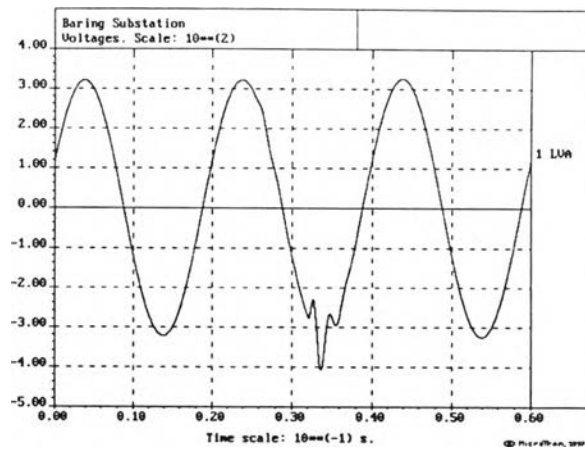
(ง) รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส A



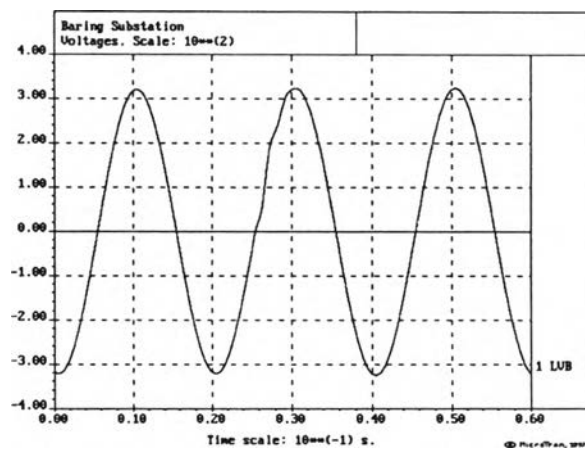
(จ) รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส B



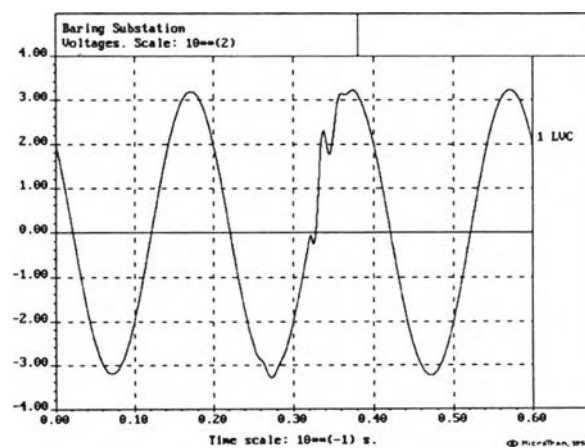
(ฉ) รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รองเท้าบาจา เฟส C



(ข) รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

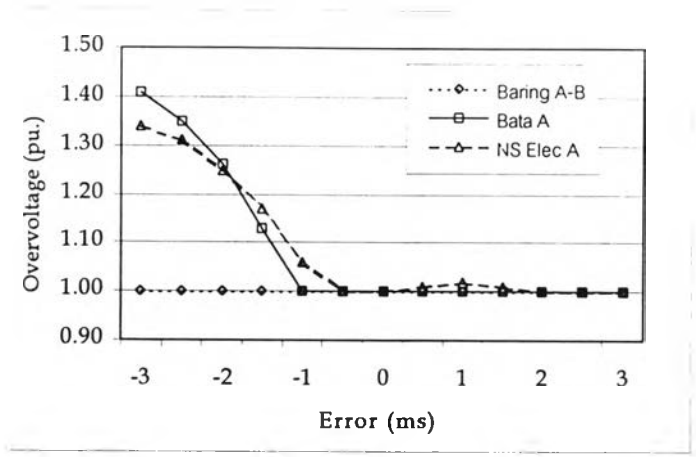


(ค) รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B

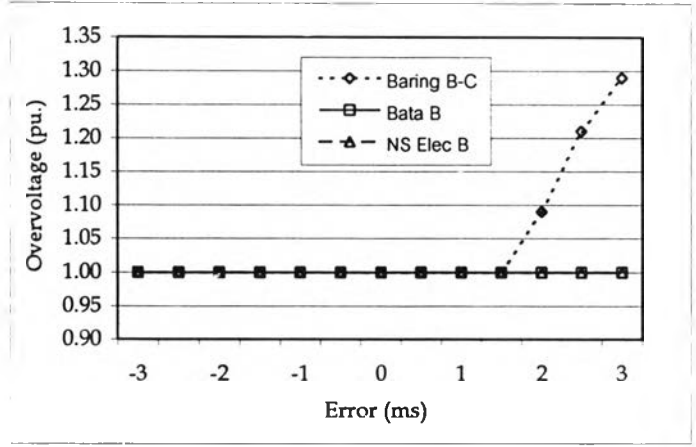


(ง) รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C

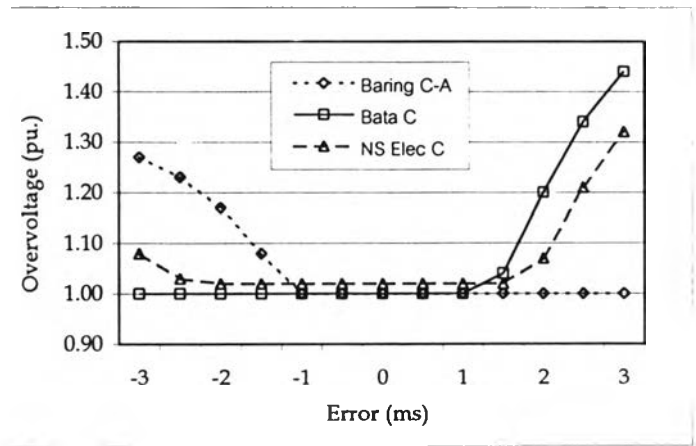
รูปที่ 6.20 ลักษณะของรูปคลื่นเมื่อชุดควบคุมการต่อวงจรต่อวงจรซ้ำไป 2 มิลลิวินาที



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.21 ขนาดของแรงดันเกินชั่วคราวที่เวลาการต่อวงจรต่างๆ

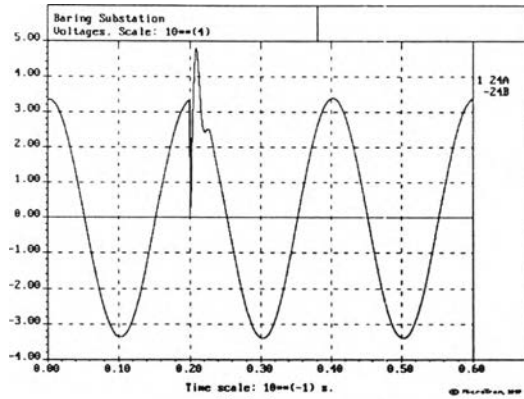
6.3 การใช้ตัวเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ

ตารางที่ 6.3 แสดงให้เห็นถึงผลของการใช้ ตัวเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ

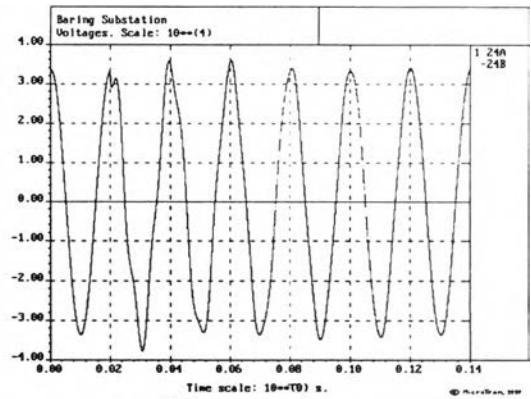
จากผลที่ได้ พบว่าขนาด X_L 7% จะให้ผลดีกว่าขนาด X_L 6% แต่วิธีการนี้ แม้ว่า จะลดแรงดันเกินชั่วคราวได้ แต่ทำให้รูปคลื่นของแรงดันมีการผิดเพี้ยนไป 3-4 ลูกคลื่น เป็น เพราะเกิดการสั้นก่อนที่จะเข้าสู่สภาวะคงตัว

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบขนาดแรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดขึ้นที่ค่า X_L ขนาดต่างๆ

% XL	Baring Overvoltage (pu.)			Bata Overvoltage (pu.)			NS Electronics Overvoltage (pu.)		
	Ph A-B	Ph B-C	Ph C-A	Ph A	Ph B	Ph C	Ph A	Ph B	Ph C
0	1.42	1.33	1.13	1.32	1.63	1.5	1.14	1.5	1.47
6	1.11	1.07	1.12	1.13	1.11	1.07	1.14	1.12	1.08
7	1.1	1.08	1.1	1.1	1.1	1.08	1.11	1.11	1.09

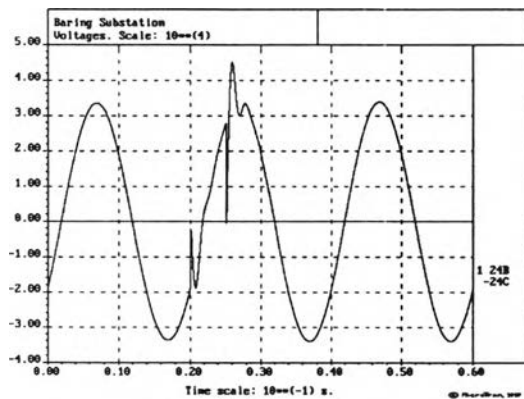


(ก) ไม่มีการควบคุม

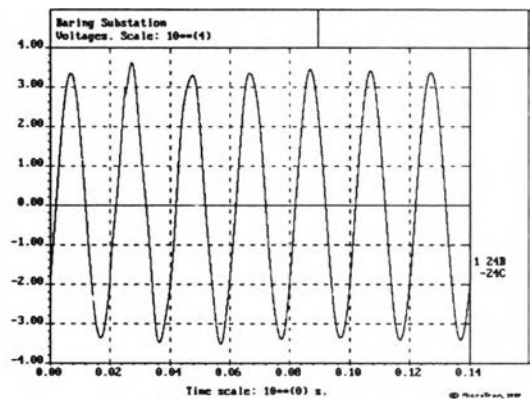


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.22 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

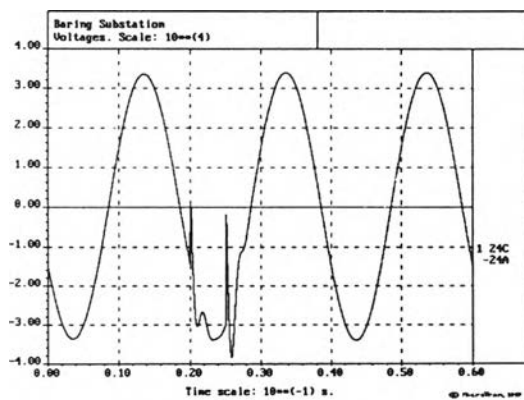


(ก) ไม่มีการควบคุม

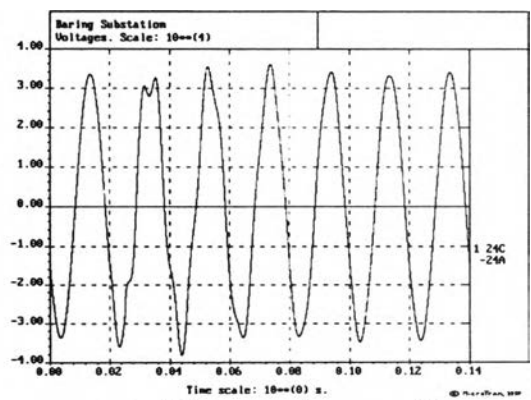


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.23 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C

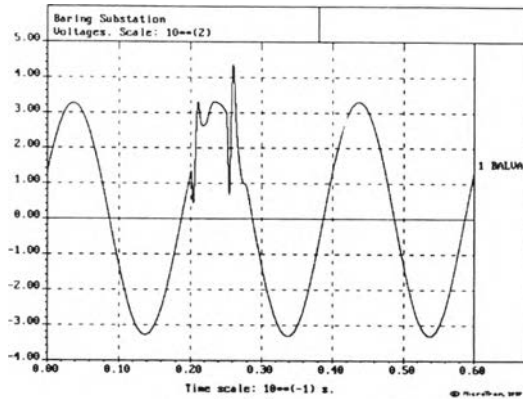


(ก) ไม่มีการควบคุม

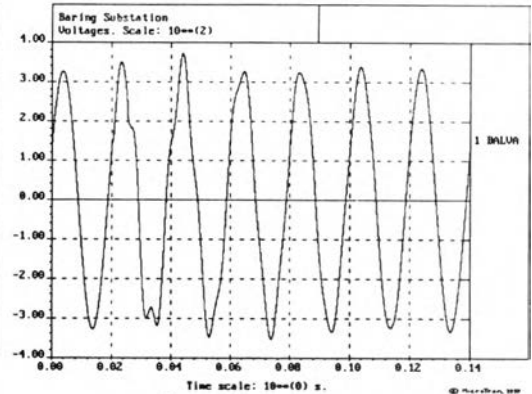


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.24 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

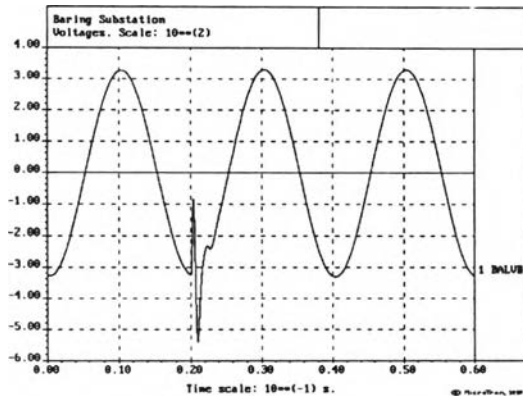


(ก) ไม่มีการควบคุม

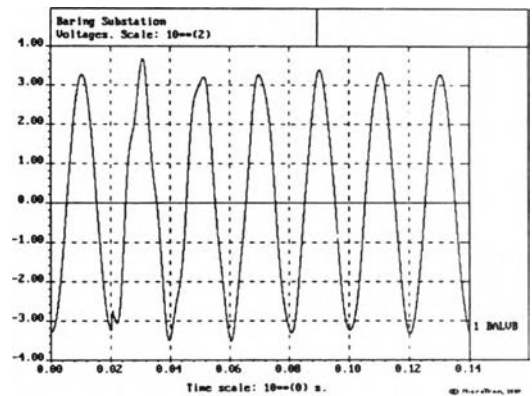


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.25 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

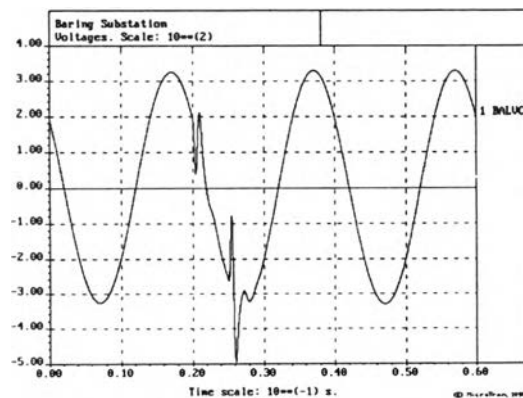


(ก) ไม่มีการควบคุม

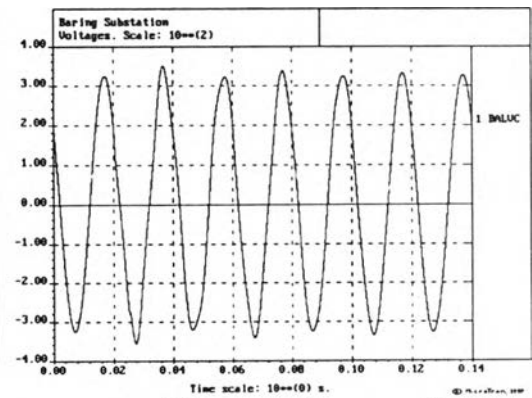


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.26 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

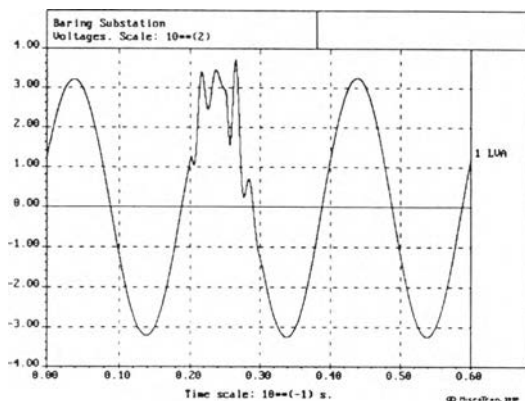


(ก) ไม่มีการควบคุม

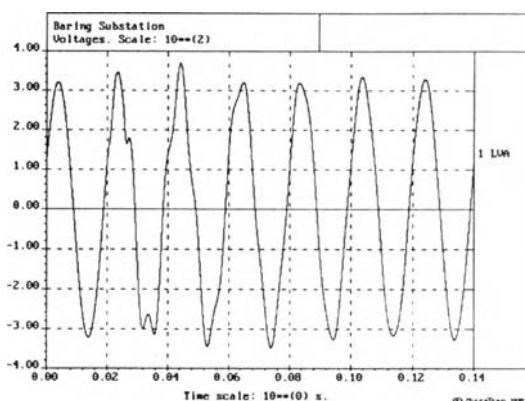


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.27 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

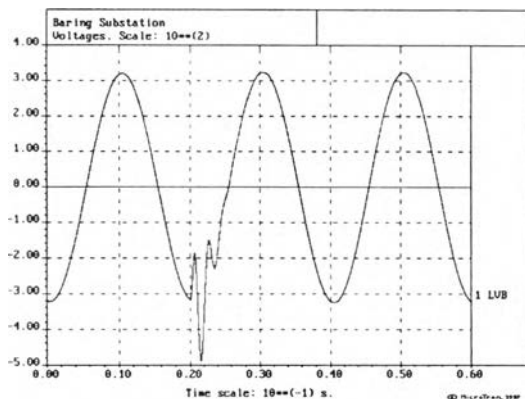


(ก) ไม่มีการควบคุม

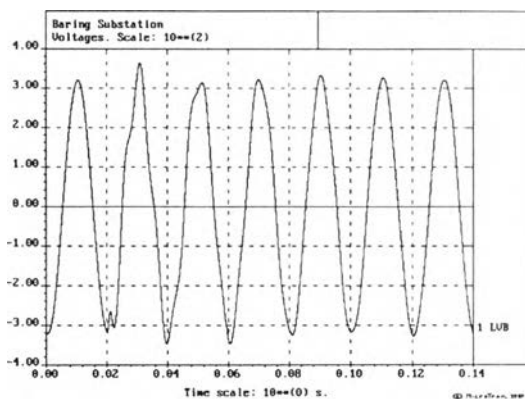


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.28 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

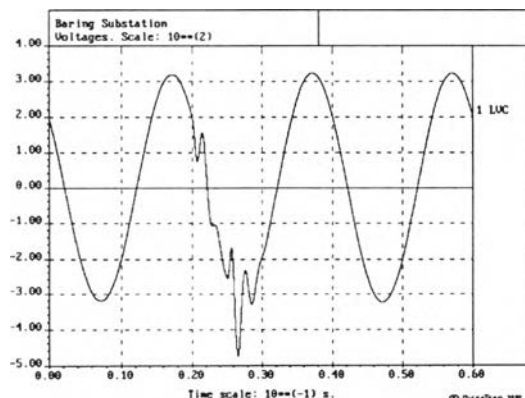


(ก) ไม่มีการควบคุม

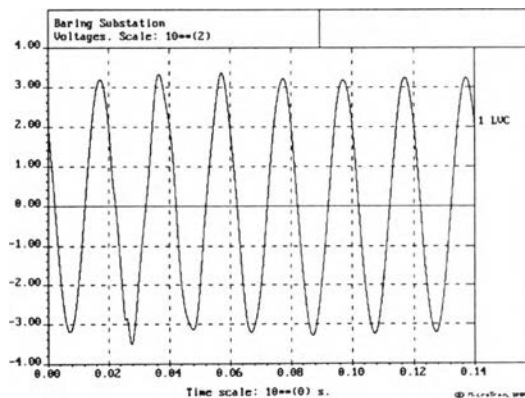


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

รูปที่ 6.29 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B

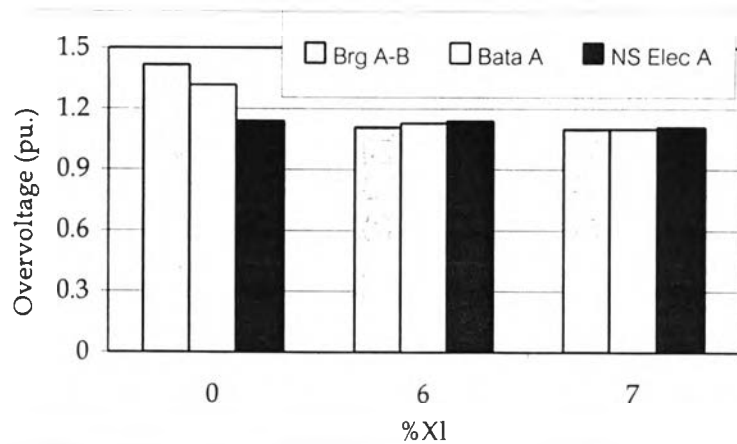


(ก) ไม่มีการควบคุม

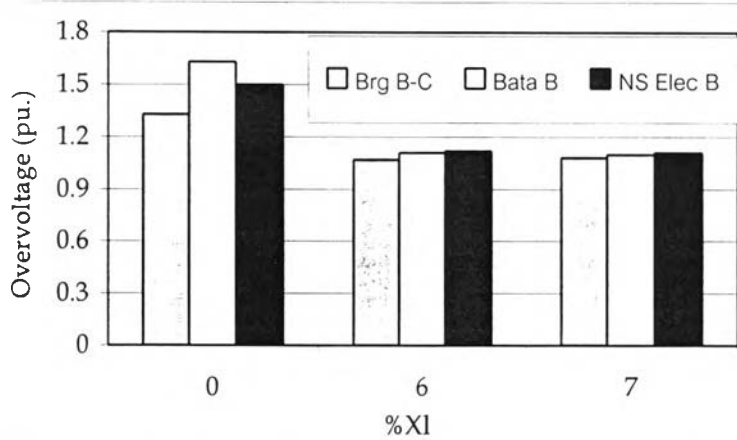


(ข) ใช้ X_L 7% ต่ออนุกรมกับ C

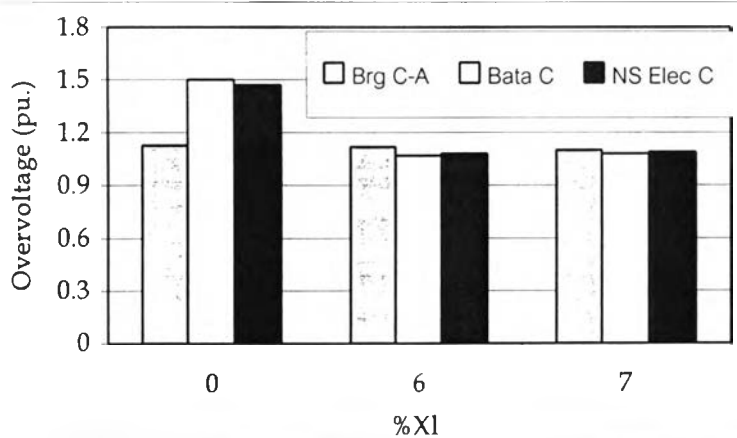
รูปที่ 6.30 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.31 ขนาดของแรงดันเกินชั่วคราวที่ X_L ขนาดต่างๆ

6.4 การปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังของผู้ใช้ไฟฟ้า

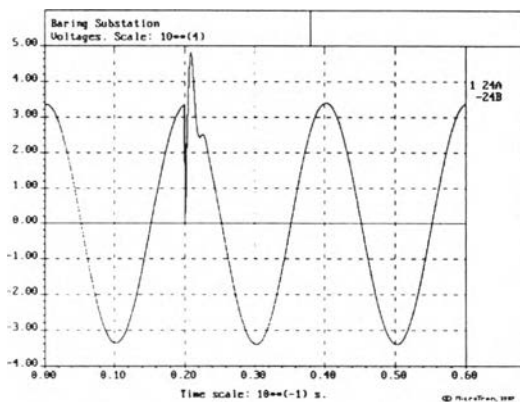
ตารางที่ 6.4 แสดงให้เห็นถึงผลของการปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังของผู้ใช้ไฟฟ้า

วิธีการนี้แตกต่างจาก 3 วิธีการแรกคือ เป็นการแก้ไขปัญหาโดยผู้ใช้ไฟฟ้าเอง ในขณะที่ 3 วิธีการแรก เป็นการแก้ไขที่สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้า

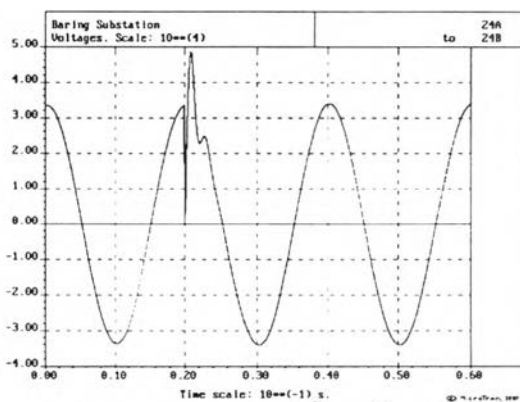
ผลที่ได้คือ จะลดขนาดแรงดันชั่วคราวได้น้อยที่สุด และยังสามารถเฉพาะรายไป (เฉพาะรายที่ทำการปรับปรุง) และในบางกรณีอาจทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใกล้เคียงที่ไม่ได้ทำการปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ประสบกับแรงดันเกินที่สูงขึ้นด้วย นั่นคือ กรณี BaONs6 และ กรณี BaONs7 ของตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบขนาดแรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดขึ้นที่ตัวกรองแบบต่างๆ

Filter	Baring Overvoltage (pu.)			Bata Overvoltage (pu.)			NS Electronics Overvoltage (pu.)		
	Ph A-B	Ph B-C	Ph C-A	Ph A	Ph B	Ph C	Ph A	Ph B	Ph C
Ba0Ns0	1.42	1.33	1.13	1.32	1.63	1.50	1.14	1.50	1.47
Ba0Ns6	1.42	1.33	1.13	1.34	1.66	1.53	1.02	1.27	1.22
Ba0Ns7	1.42	1.33	1.13	1.34	1.66	1.53	1.02	1.28	1.22
Ba6Ns0	1.43	1.34	1.14	1.03	1.31	1.25	1.14	1.50	1.47
Ba7Ns0	1.43	1.34	1.14	1.04	1.32	1.26	1.14	1.50	1.47
<i>Ba6Ns6</i>	<i>1.43</i>	<i>1.34</i>	<i>1.14</i>	<i>1.05</i>	<i>1.33</i>	<i>1.27</i>	<i>1.02</i>	<i>1.27</i>	<i>1.22</i>
Ba7Ns6	1.43	1.34	1.14	1.06	1.34	1.28	1.02	1.27	1.22
Ba6Ns7	1.43	1.34	1.14	1.05	1.33	1.27	1.02	1.28	1.22
Ba7Ns7	1.43	1.34	1.14	1.06	1.34	1.27	1.02	1.28	1.22

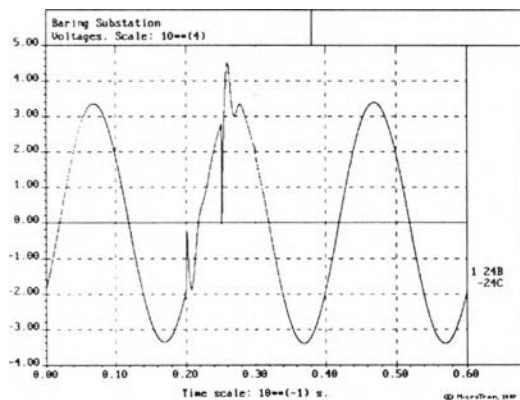


(ก) ไม่มีการควบคุม

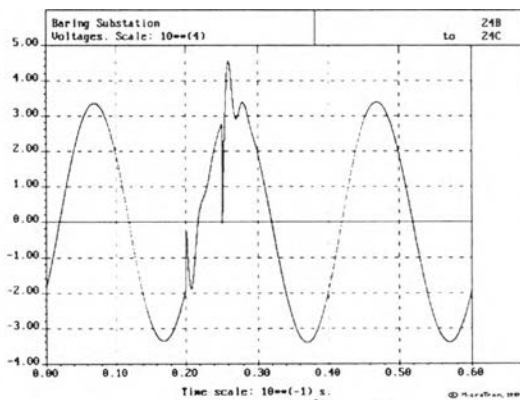


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสองโรงงาน

รูปที่ 6.32 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส A-B

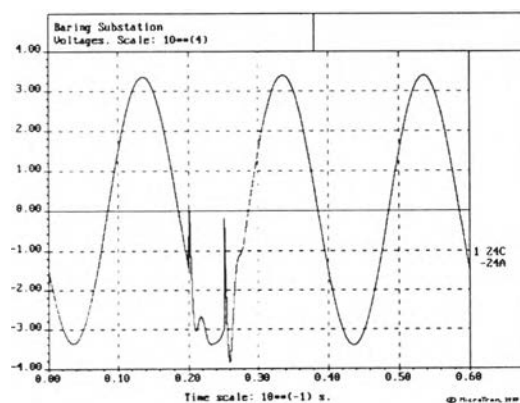


(ก) ไม่มีการควบคุม

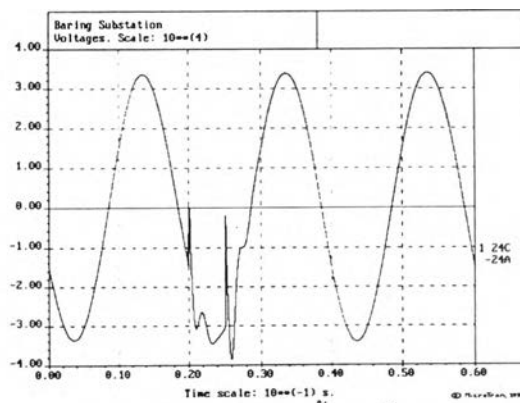


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสองโรงงาน

รูปที่ 6.33 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส B-C

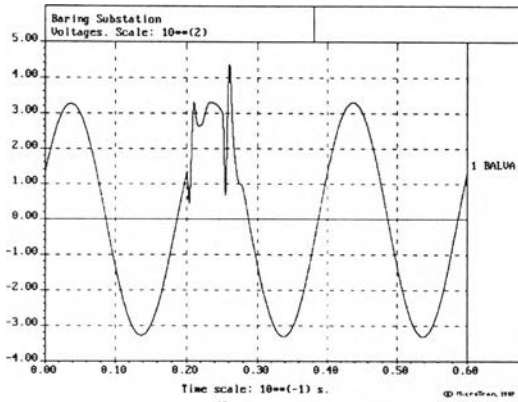


(ก) ไม่มีการควบคุม

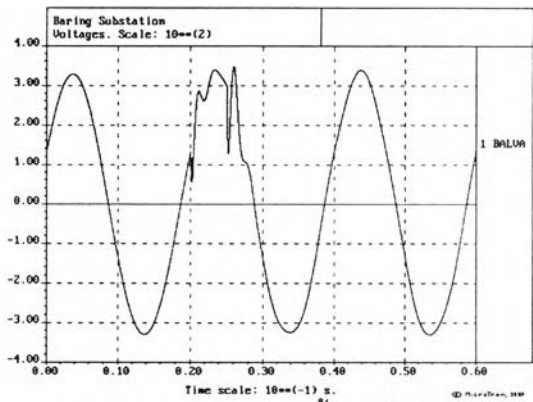


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสองโรงงาน

รูปที่ 6.34 รูปคลื่นแรงดัน (เฟส-เฟส) ที่บัส BRGC2 เฟส C-A

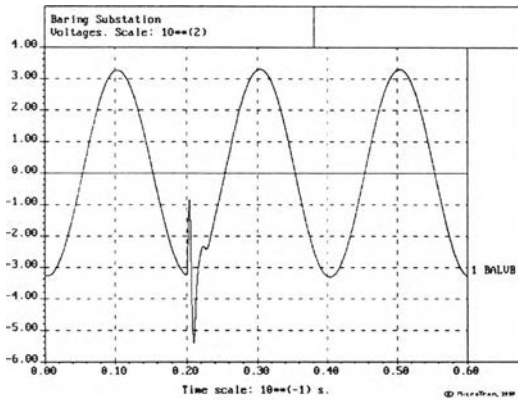


(ก) ไม่มีการควบคุม

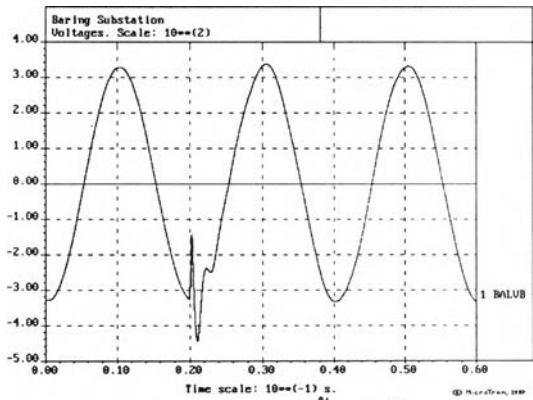


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสองโรงงาน

รูปที่ 6.35 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส A

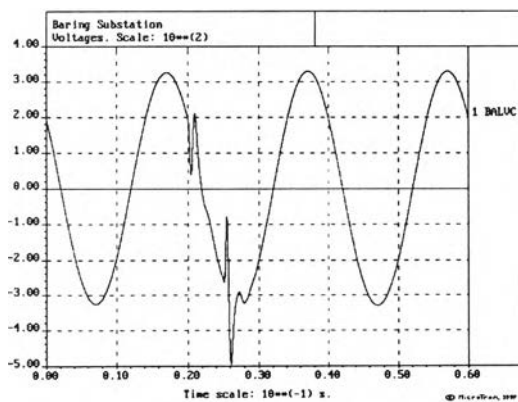


(ก) ไม่มีการควบคุม

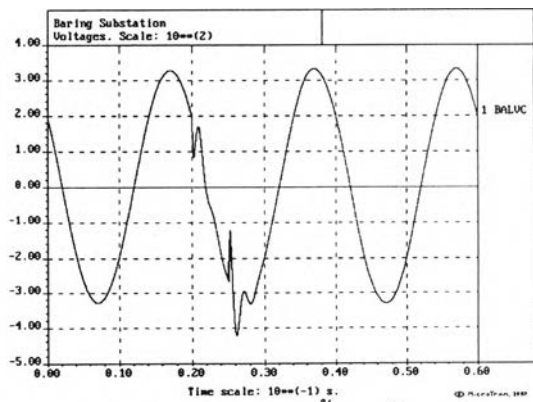


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสองโรงงาน

รูปที่ 6.36 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส B

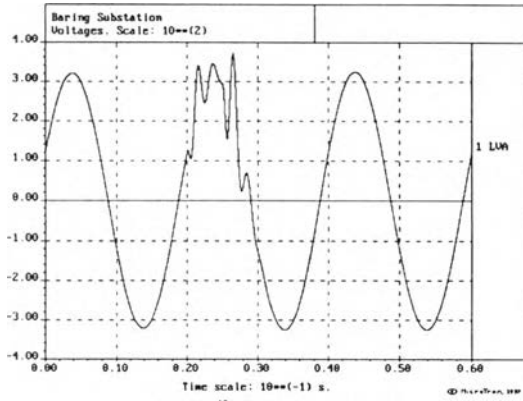


(ก) ไม่มีการควบคุม

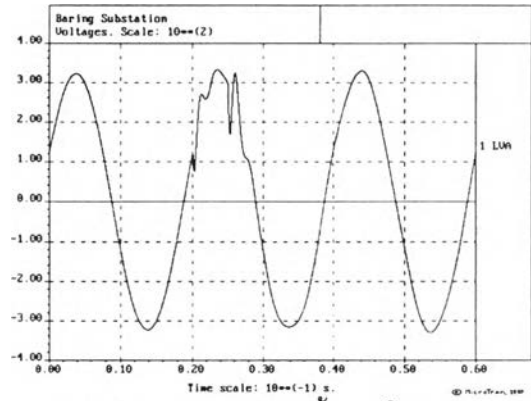


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสองโรงงาน

รูปที่ 6.37 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน รongเท้าบาจา เฟส C

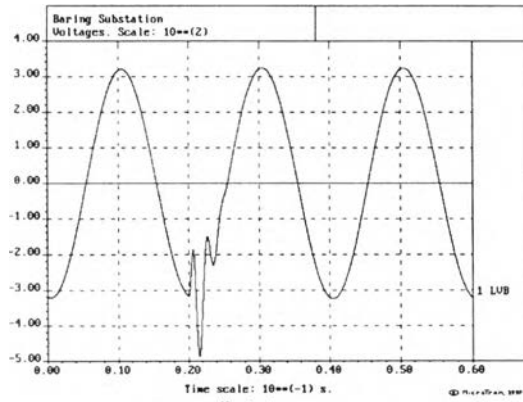


(ก) ไม่มี การควบคุม

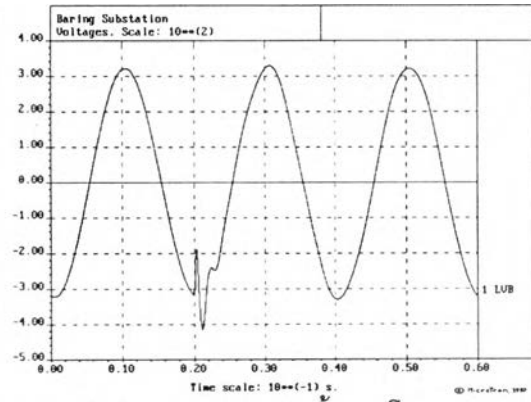


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสอง โรงงาน

รูปที่ 6.38 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส A

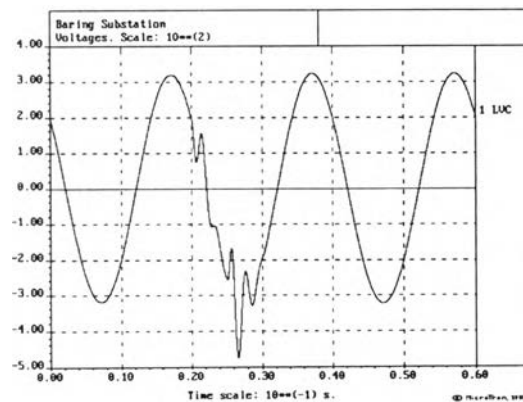


(ก) ไม่มี การควบคุม

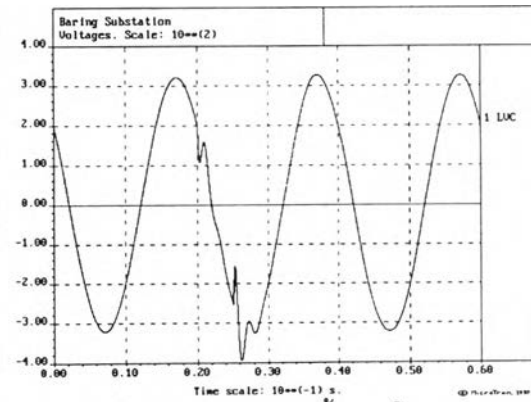


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสอง โรงงาน

รูปที่ 6.39 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส B

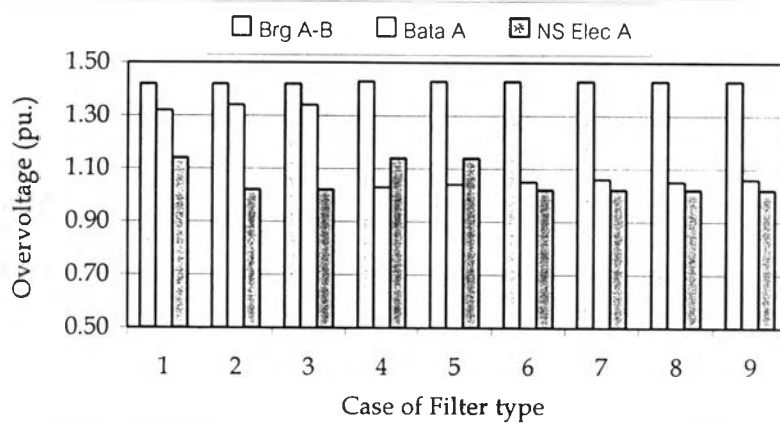


(ก) ไม่มี การควบคุม

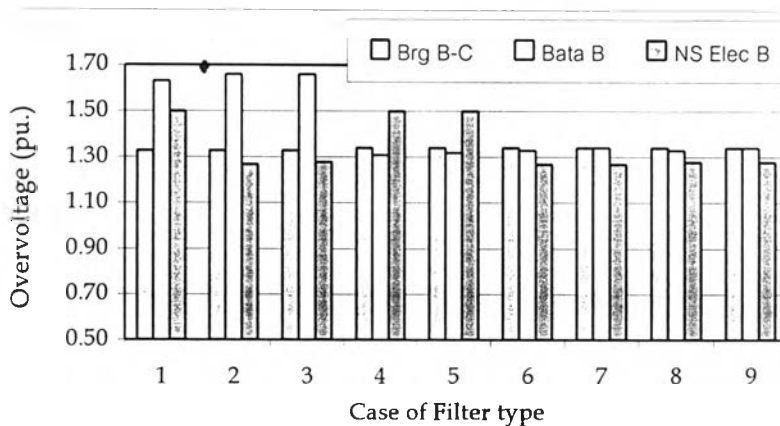


(ข) Filter X_L 6% ทั้งสอง โรงงาน

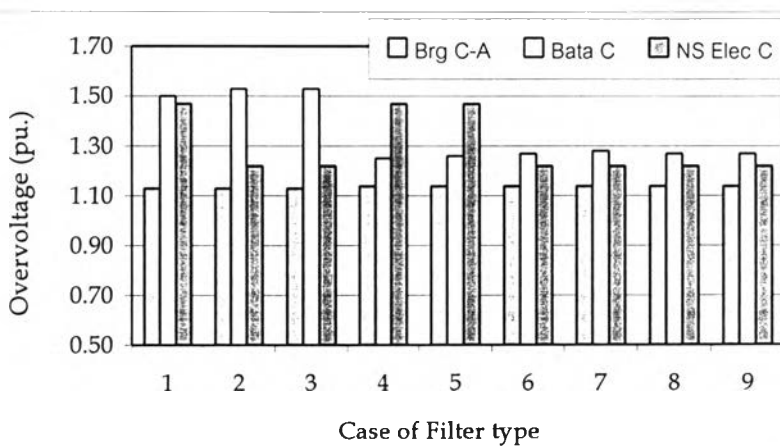
รูปที่ 6.40 รูปคลื่นแรงดันที่โรงงาน NS Electronics เฟส C



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 6.41 ขนาดของแรงดันเกินชั่วคราวที่ตัวกรองแบบต่างๆ

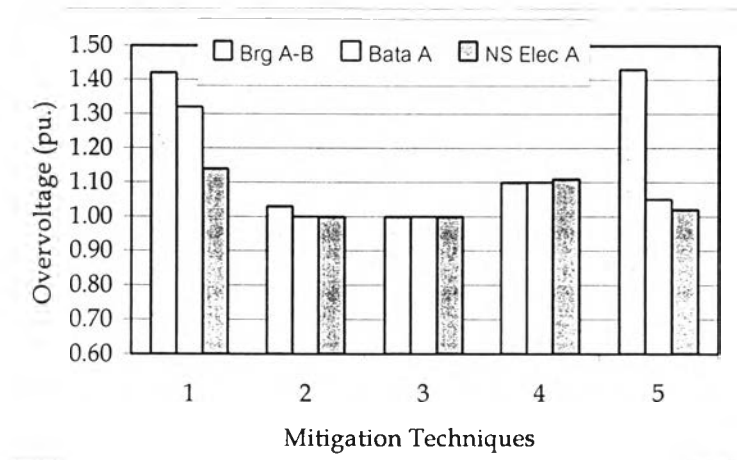
หมายเหตุ

1. Case1 หมายถึง ไม่มีการปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังของผู้ใช้ไฟฟ้า ของโรงงานทั้งสองแห่ง
2. Case2 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน NS Electronics โดยใช้ $X_L = 6\%$ แต่ไม่มีการแก้ไขที่โรงงาน รองเท้าบาจา
3. Case3 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน NS Electronics โดยใช้ $X_L = 7\%$ แต่ไม่มีการแก้ไขที่โรงงาน รองเท้าบาจา
4. Case4 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน รองเท้าบาจา โดยใช้ $X_L = 6\%$ แต่ไม่มีการแก้ไขที่โรงงาน NS Electronics
5. Case5 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน รองเท้าบาจา โดยใช้ $X_L = 7\%$ แต่ไม่มีการแก้ไขที่โรงงาน NS Electronics
6. Case6 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน รองเท้าบาจา โดยใช้ $X_L = 6\%$ และที่โรงงาน NS Electronics ใช้ $X_L = 6\%$
7. Case7 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน รองเท้าบาจา โดยใช้ $X_L = 7\%$ และที่โรงงาน NS Electronics ใช้ $X_L = 6\%$
8. Case8 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน รองเท้าบาจา โดยใช้ $X_L = 6\%$ และที่โรงงาน NS Electronics ใช้ $X_L = 7\%$
9. Case7 หมายถึง ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังที่โรงงาน รองเท้าบาจา โดยใช้ $X_L = 7\%$ และที่โรงงาน NS Electronics ใช้ $X_L = 7\%$

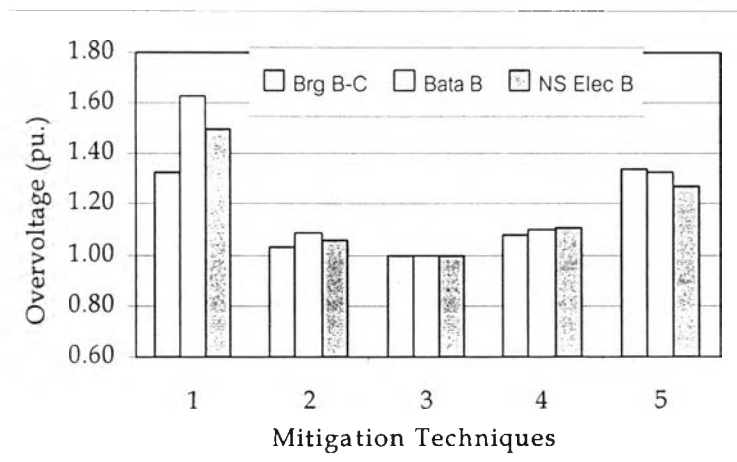
6.5 บทสรุป

จากวิธีการทั้งหมด จะนำผลที่ดีที่สุดของแต่ละวิธีการมาพิจารณาพร้อมกัน เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นว่าวิธีการใดดีที่สุด ทำการแสดงให้เห็นโดยรูปที่ 6.42

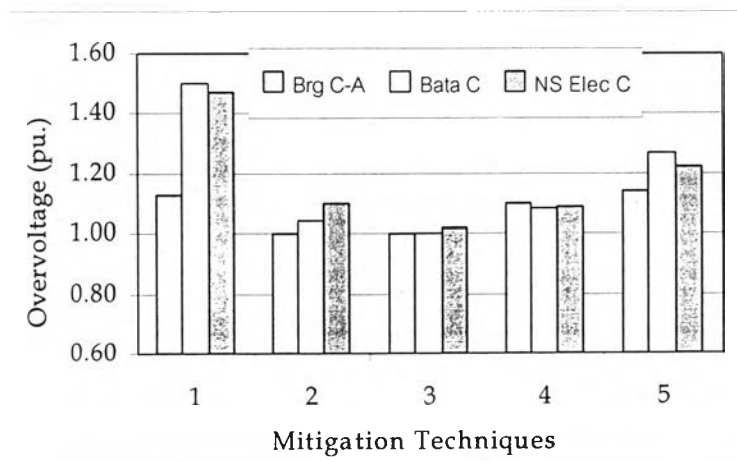
จากรูปที่ 6.42 จะพบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ การใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร เพราะแรงดันเกินชั่วครู่แทบจะไม่เกิดขึ้นเลยทั้งที่ สถานีไฟฟ้าย่อย และที่ผู้ใช้ไฟฟ้า ส่วนวิธีที่ดีรองลงมาคือ การใช้ Pre-insertion Resistors



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.42 เปรียบเทียบแรงดันเกินชั่วคราวด้วยวิธีการควบคุมแรงดันแบบต่างๆ

หมายเหตุ

1. วิธีที่ 1 คือ ไม่มีการควบคุมแรงดันเกิน
2. วิธีที่ 2 คือ ใช้ Pre-insertion Resistors ขนาด 35 Ω
3. วิธีที่ 3 คือ ใช้ชุดควบคุมการต่อวงจร (ไม่มีความผิดพลาดเนื่องจากการปิดวงจร)
4. วิธีที่ 4 คือ ใช้ตัวเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ ที่สถานีไฟฟ้าย่อย โดยใช้ขนาดตัวเหนี่ยวนำ $X_L = 7\% 6_c$
5. วิธีที่ 5 คือ ปรับปรุงชุดแก้ตัวประกอบกำลังของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้เป็นตัวกรองฮาร์มอนิก โดยทำการแก้ไขที่โรงงานทั้งสองแห่ง และใช้ $X_L = 6\% 6_c$ เท่ากันทั้งสองที่