

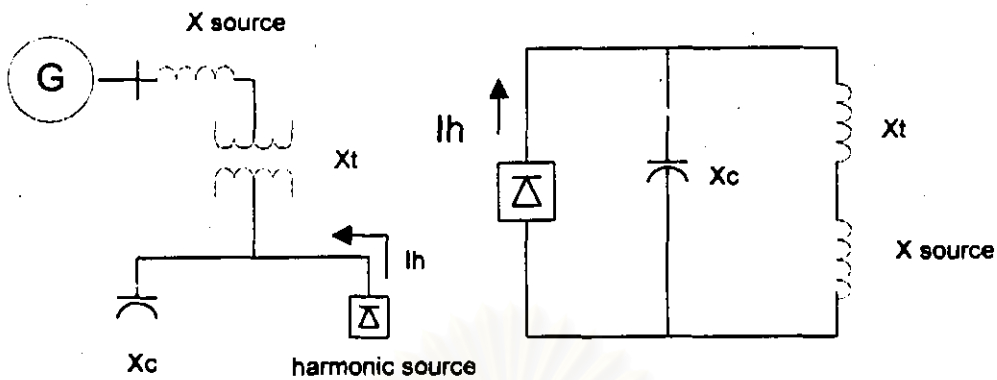
## บทที่ 5

### การเกิดเรโซแนนซ์และผลกระทบต่อชุดตัวเก็บประจุ

#### 5.1 ทฤษฎีการเกิดเรโซแนนซ์ [ 3,4,7,8 ]

ในปัจจุบันปัญหาเกี่ยวกับ ฮาร์มอนิกที่มีผลกระทบต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า ฯ จะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะความเจริญก้าวหน้าทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่งได้ถูกพัฒนาใช้อย่างกว้างขวางในระบบการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นเนื่องจากฮาร์มอนิกล้วนแต่ก่อให้เกิดความสูญเสียในหม้อแปลงกำลัง สายเคเบิล ชุดระบบควบคุม ระบบป้องกัน ระบบมิเตอร์ ตลอดจนระบบสื่อสารโทรคมนาคม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบจำหน่ายที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุ ทั้งนี้เพราะอาจจะทำให้เกิดเรโซแนนซ์ขึ้นที่ความถี่ฮาร์มอนิกค่าๆหนึ่งเสมอ

การพิจารณาผลของฮาร์มอนิกที่จะทำให้เกิดเรโซแนนซ์ขึ้นในระบบไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงผลของตัวแปรต่างๆในระบบ เช่น ค่าความต้านทาน ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุไฟฟ้าในกรณีทีระบบประกอบไปด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า เคเบิล ตัวเก็บประจุ เป็นต้น ในสภาวะปกติค่าความจุไฟฟ้าในระบบมีค่าต่ำดังนั้นความถี่เรโซแนนซ์จะเกิดที่ความถี่สูงมากซึ่งขนาดของฮาร์มอนิกที่ความถี่สูงจะมีค่าต่ำเป็นผลให้ไม่เกิดปัญหาในระบบแต่ในกรณีระบบที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุ ผลของความถี่เรโซแนนซ์จะเกิดที่ความถี่ต่ำลงซึ่งขนาดของฮาร์มอนิกที่ความถี่ต่ำจะมีค่าสูงเป็นผลทำให้เกิดปัญหาขึ้น โดยปกติการใช้งานชุดตัวเก็บประจุในสถานีไฟฟ้าย่อยจะต่ออยู่กับบัสบาร์เดียวกันกับที่มีสายป้อนต่ออยู่ ดังนั้นการพิจารณาผลของการเกิดเรโซแนนซ์จะพิจารณาว่าปริมาณกระแสฮาร์มอนิกไหลจากไหลเข้าสู่สถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งจะทำให้เกิดเรโซแนนซ์แบบขนาน ทำให้มีการขยายตัวของกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลผ่าน หม้อแปลงกำลัง และ ชุดตัวเก็บประจุ ดังรูปที่



รูปที่ 5.1 การเกิดเรโซแนนซ์แบบขนานเนื่องจากการใช้งานชุดตัวเก็บประจุ

การแก้ปัญหาจึงจำเป็นที่จะต้องทราบความถี่ที่จะทำให้เกิดเรโซแนนซ์ขึ้นในระบบซึ่งสามารถคำนวณจาก

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (5.1)$$

โดยที่

- $f$  คือความถี่ที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์
- $L$  คือค่าความเหนี่ยวนำของระบบ
- $C$  คือค่าความจุไฟฟ้าของระบบ

ในระบบไฟฟ้ากำลังโดยทั่วไปการที่จะทราบค่าความเหนี่ยวนำหรือค่าความจุไฟฟ้าที่แน่นอนอาจจะทำได้ยากดังนั้นในการคำนวณหาค่าอันดับของฮาร์โมนิกที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์นั้นสามารถที่จะคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้แทน

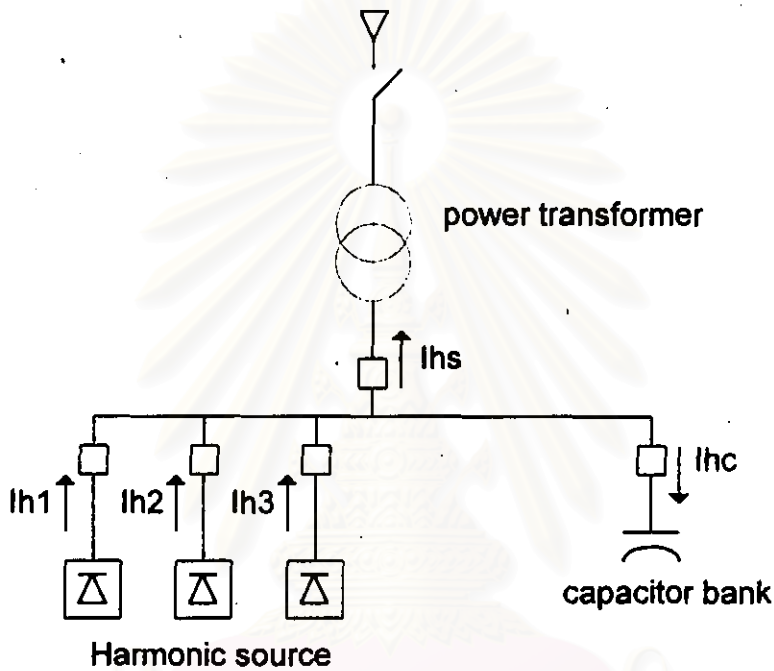
$$h = \sqrt{\frac{MVA_{sc}}{MVar_c}} = \sqrt{\frac{X_c}{X_{sc}}} = \sqrt{\frac{kVA_{sc} \cdot 100}{kVar_{sc} \cdot Z_u(\%)}} \quad (5.2)$$

โดยที่

- $h$  คืออันดับของฮาร์โมนิกที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์
- $MVA_{sc}$  คือค่าพิคกของการลัดวงจรทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง
- $MVar_c$  คือพิคกของชุดตัวเก็บประจุที่ใช้งานในสถานีไฟฟ้าย่อย
- $X_c$  คือค่ารีแอกแตนซ์ของตัวเก็บประจุ

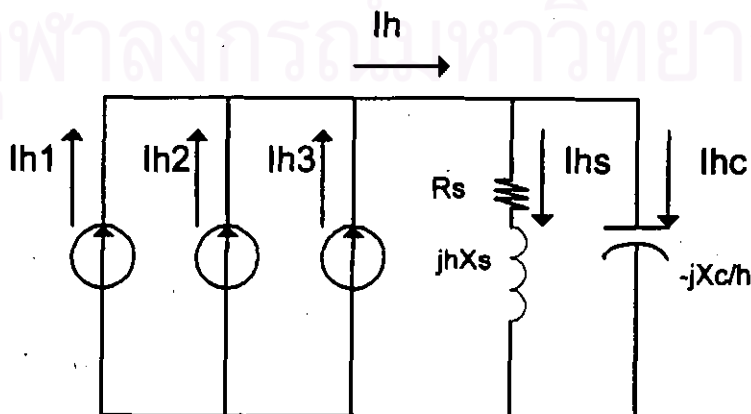
$X_{sc}$	คือ ค่ารีแอกแตนซ์ลัดวงจรของระบบ
$kVA_{tx}$	คือ ค่าพิกัดของหม้อแปลง
$kVar (cap)$	คือ ค่าพิกัดของชุดตัวเก็บประจุ
$Z_{tx}(\%)$	คือ ค่าอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลง

การเกิดเรโซแนนซ์ที่สถานีไฟฟ้าย่อย จะพิจารณาโดยรูปแบบจากรูปที่



รูปที่ 5.2 รูปแบบของสถานีไฟฟ้าย่อยที่จะใช้ในการวิเคราะห์เรโซแนนซ์

จากรูปที่ 5.2 เมื่อพิจารณาปริมาณกระแสฮาร์มอนิกไหลจากโหลดที่อยู่ในสายป้อนเข้าสู่สถานีไฟฟ้าย่อย จากนั้นปริมาณกระแสฮาร์มอนิกจะไหลเข้าสู่หม้อแปลงกำลัง ( $I_{hs}$ ) และชุดตัวเก็บประจุ ( $I_{cs}$ ) โดยสามารถที่จะเขียนวงจรสมมูลได้ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 วงจรสมมูลของการเกิดเรโซแนนซ์ที่สถานีไฟฟ้าย่อย

โดยที่  $I_{hs}$  และ  $I_{hc}$  หาได้จากสมการที่

$$I_{hs} = \frac{-jX_c / h}{R_s + j(hX_s - X_c / h)} \cdot I_h \quad (5.3)$$

และ

$$I_{hc} = \frac{R_s + jhX_s}{R_s + j(hX_s - X_c / h)} \cdot I_h \quad (5.4)$$

และที่จุดเรโซแนนซ์โดยคำนวณตามสมการ (5.2) จะได้ว่า

$$hX_s = X_c / h \quad (5.5)$$

ดังนั้น

$$I_{hs} = \frac{-jX_c / h}{R_s} \cdot I_h \quad (5.6)$$

$$I_{hc} = \frac{R_s + jhX_s}{R_s} \cdot I_h = \left(1 + \frac{jhX_s}{R_s}\right) \cdot I_h \quad (5.7)$$

โดยที่ อัตราการขยายปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลง ( $\rho_s$ ) และอัตราการขยายปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่ชุดตัวเก็บประจุ ( $\rho_c$ ) สามารถหาได้จาก

$$\rho_s = \frac{-jX_c / h}{R_s + j(hX_s - X_c / h)} \quad (5.8)$$

และ

$$\rho_c = \frac{R_s + jhX_s}{R_s + j(hX_s - X_c / h)} \quad (5.9)$$

ขณะเกิดเรโซแนนซ์จะได้ค่า  $I_{hs}$  และ  $I_{hc}$  มีค่าสูงกว่า  $I_h$  มาก ดังนั้น การพิจารณาว่าเกิดเรโซแนนซ์หรือไม่จะทำการเปรียบเทียบ  $I_{hs}$  กับ  $I_h$  หรือ  $I_{hc}$  กับ  $I_h$  หาก  $I_{hs}$  และ/หรือ  $I_{hc}$  มีค่าสูงกว่า  $I_h$  พอสสมควรก็แสดงว่าเกิดเรโซแนนซ์ขึ้น

โดยการเกิดเรโซแนนซ์นอกจากจะทำให้ปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงกำลังและชุดตัวเก็บประจุในสถานีไฟฟ้าย่อยมีค่าสูงแล้วยังจะทำให้แรงดันที่บัสบาร์มีค่าสูงขึ้นไปด้วย ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชุดตัวเก็บประจุได้

ในการตรวจสอบบางครั้งไม่สามารถวัดฮาร์มอนิกอันดับที่เกิดเรโซแนนซ์ได้ เพราะเป็นอันดับที่ไม่มีอยู่ เช่น ฮาร์มอนิกอันดับที่ 8 การตรวจสอบจึงใช้การดูอัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลง (Ps) และอัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่ชุดตัวเก็บประจุ (Pc) ของอันดับที่อยู่ข้างเคียงกับอันดับที่เกิดเรโซแนนซ์ เช่น ฮาร์มอนิกอันดับที่ 5 และ 7 อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติไม่สามารถตรวจวัดฮาร์มอนิกบนสายป้อนได้พร้อมๆกันทั้งขนาดและมุมเฟสจึงไม่สามารถนำมารวมกันได้อย่างถูกต้อง ในการวิเคราะห์นี้จึงใช้การรวมแบบพีชคณิตโดยคูณผลที่รุนแรงที่สุด หาก Ps และ/หรือ Pc มีค่ามากกว่า 1 ก็แสดงว่าเกิดการขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงและ/หรือชุดตัวเก็บประจุขึ้น

ในการพิจารณาผลกระทบของฮาร์มอนิกต่อชุดตัวเก็บประจุจะพิจารณาตามมาตรฐาน IEC 60871-1-1997 ซึ่งจะพิจารณาจากค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสและแรงดัน ดังนี้

- ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแส เมื่อรวมฮาร์มอนิกจะต้องไม่เกิน 130% ของค่ากระแสที่พิกัด
- ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดัน เมื่อรวมฮาร์มอนิกจะต้องมีค่าไม่เกิน 110% ของแรงดันที่พิกัด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 5.2 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ผล

จากการตรวจวัดปริมาณกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกที่สถานีไฟฟ้าย่อย 4 แห่ง จำนวน 7 bay ที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุ ( capacitor bank ) ภายในสถานี ได้แก่

สถานีไฟฟ้าย่อย บางปลากด ทางด้าน bay1

สถานีไฟฟ้าย่อย คลองสรรพาสามิต ทางด้าน bay1, 2 และ 3

สถานีไฟฟ้าย่อย ไม้อัด ทางด้าน bay 1

สถานีสับเปลี่ยนลำโรง ทางด้าน bay1 และ 2

สามารถวิเคราะห์การเกิดเรโซแนนซ์ จาก ผลการตรวจวัดได้ตามขั้นตอน ดังนี้คือ

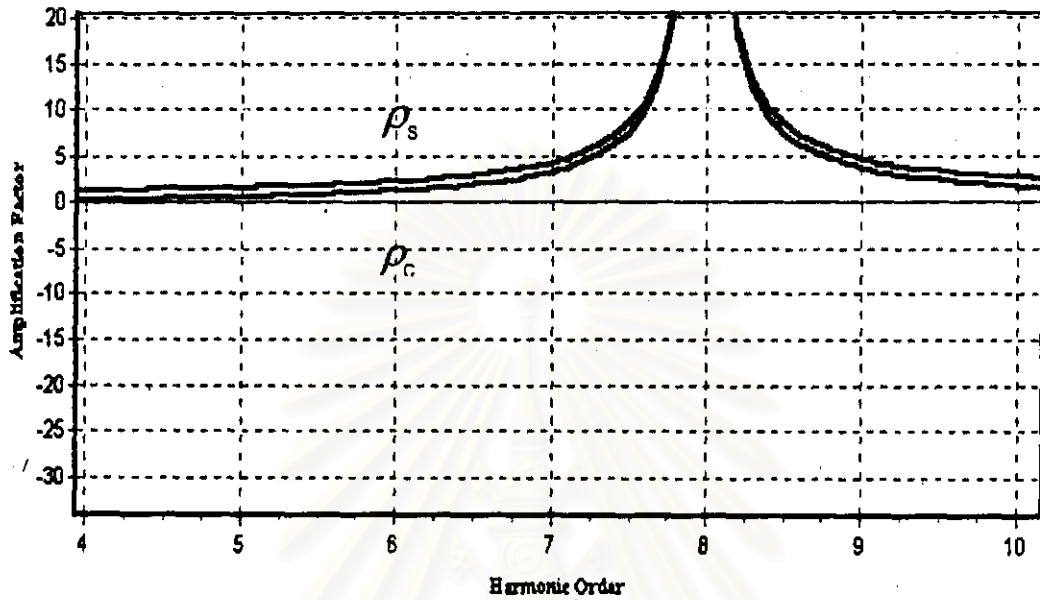
ขั้นตอนที่ 1 จากข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด สามารถคำนวณหาอันดับของฮาร์มอนิกที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์ โดยใช้สมการ (5.2) จะได้ผลดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การคำนวณหาอันดับของฮาร์มอนิกที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์ที่สถานีไฟฟ้าย่อยต่างๆ

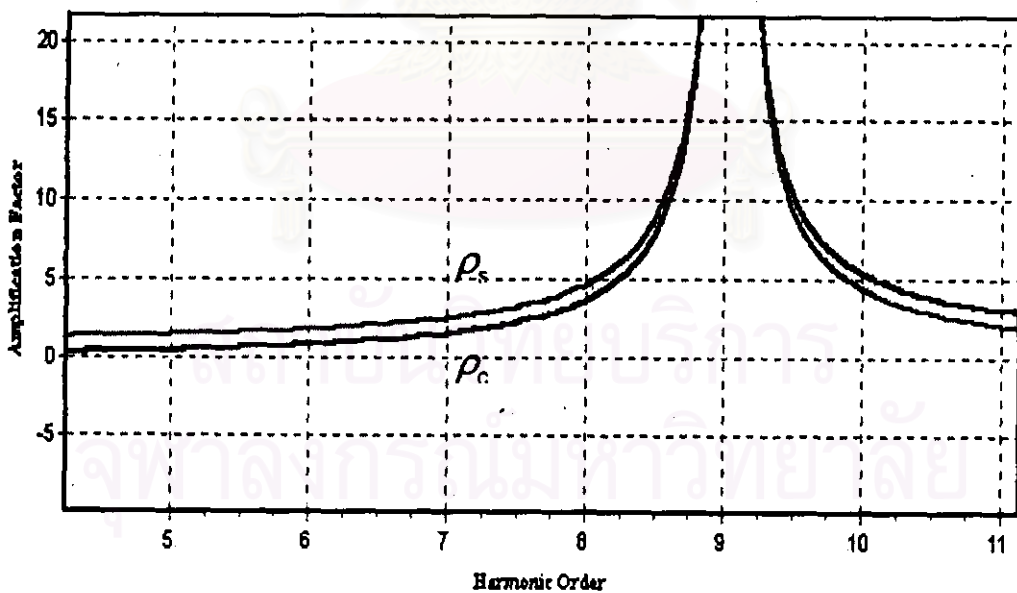
สถานีไฟฟ้าย่อย	bay	ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด	MVA <sub>sc</sub>	พิกัดของชุดตัวเก็บประจุ ที่ใช้งาน (MVA) <sup>*</sup>	อันดับฮาร์มอนิกที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์
บางปลากด (BK)	1	5ตค.41 ถึง 12ตค.41	260.54	3.92	8.15
คลองสรรพาสามิต (KS)	1,2	26ตค.41 ถึง 2กย.41	183.25	3.92	8.9
				7.84	6.3
	3	9กย.41 ถึง 16กย.41	239.7	3.92	7.82
				7.84	5.23
ไม้อัด (MA)	1	30กย.41 ถึง 7ตค.41	227.7	3.92	7.62
ลำโรง (SR)	1	2ธค.41 ถึง 9ธค.41	271.19	1.96	11.76
	2	14ธค.41 ถึง 21ธค.41	275.07	1.96	11.85

\* หมายเหตุ แปลงพิกัด MVA<sub>r</sub> ไปที่ระดับแรงดัน 12 kV

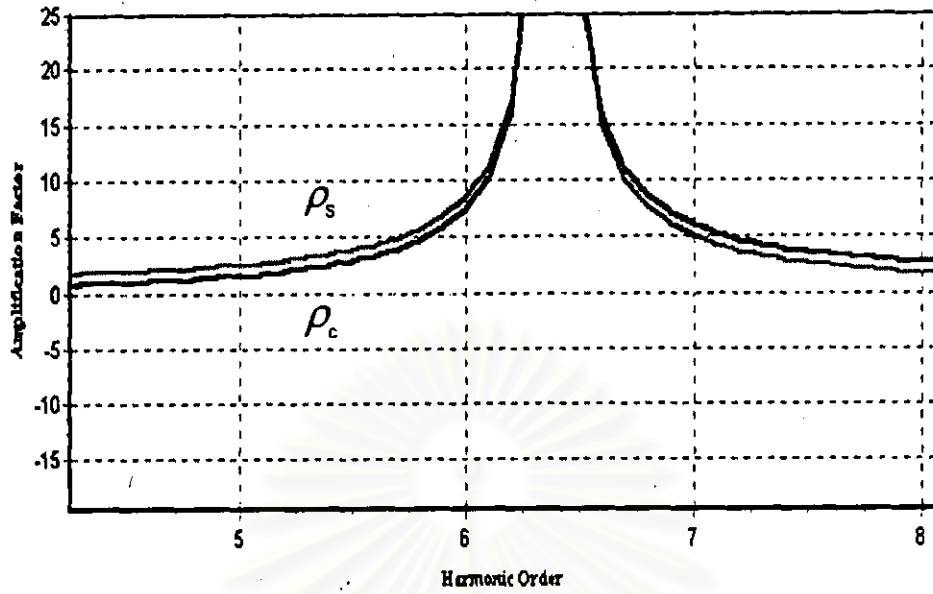
ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาอัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลง ( $\rho_s$ ) และ ชุดตัวเก็บประจุ ( $\rho_c$ ) โดยสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (5.8) และ (5.9) จะได้ผลการคำนวณดังรูปที่ 5.4 - 5.11



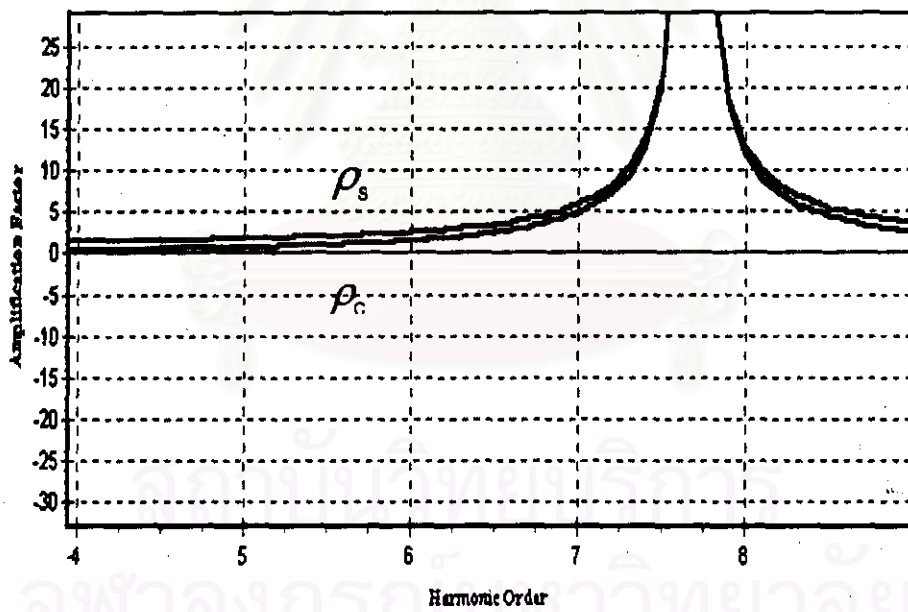
รูปที่ 5.4 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิก สถานีไฟฟ้าย่อยบางปลากด bay1



รูปที่ 5.5 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิก สถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพสามิต bay1,2  
ขณะมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAR

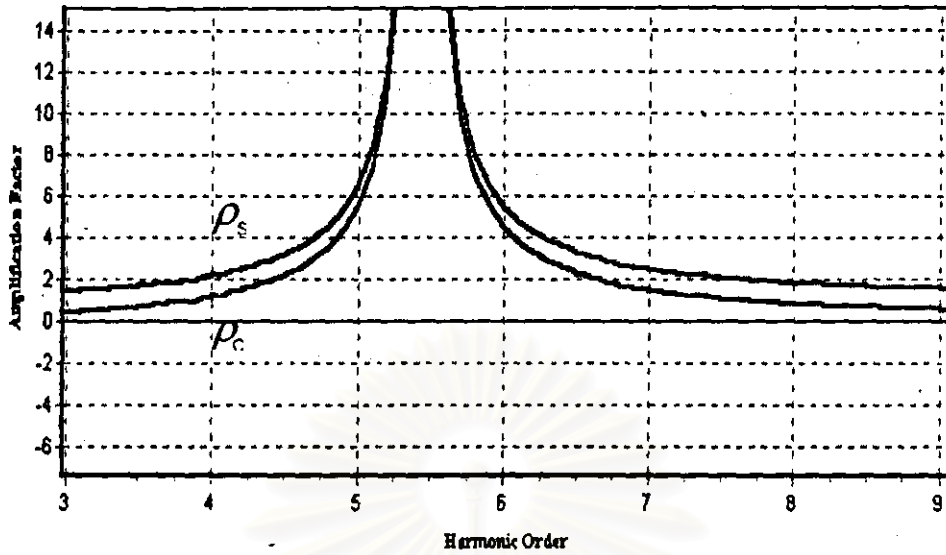


รูปที่ 5.6 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์โมนิกสถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพสามิต bay 1,2  
ขณะมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 7.2 MVar

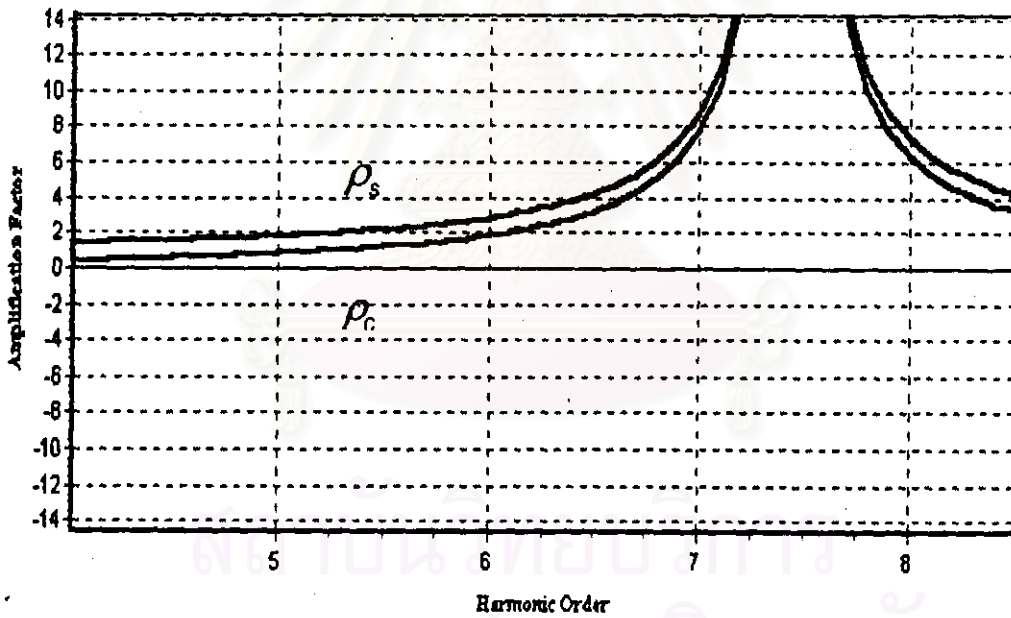


รูปที่ 5.7 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์โมนิกสถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพสามิต bay 3  
ขณะมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVar

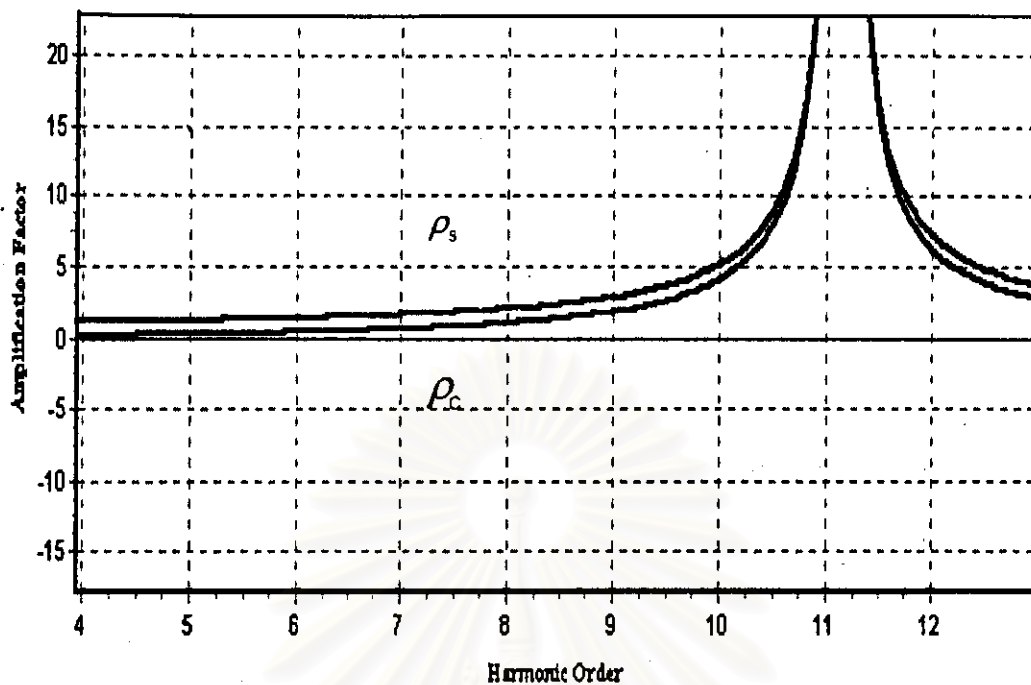




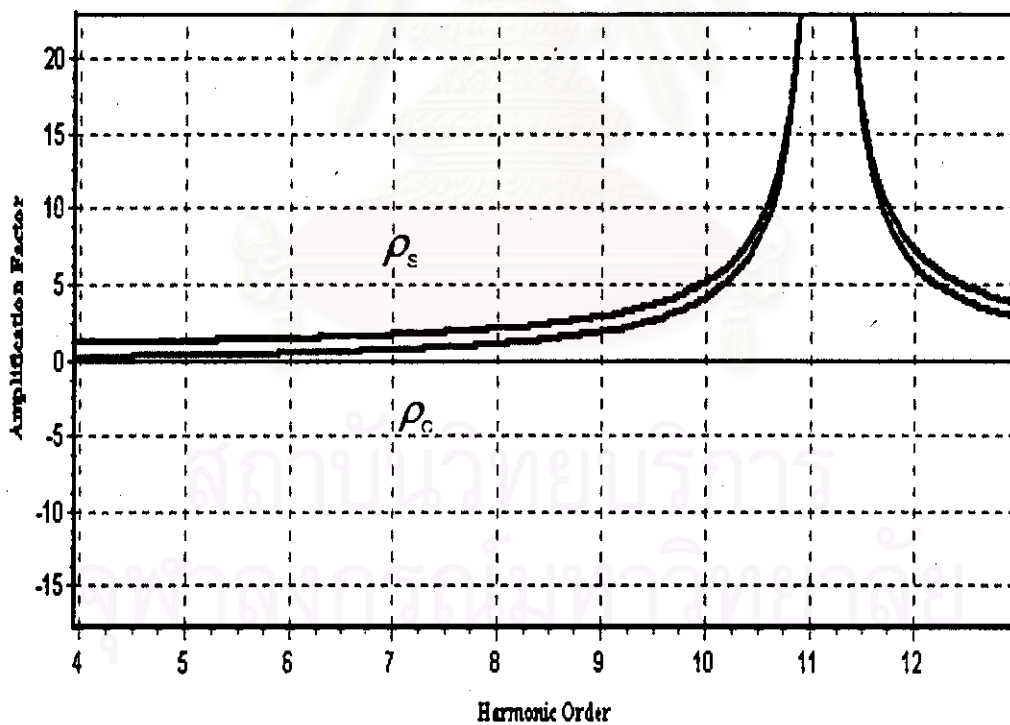
รูปที่ 5.8 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกสถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพสามิต bay 3  
ขณะมีการใช้งานจุดตัวเก็บประจุขนาด 7.2 MVar



รูปที่ 5.9 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิก สถานีไฟฟ้าย่อยไม้ฮัด bay 1



รูปที่ 5.10 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิก สถานีสับเปลี่ยนลำโพง bay1

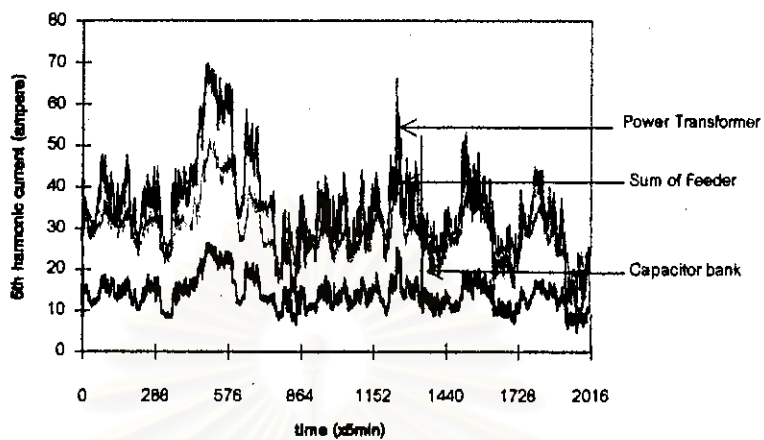


รูปที่ 5.11 อัตราขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิก สถานีสับเปลี่ยนลำโพง bay2

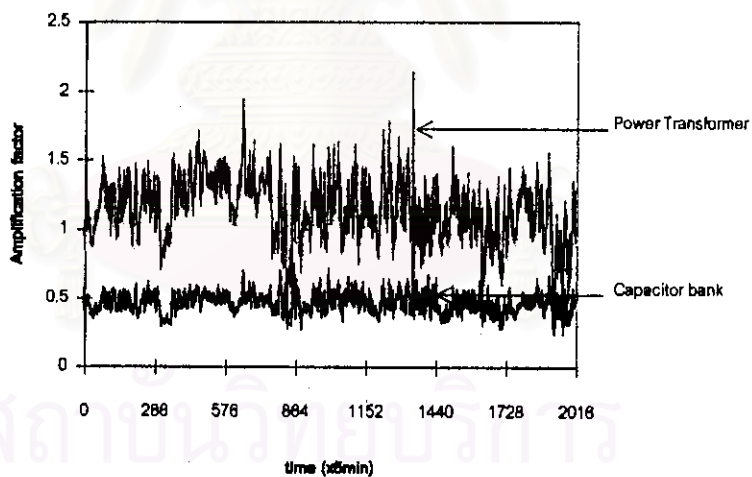
รูปที่ 5.4-5.11 สรุปได้ว่าในกรณีที่เกิดเรโซแนนซ์ขึ้นในสถานีไฟฟ้าย่อยทั้ง 4 แห่งขณะมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุตามการคำนวณในตารางที่ 5.1 จะพบว่าการขยายของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกอันดับอื่นๆขึ้นด้วย ดังนั้นในการพิจารณาการเกิดเรโซแนนซ์ในสถานีไฟฟ้าย่อย ทั้ง 4 แห่งดังกล่าวสามารถพิจารณาที่ปริมาณกระแสฮาร์มอนิกอันดับอื่นๆแทนได้ และจากการตรวจวัดพบว่าปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 และ 7 มีปริมาณมาก ดังนั้นในการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถจะพิจารณาการขยายตัวของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 และ 7 แทนปริมาณกระแสฮาร์มอนิกอันดับที่เกิดเรโซแนนซ์

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากทราบอันดับของฮาร์มอนิกที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์ และ อัตราขยายกระแสฮาร์มอนิกที่สถานีไฟฟ้าย่อยต่างๆ แล้ว ต่อจากนี้จะทำการพิจารณาข้อมูลปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ได้จากการตรวจวัด โดยจะพิจารณาที่ฮาร์มอนิกอันดับที่ 5 และ 7 และการพิจารณาจะเริ่มจาก การเปรียบเทียบปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุเปรียบเทียบกับผลรวมปริมาณกระแสฮาร์มอนิกในสายป้อนต่างๆโดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.12 ถึง 5.23 วิธีการดังกล่าวเป็นแนวทางที่จะแสดงให้เห็นว่าในกรณีที่เกิดเรโซแนนซ์ขึ้นตามการคำนวณในตารางที่ 5.1 จะต้องพบว่าการขยายตัวของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกอันดับที่ 5 และ 7 ขึ้นจริงเมื่อเปรียบเทียบกับผลรวมของปริมาณกระแสฮาร์มอนิกอันดับที่ 5 และ 7 ที่ไหลในสายป้อน

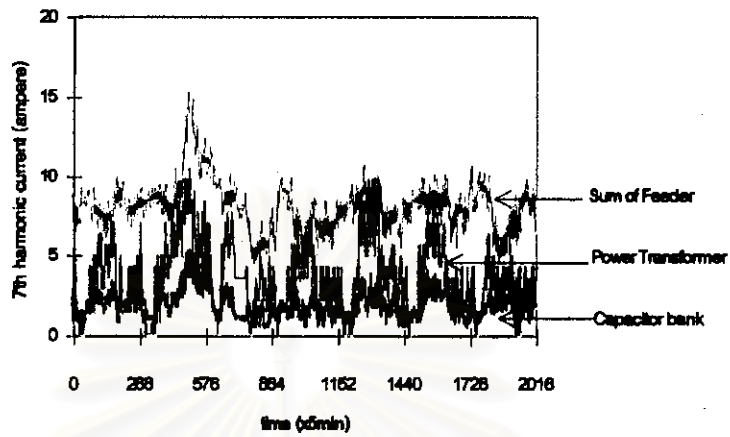
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



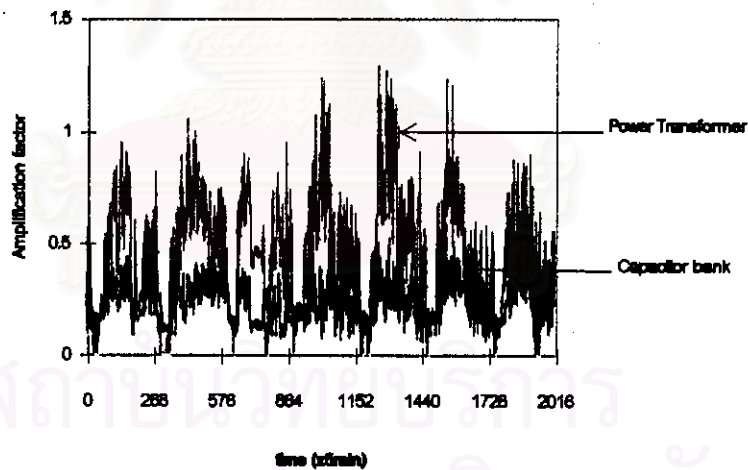
รูปที่ 5.12 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าจ่ายบางปลากรด Bay 1



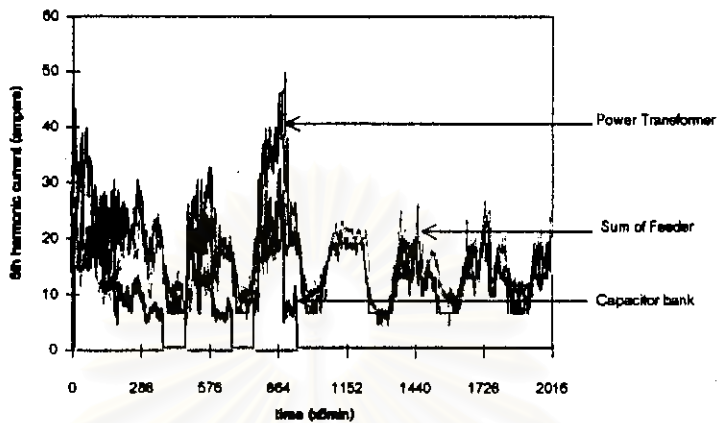
รูปที่ 5.13 อัตราขยายของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าจ่ายบางปลากรด Bay 1



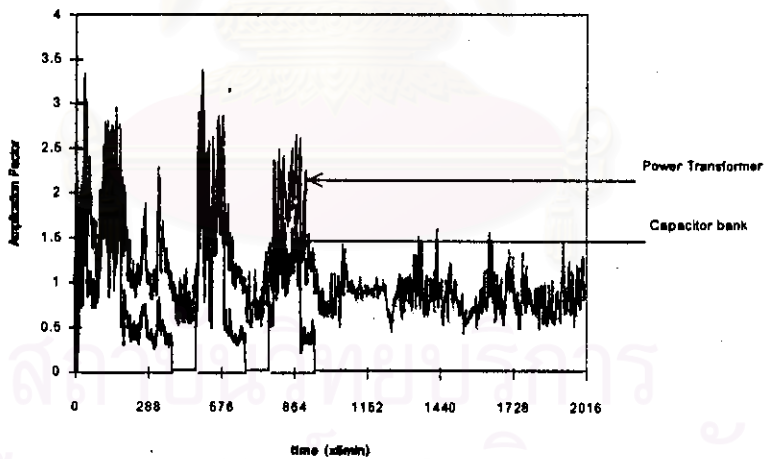
รูปที่ 5.14 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อยบางปลากด Bay 1



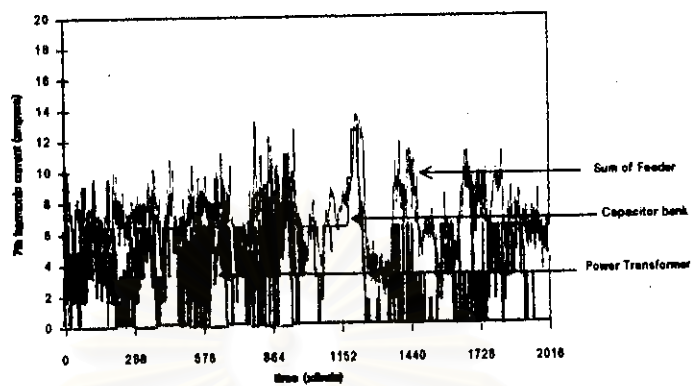
รูปที่ 5.15 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อยบางปลากด Bay 1



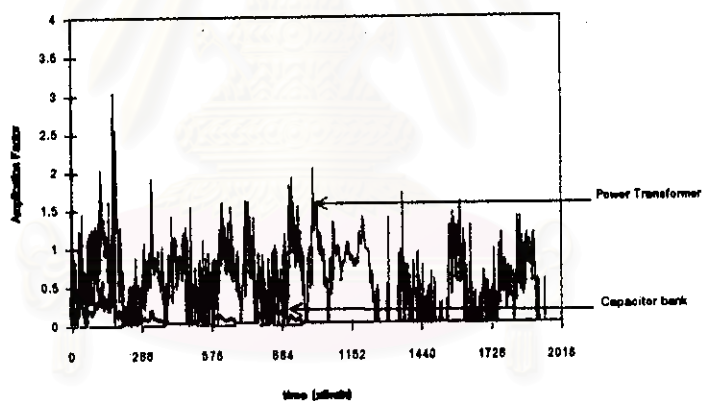
รูปที่ 5.16 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพาสามิต Bay1,2



รูปที่ 5.17 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพาสามิต Bay 1,2

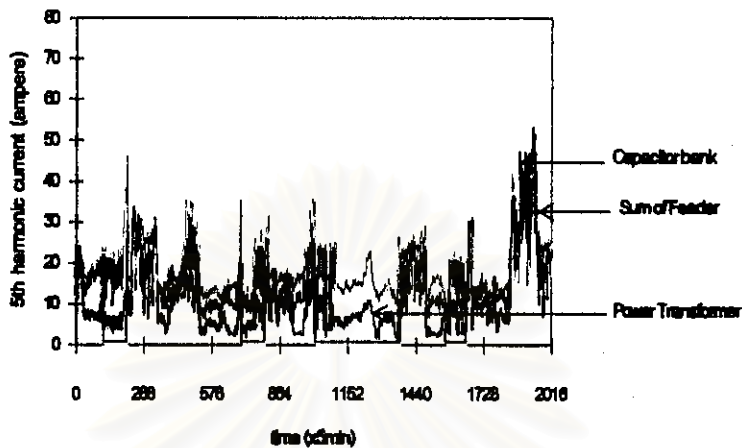


รูปที่ 5.18 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์โมนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคองสรรหาสามัค Bay1,2

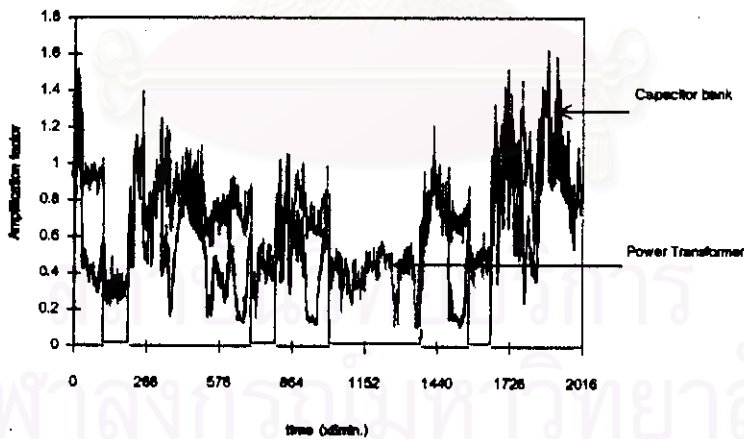


รูปที่ 5.19 อัตราขยายของกระแสฮาร์โมนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคองสรรหาสามัค Bay1,2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

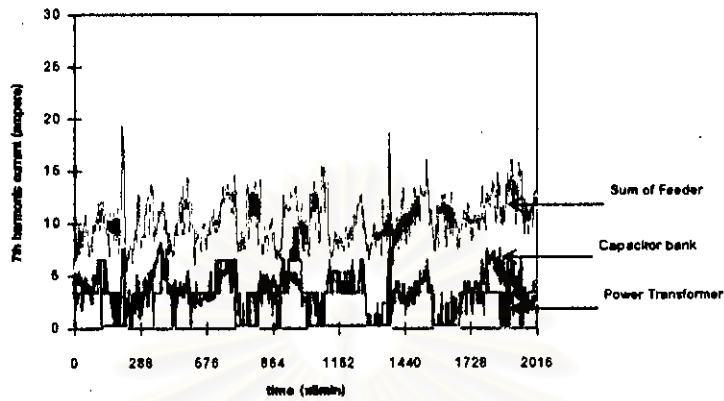


รูปที่ 5.20 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพสามิต Bay 3

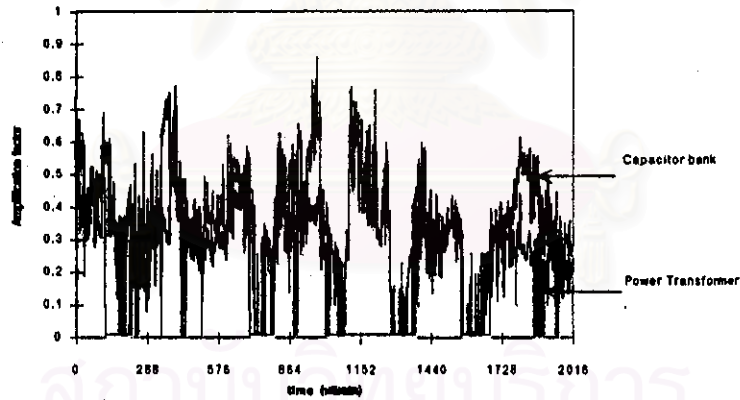


รูปที่ 5.21 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคลองสรรพสามิต Bay 3

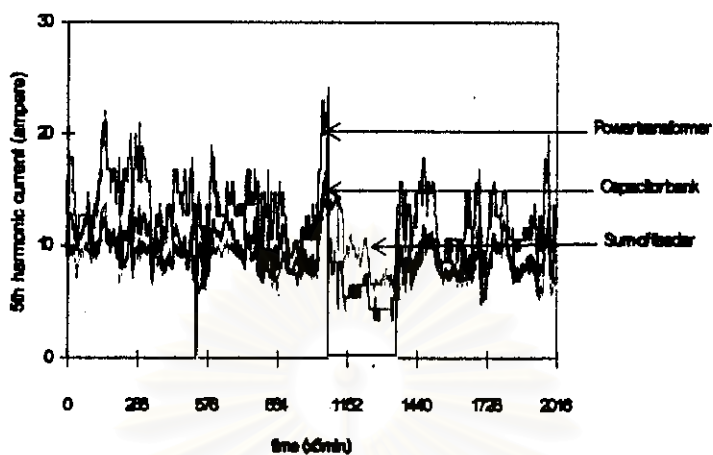




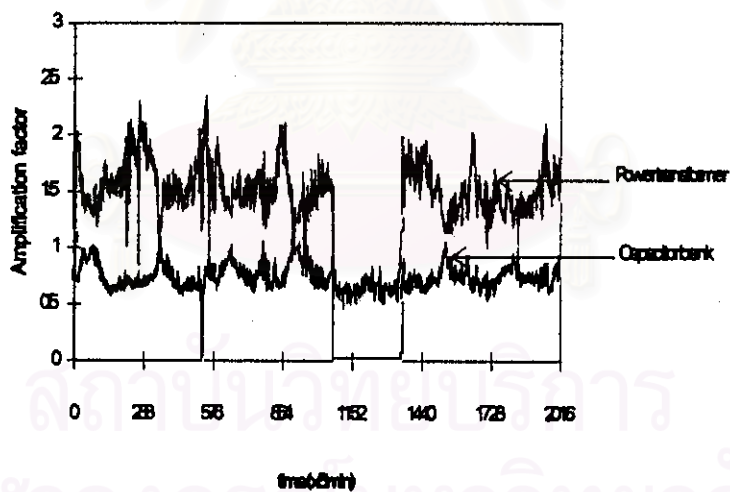
รูปที่ 5.22 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคลองธรรมศาสตร์ Bay 3



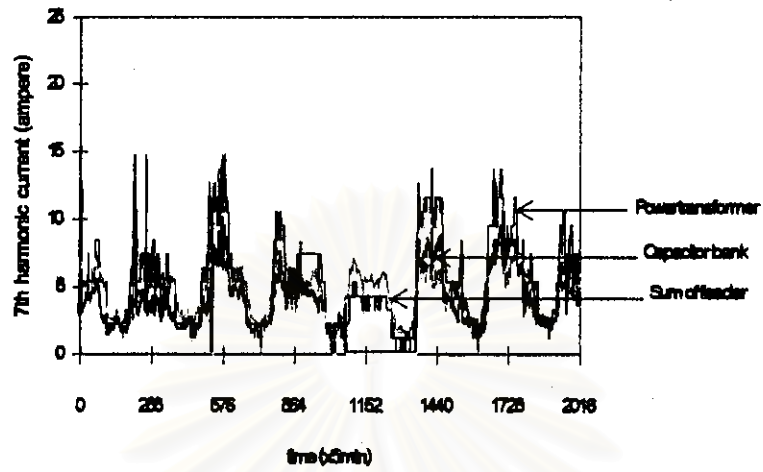
รูปที่ 5.23 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อยคลองธรรมศาสตร์ Bay 3



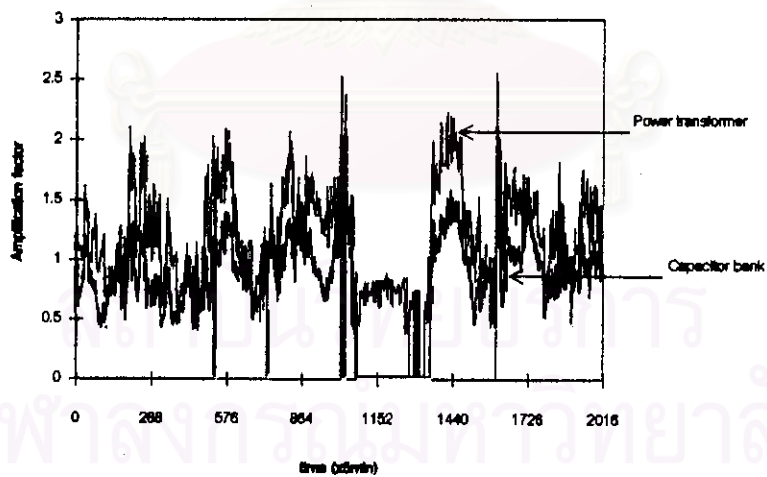
รูปที่ 5.24 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าย่อยไม้จืด Bay 1



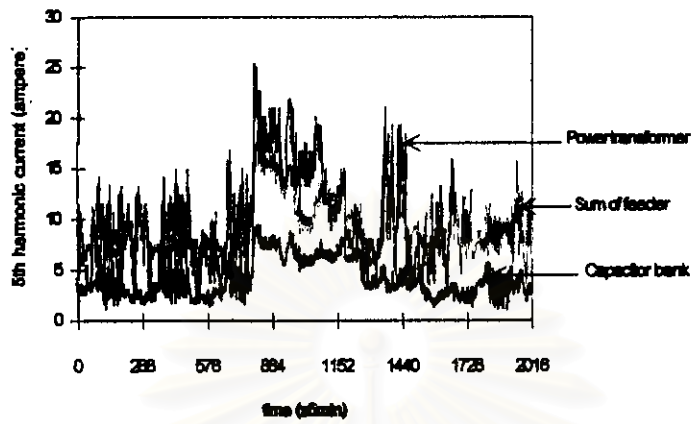
รูปที่ 5.25 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีไฟฟ้าย่อยไม้จืด Bay 1



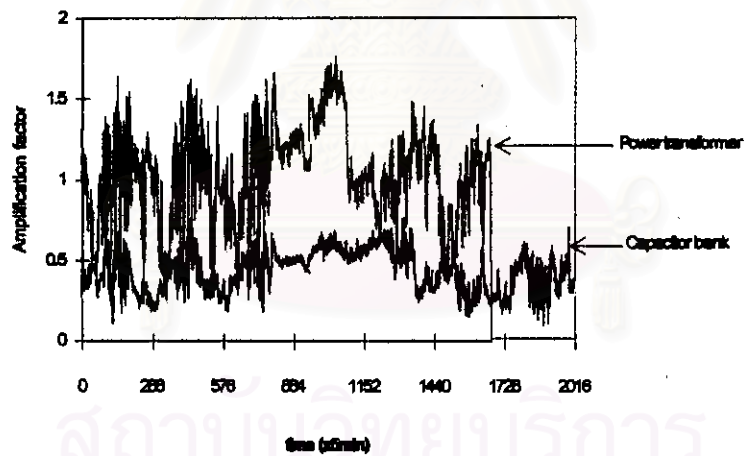
รูปที่ 5.26 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์โมนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อยไม้ฉัด Bay 1



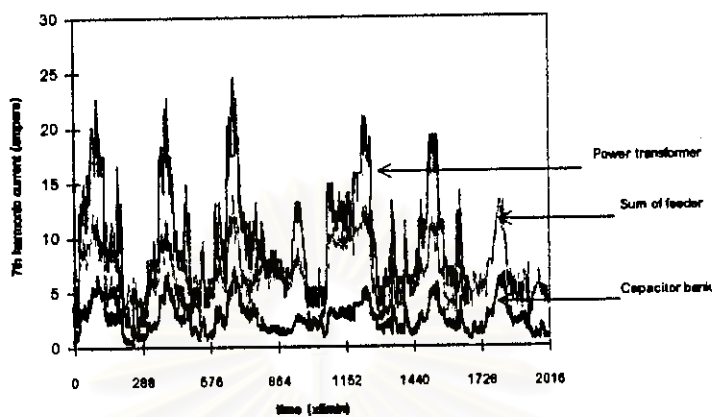
รูปที่ 5.27 อัตราขยายของกระแสฮาร์โมนิกที่ 7 ของสถานีไฟฟ้าย่อย ไม้ฉัด Bay 1



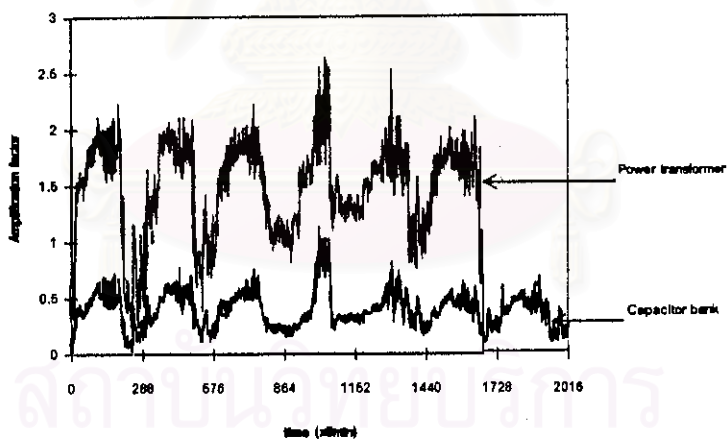
รูปที่ 5.28 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีดับเพลิงท่าเรือ Bay 1



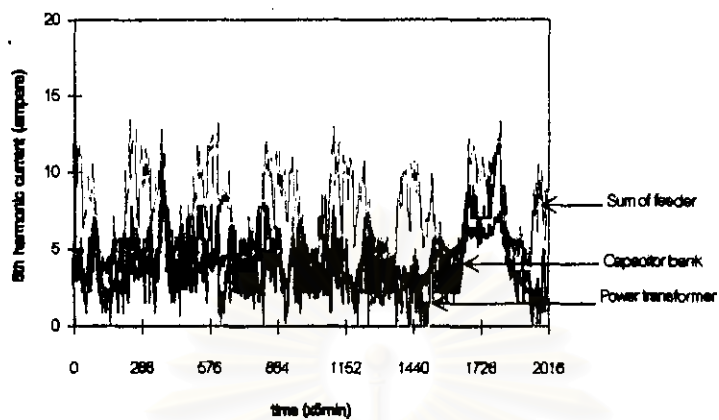
รูปที่ 5.29 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 ของสถานีดับเพลิงท่าเรือ Bay 1



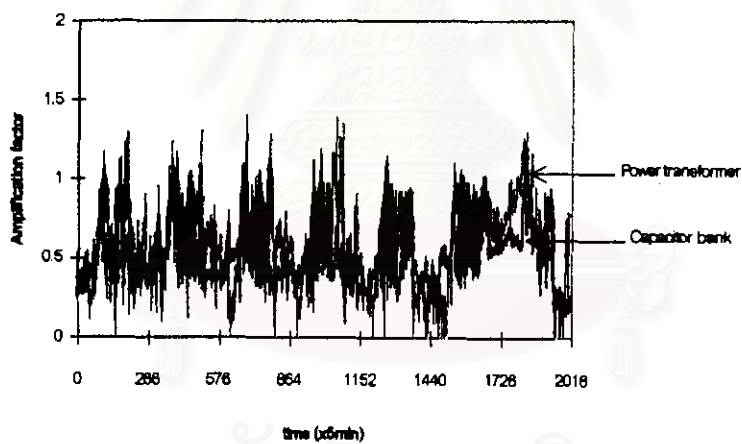
รูปที่ 5.30 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 7 ของสถานีรับเปลี่ยนกำลัง Bay 1



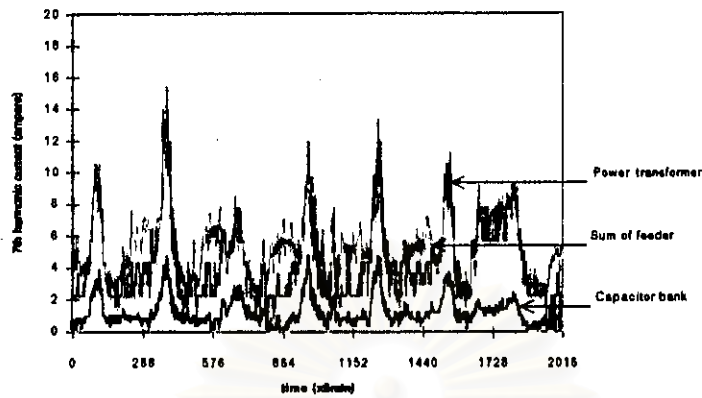
รูปที่ 5.31 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 7 ของสถานีรับเปลี่ยนกำลัง Bay 1



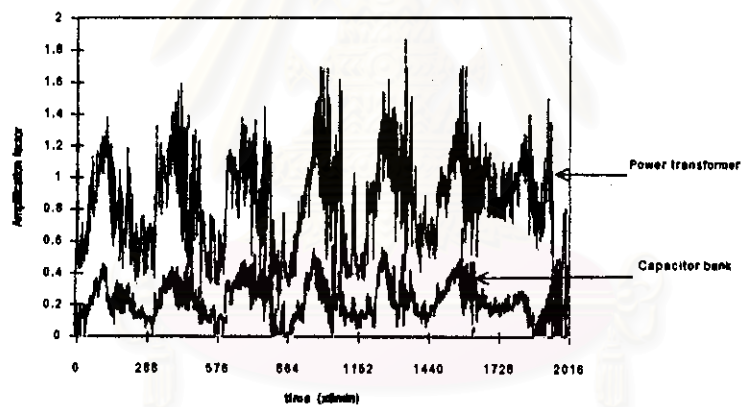
รูปที่ 5.32 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 สถานีสัมเปลี่ยนกำลัง bay 2



รูปที่ 5.33 อัตราขยายของกระแสฮาร์มอนิกที่ 5 สถานีสัมเปลี่ยนกำลัง bay 2



รูปที่ 5.34 การเปรียบเทียบกระแสฮาร์โมนิกที่ 7 สถานีส่งเปลี่ยนกำลัง bay 2



รูปที่ 5.35 อัตราการขยายของกระแสฮาร์โมนิกที่ 7 สถานีส่งเปลี่ยนกำลัง bay 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 5.12-5.23 จะพบว่าในบางสถานีไฟฟ้าย่อย มีการขยายตัวของปริมาณกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 และ 7 จริง แต่ก็มีปริมาณที่ไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับผลรวมของปริมาณฮาร์โมนิกในสายป้อน และในบางสถานีฯก็ไม่พบว่ามีการขยายตัวของปริมาณกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 และ 7 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากค่าความต้านทานของโหลดในสายป้อนที่มีผลทำให้อัตราการขยายของปริมาณกระแสฮาร์โมนิกลดลง โดยสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การเกิดเรโซแนนซ์ที่สถานีไฟฟ้าย่อย

สถานีไฟฟ้าย่อย	bay	ผลการวิเคราะห์
บางปลากด (BK)	1	มีการขยายตัวของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 ที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงกำลัง
คลองสรรพาสามิต (KS)	1,2	มีการขยายตัวของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 ที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงกำลัง และที่ไหลเข้าสู่ชุดตัวเก็บประจุ ในขณะที่ใช้งานที่ 7.2 MVar
	3	ไม่มีการขยายตัวของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 และ 7
ไม้้อด (MA)	1	มีการขยายตัวของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 และ 7 ที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงกำลัง และที่ไหลเข้าสู่ชุดตัวเก็บประจุ ในขณะที่ใช้งานที่ 3.6 MVar
สำโรง (SR)	1	มีการขยายตัวของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 และ 7 ที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงกำลัง
	2	ไม่มีการขยายตัวของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 และ 7

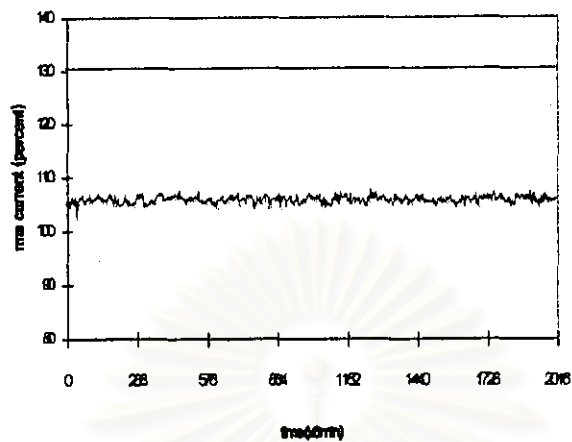
แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ดังกล่าวอาจจะมีข้อผิดพลาดเนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงผลของทิศทางกระแสของกระแสฮาร์โมนิกทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าวอาจคลาดเคลื่อนได้ และหากพิจารณาผลกระทบของฮาร์โมนิกที่มีต่อตัวเก็บประจุ โดยพิจารณาจากค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสและแรงดันตามมาตรฐาน IEC 60871-1-1997 ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

- ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแส เมื่อรวมฮาร์โมนิกจะต้องไม่เกิน 130% ของค่ากระแสที่พิกัด

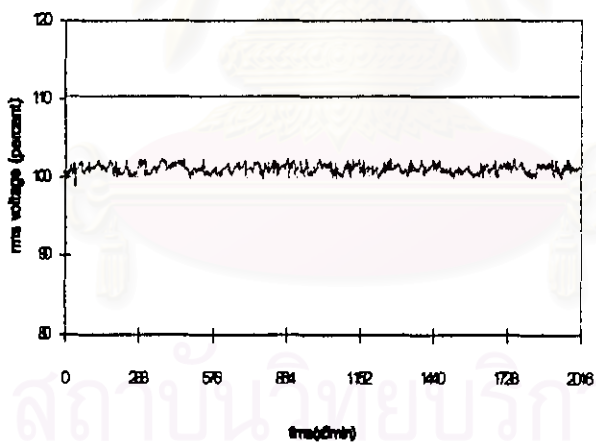
- ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดัน เมื่อรวมฮาร์โมนิกจะต้องมีค่าไม่เกิน 110% ของแรงดันที่พิกัด

ก็จะพบว่ามีปริมาณไม่เกินค่าจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ดังรูปที่ 5.24 -5.35 ซึ่งหากปริมาณกระแสฮาร์โมนิกในสถานีไฟฟ้าย่อยมีการเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตก็อาจจะส่งผลกระทบต่อตัวเก็บประจุได้

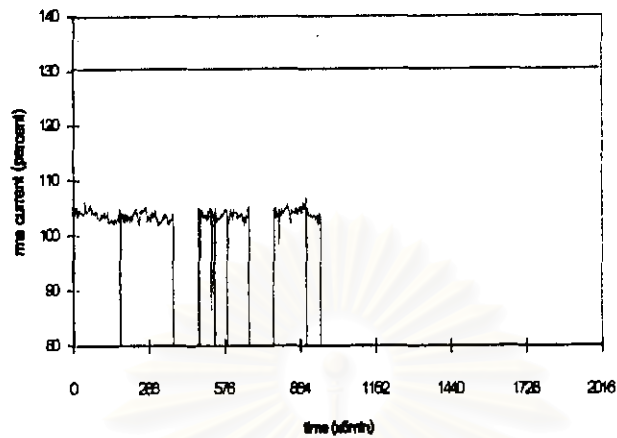




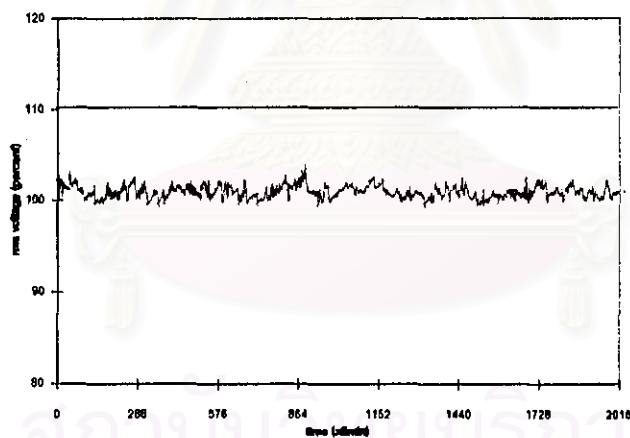
รูปที่ 5.36 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าอ่าวบางปลากด bay 1



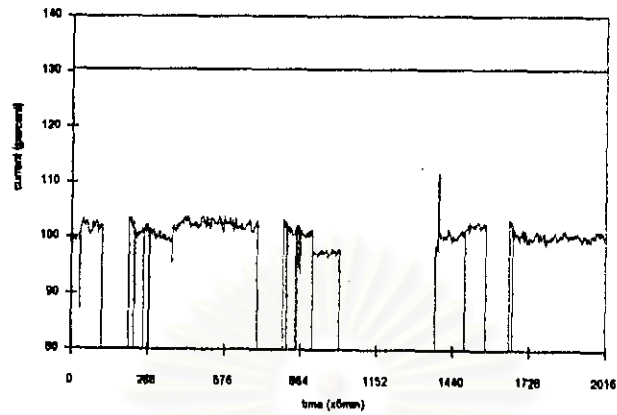
รูปที่ 5.37 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าอ่าวบางปลากด bay 1



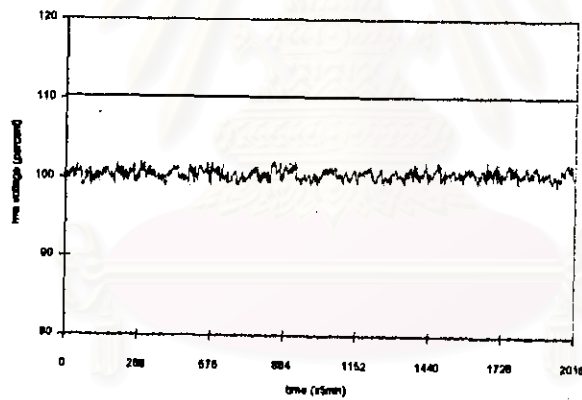
รูปที่ 5.38 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าย่อยคลองตรวจพาสานิต bay 1 และ 2



รูปที่ 5.39 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าย่อยคลองตรวจพาสานิต bay 1 และ 2

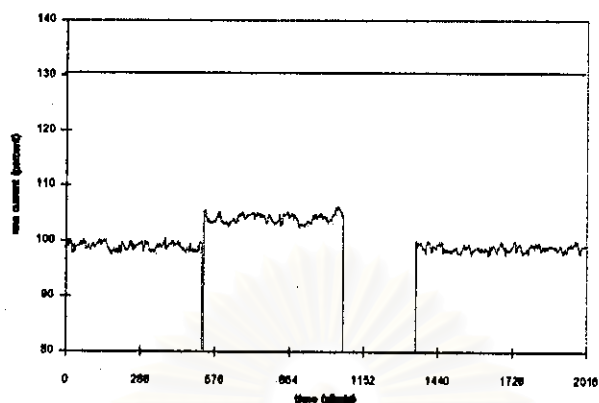


รูปที่ 5.40 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าย่อยคลองตรวจสามัคคี bay 3

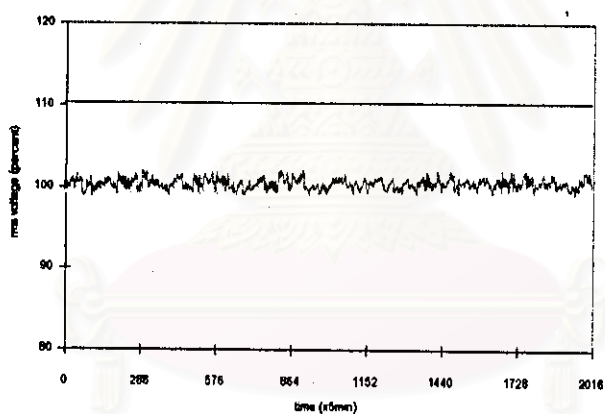


รูปที่ 5.41 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าย่อยคลองตรวจสามัคคี bay 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

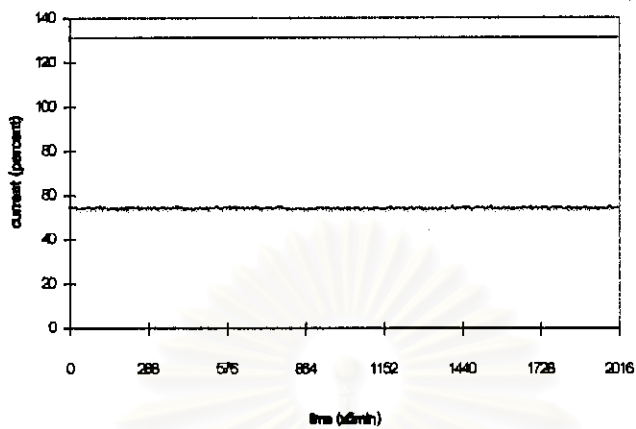


รูปที่ 5.42 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าออยไม้อัด bay 1

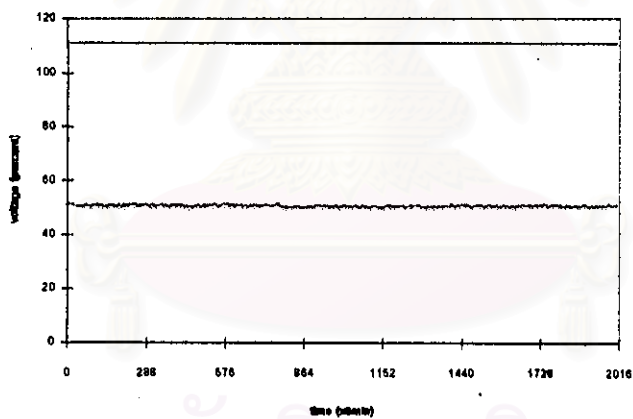


รูปที่ 5.43 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีไฟฟ้าออยไม้อัด bay 1

สถาบันวิจัยปฏิบัติการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

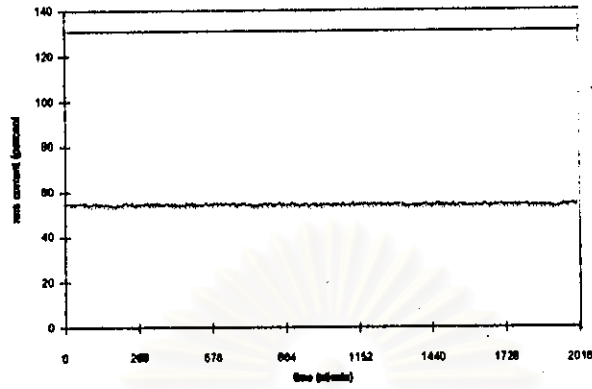


รูปที่ 5.44 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีดับเปลี่ยนตำโง bay 1

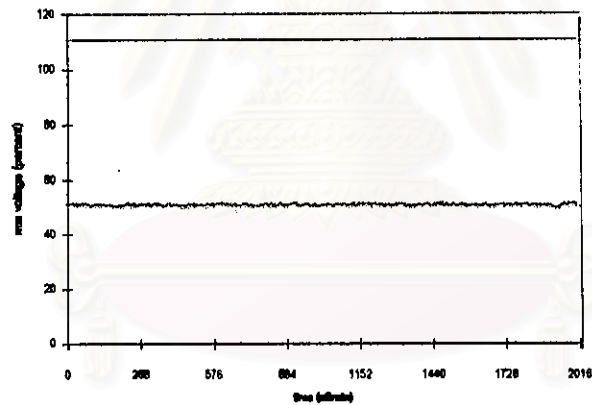


รูปที่ 5.45 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีดับเปลี่ยนตำโง bay 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.46 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีดับเปลี่ยนตำโง bay 2



รูปที่ 5.47 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแวงค์นเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60871-1997  
สถานีดับเปลี่ยนตำโง bay 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย