

บทที่ 4 ผลการจำลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการจำลองหาอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงและตัวเก็บประจุพิกัดต่าง ๆ เพื่อพล็อตกราฟอิมพีแดนซ์ที่ตอบสนองต่อความถี่ โดยจะคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลง ตัวเก็บประจุ และความต้านทานของโหลด เพื่อวิเคราะห์หาความถี่เรโซแนนซ์ขณะใช้งานของหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุพิกัดต่าง ๆ

4.1 ผลการคำนวณหาอิมพีแดนซ์ของฮาร์มอนิกส์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่

จากสมการที่ (4.1) ใช้คำนวณหาอิมพีแดนซ์ฮาร์มอนิกส์ในแต่ละความถี่

$$|Z_h| = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R_{Load}}\right)^2 + \left(\omega C_{total} - \frac{1}{\omega L_{Tx}}\right)^2}} \quad (4.1)$$

คำนวณหาค่าอิมพีแดนซ์จากสมการที่ (4.1) ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel โดยนำค่าพารามิเตอร์ของตัวเก็บประจุตามพิกัดแรงดันใช้งานจริงดังแสดงในรูปที่ 4.1 และค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงดังแสดงในรูปที่ 4.2 โดยจะคำนวณและพล็อตกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ตามพิกัดหม้อแปลงและพิกัดตัวเก็บประจุค่าต่าง ๆ

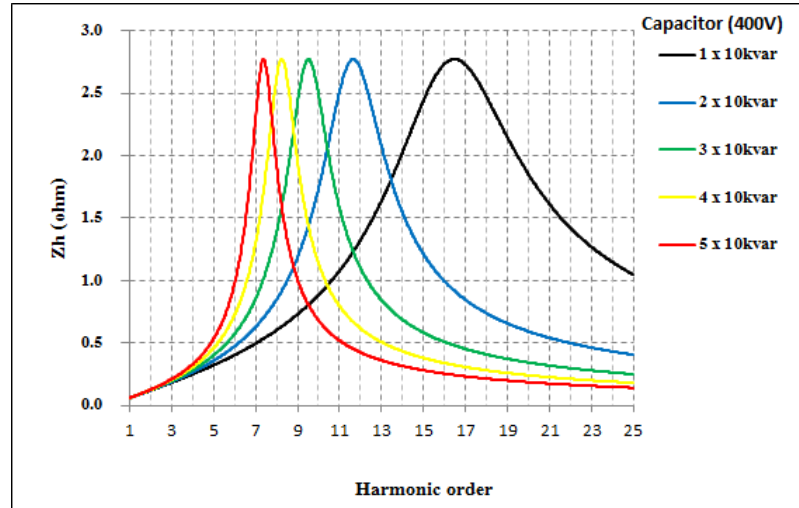
ตารางที่ 4.1 พิกัดตัวเก็บประจุที่ใช้ในการจำลอง

Compensate rating (kVAR)	Capacitor rating			
	400 V		440 V	
	Actual at 400 V	C_N (μ F)	Actual at 400 V	C_N (μ F)
10	10	3×66.3	8.26	3×54.8
12.5	12.5	3×82.9	10.33	3×68.5
20	20	3×132.6	16.53	3×109.6
25	25	3×165.8	20.66	3×137.0
30	30	3×198.9	24.79	3×164.4
40	40	3×265.3	33.06	3×219.2
50	50	3×331.6	41.32	3×274.0

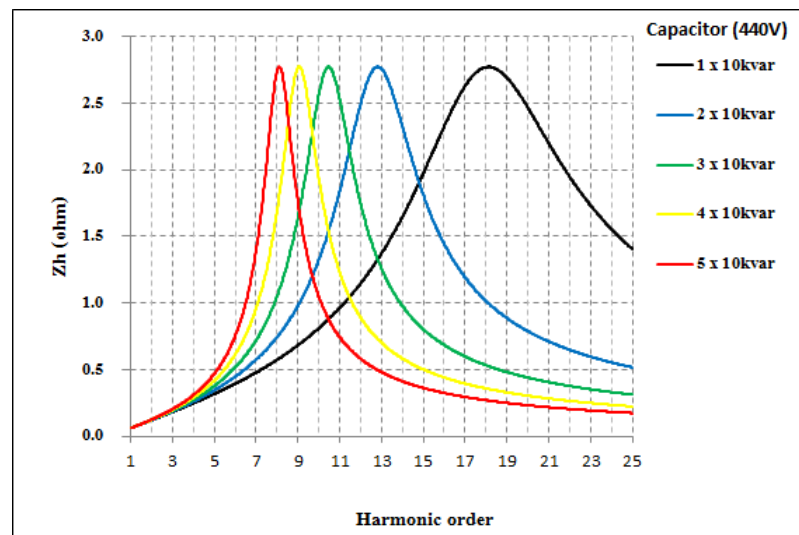
ตารางที่ 4.2 ค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงที่ใช้ในการจำลอง

Rating Power (kVA)	Impedance Voltage (Z_{lx})		Reactance Voltage (X_L)		Resistance Voltage (R)	
	($m\Omega$)	%	($m\Omega$)	%	($m\Omega$)	%
100	64.00	4	59.00	3.69	24.80	1.55
160	40.00	4	37.79	3.78	13.13	1.31
250	25.60	4	24.46	3.82	7.55	1.18
315	20.32	4	19.32	3.80	6.29	1.24
400	16.00	4	15.32	3.83	4.60	1.15
500	12.80	4	12.31	3.85	3.52	1.10
630	10.16	4	9.81	3.86	2.62	1.03
750	12.80	4	12.44	5.83	3.02	1.41
800	12.00	4	11.68	5.84	2.75	1.38
1000	9.60	6	9.35	5.85	2.16	1.35
1250	7.68	6	7.50	5.86	1.64	1.26
1500	6.40	6	6.26	5.87	1.34	1.26
1600	6.00	6	5.87	5.87	1.22	1.22
2000	4.80	6	4.71	5.89	0.91	1.14
2500	3.84	6	3.78	5.90	0.69	1.07
3000	3.73	7	3.69	6.92	0.55	1.03

ผลการจำลองหาค่าอิมพีแดนซ์และผลการพล็อตกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่เพื่อหาจุดเรโซแนนซ์ที่เกิดขึ้นขณะใช้งานหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุพิกัดต่าง ๆ ดังแสดงตามรูปดังต่อไปนี้

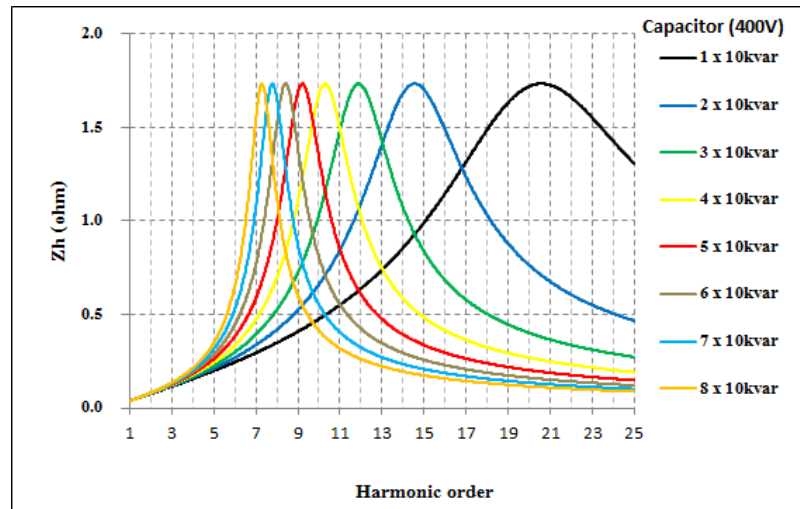


รูปที่ 4.1 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 100 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 10 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

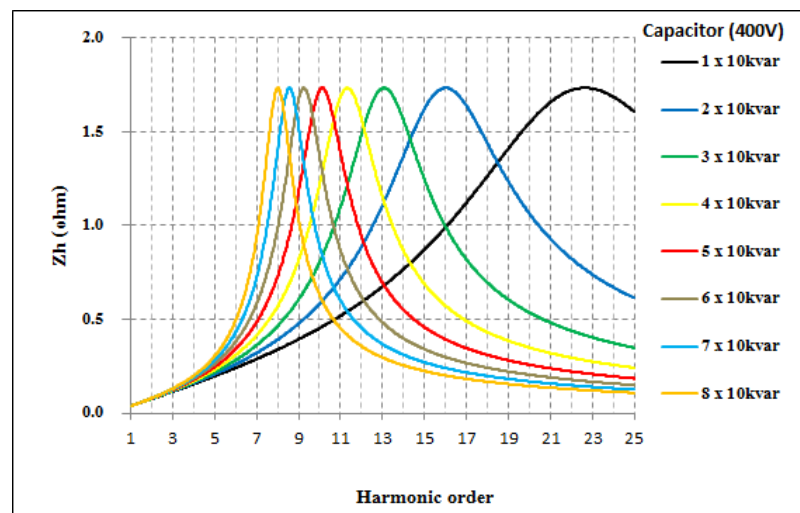


รูปที่ 4.2 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 100 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 10 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

จากรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 100 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 10 กิโลวาร์ จำนวน 5 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดการเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 8.9

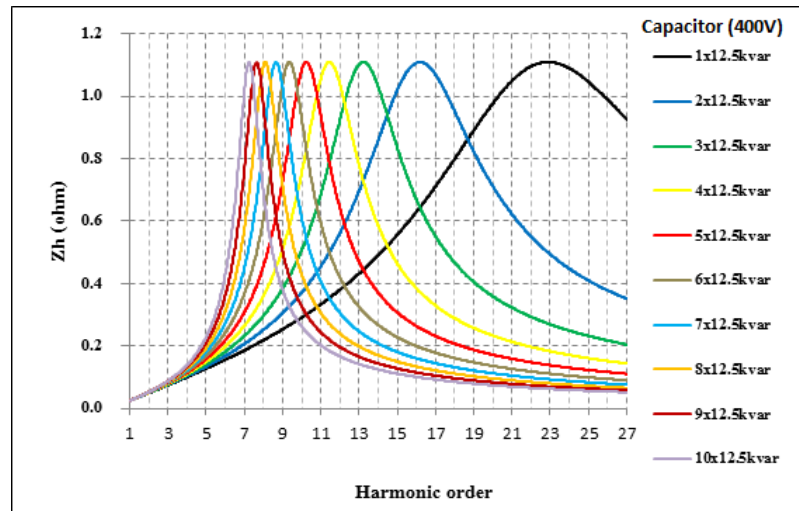


รูปที่ 4.3 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 160 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 10 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 8 ชุด

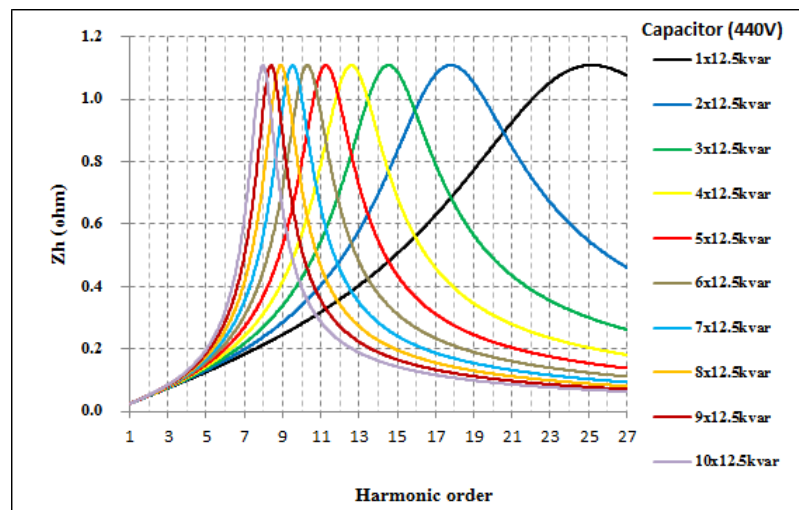


รูปที่ 4.4 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 160 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 10 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 8 ชุด

จากรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 160 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 10 กิโลวาร์ จำนวน 8 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 13.06

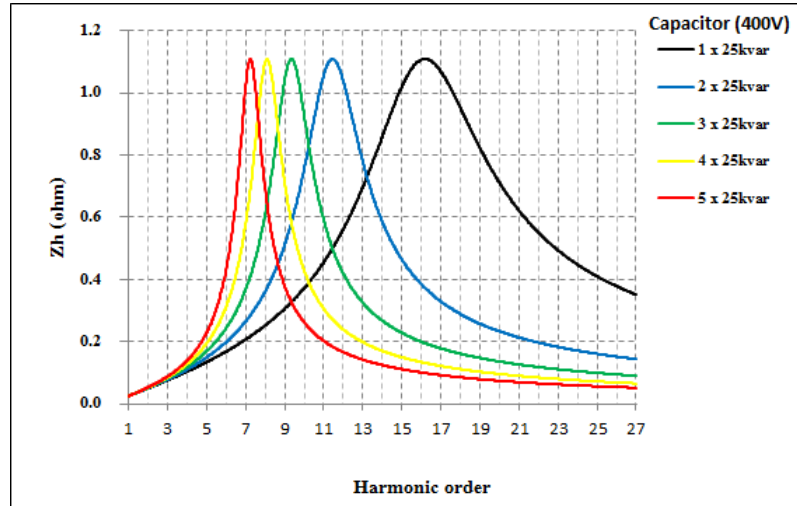


รูปที่ 4.5 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 250 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 12.5 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

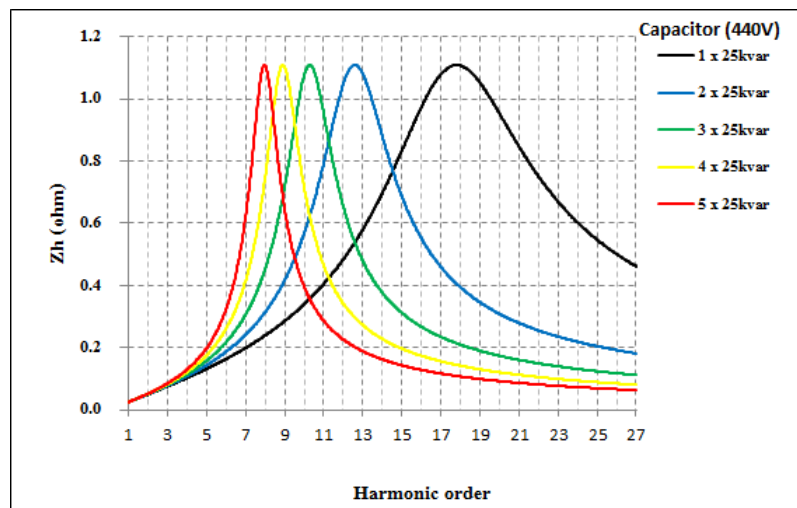


รูปที่ 4.6 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 250 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 12.5 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

จากรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 250 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 12.5 กิโลวาร์ จำนวน 10 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.9

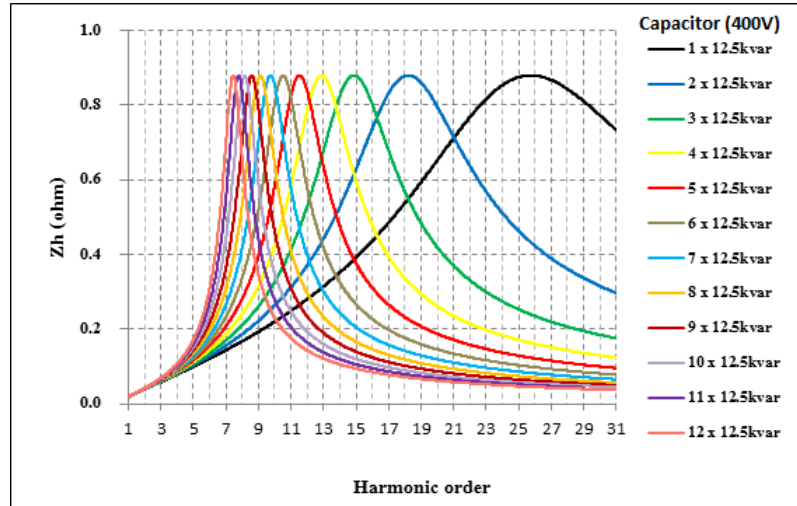


รูปที่ 4.7 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 250 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

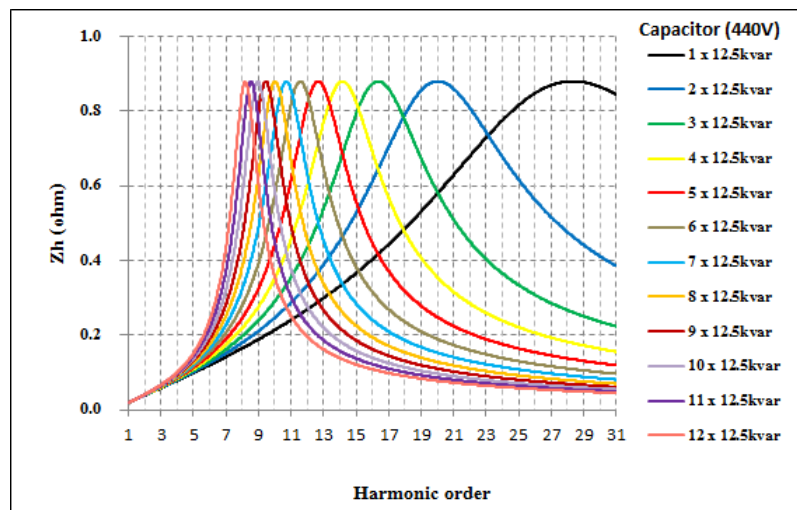


รูปที่ 4.8 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 250 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

จากรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 250 กิโลวัตต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 25 กิโลวาร์ จำนวน 5 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์จะมีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 8.9

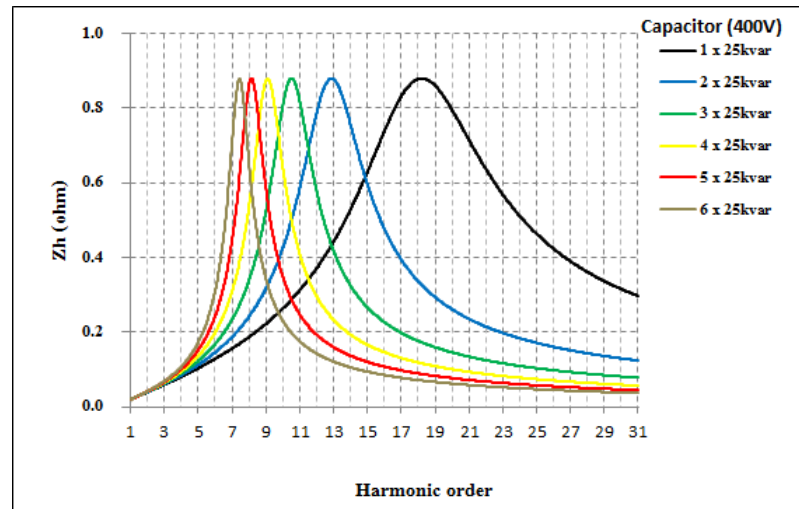


รูปที่ 4.9 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 315 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุ พิกัด 12.5 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

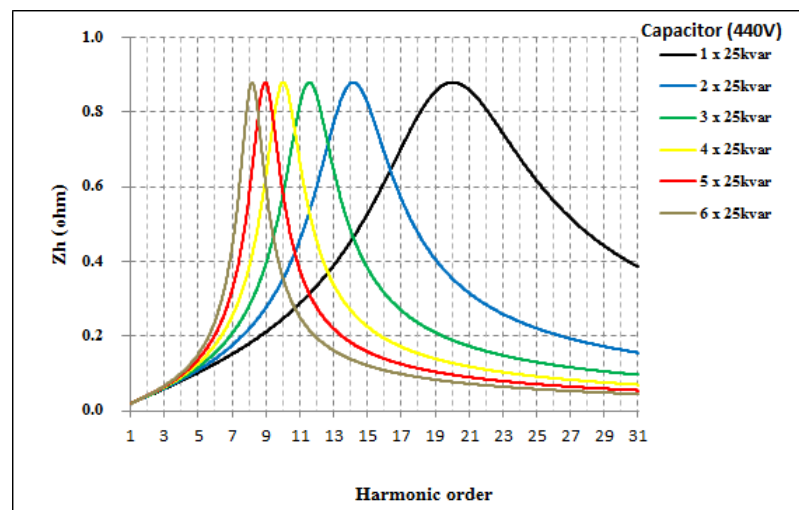


รูปที่ 4.10 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 315 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุ พิกัด 12.5 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 315 กิโลวัตต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 12.5 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 9.1 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ จะมีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 8.96

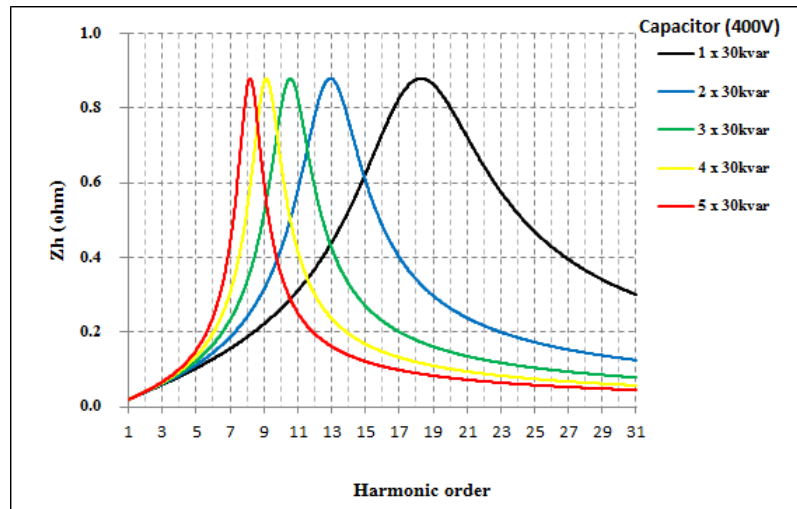


รูปที่ 4.11 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 315 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 6 ชุด

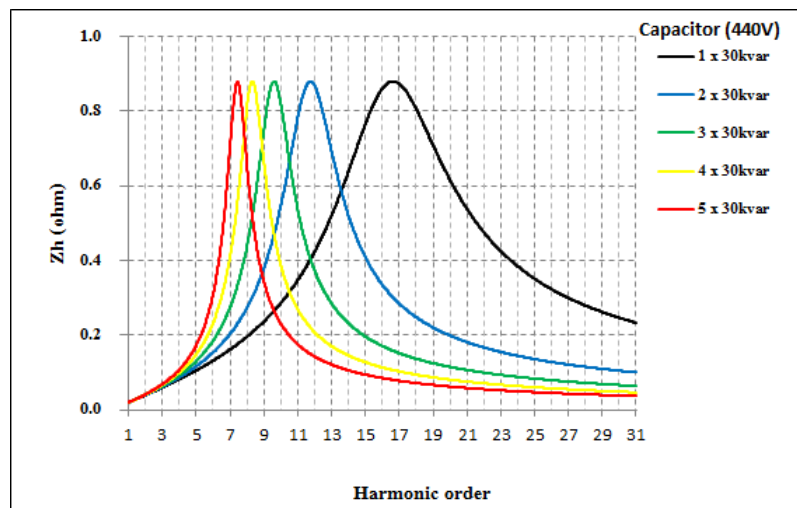


รูปที่ 4.12 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 315 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 6 ชุด

จากรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 315 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 25 กิโลวาร์ จำนวน 6 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.1 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ จะมีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.96

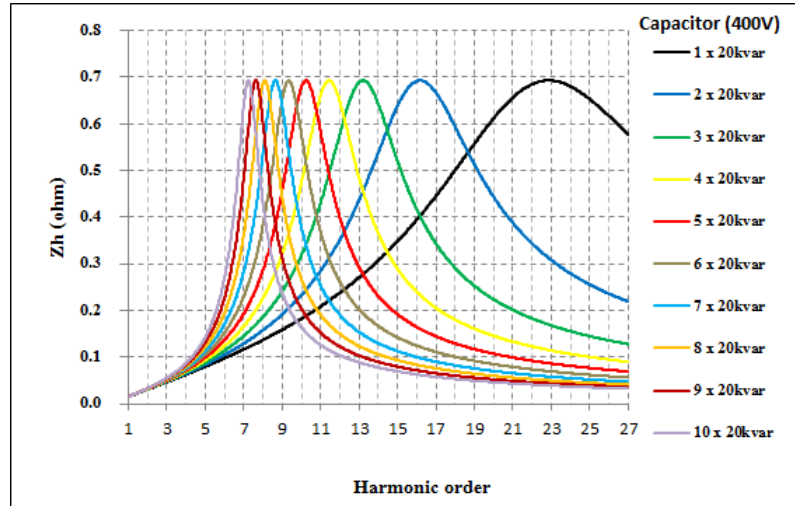


รูปที่ 4.13 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 315 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 30 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

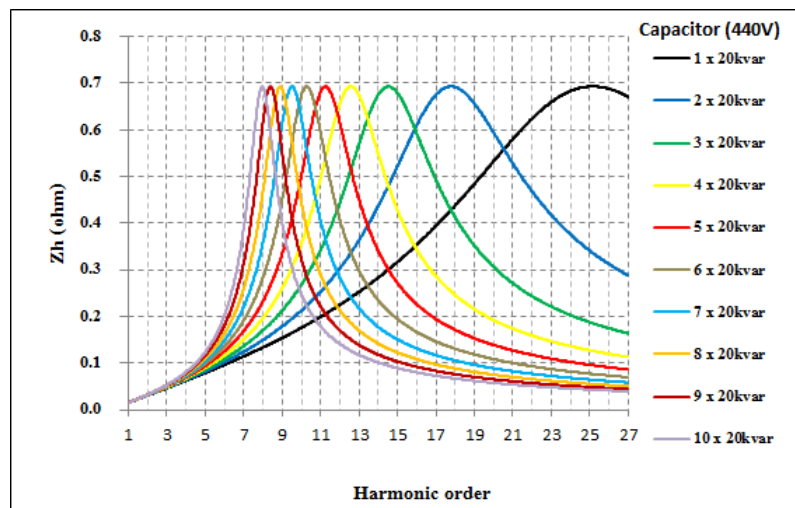


รูปที่ 4.14 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 315 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 30 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

จากรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 315 กิโลวัตต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 30 กิโลวาร์ จำนวน 5 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 12.92

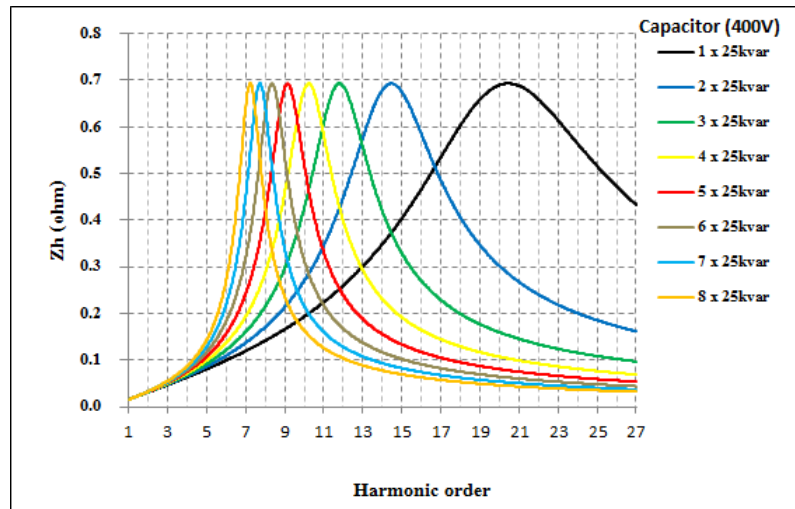


รูปที่ 4.15 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 400 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 20 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

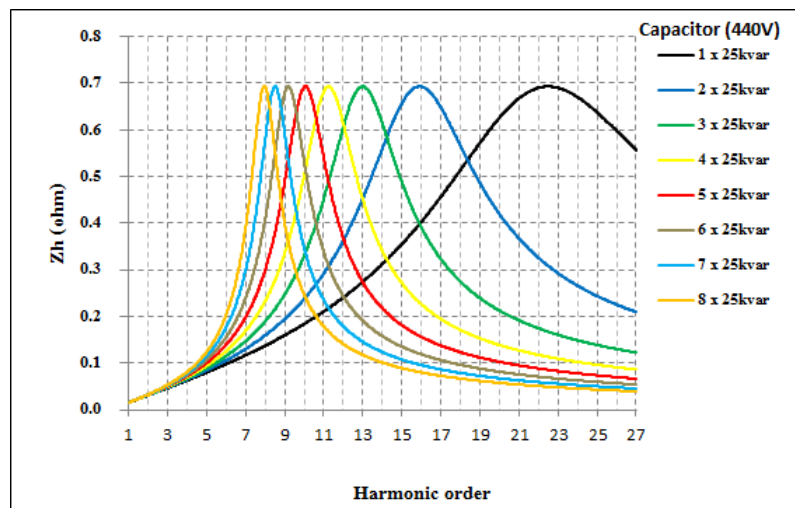


รูปที่ 4.16 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 400 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 20 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

จากรูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 400 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 20 กิโลวาร์ จำนวน 10 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์

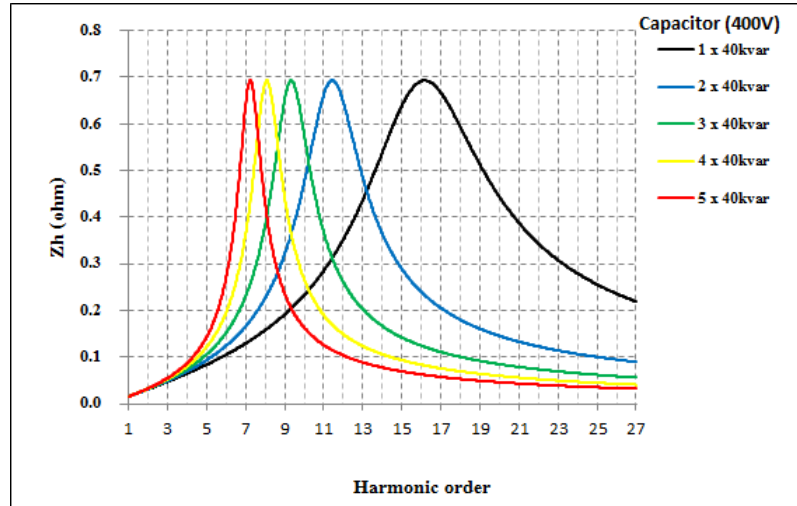


รูปที่ 4.17 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 400 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 8 ชุด

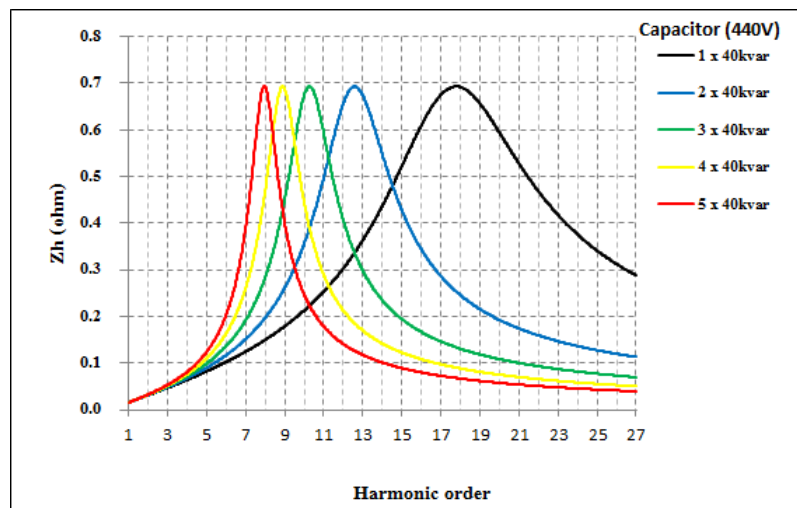


รูปที่ 4.18 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 400 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 8 ชุด

จากรูปที่ 4.17 และรูปที่ 4.18 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 400 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 25 กิโลวาร์ จำนวน 8 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.88 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 12.98

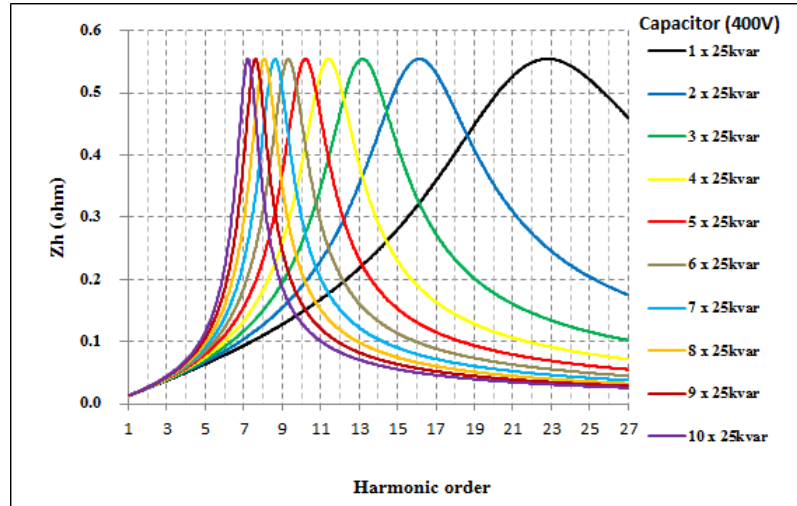


รูปที่ 4.19 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 400 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 40 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

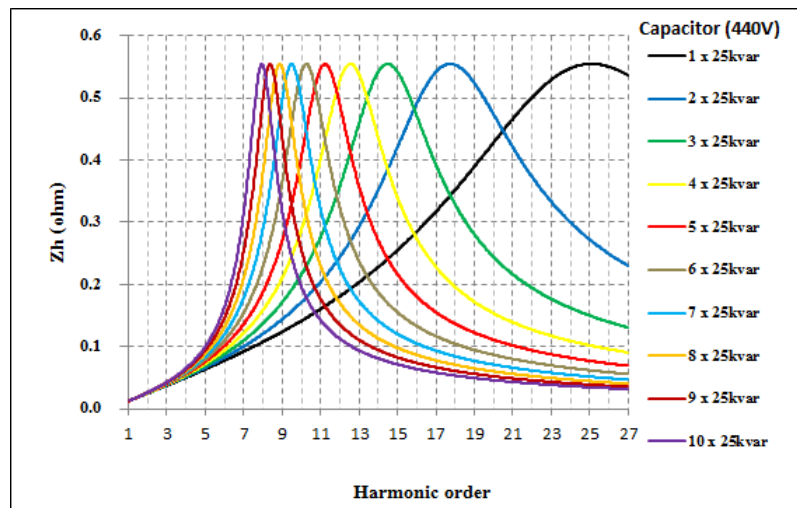


รูปที่ 4.20 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 400 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 40 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

จากรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.20 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 400 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 40 กิโลวาร์ จำนวน 5 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์จะมีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 8.88

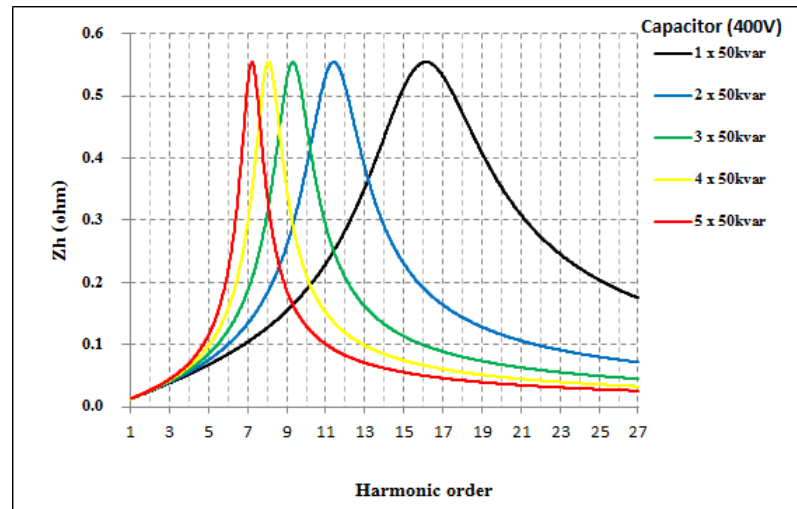


รูปที่ 4.21 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

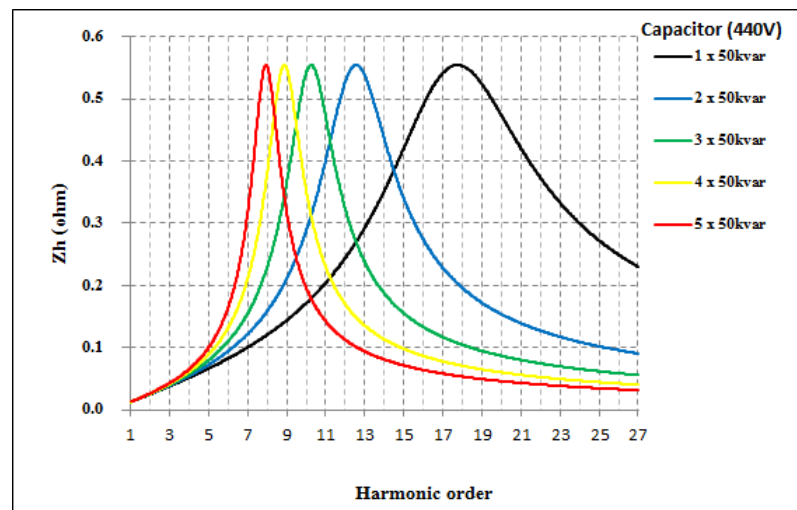


รูปที่ 4.22 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

จากรูปที่ 4.21 และรูปที่ 4.22 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 500 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 25 กิโลวาร์ จำนวน 10 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 13.16 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.86

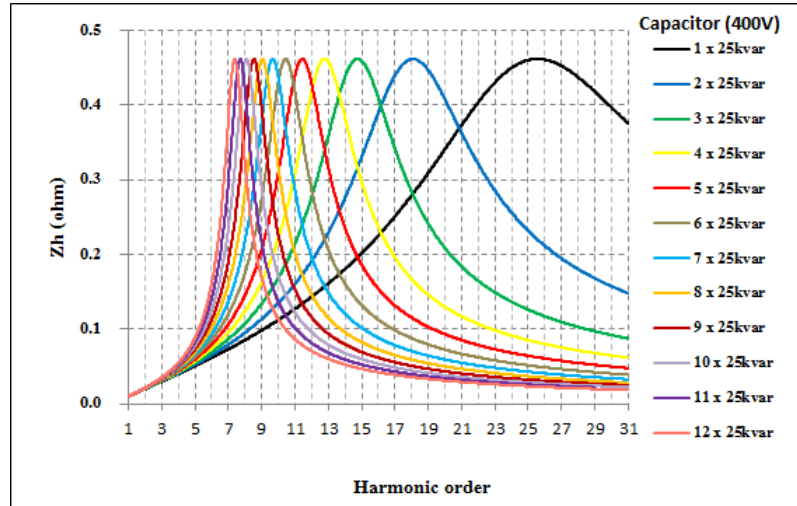


รูปที่ 4.23 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

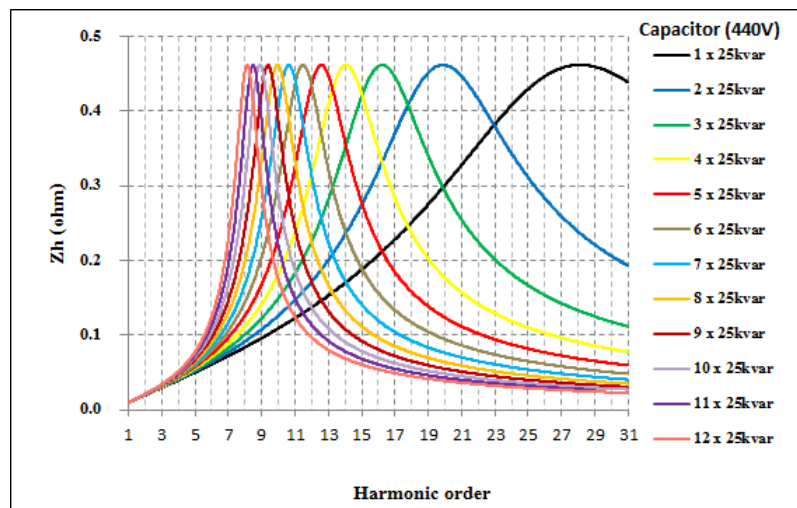


รูปที่ 4.24 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 5 ชุด

จากรูปที่ 4.23 และรูปที่ 4.24 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 500 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 5 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.86

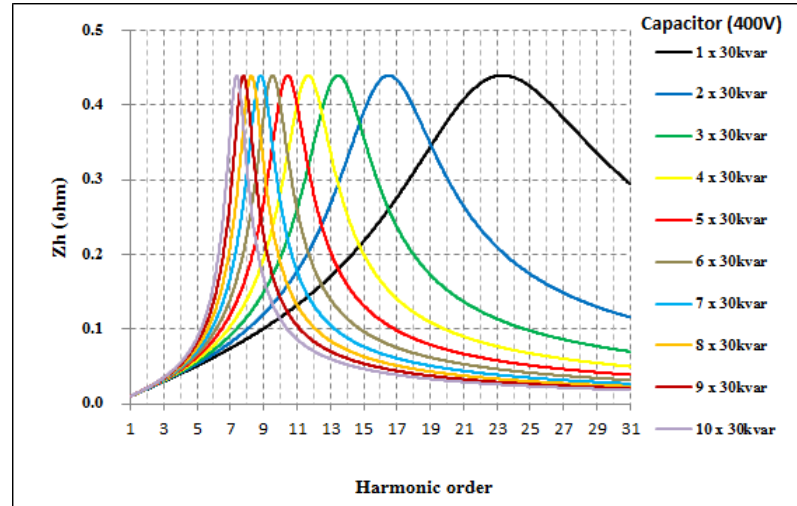


รูปที่ 4.25 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 630 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

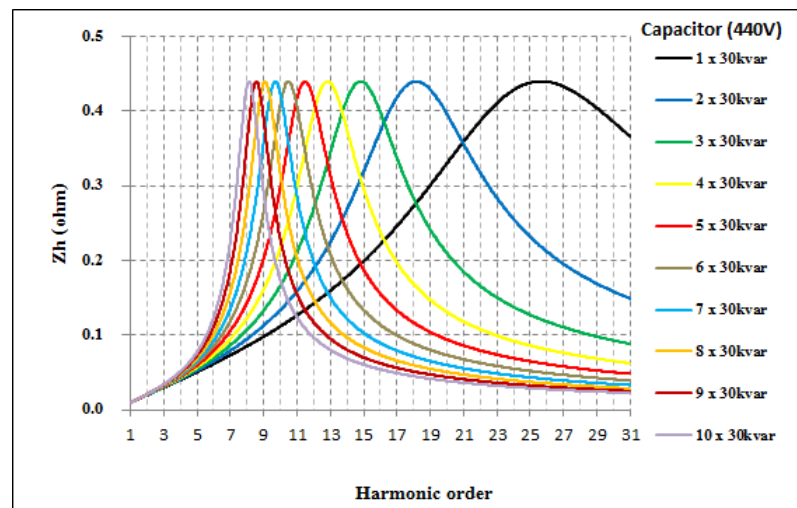


รูปที่ 4.26 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 630 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.25 และรูปที่ 4.26 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 630 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 25 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.02 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.88

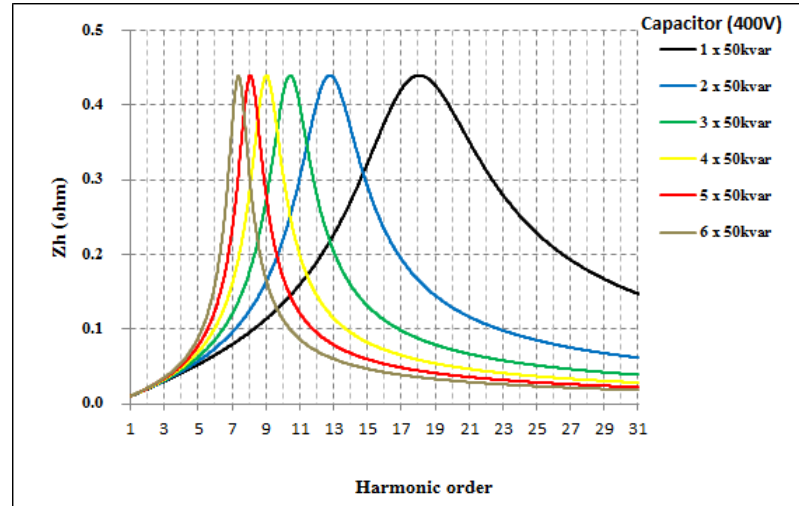


รูปที่ 4.27 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 630 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 30 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

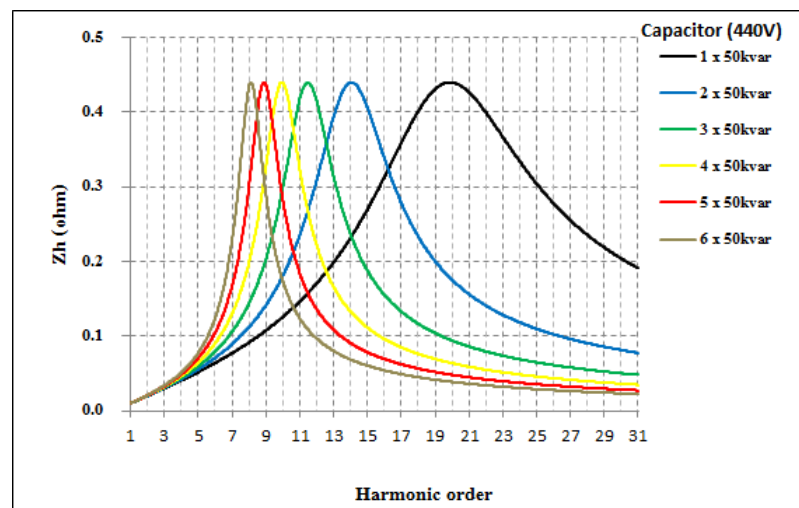


รูปที่ 4.28 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 630 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 30 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

จากรูปที่ 4.27 และรูปที่ 4.28 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 630 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 30 กิโลวาร์ จำนวน 10 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.82 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.06

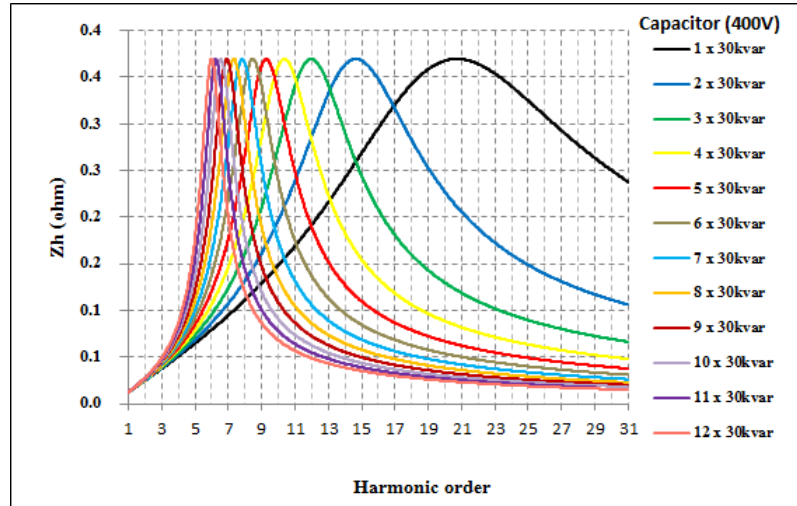


รูปที่ 4.29 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 630 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 6 ชุด

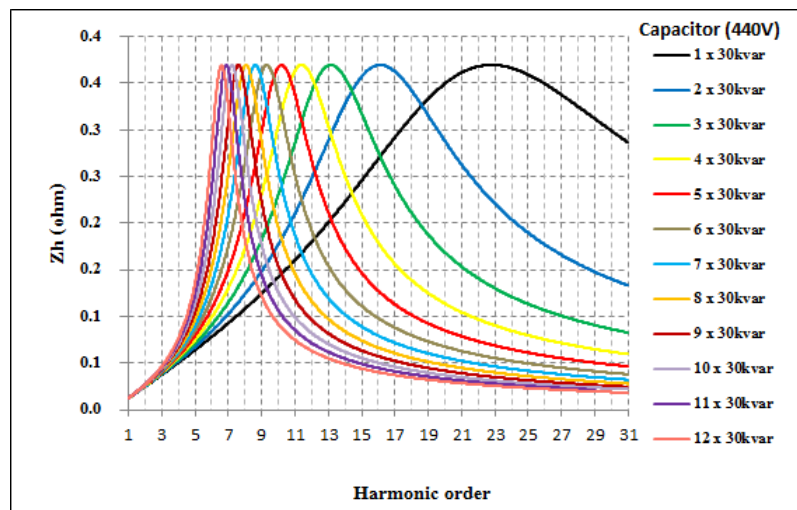


รูปที่ 4.30 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 630 กิโลวัตต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 6 ชุด

จากรูปที่ 4.29 และรูปที่ 4.30 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 630 กิโลวัตต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 6 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.04 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.88

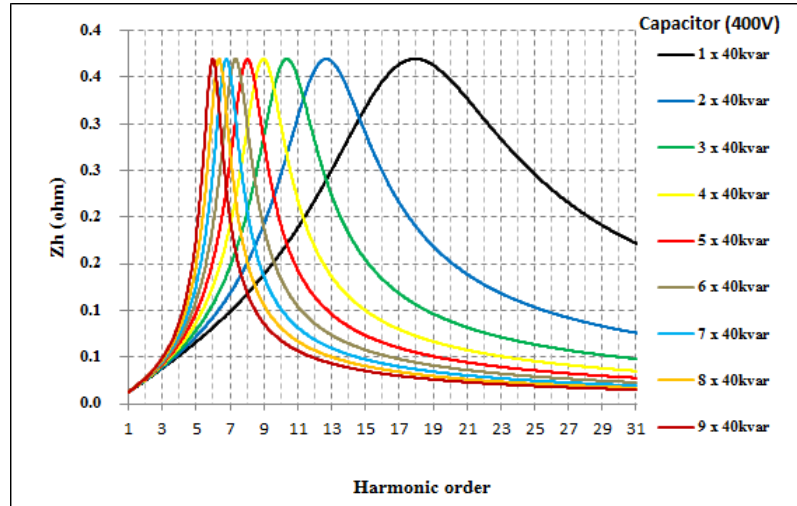


รูปที่ 4.31 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 750 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 30 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

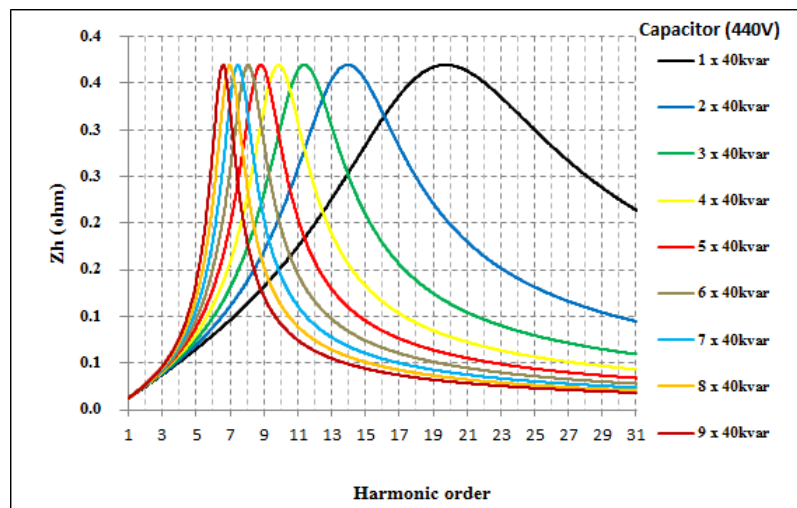


รูปที่ 4.32 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 750 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 30 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.31 และรูปที่ 4.32 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 750 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 30 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 6.9

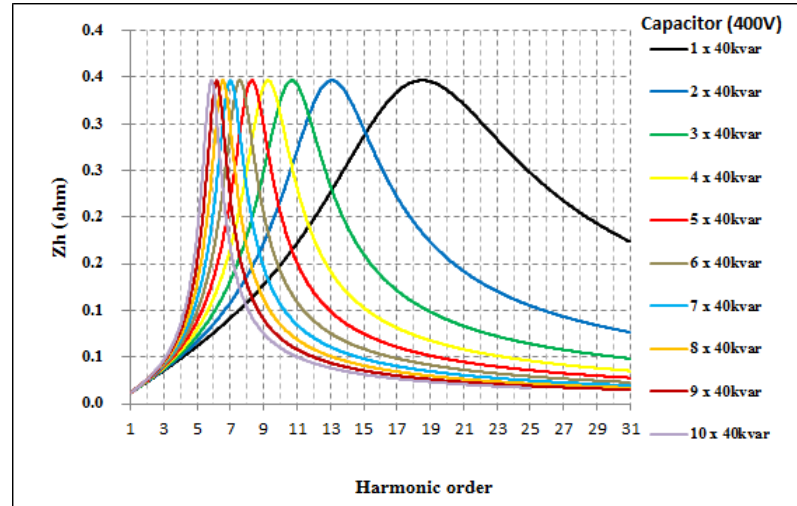


รูปที่ 4.33 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 750 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 40 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 9 ชุด

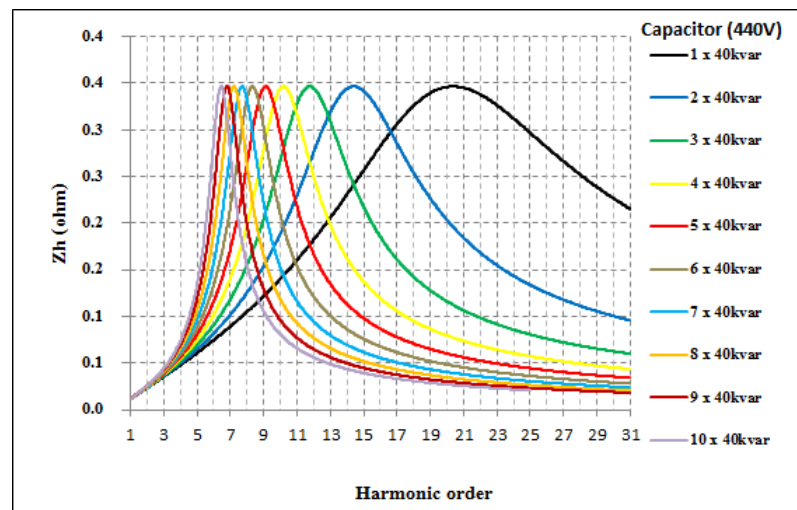


รูปที่ 4.34 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 750 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 40 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 9 ชุด

จากรูปที่ 4.33 และรูปที่ 4.34 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 750 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 40 กิโลวาร์ จำนวน 9 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.96 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.82

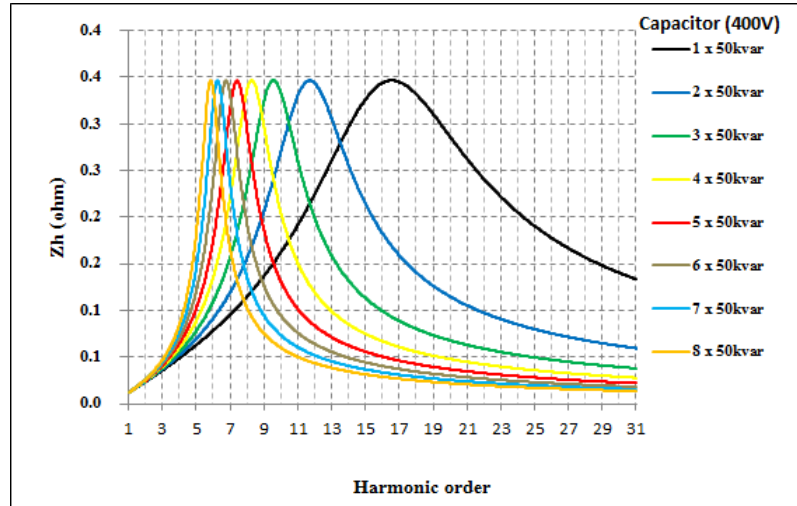


รูปที่ 4.35 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 800 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 40 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

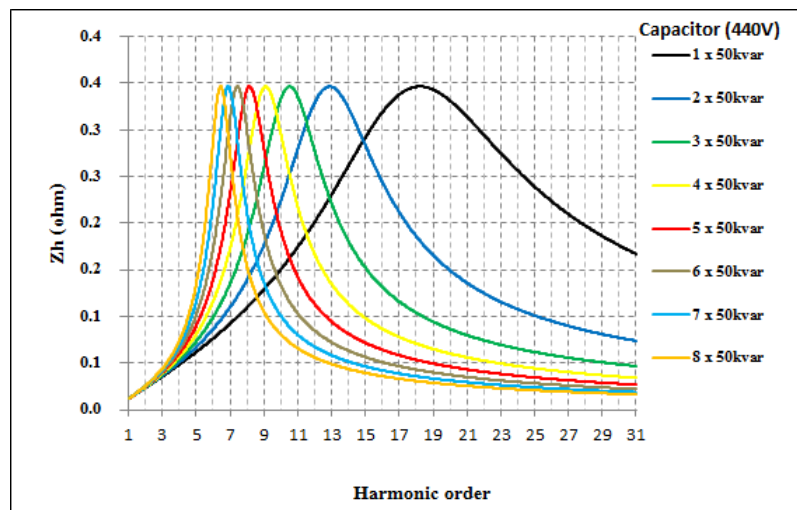


รูปที่ 4.36 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 800 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 40 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

จากรูปที่ 4.35 และรูปที่ 4.36 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 800 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 40 กิโลวาร์ จำนวน 10 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 7 และลำดับที่ 13.08 ที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.1

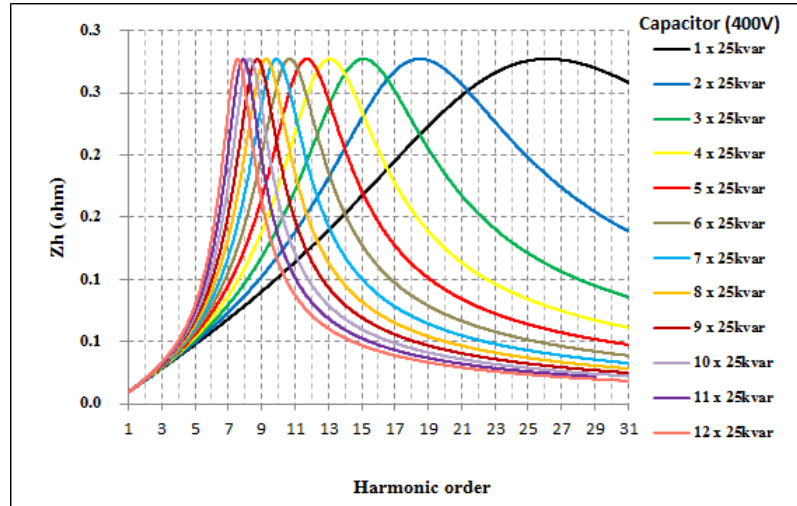


รูปที่ 4.37 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 800 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 8 ชุด

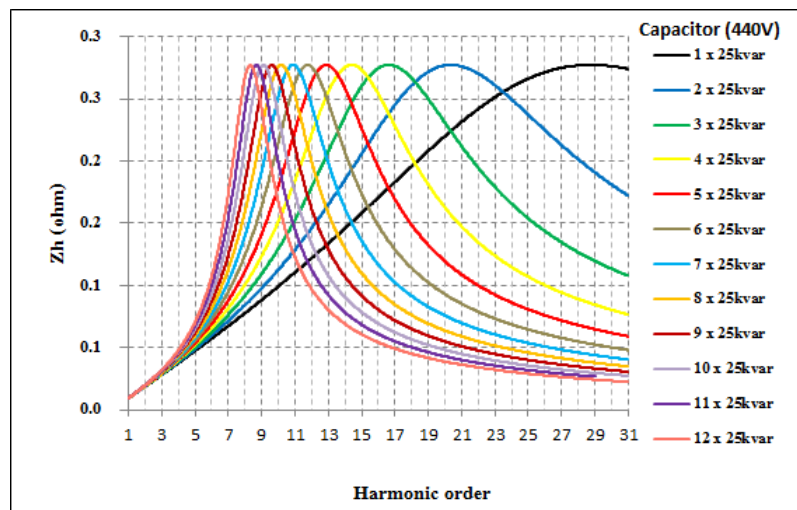


รูปที่ 4.38 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 800 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 8 ชุด

จากรูปที่ 4.37 และรูปที่ 4.38 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลง 800 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 8 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.1

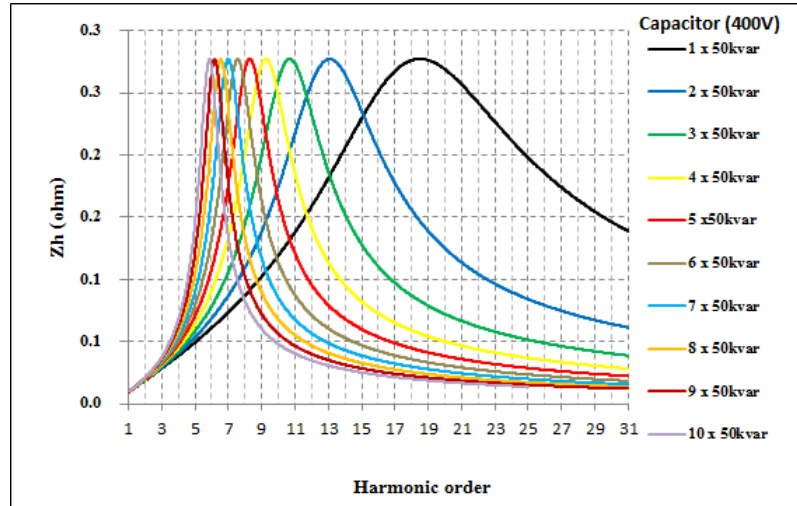


รูปที่ 4.39 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

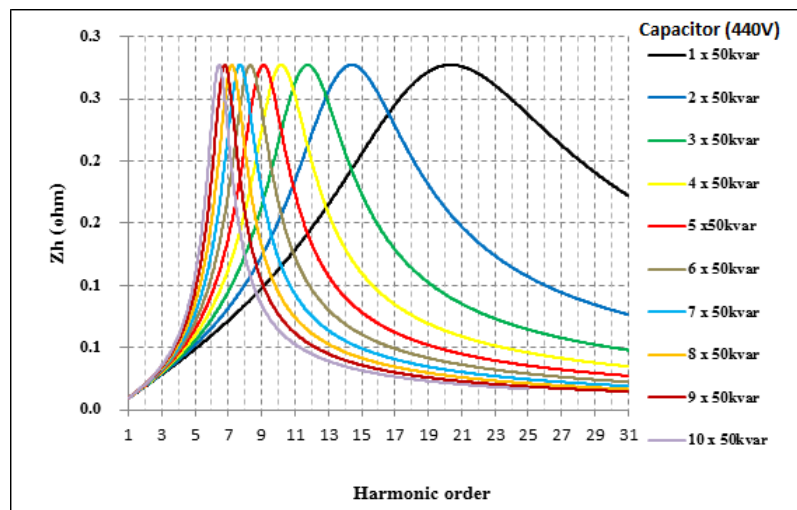


รูปที่ 4.40 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 25 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.39 และรูปที่ 4.40 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,000 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 25 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 13 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 10.88 และลำดับที่ 12.88

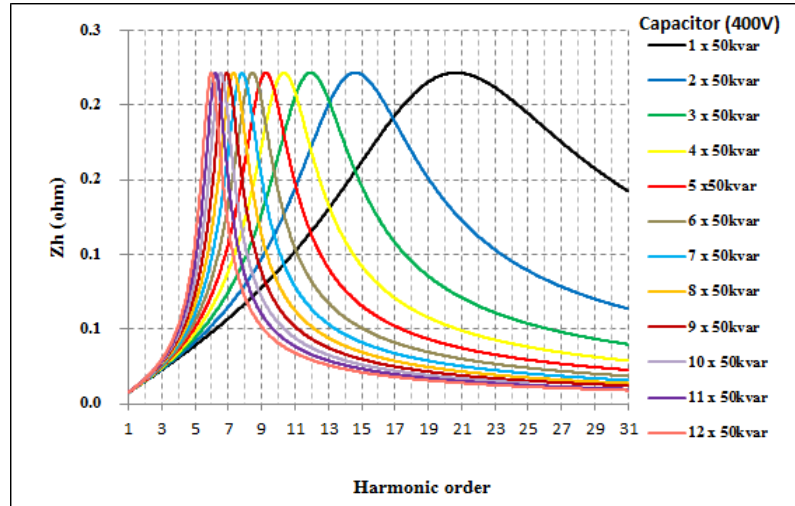


รูปที่ 4.41 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

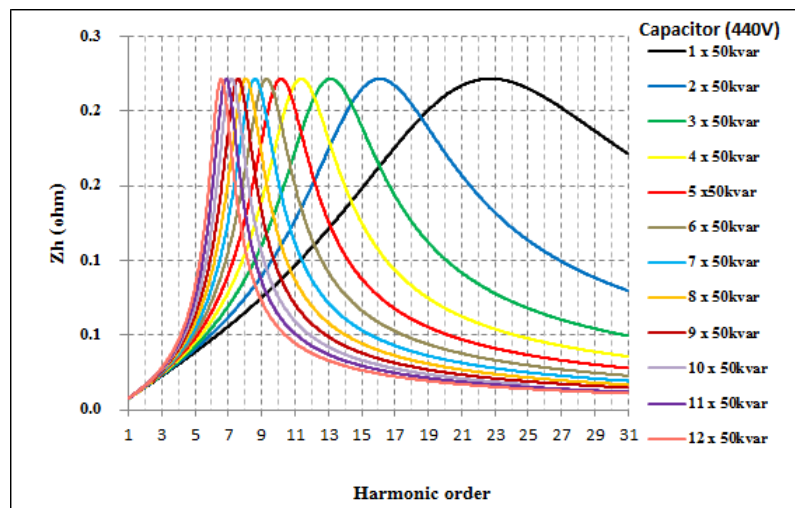


รูปที่ 4.42 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 10 ชุด

จากรูปที่ 4.41 และรูปที่ 4.42 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,000 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 10 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 6.98 และลำดับที่ 13.08 ที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.1

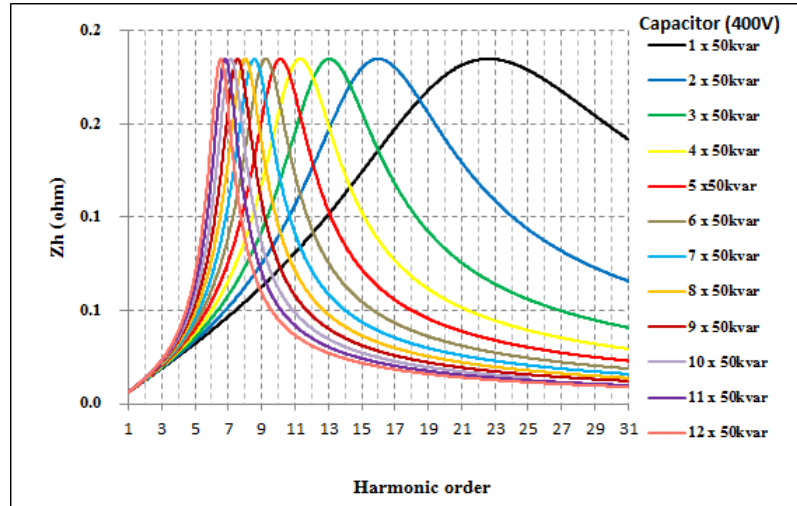


รูปที่ 4.43 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,250 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

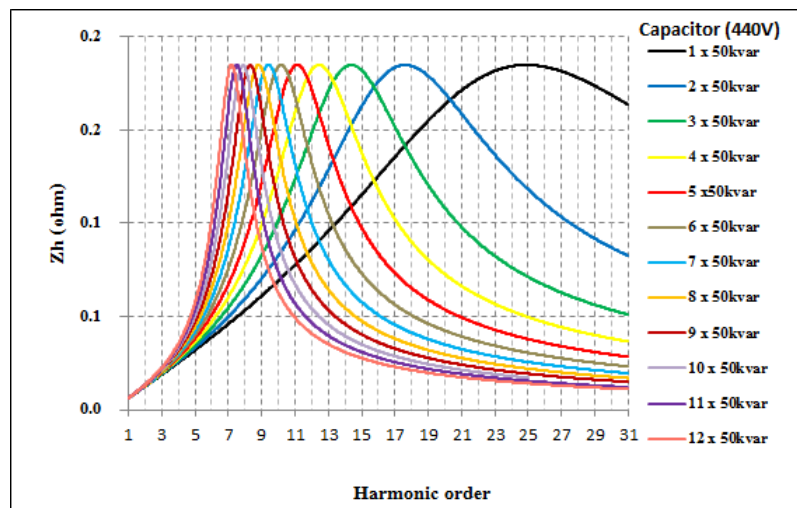


รูปที่ 4.44 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,250 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.43 และรูปที่ 4.44 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,250 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 6.88 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 6.86

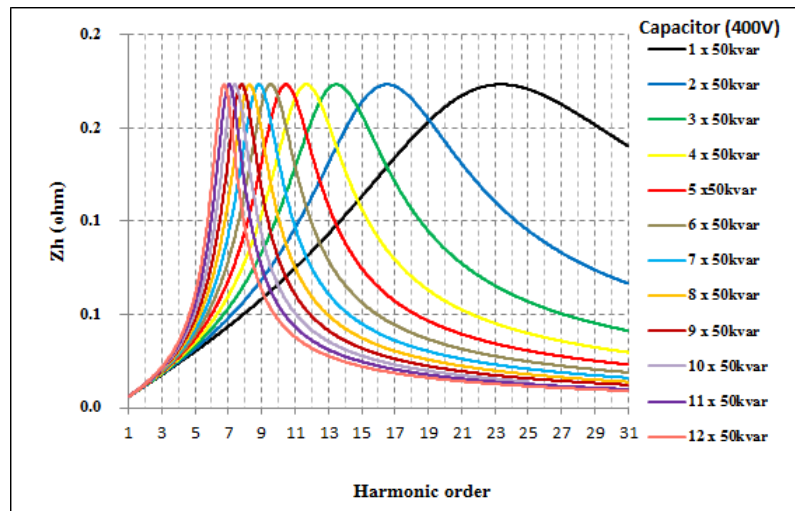


รูปที่ 4.45 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

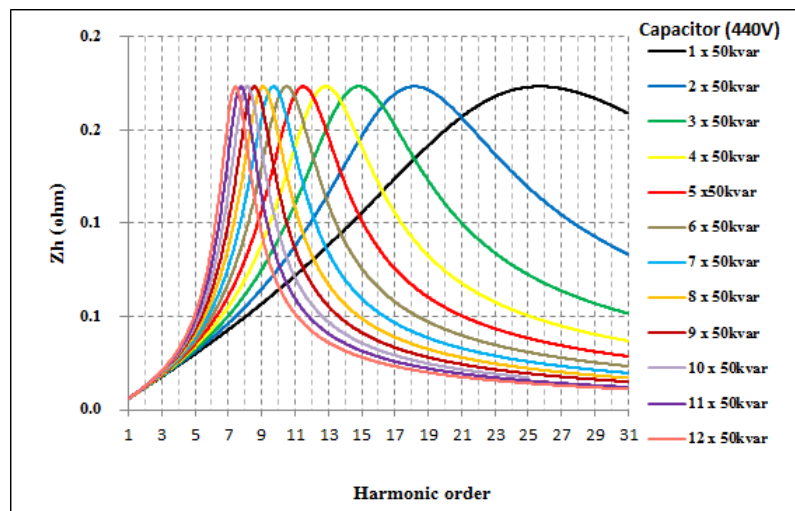


รูปที่ 4.46 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.45 และรูปที่ 4.46 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,500 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 6.82 และลำดับที่ 13.16 ที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 8.76 และลำดับที่ 11.12

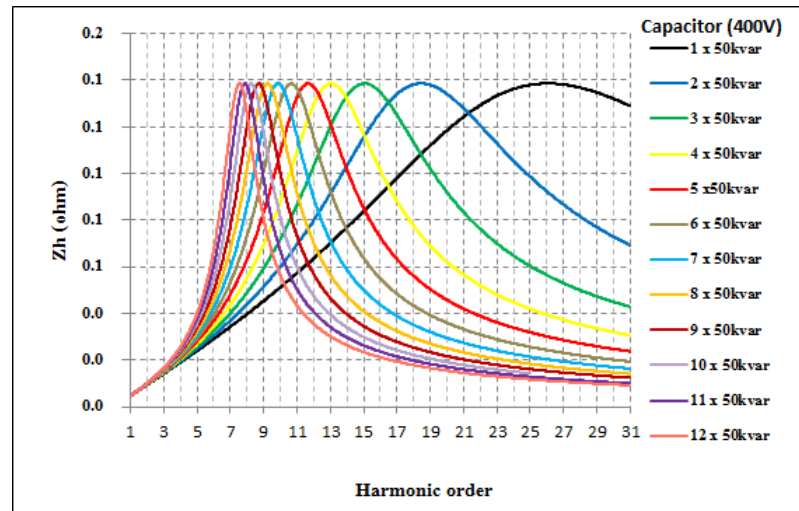


รูปที่ 4.47 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,600 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

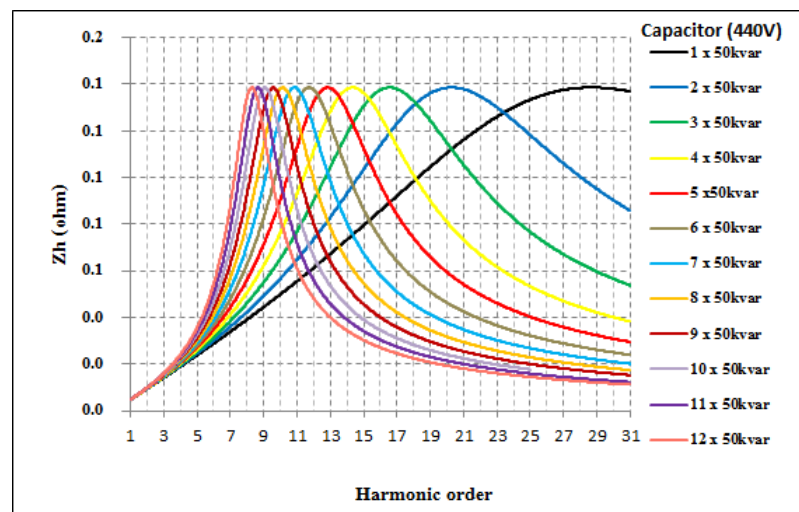


รูปที่ 4.48 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,600 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.47 และรูปที่ 4.48 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 1,600 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 7.04 และที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.08

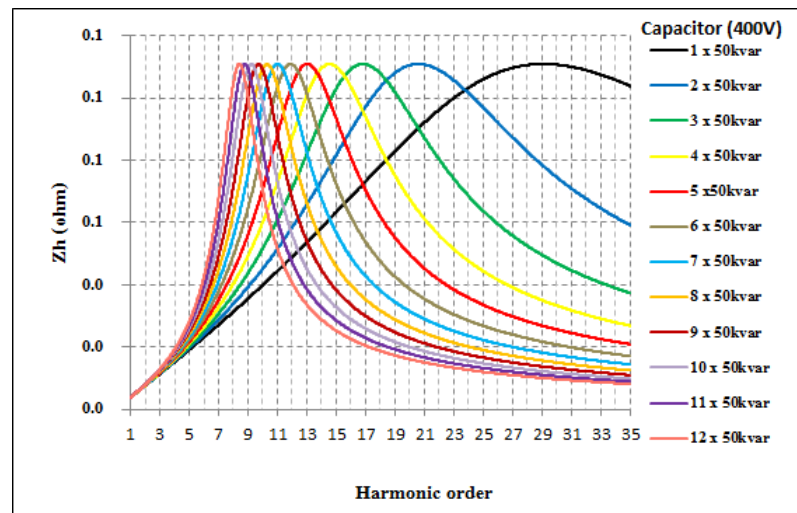


รูปที่ 4.49 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 2,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

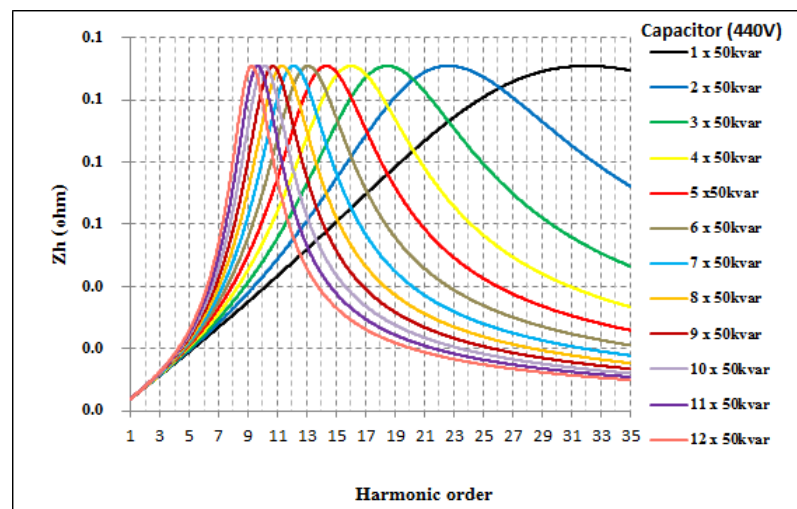


รูปที่ 4.50 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 2,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.49 และรูปที่ 4.50 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 2,000 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 13.04 และลำดับที่ 15.06 ที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 9.06 และลำดับที่ 10.84

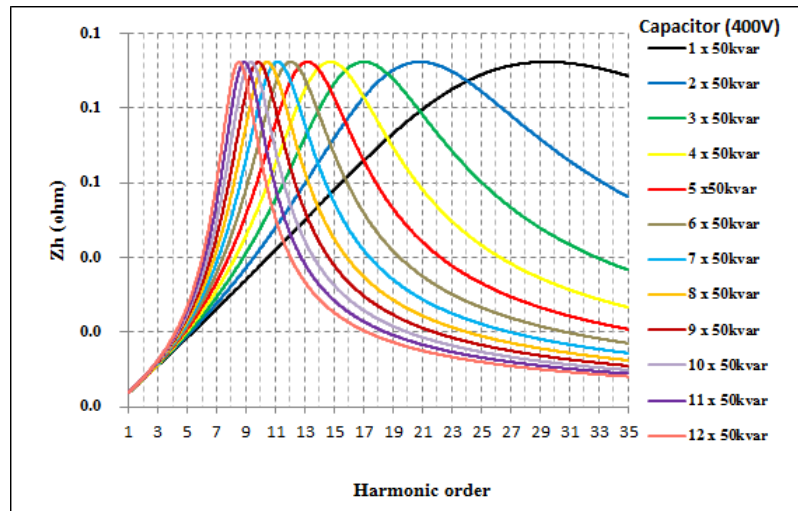


รูปที่ 4.51 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 2,500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

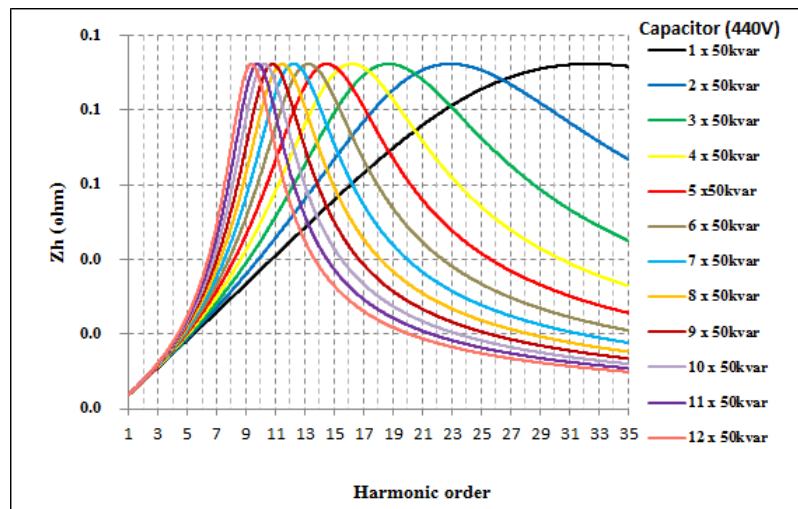


รูปที่ 4.52 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 2,500 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.51 และรูปที่ 4.52 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 2,500 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 11 และลำดับที่ 13 ที่พิกัดแรงดัน 440 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 13.06



รูปที่ 4.53 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 3,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 400 โวลต์ จำนวน 12 ชุด



รูปที่ 4.54 ค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 3,000 กิโลโวลต์แอมป์ และชุดตัวเก็บประจุพิกัด 50 กิโลวาร์ แรงดัน 440 โวลต์ จำนวน 12 ชุด

จากรูปที่ 4.53 และรูปที่ 4.54 แสดงกราฟค่าอิมพีแดนซ์ต่อความถี่ของหม้อแปลงพิกัด 3,000 กิโลโวลต์แอมป์ ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ 50 กิโลวาร์ จำนวน 12 ชุด โดยเลือกใช้ที่ 2 พิกัดแรงดัน คือ 400 โวลต์ และ 440 โวลต์ โดยชุดตัวเก็บประจุพิกัดแรงดัน 400 โวลต์ มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ที่ฮาร์โมนิกลำดับที่ 11.1, ลำดับที่ 13.14 และลำดับที่ 17

4.2 ผลการคำนวณหาลำดับของความถี่เรโซแนนซ์

เมื่อนำสมการที่ 4.2 ไปคำนวณในโปรแกรม Microsoft Excel จะได้ค่าลำดับฮาร์มอนิกส์ที่มีโอกาสจะเกิดการเรโซแนนซ์เมื่อระบบมีการชดเชยตัวประกอบกำลังไฟฟ้า โดยลำดับฮาร์มอนิกส์จะขึ้นอยู่กับค่าพิกัดหม้อแปลงและค่าพิกัดที่ใช้งานจริงของชุดตัวเก็บประจุที่ระดับแรงดันไฟฟ้าใช้งานในแต่ละพิกัด

$$h_r \approx \sqrt{\frac{kVA_{lx} \times 100}{kVAR_{cap} \times X_{lx} (\%)}} \quad (4.2)$$

เมื่อ h_r คือ ลำดับของความถี่เรโซแนนซ์

kVA_{lx} คือ ค่ากำลังงานที่ปรากฏที่พิกัดของหม้อแปลง (kVA)

$kVAR_{cap}$ คือ ค่ากำลังงานรีแอกตีฟที่พิกัดของชุดตัวเก็บประจุ (kVAR)

$X_{lx} (\%)$ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์รีแอกแตนซ์ของหม้อแปลง

เมื่อนำสมการที่ (4.2) ไปคำนวณจะได้ค่าลำดับฮาร์มอนิกส์ที่มีโอกาสจะเกิดเรโซแนนซ์ เมื่อในระบบไฟฟ้ามีการชดเชยตัวประกอบกำลังไฟฟ้า โดยลำดับของฮาร์มอนิกส์จะขึ้นอยู่กับค่าพิกัดหม้อแปลงและค่าพิกัดที่ใช้งานจริงของชุดตัวเก็บประจุที่ระดับแรงดันไฟฟ้าใช้งานในแต่ละพิกัด ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางประเมินลำดับของฮาร์โมนิกที่มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ของหม้อแปลง และชุดตัวเก็บประจุที่พิกัดต่าง ๆ

Transformer (kVA)	Cap. Volt rating	kvar/step at rating	kvar/step at 400V	Harmonic resonance											
				1 step	2 steps	3 steps	4 steps	5 steps	6 steps	7 steps	8 steps	9 steps	10 steps	11 steps	12 steps
100	400	10	10	16.46	11.64	9.50	8.23	7.36	-	-	-	-	-	-	-
	440	10	8.26	18.11	12.80	10.45	9.05	8.10	-	-	-	-	-	-	-
160	400	10	10	20.57	14.55	11.88	10.29	9.20	8.40	7.78	7.27	-	-	-	-
	440	10	8.26	22.63	16.00	13.07	11.32	10.12	9.24	8.55	8.00	-	-	-	-
250	400	12.5	12.5	22.88	16.18	13.21	11.44	10.23	9.34	8.65	8.09	7.63	7.24	-	-
		25	25	16.18	11.44	9.34	8.09	7.24	-	-	-	-	-	-	-
	440	12.5	10.33	25.17	17.80	14.53	12.58	11.26	10.28	9.51	8.90	8.39	7.96	-	-
		25	20.66	17.80	12.58	10.28	8.90	7.96	-	-	-	-	-	-	-
315	400	12.5	12.50	25.75	18.21	14.87	12.88	11.52	10.51	9.73	9.10	8.58	8.14	7.76	7.43
		25	25.00	18.21	12.88	10.51	9.10	8.14	7.43	-	-	-	-	-	-
		30	30.00	16.62	11.75	9.60	8.31	7.43	-	-	-	-	-	-	-
	440	12.5	10.33	28.33	20.03	16.35	14.16	12.67	11.56	10.71	10.02	9.44	8.96	8.54	8.18
		25	20.66	20.03	14.16	11.56	10.02	8.96	8.18	-	-	-	-	-	-
		30	24.79	18.29	12.93	10.56	9.14	8.18	-	-	-	-	-	-	-
400	400	20	20.00	22.85	16.16	13.19	11.43	10.22	9.33	8.64	8.08	7.62	7.23	-	-
		25	25.00	20.44	14.45	11.80	10.22	9.14	8.34	7.73	7.23	-	-	-	-
		40	40.00	16.16	11.43	9.33	8.08	7.23	-	-	-	-	-	-	-
	440	20	16.53	25.14	17.77	14.51	12.57	11.24	10.26	9.50	8.89	8.38	7.95	-	-
		25	20.66	22.48	15.90	12.98	11.24	10.05	9.18	8.50	7.95	-	-	-	-
		40	33.06	17.77	12.57	10.26	8.89	7.95	-	-	-	-	-	-	-
500	400	25	25	22.79	16.12	13.16	11.40	10.19	9.30	8.61	8.06	7.60	7.21	-	-
		50	50	16.12	11.40	9.30	8.06	7.21	-	-	-	-	-	-	-
	440	25	20.66	25.07	17.73	14.47	12.54	11.21	10.24	9.48	8.86	8.36	7.93	-	-
		50	41.32	17.73	12.54	10.24	8.86	7.93	-	-	-	-	-	-	-
630	400	25	25	25.55	18.07	14.75	12.78	11.43	10.43	9.66	9.03	8.52	8.08	7.70	7.38
		30	30	23.32	16.49	13.47	11.66	10.43	9.52	8.82	8.25	7.77	7.38	-	-
		50	50	18.07	12.78	10.43	9.03	8.08	7.38	-	-	-	-	-	-
	440	25	20.66	28.11	19.87	16.23	14.05	12.57	11.47	10.62	9.94	9.37	8.89	8.47	8.11
		30	24.79	25.66	18.14	14.81	12.83	11.47	10.47	9.70	9.07	8.55	8.11	-	-
		50	41.32	19.87	14.05	11.47	9.94	8.89	8.11	-	-	-	-	-	-
750	400	30	30.00	20.71	14.64	11.96	10.35	9.26	8.45	7.83	7.32	6.90	6.55	6.24	5.98
		40	40.00	17.93	12.68	10.35	8.97	8.02	7.32	6.78	6.34	5.98	-	-	-
	440	30	24.79	22.78	16.11	13.15	11.39	10.19	9.30	8.61	8.05	7.59	7.20	6.87	6.58
		40	33.06	19.73	13.95	11.39	9.86	8.82	8.05	7.46	6.97	6.58	-	-	-
800	400	40	40.00	18.51	13.09	10.68	9.25	8.28	7.55	6.99	6.54	6.17	5.85	-	-
		50	50.00	16.55	11.70	9.56	8.28	7.40	6.76	6.26	5.85	-	-	-	-
	440	40	33.06	20.36	14.39	11.75	10.18	9.10	8.31	7.69	7.20	6.79	6.44	-	-
		50	41.32	18.21	12.87	10.51	9.10	8.14	7.43	6.88	6.44	-	-	-	-
1000	400	25	25.00	26.15	18.49	15.10	13.07	11.69	10.68	9.88	9.25	8.72	8.27	7.88	7.55
		50	50.00	18.49	13.07	10.68	9.25	8.27	7.55	6.99	6.54	6.16	5.85	-	-
	440	25	20.66	28.76	20.34	16.61	14.38	12.86	11.74	10.87	10.17	9.59	9.10	8.67	8.30
		50	41.32	20.34	14.38	11.74	10.17	9.10	8.30	7.69	7.19	6.78	6.43	-	-
1250	400	50	50.00	20.65	14.61	11.93	10.33	9.24	8.43	7.81	7.30	6.88	6.53	6.23	5.96
	440	50	41.32	22.72	16.07	13.12	11.36	10.16	9.28	8.59	8.03	7.57	7.18	6.85	6.56
1500	400	50	50.00	22.61	15.99	13.05	11.30	10.11	9.23	8.54	7.99	7.54	7.15	6.82	6.53
	440	50	41.32	24.87	17.58	14.36	12.43	11.12	10.15	9.40	8.79	8.29	7.86	7.50	7.18
1600	400	50	50.00	23.35	16.51	13.48	11.67	10.44	9.53	8.82	8.25	7.78	7.38	7.04	6.74
	440	50	41.32	25.68	18.16	14.83	12.84	11.49	10.49	9.71	9.08	8.56	8.12	7.74	7.41
2000	400	50	50.00	26.06	18.43	15.05	13.03	11.65	10.64	9.85	9.21	8.69	8.24	7.86	7.52
	440	50	41.32	28.67	20.27	16.55	14.33	12.82	11.70	10.83	10.13	9.56	9.06	8.64	8.28
2500	400	50	50	29.11	20.58	16.81	14.56	13.02	11.88	11.00	10.29	9.70	9.21	8.78	8.40
	440	50	41.32	32.02	22.64	18.49	16.01	14.32	13.07	12.10	11.32	10.67	10.13	9.66	9.24
3000	400	50	50	29.45	20.82	17.00	14.72	13.17	12.02	11.13	10.41	9.82	9.31	8.88	8.50
	440	50	41.32	32.39	22.90	18.70	16.20	14.49	13.22	12.24	11.45	10.80	10.24	9.77	9.35

โดยค่าที่ได้จากในตาราง คือ ค่าลำดับฮาร์โมนิกส์ที่มีโอกาสเกิดเรโซแนนซ์ เมื่อระบบไฟฟ้ามีการชดเชยค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า โดยลำดับฮาร์โมนิกส์จะขึ้นอยู่กับค่าพิกัดหม้อแปลงและค่าพิกัดที่ใช้ งานจริงของชุดตัวเก็บประจุที่ระดับแรงดันไฟฟ้าใช้งาน ซึ่งเราสามารถนำตารางนี้ไปใช้ในการ คำนวณถึงโอกาสที่จะเกิดเรโซแนนซ์สำหรับพิกัดหม้อแปลงและค่าพิกัดที่ใช้งานจริงของชุดตัวเก็บ ประจุต่าง ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงโอกาสที่จะเกิดการเรโซแนนซ์อันเนื่องมาจากการติดตั้งชุดตัวเก็บประจุ เพื่อชดเชยค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า