

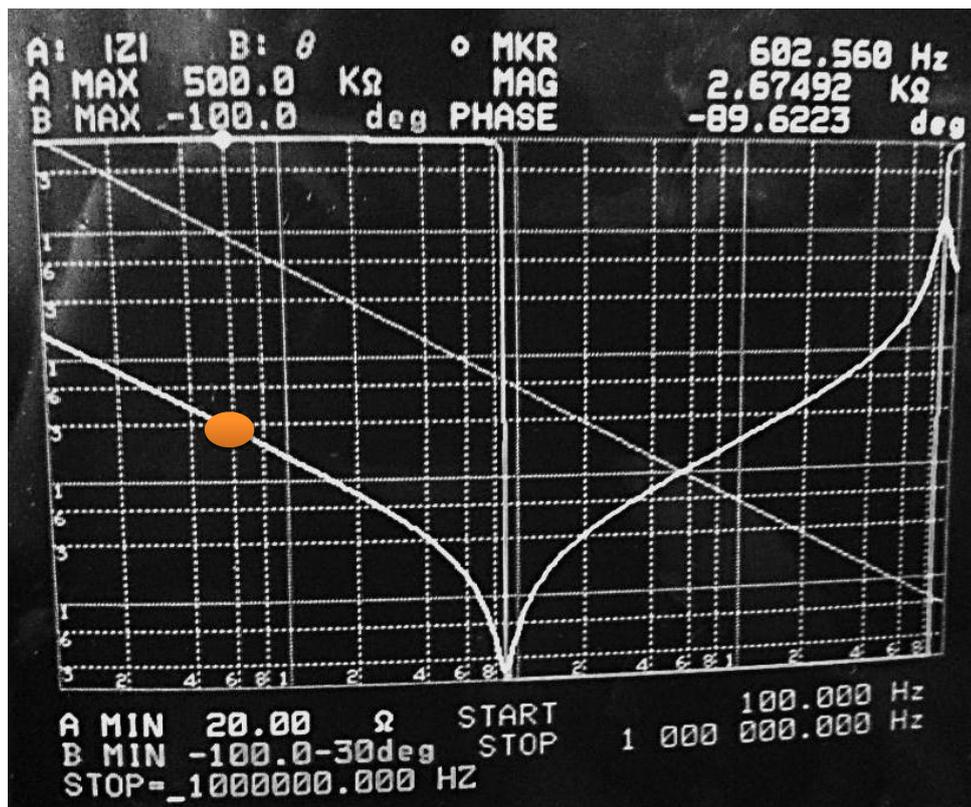
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของบัลลาสต์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์

ในการออกแบบวงจรกรองสัญญาณรบกวนเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นั้น ในขั้นแรกผู้ทำการทดลองได้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ (Impedance Analyzer)

เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ (Impedance Analyzer) ใช้ในการวัดค่าอิมพีแดนซ์เชิงซ้อน $Z(\omega) = Z'(\omega) + jZ''(\omega)$ ระหว่างพอร์ตของระบบไฟฟ้าภายใต้การทดสอบโดยที่ความถี่มีค่าเท่ากับ $\frac{\omega}{2\pi}$ ซึ่งสามารถแสดงผลในรูปของขนาดและมุมของอุปกรณ์ที่นิยามวัด นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลที่เกี่ยวกับค่าองค์ประกอบแฝงของอุปกรณ์ ค่ารีแอคแตนซ์ และยังมีวงจรสมมูลทางไฟฟ้าอย่างง่าย ที่อาจจะสอดคล้องกับพฤติกรรมของบางอุปกรณ์ หรือบางชิ้นส่วนตลอดย่านความถี่ที่สนใจ

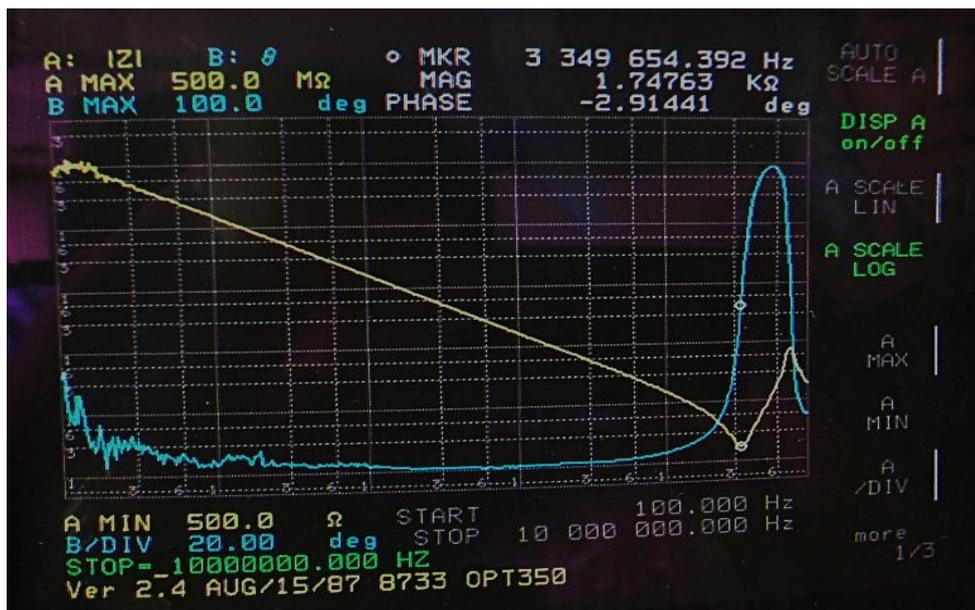


ภาพที่ 4.1 พฤติกรรมของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B ที่ความถี่ 602.560 เฮิรตซ์



ภาพที่ 4.2 พฤติกรรมของบลลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B ที่ความถี่ 8,912.509 เฮิรตซ์

จากภาพที่ 4.1 และ 4.2 เป็นการศึกษาพฤติกรรมของบลลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ จะเห็นว่าที่ความถี่ 602.560 เฮิรตซ์ ค่าอิมพีแดนซ์ภายในบลลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B นั้นจะแสดงพฤติกรรมเป็นตัวเก็บประจุซึ่งค่าอิมพีแดนซ์ที่วัดได้มีค่า 2.67492 กิโลโอห์ม



ภาพที่ 4.3 พฤติกรรมของชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A ที่ความถี่ 10 กิโลเฮิรตซ์

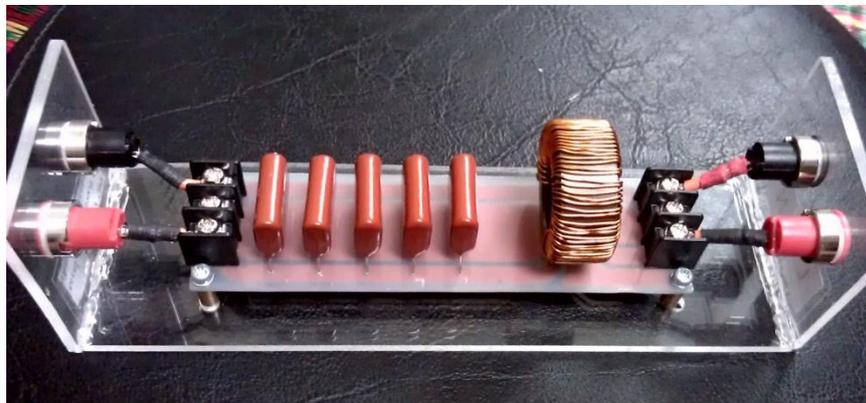


ภาพที่ 4.4 พฤติกรรมของชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A ที่ความถี่ 3.350 เมกะเฮิร์ตซ์

จากภาพที่ 4.3 และ 4.4 เป็นการศึกษากฎการของชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หิมพีแดนซ์ จะเห็นว่าที่ความถี่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ ค่าอิมพีแดนซ์ภายในชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A นั้นจะแสดงพฤติกรรมเป็นตัวเก็บประจุซึ่งค่าอิมพีแดนซ์ที่วัดได้มีค่า 1.64339 เมกะโอห์ม

4.2 ผลการประยุกต์ใช้วงจรกรองตัวต้นแบบ

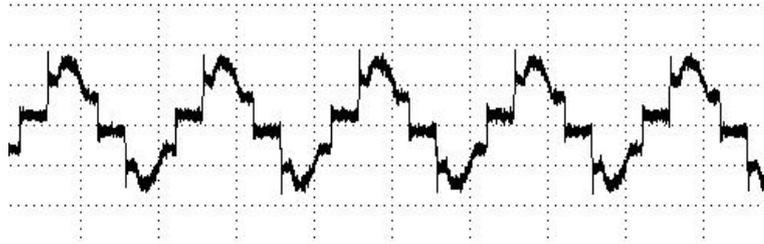
หลังจากที่ได้สร้างวงจรกรองตัวต้นแบบแล้วนั้น จากภาพที่ 4.5 วงจรกรองสัญญาณรบกวนที่ใช้ในการทดลองได้ใช้ตัวเหนี่ยวนำขนาด 38 มิลลิเฮนรี และตัวเก็บประจุขนาด 11 ไมโครฟารัด ได้นำมาทดสอบการใช้งานกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B ที่ใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ซึ่งค่าฮาร์มอนิกส์เกินค่ามาตรฐาน



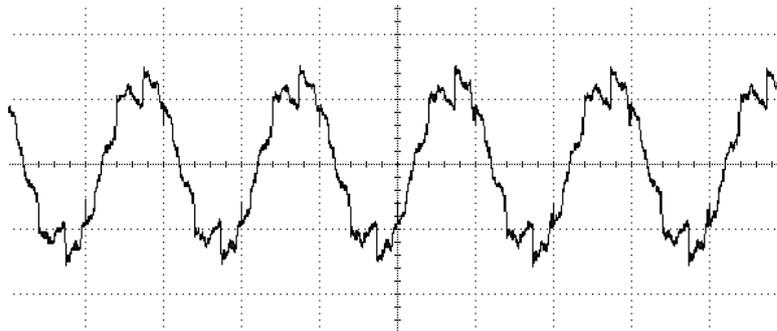
ภาพที่ 4.5 วงจรกรองสัญญาณรบกวนสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

4.2.1 การทดสอบวงจรกรองตัวต้นแบบร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

จากภาพที่ 4.6 และ 4.7 จะพบว่าเมื่อใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนแล้วนั้น รูปคลื่นที่ได้จะมีความใกล้เคียงกับรูปคลื่นไซน์มากขึ้น จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ที่วัดได้เมื่อนำวงจรกรองสัญญาณรบกวนตัวต้นแบบมาใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะมีค่าลดลงกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ยังไม่ได้ใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนคือ ลดลงจาก 23.7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 11 เปอร์เซ็นต์ โดยค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ในแต่ละลำดับที่วัดได้แสดงดังตารางที่ 4.2



ภาพที่ 4.6 กระแสฮาร์มอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 หลอด ก่อนใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน



ภาพที่ 4.7 กระแสฮาร์มอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 หลอด หลังใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัดค่าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 หลอด

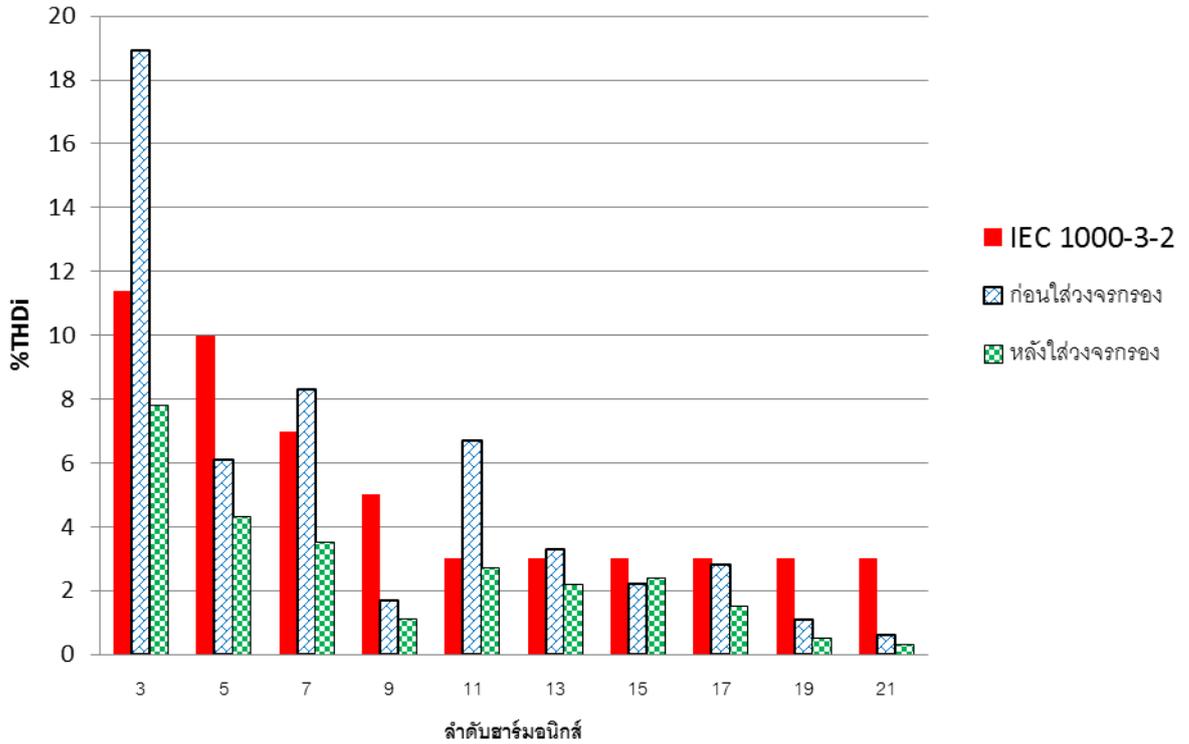
ข้อมูลที่วัดค่า	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 4 หลอด	
	ก่อนใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน	หลังใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน
Real Power (kW)	0.09	0.08
Frequency (Hz)	50	50
%THD _v	1.2	1.1
V _{rms} (V)	226.2	225.8
%THD _i	23.7	11
I _{rms} (A)	0.41	0.83

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดฮาร์มอนิกส์ของโหลดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 โหลด

ลำดับฮาร์มอนิกส์	V_{rms}		%THD _v		I_{rms}		%THD _i	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
DC	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0.4
1	226.2	225.9	100	100	0.4	0.83	100	100
2	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
3	0.1	0.1	0	0	0.08	0.06	18.9	7.8
4	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
5	2.7	2.4	1.2	1.1	0.02	0.04	6.1	4.3
6	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
7	0.6	0.7	0.3	0.3	0.04	0.03	8.3	3.5
8	0.1	0.1	0	0	0	0.01	0.6	0.5
9	0.1	0.3	0	0.3	0.01	0.01	1.7	1.1
10	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
11	0.1	0.1	0	0	0.03	0.02	6.7	2.7
12	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
13	0.1	0.1	0	0	0.01	0.02	3.3	2.2
14	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
15	0.1	0.2	0.1	0.1	0.01	0.02	2.2	2.4
16	0.1	0.1	0	0	0	0.01	0.6	0.5
17	0.1	0.1	0	0	0.01	0.01	2.8	1.5
18	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
19	0.1	0.1	0	0	0.01	0.01	1.1	0.5
20	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3
21	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.3

จากนั้นนำค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ที่วัดได้จากวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานร่วมกับวงจรกรองสัญญาณรบกวนมาทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 1000-3-2 (EN 61000-3-2) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.8

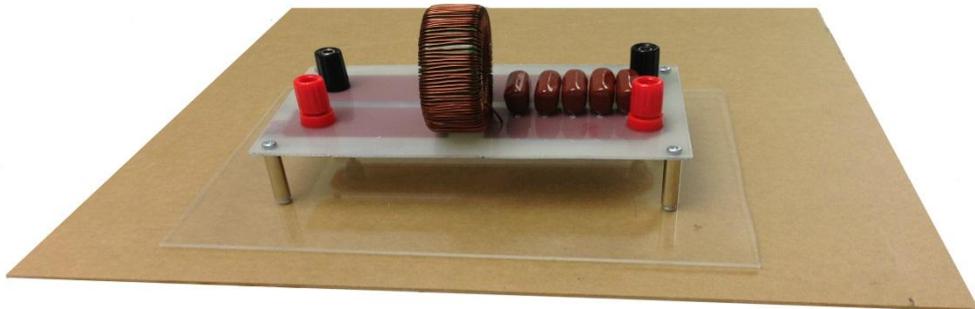
จากภาพที่ 4.8 พบว่าเมื่อใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนเข้าไปทำงานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะส่งผลให้ค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ที่วัดได้นั้นมีค่าลดลงจากเดิม ซึ่งจะเห็นว่า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ได้ใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนนั้น มีกระแสฮาร์มอนิกส์บางลำดับที่เกินกว่าค่ามาตรฐาน IEC 1000-3-2 แต่เมื่อได้ทำการใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนเข้าไปแล้วนั้นจะพบว่าค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ที่วัดได้จะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน



ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ทั้งก่อนและหลังใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จำนวน 4 หลอดกับมาตรฐาน IEC1000-3-2

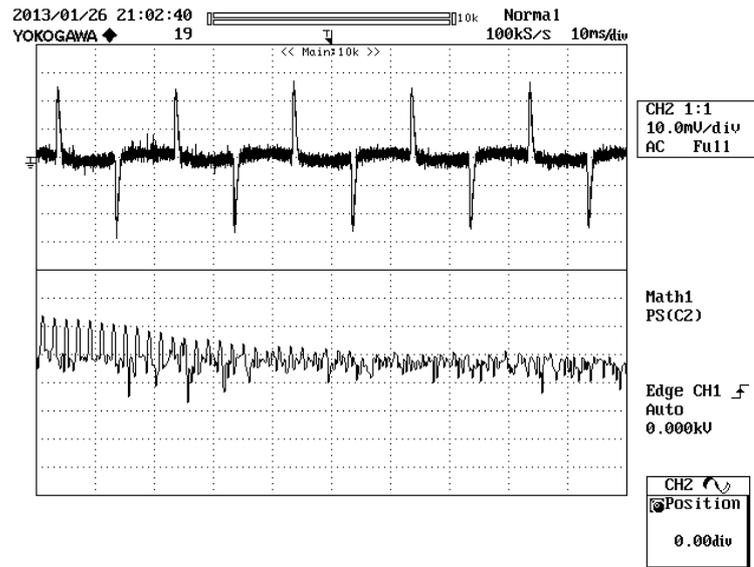
4.2.2 การทดสอบวงจรกรองตัวต้นแบบร่วมกับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED)

หลังจากที่ได้สร้างวงจรกรองตัวต้นแบบแล้วนั้น จากภาพที่ 4.9 วงจรกรองสัญญาณรบกวนที่ใช้ในการทดลองได้ใช้ตัวเหนี่ยวนำขนาด 102 มิลลิเฮนรี และตัวเก็บประจุขนาด 11 ไมโครฟารัด ได้นำมาทดสอบการใช้งานกับชุดขั้วขั้วหือ A ที่ใช้งานร่วมกับหลอดไดโอดเปล่งแสง ซึ่งค่าฮาร์มอนิกส์เกินค่ามาตรฐาน

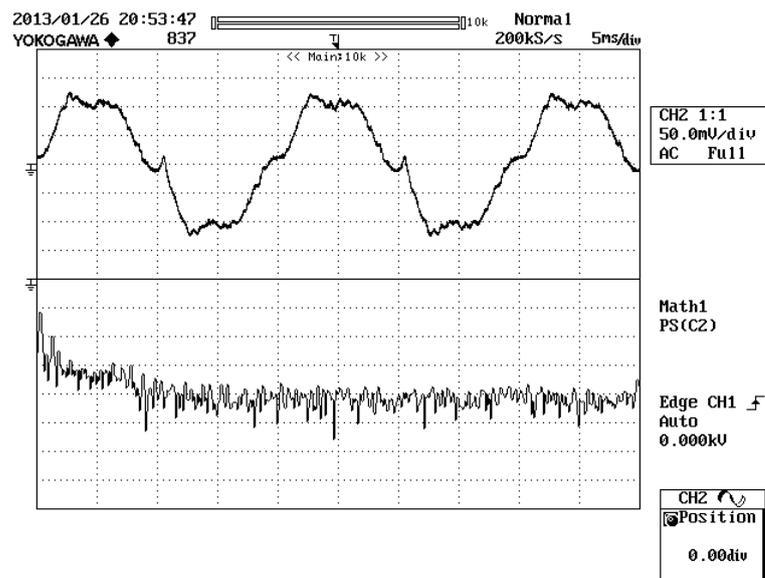


ภาพที่ 4.9 วงจรกรองสัญญาณรบกวนสำหรับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) จำนวน 1 หลอด

จากภาพที่ 4.10 และ 4.11 จะพบว่าเมื่อใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนแล้วนั้น รูปคลื่นที่ได้ จะมีความใกล้เคียงกับรูปคลื่นไซน์มากขึ้น จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ที่วัดได้เมื่อนำวงจรกรองสัญญาณรบกวนตัวต้นแบบมาใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) จะมีค่าลดลงกว่าชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ยังไม่ใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนคือ ลดลงจาก 141.4 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.2 เปอร์เซ็นต์ โดยค่ากระแสฮาร์มอนิกส์ในแต่ละลำดับที่วัดได้แสดงดัง ตารางที่ 4.4



ภาพที่ 4.10 กระแสฮาร์มอนิกส์ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A จำนวน 1 หลอด ก่อนใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน



ภาพที่ 4.11 กระแสฮาร์มอนิกส์ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A จำนวน 1 ชุด หลังใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน

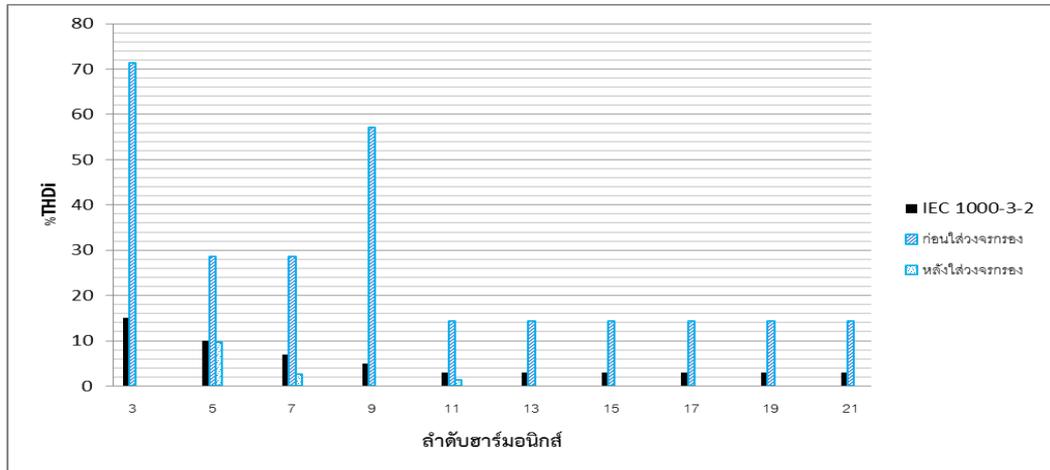
ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดค่าของหลอดหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A จำนวน 1 ชุด

ข้อมูลที่วัดค่า	หลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 1 หลอด	
	ก่อนใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน	หลังใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวน
Real Power (W)	4.4	6.4
Frequency (Hz)	50	50
%THD _v	1.7	1.9
V _{rms} (V)	226.5	227.5
%THD _i	141.4	10.2
I _{rms} (A)	0.046	0.79

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวัดฮาร์มอนิกส์ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A จำนวน 1 หลอด

ลำดับฮาร์มอนิกส์	V _{rms}		%THD _v		I _{rms}		%THD _i	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
DC	0.2	0	0.1	0	0.01	0.7	40.3	18.5
1	225.7	227.5	100	0	0.01	0.7	100	100
2	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
3	0.1	0	0	0	0.01	0	71.4	0
4	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
5	3.1	4	1.4	1.8	0.01	0.07	28.6	9.7
6	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
7	2.1	0	1	0	0.01	0.02	28.6	2.7
8	0.1	0	0	0	0.01	0	28.6	0
9	0.1	0	0	0	0.01	0	57.1	0
10	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
11	0.3	0	0.1	0	0	0.01	14.3	1.3
12	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
13	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
14	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
15	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
16	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
17	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
18	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
19	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
20	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0
21	0.1	0	0	0	0	0	14.3	0

จากนั้นนำค่ากระแสฮาร์โมนิกส์ที่วัดได้จากชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับวงจรกรองสัญญาณรบกวนมาทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 1000-3-2 (EN 61000-3-2) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบค่ากระแสฮาร์โมนิกส์ทั้งก่อนและหลังใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) จำนวน 1 หลอดกับมาตรฐาน IEC1000-3-2

จากภาพที่ 4.12 พบว่าเมื่อใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนเข้าไปทำงานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) จะส่งผลให้ค่ากระแสฮาร์โมนิกส์ที่วัดได้นั้นมีค่าลดลงจากเดิม ซึ่งจะเห็นว่าชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ไม่ได้ใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนนั้น มีกระแสฮาร์โมนิกส์บางลำดับที่เกินกว่าค่ามาตรฐาน IEC 1000-3-2 แต่เมื่อได้ทำการใส่วงจรกรองสัญญาณรบกวนเข้าไปแล้วนั้นจะพบว่าค่ากระแสฮาร์โมนิกส์ที่วัดได้จะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน