บทที่ 3
การจำลองและทดสอบฮาร์มอนิกส์

ในบทนี้จะทำการอธิบายถึงการออกแบบการทดลองและผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

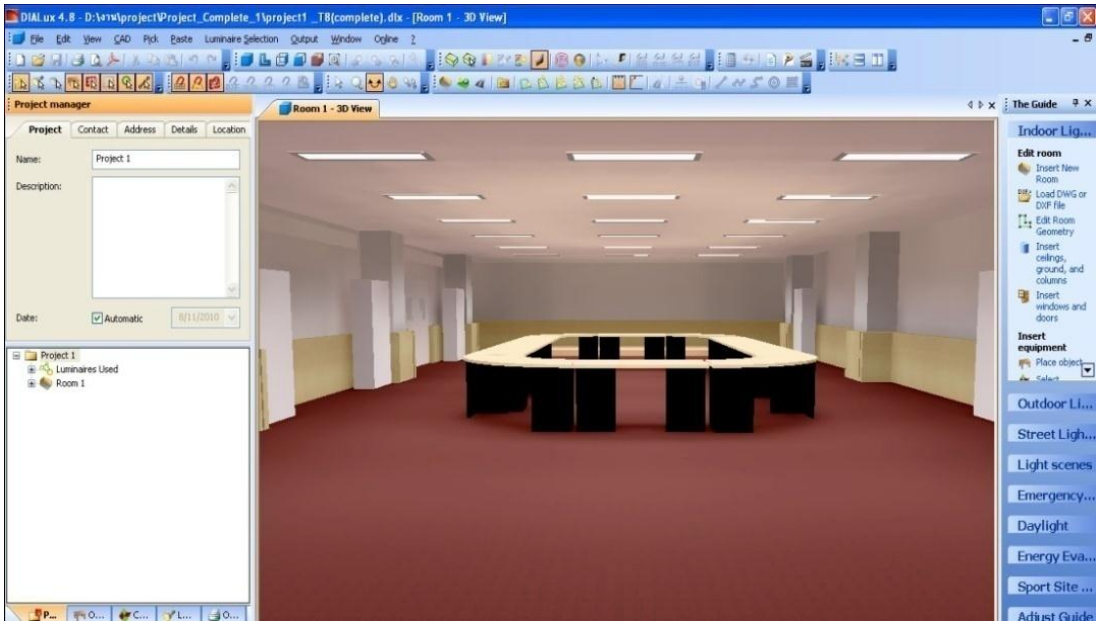
1. การจำลองด้วยโปรแกรม DIALux ในกรณีศึกษาต่าง ๆ
2. การศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบ
3. การทดสอบฮาร์มอนิกในบัลลาสต์และชุดขับชนิดต่าง ๆ โดยใช้แผงทดสอบ

3.1 การจำลองด้วยโปรแกรม DIALux

3.1.1 กรณีศึกษาห้องตัวอย่าง

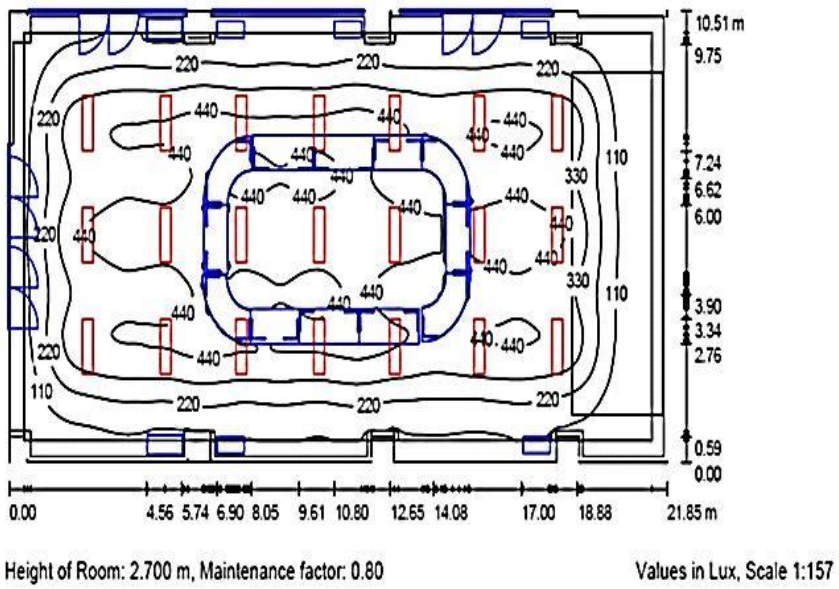
ได้ทำการจำลองห้อง ECC-301ตึก ECC คณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งมีพื้นที่ห้องประมาณ 230 ตร.ม. พื้นที่ใช้งานสูง 85 ซม. มีโคมฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x36 วัตต์ จำนวน 21 โคม ซึ่งจะได้ห้องที่จำลองโดยใช้โปรแกรม DIALux ดังภาพที่ 3.2 จากนั้นทำการหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยและหาค่าประสิทธิภาพ วัตต์ต่อตารางเมตร เพื่อศึกษาค่าทางด้านแสงสว่างและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ภาพที่ 3.1 ห้อง ECC-301 ตึก ECC

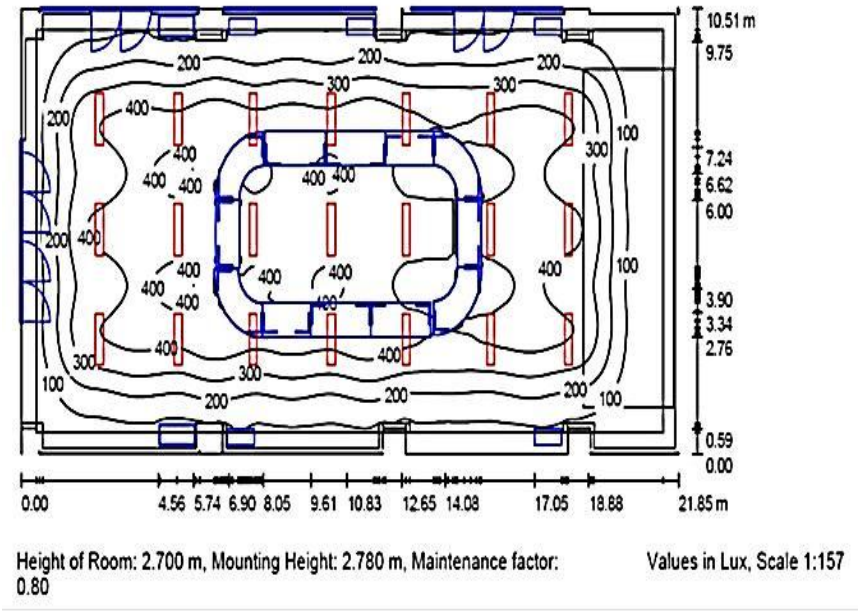


ภาพที่ 3.2 ห้อง ECC-301 ที่จำลองโดยใช้โปรแกรม DIALux

จากการจำลองได้ทำการคำนวณค่าต่างๆภายในห้องตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม DIALux เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบผลการติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ภายในห้องตัวอย่างคือห้อง ECC-301 ห้องประชุมสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า อาคาร ECC สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้ผลจากการจำลองดังต่อไปนี้



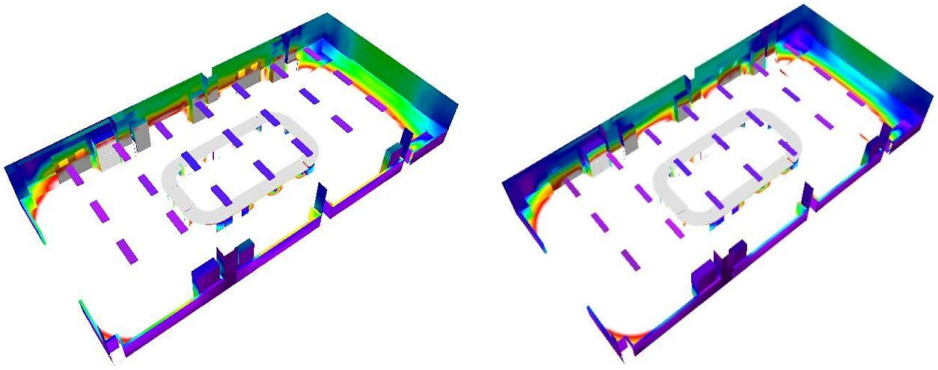
(ก) ติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8



(ข) ติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

ภาพที่ 3.3 การกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่าง

จากภาพที่ 3.3 แสดงการการกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่าง พบว่าความเข้มแสงของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมีค่ามากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ณ ตำแหน่งต่างๆภายในห้องตัวอย่าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8มีความสว่างในพื้นที่ใช้งานที่สว่างกว่าเมื่อเทียบกับการติดตั้งหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5เพราะเส้นค่าความเข้มแสงของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 มีค่ามากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ซึ่งเส้นค่าความเข้มแสงนี้มาจากการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์หลาย ๆ ดวง พร้อมกัน โดยที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 มีค่าความส่องสว่างต่อหลอดมากกว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5เมื่อติดตั้งหลาย ๆ ดวงโคม พร้อมกันค่าความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5



(ก) ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 (ข) ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

ภาพที่ 3.4 สเปกตรัมของแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่าง

จากภาพที่ 3.4 รูปแสดงสเปกตรัมของการกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่างนั้น จะพบว่าลักษณะการกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และชนิด T5 นั้นมีการกระจายที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

จากนั้นได้ทำการหาค่าของความเข้มแสงในพื้นที่ห้องในส่วนต่างแล้วนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างการติดตั้งทั้งสองกรณีจะได้ผลออกมาดังแสดงตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบข้อมูลรายละเอียดต่างๆในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม DIALux

ชนิดดวงโคม	ประเภทพื้นผิว	สัมประสิทธิ์การสะท้อน [%]	ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย [lux]	ค่าความเข้มแสงต่ำสุด [lux]	ค่าความเข้มแสงสูงสุด [lux]	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
2x36 W	พื้นที่ใช้งาน	/	316	23	527	0.072
	พื้นห้อง	13	257	6.73	477	/
	เพดาน	47	56	21	102	0.376
	กำแพง	71	30	5.31	103	/
2x28 W	พื้นที่ใช้งาน	/	299	17	493	0.058
	พื้นห้อง	13	245	5.47	465	/
	เพดาน	47	51	18	95	0.348
	กำแพง	71	22	4.72	88	/

ชนิดหลอดไฟ	จำนวนดวงโคม	ประเภทดวงโคม	จำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง [Lumen]	ค่ากำลังไฟฟ้าจริง [W]
T8	21	โคมไฟชนิดฝังฝ้าฟิลิปส์ ชนิด 2x36 วัตต์ สำหรับหลอด T8(1.000)	6,500	88.2
	รวม		136,500	1,852.2
T5	21	โคมไฟชนิดฝังฝ้าฟิลิปส์ ชนิด 2x28 วัตต์ สำหรับหลอด T5(1.000)	4,800	64.0
	รวม		100,800	1,344.0

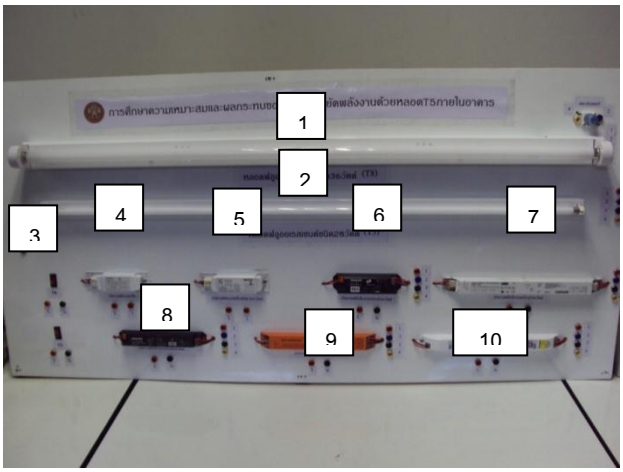
ชนิดดวงโคม	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า
2x36 W	8.07 W/m^2 = 2.55 W/m^2/100 lux (Ground area : 229.64 m^2)
2x28 W	5.85 W/m^2 = 1.96 W/m^2/100 lux (Ground area : 229.64 m^2)

จากตารางที่ 3.1 จะพบได้ว่า ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ พื้นที่ใช้งานภายในห้องตัวอย่างของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมีค่ามากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 อยู่ 17 ลักซ์ ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้ประมาณ 5.38เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้พลังงานไฟฟ้าของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8ภายในห้องตัวอย่างนั้น จะมีค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าการติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 อยู่ 2.2 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้ประมาณ 27.51 เปอร์เซ็นต์

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ภายในห้องตัวอย่างจะได้ความเข้มแสงมากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ประมาณ 5.38 เปอร์เซ็นต์ แต่ใช้พลังงานมากกว่าประมาณ 27.51 เปอร์เซ็นต์

3.2 การทดสอบฮาร์มอนิกในบัลลาสต์ชนิดต่างๆ โดยใช้แผงทดสอบ

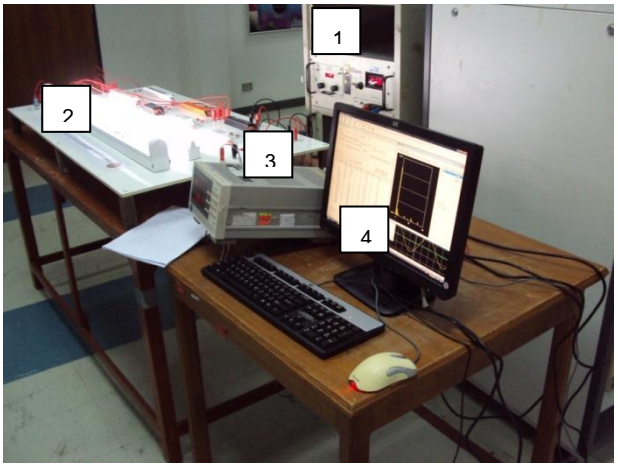
เนื่องจากในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์จริงนั้น จะมีผลของฮาร์มอนิกเนื่องจากบัลลาสต์ ในการวิจัยนี้จึงต้องทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของฮาร์มอนิก ในการต่อบัลลาสต์กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ในแต่ละกรณี จากการออกแบบชุดทดสอบฮาร์มอนิกในบัลลาสต์ชนิดต่างๆได้ออกแบบแผงทดสอบได้ดังภาพที่ 3.5



1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ขนาด36 วัตต์
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ขนาด 28 วัตต์
3. แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าขั้วไลน์ กับ ขั้วนิวตรอน
4. บัลลาสต์แกนเหล็ก
5. บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด ประสิทธิภาพสูง
6. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 36 วัตต์(ยี่ห้อ P)
7. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 36 วัตต์(ยี่ห้อ O)
8. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์(ยี่ห้อ P)
9. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์(ยี่ห้อ B)
10. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์(ยี่ห้อ E)

ภาพที่ 3.5 ชุดแผงทดสอบฮาร์มอนิก

จากการออกแบบชุดแผงทดสอบฮาร์มอนิก ได้นำชุดแผงทดสอบนี้ไปทดสอบที่ศูนย์ทดสอบ PTEC โดยมีอุปกรณ์ที่ช่วยลดสัญญาณรบกวนของแหล่งจ่ายและอุปกรณ์การประมวลผล ดังภาพที่ 3.6



1. เครื่องลดสัญญาณรบกวนจากแหล่งจ่าย
2. ชุดแผงทดสอบฮาร์มอนิก
3. สโคปวัดค่าความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิก
4. คอมพิวเตอร์แสดงผลการวัด

ภาพที่ 3.6 การวัดค่าฮาร์มอนิกที่ศูนย์ทดสอบ PTEC

จากการทดสอบที่ศูนย์ทดสอบ PTEC ได้ทำการทดสอบใน 2 กรณีที่ศึกษา คือการศึกษาผลกระทบของฮาร์มอนิกของการต่อบัลลาสต์เพียงชนิดเดียว และผลกระทบของฮาร์มอนิกของการต่อบัลลาสต์ร่วมกัน

3.2.1 การทดสอบฮาร์มอนิกในกรณีที่เปิดใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์เพียงชนิดเดียว

ในหัวข้อนี้ได้ทำการวัดค่าฮาร์มอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ของบริษัท B ซึ่งผลการทดลองแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ผลการตรวจวัดค่าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B

ข้อมูลที่วัดค่า	4 หลอด	10 หลอด
Power (kW)	0.09 kw	0.24 kW
Frequency(Hz)	50	50
PF	0.95	0.95
$\%THD_v$	0.6	0.6
V_{rms} (V)	227.5	225.7
$\%THD_i$	23.7	27.2
I_{rms} (A)	0.41	1.07

จากตารางที่ 3.2 จะพบว่า เมื่อใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวนมากขึ้นก็จะส่งผลให้มีกำลังการสูญเสียไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ค่าความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์มอนิกส์ก็เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ส่วนค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกส์นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 3.3 ผลการตรวจวัดฮาร์มอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 หลอด

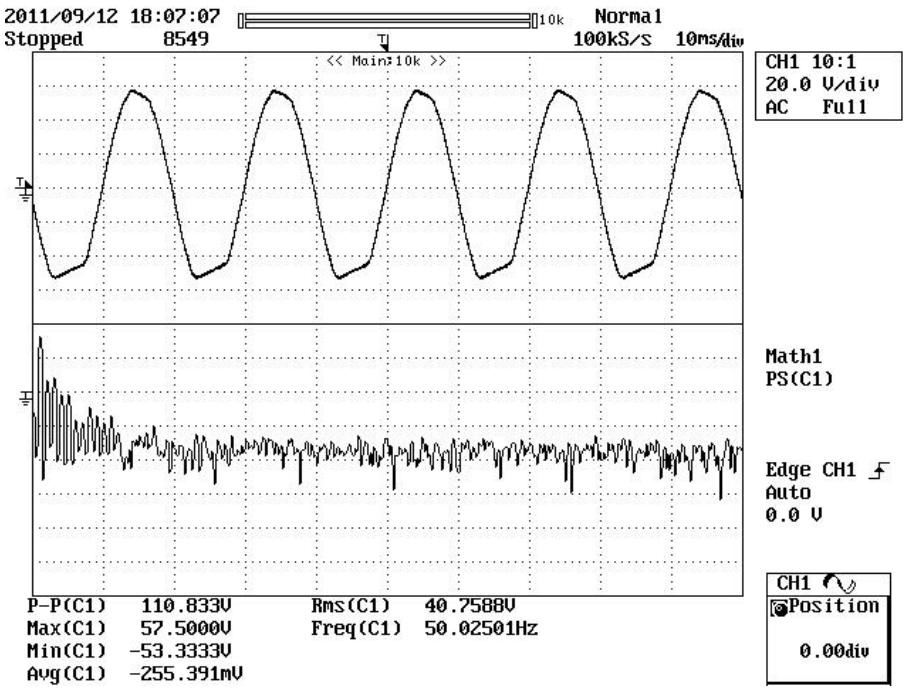
ลำดับฮาร์มอนิกส์	V_{rms}	**%**THD_v	I_{rms}	**%**THD_i
DC	0.2	0.1	0	0
1	227.5	100	0.4	100
2	0.1	0	0	0.6
3	0.3	0.1	0.08	18.9
4	0.1	0	0	0.6
5	0.1	0.1	0.02	6.1
6	0.1	0	0	0.6
7	1.2	0.5	0.04	8.3
8	0.1	0.1	0	0.6
9	0.2	0.1	0.01	1.7
10	0.1	0	0	0.6
11	0.4	0.2	0.03	6.7
12	0.1	0	0	0.6
13	0.1	0	0.01	3.3
14	0.1	0	0	0.6
15	0.1	0	0.01	2.2
16	0.1	0	0	0.6
17	0.1	0	0.01	2.8
18	0.1	0	0	0.6
19	0.1	0	0.01	1.1
20	0.1	0	0	0.6
21	0.1	0	0	0.6

จากตารางที่ 3.3 จะพบว่าค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกส์ในแต่ละลำดับนั้นมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก แต่ในส่วนค่าความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์มอนิกส์ลำดับคี่จะมีค่าสูงขึ้น

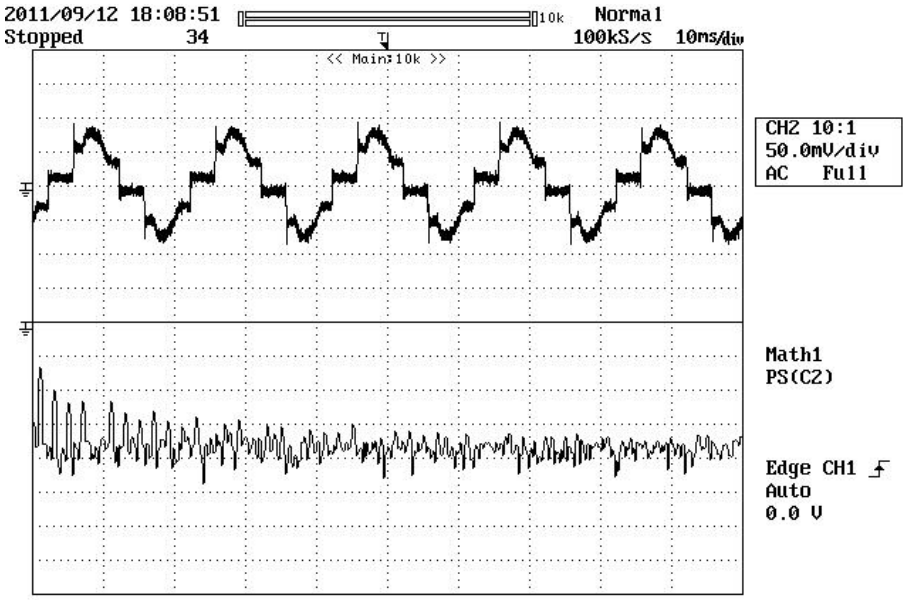
ตารางที่ 3.4 ผลการตรวจวัดฮาร์มอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 10 หลอด

ลำดับฮาร์มอนิกส์	V_{rms}	$\%THD_v$	I_{rms}	$\%THD_i$
DC	0.2	0.1	0.01	0.9
1	225.6	100	1.03	100
2	0.1	0	0	0.2
3	0.4	0.2	0.21	20.3
4	0.1	0	0	0.2
5	0.2	0.1	0.08	8
6	0.1	0	0	0.2
7	1.1	0.5	0.11	10
8	0.1	0	0	0.2
9	0.2	0.1	0	0.2
10	0.1	0	0	0.2
11	0.4	0.2	0.09	9.1
12	0.1	0	0	0.2
13	0.1	0	0.04	4.1
14	0.1	0	0	0.2
15	0.1	0	0.02	2.4
16	0.1	0	0.01	0.9
17	0.1	0	0.04	4.3
18	0.1	0	0	0.2
19	0.1	0	0.02	1.7
20	0.1	0	0	0.2
21	0.1	0	0.01	1.3

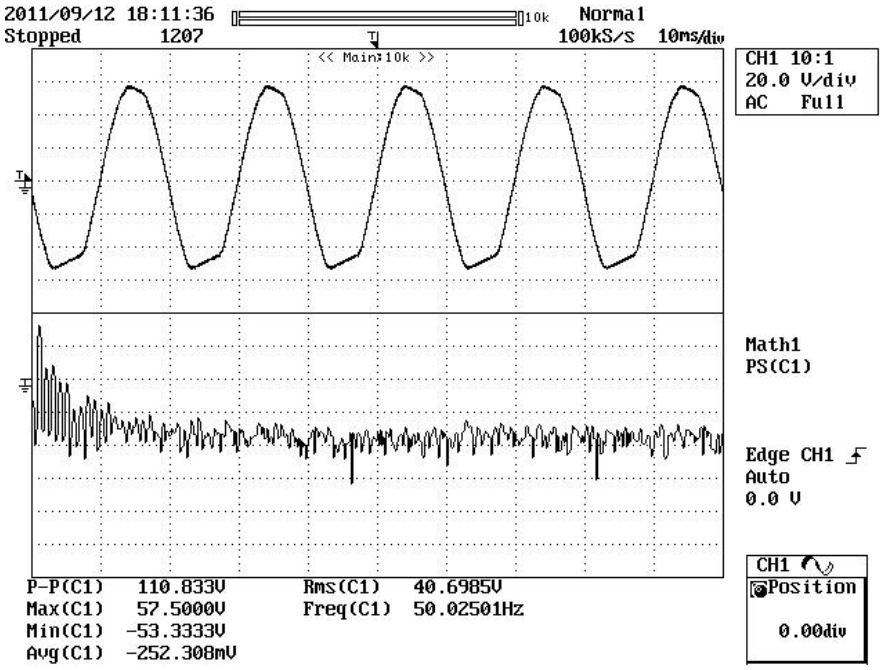
จากตารางที่ 3.4 จะพบว่าค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกส์ในแต่ละลำดับนั้นมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก แต่ในส่วนค่าความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์มอนิกส์ลำดับคี่จะมีค่าสูงขึ้น



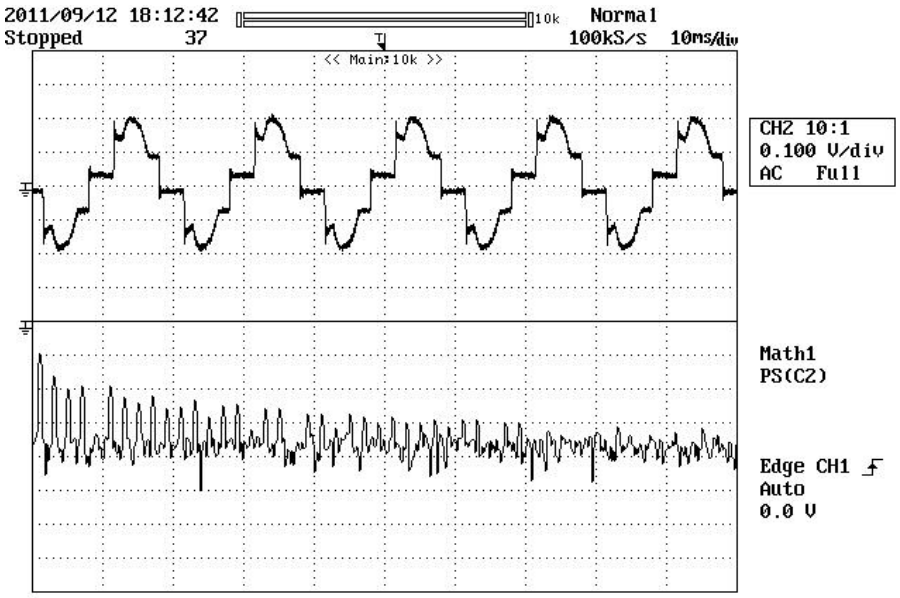
ภาพที่ 3.7 แรงดันและสเปคตรัมขาออกของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 หลอด



ภาพที่ 3.8 กระแสและสเปคตรัมขาออกของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 หลอด

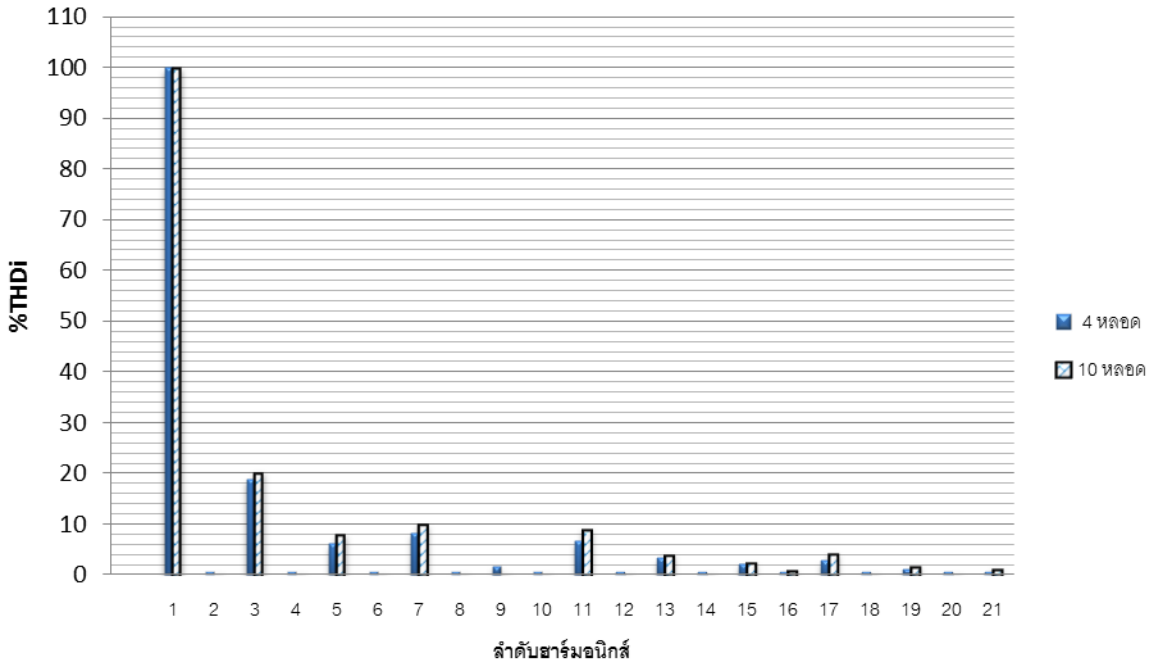


ภาพที่ 3.9 แรงดันและสเปคตรัมขาออกของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 10 หลอด



ภาพที่ 3.10 กระแสและสเปคตรัมขาออกของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 10 หลอด

จากภาพที่ 3.7 และ ภาพที่ 3.10 พบว่าการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B พบว่ารูปคลื่นของกระแสมีความผิดเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์เป็นอย่างมาก จึงทำให้ทราบได้ว่าการใช้งานบัลลาสต์อิเล็กทรอกนิกส์นั้นก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกส์มากกว่าการใช้บัลลาสต์แกนเหล็กซึ่งเกิดจากการทำงานของอุปกรณ์จำพวกอิเล็กทรอนิกส์กำลัง



ภาพที่ 3.11 ค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ B จำนวน 4 และ 10 หลอด

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า บัลลาสต์ที่ไม่มีมาตรฐานใดๆ รองรับติดไว้ที่ฉลากนั้นก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกส์ในปริมาณมาก ส่วนบัลลาสต์ที่ได้รับรองมาตรฐานต่างๆ นั้นก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกส์ในปริมาณน้อย ในขณะเดียวกันผลกระทบด้านฮาร์มอนิกส์ที่เกิดจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเลือกใช้งานบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับสถานที่ในการติดตั้งใช้งานว่าสามารถยอมรับฮาร์มอนิกส์ได้มากน้อยเพียงใดด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่าง เช่น ในโรงพยาบาล จะมีอุปกรณ์ที่ไวต่อสัญญาณรบกวนเป็นอย่างมาก ดังนั้นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เลือกใช้ควรมีมาตรฐานรองรับด้วย เป็นต้น

3.2.2 การทดสอบฮาร์มอนิกในกรณีที่เปิดใช้งานหลอดไดโอดเปล่งแสงเพียงชนิดเดียว

ในหัวข้อนี้ได้ทำการวัดค่าฮาร์มอนิกส์ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ของยี่ห้อ A ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงข้อมูลเบื้องต้น ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดยี่ห้อ A

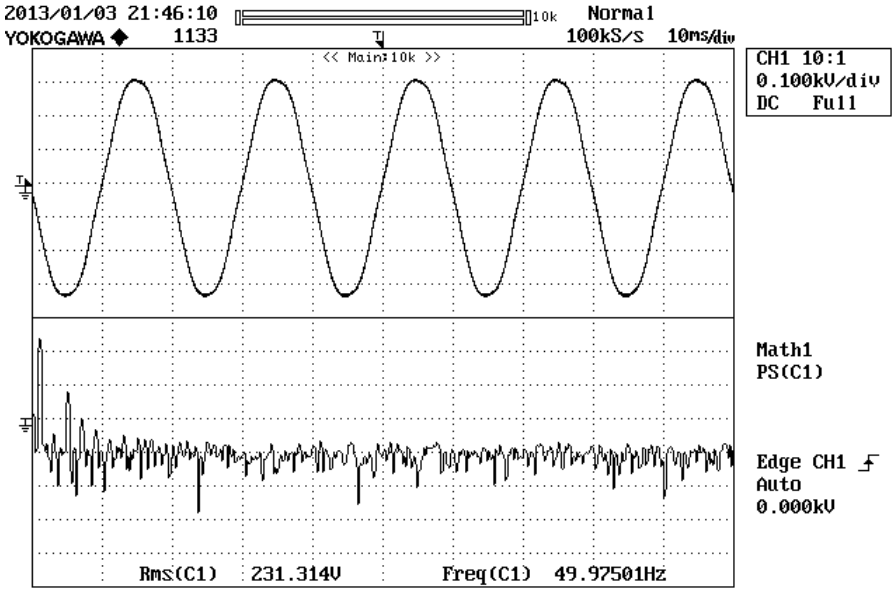
ข้อมูลทางไฟฟ้าที่วัด	1 หลอด	9 หลอด
Power (W)	4.4	42.5
Frequency (Hz)	50	50
PF	0.42	0.47
$\%THD_V$	1.7	2.5
Vrms (V)	226.5	226.1
$\%THD_i$	141.4	174.6
Irms (A)	0.046	0.40

จากตารางที่ 3.5 จะพบว่า เมื่อใช้งานหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A จำนวนมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีกำลังการสูญเสียไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ค่าความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์มอนิกส์ก็เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ส่วนค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกส์นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

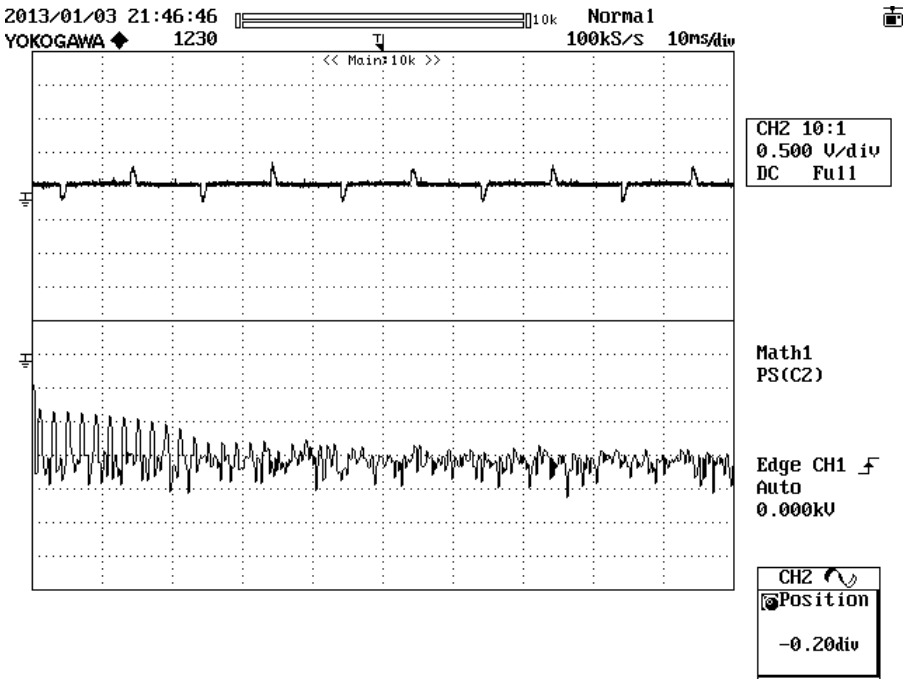
ตารางที่ 3.6 ผลการตรวจวัดค่าต่างๆ ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A (1ชุดขับ 1หลอด)

ลำดับฮาร์มอนิกส์	Vrms	%THDv	Irms	%THDi
DC	0.2	0.1	0.01	40.3
1	225.7	100	0.01	100
2	0.1	0	0	14.3
3	0.1	0	0.01	71.4
4	0.1	0	0	14.3
5	3.1	1.4	0.01	28.6
6	0.1	0	0	14.3
7	2.1	1	0.01	28.6
8	0.1	0	0.01	28.6
9	0.1	0	0.01	57.1
10	0.1	0	0	14.3
11	0.3	0.1	0	14.3
12	0.1	0	0	14.3
13	0.1	0	0	14.3
14	0.1	0	0	14.3
15	0.1	0	0	14.3
16	0.1	0	0	14.3
17	0.1	0	0	14.3
18	0.1	0	0	14.3
19	0.1	0	0	14.3
20	0.1	0	0	14.3
21	0.1	0	0	14.3
22	0.1	0	0	14.3
23	0.1	0	0	14.3
24	0.1	0	0	14.3
25	0.1	0	0	14.3

จากตารางที่ 3.6 จะเห็นว่าค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกส์ในแต่ละลำดับนั้นมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก แต่ในส่วนค่าความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์มอนิกส์นั้นจะมีความผิดเพี้ยนที่มากกว่า



ภาพที่ 3.12 แรงดันและสเปคตรัมขาออกของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A (1 ชุดขับ 1หลอด)

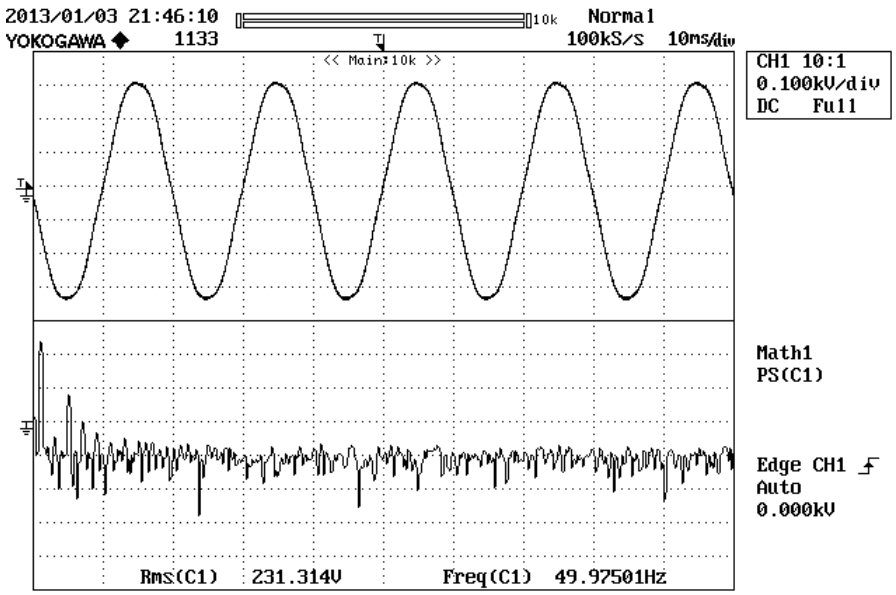


ภาพที่ 3.13 กระแสและสเปคตรัมขาออกของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A (1 ชุดขับ 1หลอด)

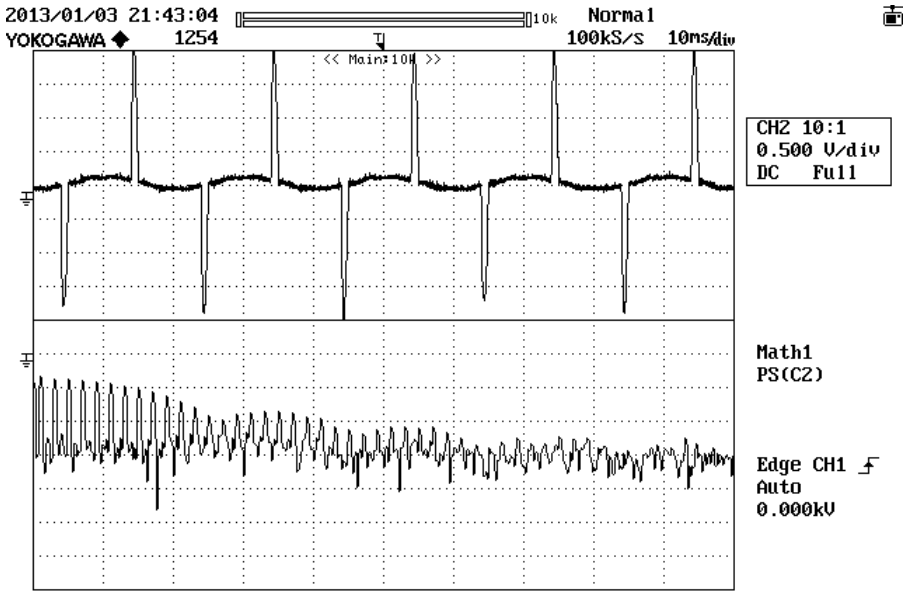
ตารางที่ 3.7 ผลการตรวจวัดค่าต่างๆ ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A (9 ชุดขับ 9หลอด)

ลำดับฮาร์มอนิกส์	Vrms	%THDv	Irms	%THDi
DC	0	0	0.16	94.6
1	225.8	100	0.17	100
2	0.1	0	0	1.3
3	0.1	0.1	0.15	88.2
4	0.1	0	0	1.3
5	5.7	2.5	0.13	80.3
6	0.1	0	0	1.3
7	1	0.4	0.12	71.1
8	0.1	0	0	1.3
9	0.1	0	0.11	67.1
10	0.1	0	0	1.3
11	0.1	0	0.09	55.3
12	0.1	0	0	1.3
13	0.1	0	0.07	40.8
14	0.1	0	0	1.3
15	0.1	0	0.06	34.2
16	0.1	0	0	1.3
17	0.1	0	0.04	22.4
18	0.1	0	0	1.3
19	0.1	0	0.02	14.5
20	0.1	0	0	1.3
21	0.1	0	0.01	5.3
22	0.1	0	0	1.3
23	0.1	0	0	1.3
24	0.1	0	0	1.3
25	0.1	0	0	1.3

จากตารางที่ 3.7 จะเห็นว่าค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกส์ในแต่ละลำดับนั้นมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก แต่ในส่วนค่าความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์มอนิกส์นั้นจะมีความผิดเพี้ยนที่มากกว่า

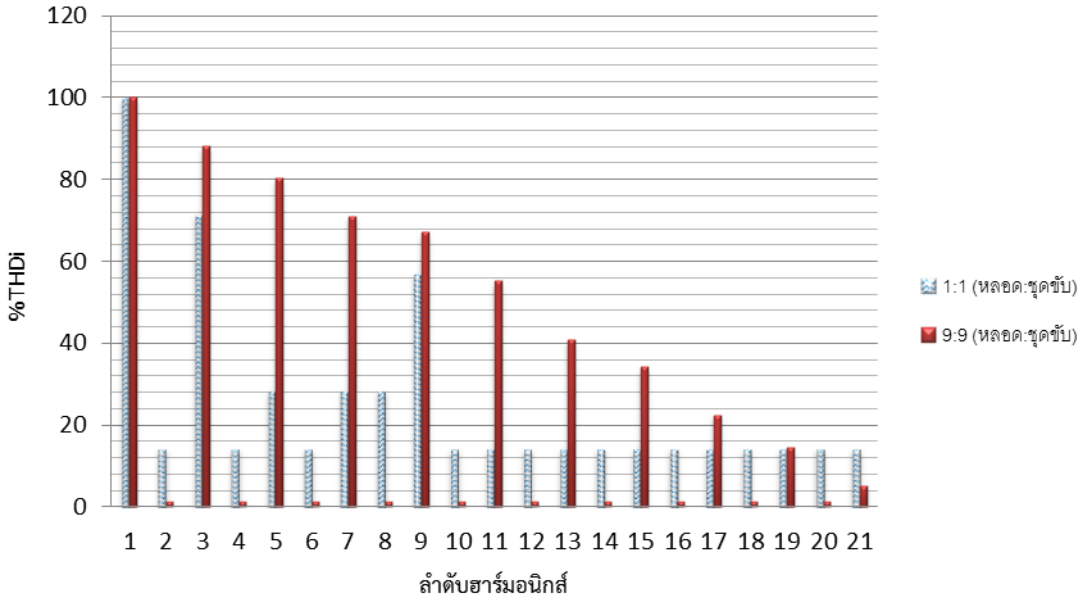


ภาพที่ 3.14 แรงดันและสเปคตรัมขาออกของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A (9 ชุดขับ 9หลอด)



ภาพที่3.15 กระแสและสเปคตรัมขาออกของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ยี่ห้อ A (9 ชุดขับ 9หลอด)

จากภาพที่ 3.12 และ 3.15 เป็นการใช้งานของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ร่วมกับชุดขับหลอดยี่ห้อ A พบว่ารูปคลื่นของกระแสมีความผิดเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์เป็นอย่างมาก จึงทำให้ทราบได้ว่าการใช้งานของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ร่วมกับ ชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) นั้นก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกส์มากซึ่งเกิดจากการทำงานของอุปกรณ์จำพวกอิเล็กทรอนิกส์กำลัง



ภาพที่ 3.16 ค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกส์ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ใช้งานร่วมกับชุดขับหลอดยี่ห้อ A จำนวน 1 และ 9 ชุด

จากกราฟแสดงค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกส์ของหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ซึ่งในกรณีที่ใช้ชุดหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 1 ชุด เมื่อพิจารณาลำดับฮาร์มอนิกที่ 1 – 21 ภาพรวมของการเกิดฮาร์มอนิกส์ลำดับคี่ มีปริมาณที่น้อยกว่า กรณีที่ใช้ชุดหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 9 ชุด ในทางกลับกันภาพรวมของการเกิดฮาร์มอนิกส์ลำดับคู่นั้น พบว่ากรณีที่ใช้ชุดหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 9 ชุด กระแสฮาร์มอนิกส์ไม่เกิดหรือเกิดน้อยมากเมื่อเทียบกับ กรณีที่ใช้ชุดหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 1 ชุด

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ไม่มีมาตรฐานใดๆ รองรับติดไว้ที่ฉลากนั้นก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกส์ในปริมาณมาก ส่วนชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ได้รับรองมาตรฐานต่างๆ นั้นก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกส์ในปริมาณน้อย ในขณะเดียวกันผลกระทบด้านฮาร์มอนิกส์ที่เกิดจากชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) จะมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเลือกใช้งานชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับสถานที่ในการติดตั้งใช้งานว่าสามารถยอมรับฮาร์มอนิกส์ได้มากน้อยเพียงใดด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น ในโรงพยาบาล จะมีอุปกรณ์ที่ไวต่อสัญญาณรบกวนเป็นอย่างมาก ดังนั้นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เลือกใช้ควรมีมาตรฐานรองรับด้วย เป็นต้น แต่ในปัจจุบันราคาของชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ได้มาตรฐานนั้นมีราคาค่อนข้างสูง อยู่ในช่วงประมาณ 1000 – 1500 บาท ส่วนชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ไม่มีมาตรฐานใด ๆ รองรับนั้นมีราคาเพียงประมาณ 300 - 500 บาท

โครงการวิจัยนี้จึงได้คิดออกแบบวงจรกรองสัญญาณรบกวนมากรองสัญญาณรบกวนที่เกิดจากชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือได้มาตรฐานแต่คุณภาพไม่ดีให้มีความน่าเชื่อถือใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับ ชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่มีคุณภาพสูงแต่มีราคาแพงเพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงให้เป็นที่แพร่หลายพร้อมกับพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายให้กับผู้บริโภคโดยใช้วงจรกรองที่ออกแบบร่วมกับชุดขับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่มีราคาถูกและมีคุณภาพ รวมทั้งเพื่อรณรงค์ให้ประชาชนทั่วประเทศร่วมใจกันประหยัดพลังงาน