ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
อว 11

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว.
เรื่องที่ 1
การศึกษา วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์

ของ

นายชัชชัย นบธีรานุภาพ

ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 5

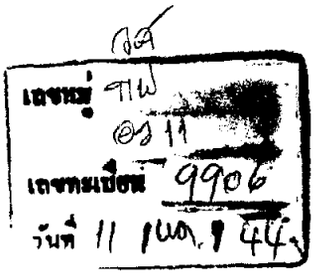
กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 1

กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

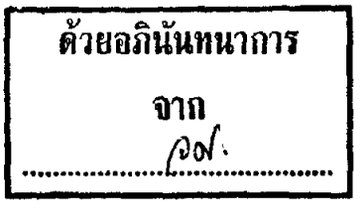
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

การศึกษาวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์



นายชัชชัย นบธีรานุภาพ



กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 1
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
พ.ศ. 2538

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

แสงสว่างโดยทั่วไปนั้น จะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งจะมีตัวบัลลาสต์เป็นตัวประกอบในการให้แสงสว่าง บัลลาสต์ที่ใช้ทั่วไปเป็นแบบ CHOKE TYPE (ขดลวดเหนี่ยวนำ) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยจุดหลอดและจำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้า บัลลาสต์ชนิดนี้มีข้อดีก็คือ แข็งแรงทนทาน และราคาถูก แต่ในแง่ของประสิทธิภาพในการให้แสงสว่าง พบว่า ถ้าให้ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างเพิ่มขึ้นด้วย ข้อจำกัดของบัลลาสต์แบบ CHOKE TYPE นี้ก็คือ ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าหลอด จะเท่ากับความถี่ของตัวจ่าย ในการศึกษาวิจัยนี้ได้พยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างใน 2 ลักษณะด้วยกันคือ

ลักษณะที่ 1 การใช้วงจรแทนบัลลาสต์ หรือ บัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ โดยให้มีการจุดหลอด และการควบคุมกระแสไฟฟ้าคล้ายคลึงกับแบบ CHOKE TYPE แต่ผลของการเปลี่ยนรูปแบบ ทำให้ค่ารีแอคแตนซ์ในวงจรเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของแสงสว่างเปลี่ยนแปลงไปด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบเป็นวงจรแทนบัลลาสต์แบบนี้เรียกว่าเป็นแบบ PASSIVE COMPONENT

ลักษณะที่ 2 เป็นการใช้วงจรแทนบัลลาสต์แบบเดิมด้วยการสร้างเป็นวงจรอีเล็คทรอนิคส์ ซึ่งทำหน้าที่จ่ายกระแสความถี่สูง ประมาณ 20 KH_Z เข้าสู่หลอด อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบเป็นวงจรอีเล็คทรอนิคส์แบบนี้ เรียกว่า เป็นแบบ ACTIVE COMPONENT

ในการทดลองนี้ ได้ทดลองสร้างบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ และ แสดงวงจร และ วัดคุณลักษระต่าง ๆ ของบัลลาสต์ดังกล่าว

วงจรแทนบัลลาสต์ หรือ บัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์นี้ นอกจากจะเน้นไปในด้านประสิทธิภาพของการให้แสงสว่างแล้วยังครอบคุมไปถึงการทดสอบผลกระทบของบัลลาสต์ต่ออายุการใช้งานของหลอดด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงข้อดี ข้อเสีย ของบัลลาสต์ที่สร้างทดลองสร้างขึ้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
บทที่	
1. คำนำ	1
2. เครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีการ	4
3. ผลการทดลอง	15
4. วิจารณ์ผล	17
5. สรุป	18
กิตติกรรมประกาศ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22
คำแนะนำทั่วไป	26

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 คุณลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 40 วัตต์ 2

รูปที่ 2 วงจรการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3

รูปที่ 3 แสดงวงจรแทนบัลลาสต์เป็นแบบใช้ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำเป็นตัวกรองกระแส 7

รูปที่ 4 วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ความถี่ต่ำ 8

รูปที่ 5 แสดงวงจรแบบที่ 1 10

รูปที่ 6 แสดงวงจรแบบที่ 2 11

รูปที่ 7 แสดงวงจรแบบที่ 3 11

รูปที่ 8 แสดงวงจรแบบที่ 4 12

รูปที่ 9 แสดงวงจรแบบที่ 5 12

รูปที่ 10 แสดงวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง 13

รูปที่ 11 แสดงวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง แบบใช้ทรานซิสเตอร์ 14

รูปที่ 12 วงจรบัลลาสต์ชนิดตัวเหนี่ยวนำ 15

รูปที่ 13 วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่ต่ำ 16

รูปที่ 14 Electronic Ballast ,EL_1 (วงจรแบบที่ 1) 23

รูปที่ 15 Electronic Ballast ,EL_2 (วงจรแบบที่ 2) 23

รูปที่ 16 Electronic Ballast ,EL_3 (วงจรแบบที่ 3) 24

รูปที่ 17 Electronic Ballast ,EL_4 (วงจรแบบที่ 4) 24

รูปที่ 18 Electrinic Ballast ,EL_5 (วงจรแบบที่ 5) 25

รูปที่ 19 Electronic Ballast (วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง) 25

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ณ.จุดต่าง ๆ ณ.ตำแหน่ง contact และสภาวะวงจรที่แตกต่างกัน	8
ตารางที่ 2	ตารางเปรียบเทียบความต้านทานของไส้หลอดไฟฟ้าของเครื่องหมายการค้าต่าง ๆ	9
ตารางที่ 3	แสดงค่าต่าง ๆทางไฟฟ้าของบัลลาสต์ชนิดตัวเหนี่ยวนำ	15
ตารางที่ 4	แสดงค่าทางไฟฟ้าของวงจรบัลลาสต์แบบความถี่ต่ำ	16

บทที่ 1

คำนำ

1.1 บัลลาสต์ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นตัวประกอบในการให้แสงสว่างโดยใช้ร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทำหน้าที่ช่วยจุดหลอดและจำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้า

บัลลาสต์ที่ใช้ในประจุบัน มี 2 แบบ คือ

1) แบบ CHOKE TYPE (ขดลวดเหนี่ยวนำ) บัลลาสต์แบบนี้มีข้อดี คือ แข็งแรง ทนทาน และราคาถูก แต่มีข้อเสียในแง่ของประสิทธิภาพในการให้แสงสว่าง กล่าวคือ ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นลง

2) แบบ ELECTRONIC บัลลาสต์แบบนี้มีข้อดี ข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี

(1) ไม่มีปัญหาในเรื่องความต้านทานของไส้หลอด

(2) ยืดอายุการใช้งานของหลอดได้มาก

ข้อเสีย

(1) Efficeincy ต่ำ

(2) ราคาแพง

1.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดปล่อยประจุไฟฟ้าที่มีไอปรอท และมีความดันต่ำบรรจุอยู่ที่ผิวของหลอด ด้านในเคลือบไว้ด้วยสารเรืองแสง ซึ่งสามารถแปลงพลังงานในย่านความถี่อุลตราไวโอเลต ที่เกิดจากการปล่อยประจุไฟฟ้าดังกล่าว ให้กลายมาเป็น พลังงานแสงในย่านความถี่ที่ตาเรามองเห็นได้ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม ป้อนเข้าระหว่างปลายทั้งสองของหลอด จะเกิดกระแสไหลระหว่าง อีเล็คโทรด ซึ่งอยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของหลอด เนื่องจากกระแสไฟฟ้านี้ไหลผ่านไอปรอทที่บรรจุอยู่ภายใน ดังนั้น จึงทำให้เกิดแสงอุลตราไวโอเลต ที่มีความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร (n.m.) แล้วเปลี่ยนเป็นแสงที่ตามองเห็นได้ เมื่อกระทบกับสารเรืองแสงที่เคลือบไว้ที่ด้านในของหลอด

ส่วนประกอบหลักของหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทั่วไป ได้แก่

1) ตัวหลอด มีรูปตัดเป็นวงกลม อาจยาวเป็นเส้นตรง ขดเป็นรูปตัวยู ฯลฯ

2) อีเล็คโทรด ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีอีเล็คโทรด 2 ชุด อยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของหลอด อีเล็คโทรดมี 2 แบบ คือ แบบร้อน และ แบบเย็น

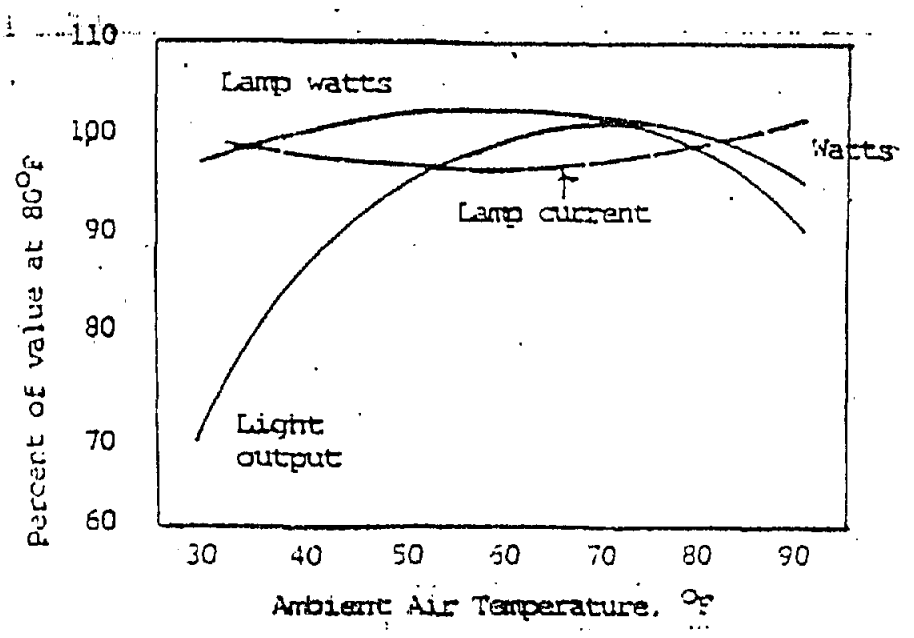
สำหรับแบบเย็น อีเล็คโทรดสามารถจ่ายอีเล็คตรอนออกได้โดยไม่ต้องให้ความร้อนแก่อีเล็คโทรด

ส่วนแบบร้อนนั้น จะให้อีเล็คตรอนออกได้ก็ต่อเมื่อ มีการให้ความร้อนแก่อีเล็คโทรดถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้

3) ก๊าซ ก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ ได้แก่ ไอปรอท นอกจากนั้นอาจจะมีก๊าซอื่นผสมบ้างเล็กน้อย เช่น อาร์กอน เพื่อช่วยในการจุดไส้หลอด และเพิ่มประสิทธิภาพของหลอด

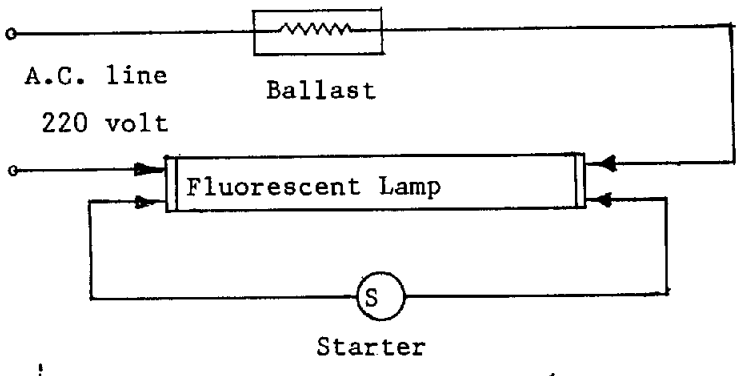
4) สารเรืองแสง สารที่เคลือบอยู่ด้านในของหลอดแก้วนั้น เป็นสารที่ให้สีของแสง และประสิทธิภาพต่างๆกันไปตามชนิดของสารที่ใช้เคลือบ

ลักษณะสำคัญประการหนึ่งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ก็คือ เมื่ออุณหภูมิที่ผิวเปลี่ยนไป คุณลักษณะต่างๆของหลอดจะเปลี่ยนไปด้วย ตัวอย่างของการศึกษาคุณลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 40 วัตต์ ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงคุณลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 40 วัตต์

ขณะใช้งาน หลอดฟลูออเรสเซนต์จะต้องมีบัลลาสต์ประกอบอยู่ด้วย เพื่อช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดได้คงที่ ลักษณะตัวอย่างการต่อประกอบ ดังแสดงไว้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงวงจรการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

โดยทั่วไป ตัวหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะให้ Power factor (ตัวประกอบกำลัง)สูง ซึ่งคำนวณหาได้จาก

$$P = VI \cos \alpha$$

P คือ พลังงานไฟฟ้าที่ให้กับหลอด เป็น วัตต์

V คือ แรงดันไฟฟ้าที่ให้กับหลอด เป็น โวลต์

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอด เป็น แอมแปร์

$\cos \alpha$ คือ ตัวประกอบกำลัง(Power factor)

ส่วนตัวบัลลาสต์เองจะให้ Power factor ต่ำ ดังนั้น เมื่อนำมาประกอบกัน จึงทำให้ Power factor รวมของวงจรซึ่งมีหลอดฟลูออเรสเซนต์หลอดเดียวนั้น จะให้ Power factor ประมาณ 0.5

บทที่ 2

เครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

เครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์

วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการประกอบวงจร บัลลาสอีเล็คทรอนิคส์ มีดังต่อไปนี้คือ

1) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ขนาด 0.1 µF 50 V_{dc}
" 0.2 µF 100 V_{dc}
" 0.33 µF 100 V_{dc}
" 0.33 µF 250 V_{ac}
" 0.47 µF 250 V_{ac}
" 1.5 µF 250 V_{ac}
" 4.7 µF 250 V_{ac}
" 5.0 µF 250 V_{ac}
" 6.0 µF 250 V_{ac}
" 220 µF 35 V_{dc}
" 220 µF 100 V_{dc}
" 220 µF 250 V_{ac}
" 470 µF 25 V_{dc}

2) ตัวต้านทาน (Resistor) ขนาด 27 Ω 5 w.
" 33 Ω 5 w.
" 40 Ω 5 w.
" 220 Ω 5 w.
" 8.2 KΩ 1 w.
" 10 KΩ 1 w.
" 2.2 MΩ 1 w.

3) Diode No. 1 N 4002 และ Zenor diode No. 1 N 4002

4) IC No. 555 , IC No. SG 3524 , IC No. LM 324

5) Relay 100 V_{dc}

6) Transistor No. 2N 3055

7) ตัวเหนี่ยวนำ แบบ Ferite coil (ค่า อิมพีแดนท์ 0.5 โอห์ม)

" Air coil (เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 0.8 มิลลิเมตร)

8) Transformer แบบ 220 V_{ac} : 12 V_{ac}

9) ขดลวดพันรอบแท่งคาร์บอน ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 80 มม. จำนวน 24 รอบ (ขนาดของเส้นลวดที่ใช้พันรอบแท่งคาร์บอน 0.85 มม.^{2})

10) ขดลวดพันรอบแท่งคาร์บอน ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 80 มม. จำนวน 200 รอบ (ขนาดของเส้นลวดที่ใช้พันรอบแท่งคาร์บอน 0.35 มม.^{2})

11) ขดลวดพันรอบแท่งคาร์บอน ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 80 มม. จำนวน 10 รอบ (ขนาดของเส้นลวดที่ใช้พันรอบแท่งคาร์บอน 0.85 มม.^{2})

12) ขดลวดพันรอบแท่งคาร์บอน ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 80 มม. จำนวน 10 รอบ (ขนาดของเส้นลวดที่ใช้พันรอบแท่งคาร์บอน 0.65 มม.^{2})

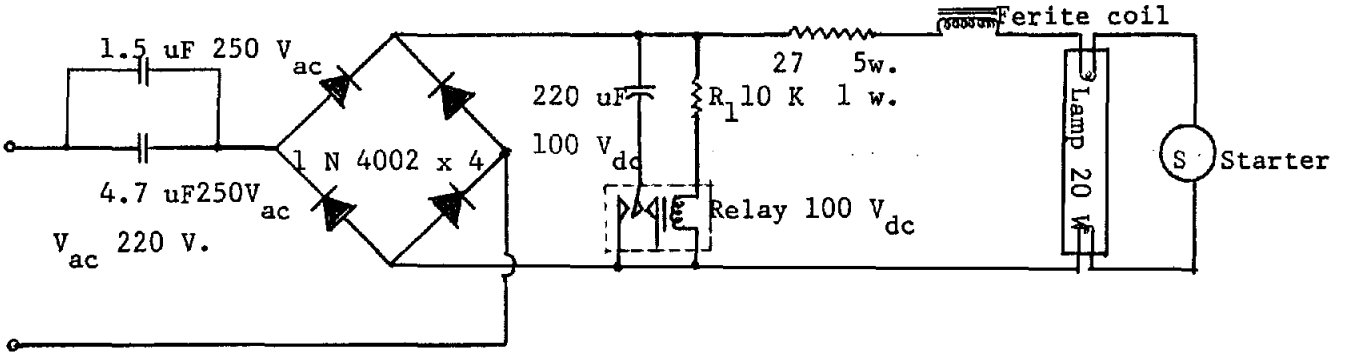
13) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 20 วัตต์

14) Starter ขนาด 4 - 65 วัตต์

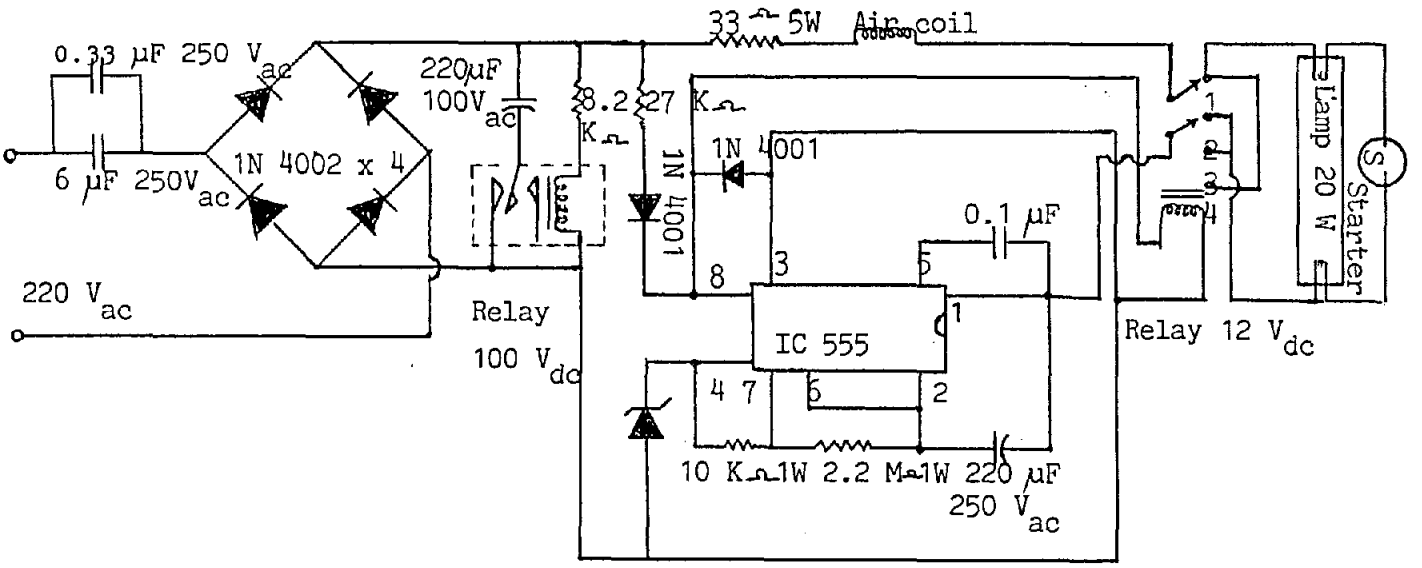
15) แผ่นพิมพ์วงจร

วิธีการ

นำอุปกรณ์อีเล็คทรอนิคส์มาประกอบเป็นวงจร บัลลาสอีเล็คทรอนิคส์ ดังรูปวงจรต่อไปนี้

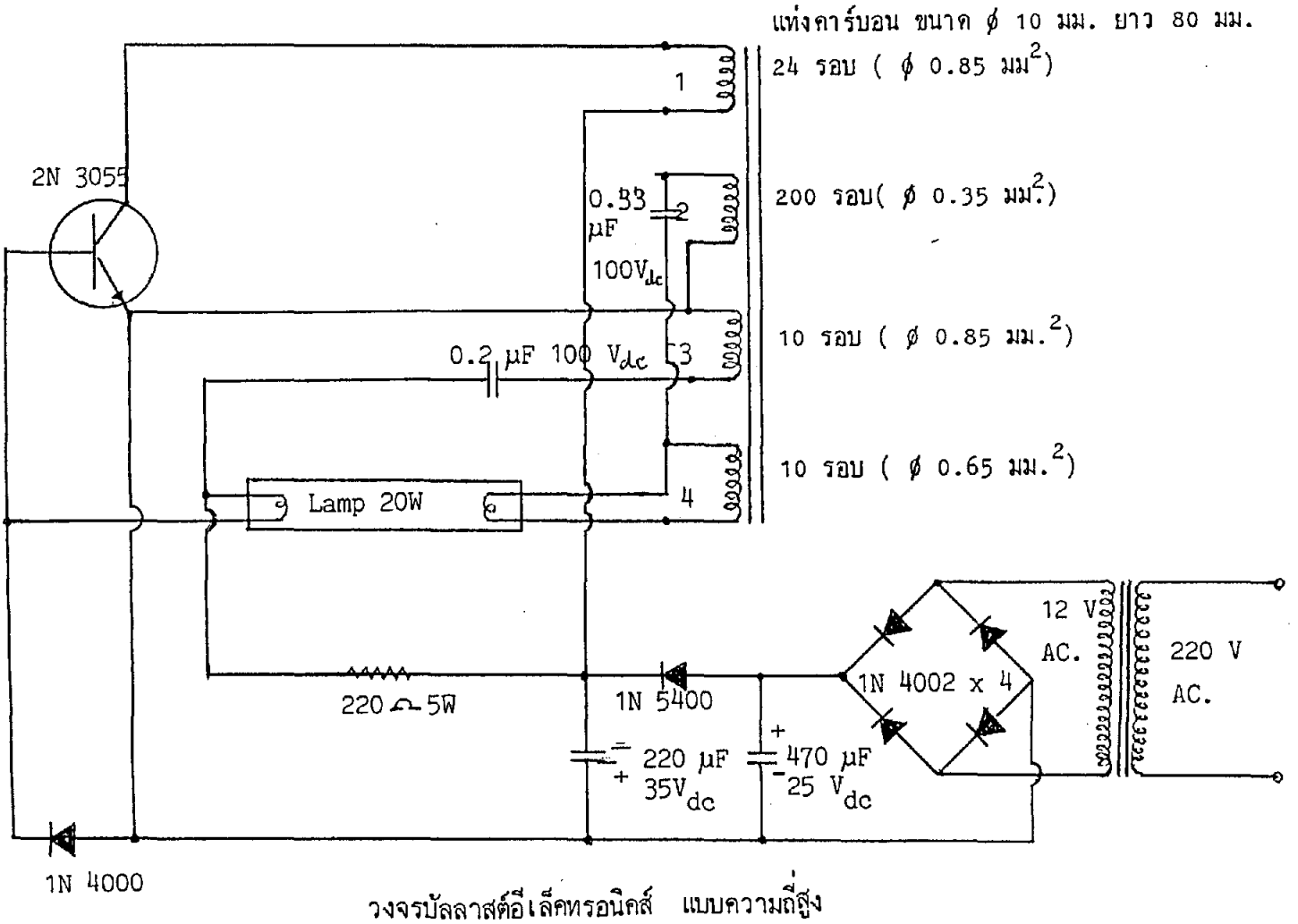


วงจรบัลลาสอีเล็คทรอนิคส์ แบบความถี่ต่ำ



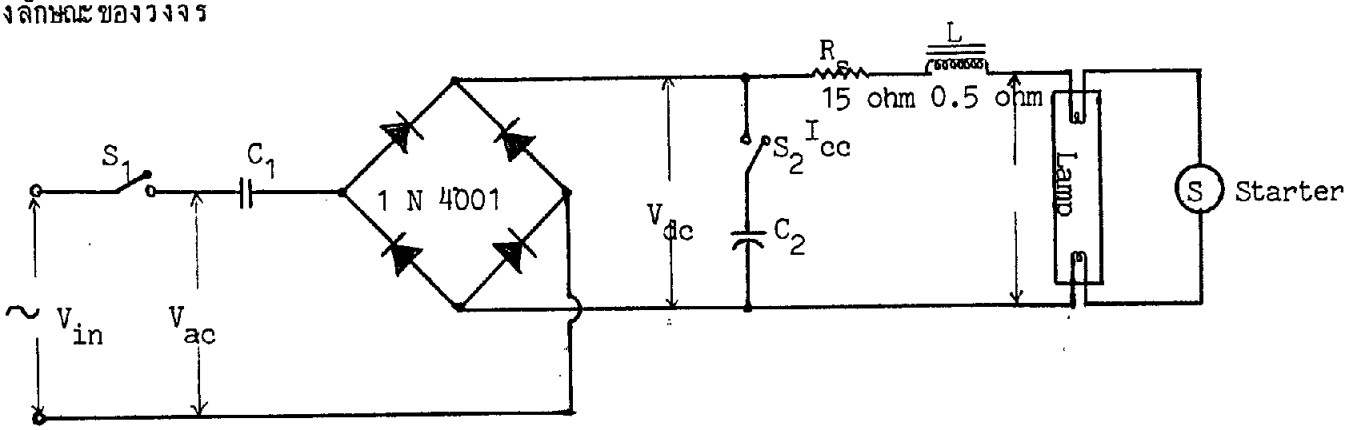
วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ แบบความถี่ต่ำ

(แบบมีวงจร Timer)



วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ แบบความถี่สูง

การดำเนินงาน ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งจะแยกกล่าวเป็นส่วน ๆ ต่อไป ก่อนที่จะกล่าวถึงวงจรแทนบัลลาสต์ที่จะดำเนินการต่อไปนั้น ก็จะกล่าวถึงวงจรต้นแบบ เพื่อที่จะได้ทราบถึงลักษณะของวงจร



รูปที่ 3 แสดงวงจรแทนบัลลาสต์ เป็นแบบใช้ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำเป็นตัวกรองกระแสไฟฟ้า

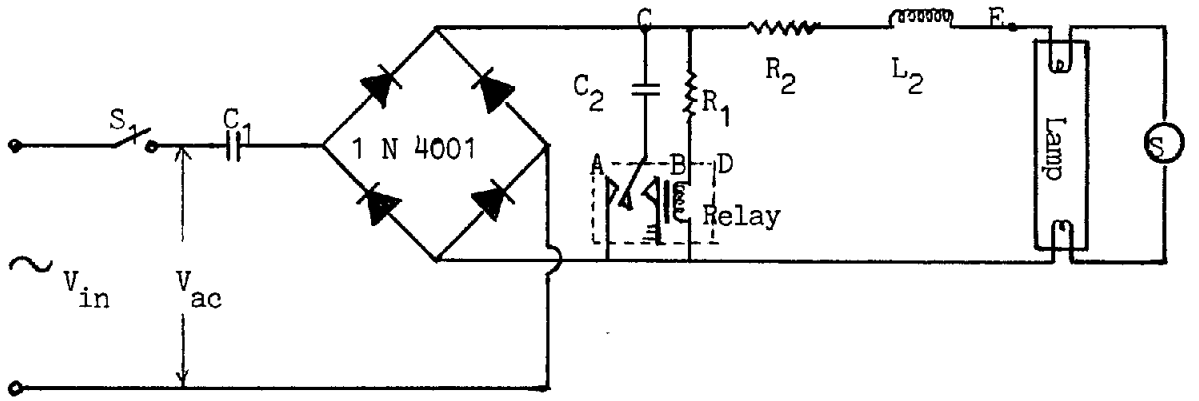
จากรูป เป็นการแสดงถึงวงจรแทนบัลลาสต์ที่ใช้วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบบริดจ์ ซึ่งประกอบด้วย C_2 ต่อขนานกับขั้วทางด้านออกของวงจรเรียงกระแสไฟฟ้า ตัวต้านทาน R_S และตัวเหนี่ยวนำ L ขนาดเล็ก ซึ่งมีความต้านทานต่ำต่ออนุกรมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับตัวต้านทาน R_s นั้น มีไว้เพื่อหน่วงการแกว่งของกระแสไฟฟ้าในวงจร ในส่วนของวงจรทางด้านกระแสไฟฟ้าสลับนั้น เราใช้ตัวเก็บประจุ C_1 เป็นตัวลดแรงดันไฟฟ้า

ในการทำงานของวงจรนั้น ต้องปิดสวิทช์ S_1 เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปในวงจรก่อน ขั้นต่อไปต้องเปิดสวิทช์ S_2 เพื่อปลด C_2 ออกไป เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าที่ไปถึงหลอดมีค่าสูงพอที่จะจุดไส้หลอดให้หลอดติดได้ เมื่อหลอดติดแล้ว จึงปิดสวิทช์ S_2 เพื่อต่อ C_2 เข้าไปในวงจร เพื่อไปเพิ่มแสงสว่างให้กับหลอดอีกครั้งหนึ่ง

จากการใช้งานของวงจรดังกล่าวข้างต้น จะพบว่าต้องใช้สวิทช์ถึง 2 ตัว และต้องปิด เปิดสวิทช์ถึง 3 ครั้งในการจุดไส้หลอดให้หลอดติดได้ครั้งหนึ่ง ซึ่งจะไม่สะดวกอย่างยิ่งในทางปฏิบัติ

2.1 <u>วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่ต่ำ</u>

จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้หาวิธีที่จะปิด เปิดสวิทช์โดยอัตโนมัติโดยใช้ Relay ซึ่งมีหลักการการทำงานของวงจรดังนี้



รูปที่ 4 รูป วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ความถี่ต่ำ

เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ($\sim V_{in}$) 220 โวลต์เข้าทางด้านหน้าของวงจร วงจรจะทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ที่ภาวะปกติ คือเมื่อยังไม่มีแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าทางด้านหน้าของวงจรนั้น Moving contact ของรีเลย์ (Relay) จะอยู่ที่ตำแหน่ง A เมื่อมีกระแสไฟฟ้าบางส่วนไหลผ่าน Coil ของรีเลย์ แรงดันตกคร่อม Coil จะทำให้เกิดการดูด Moving contact จากตำแหน่ง A ไปที่ตำแหน่ง B ณ.ที่ตำแหน่งนี้ การจุดไส้หลอดจะเกิดขึ้น แต่การจุดไส้หลอดจะให้แสงสว่างประมาณ 75 เปอร์เซนต์ของการจุดไส้หลอดครั้งที่ 2 เมื่อการจุดหลอดติดเกิดขึ้นแล้ว แรงดันคร่อม Coil จะลดลง ทำให้ Moving contact กลับไปยังตำแหน่ง A อีก การที่ Moving contact กลับไปที่ตำแหน่งเดิมนี้ก็จะไปต่อ C_2 เข้ากับวงจรอีก ทำให้หลอดติดสว่างมากกว่าเดิม ซึ่งเป็นการจุดหลอดขั้นที่ 2 และเป็นการจุดหลอดที่สมบูรณ์ การวัดแรงดันไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆเป็นไปตามตารางดังนี้

ลำดับ ตำแหน่ง Contact	สภาวะของวงจร	แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม V_{dc} (โวลต์)		
		จุด C	จุด D	จุด E
A	ทันทีที่ป้อนไฟ input	130	75	150
B	หลอดยังไม่ติด	196	103	196
B	หลอดติดสว่างน้อย	54	32	48
A	หลอดติดสว่างมาก	75	40	65

ตารางที่ 1 แสดงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ณ.จุดต่าง ๆ ณ.ตำแหน่ง contact และสภาวะวงจรที่แตกต่างกัน

จากขั้นตอนการทำงานของวงจรตามลำดับ จะพบว่า ที่ตำแหน่ง contact อยู่ที่ตำแหน่ง A ที่หลอดจุดติดสมบูณร์นั้น คือตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งที่ยังไม่ได้ป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าวงจร ทำให้เป็นที่สงสัยว่า ทำไมเราไม่ต่อ C_2 คร่อมวงจร Output อย่างถาวรโดยไม่มี Contact ของรีเลย์เข้ามาช่วย ถ้าเราต่อโดยตรงเช่นนั้น เมื่อแรงดันไฟฟ้า DC. ทางด้าน Output จะทำให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่หลอดน้อย (ประมาณ 150 โวลต์) ซึ่งไม่สามารถที่จะทำให้การจุดไส้หลอดทำให้หลอดติดได้ และนี่ก็คือสาเหตุที่จะต้องตัด Capacitor (C_2) ออกจากวงจรก่อน โดยการให้ Moving contact ไปอยู่ที่ตำแหน่ง B เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมหลอดมีมากพอ (ประมาณ 196 โวลต์) ที่จะจุดไส้หลอดทำให้หลอดติดได้

จากการที่นำ Contact ของรีเลย์มาใช้เป็นสวิทช์ ทำให้สภาวะของวงจรต้นแบบต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นค่าของ Resistance , Capacitance หรือ Inductance ต่าง ๆ สำหรับ Resistance ที่ต่ออนุกรมกับ Coil ของรีเลย์นั้น ก็เพื่อจำกัดกระไฟฟ้าที่ไหลผ่าน Coil ซึ่งจะต้องมีความพอดีที่จะไม่ทำให้ Moving contact ค้างอยู่ที่ตำแหน่ง B หรือตีกลับไปที่ตำแหน่ง A ก่อนที่จะจุดหลอดติด เพราะว่าที่ตำแหน่ง B นั้น ต้องใช้เวลาช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อที่จะให้ Starter ทำงานเพื่อการจุดหลอดเสียก่อนก่อนที่ Moving contact จะกลับมาที่ตำแหน่ง A

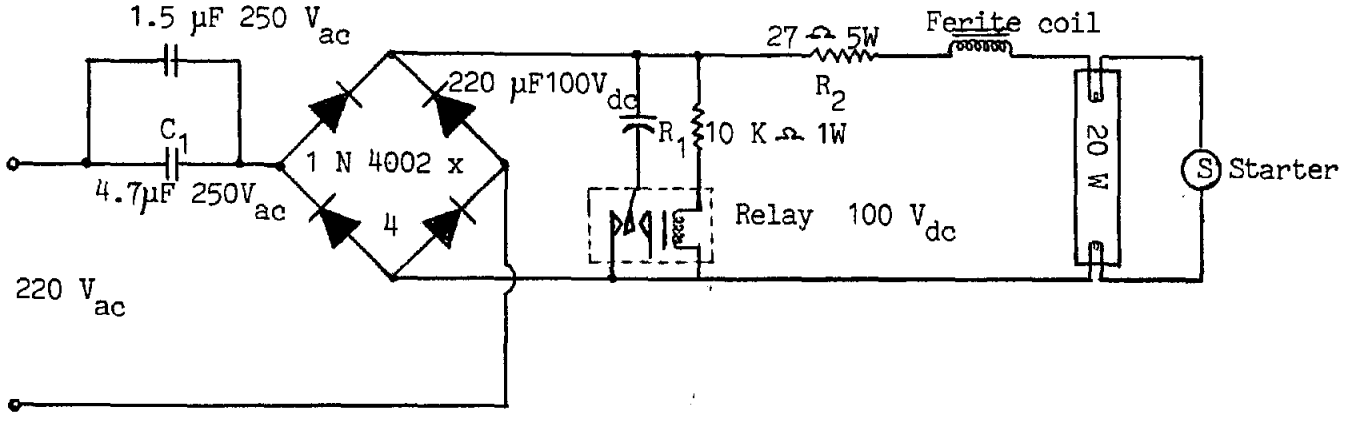
เนื่องจากมีขีดจำกัดแห่งความพอดีดังกล่าวมาแล้ว หลอดแต่ละชนิดและแต่ละเครื่องหมายการค้าของบริษัทที่มีขายในท้องตลาด จึงมีผลอย่างมากต่อการทำงานของรีเลย์ เนื่องจากหลอดไฟฟ้าแต่ละบริษัทมีความต้านทานของไส้หลอดไม่เท่ากัน การหาค่าที่เหมาะสมในการที่จะทำให้ใช้ได้กับหลอดไฟฟ้าทุกบริษัท จึงมีความยุ่งยากมาก ความต้านทานของไส้หลอดของเครื่องหมายการค้าต่างๆ ดังแสดงไว้ในตาราง

หลอดไฟฟ้า	ความต้านทานของไส้หลอด (เป็นโอห์ม)		
	ชั้วที่ 1	ชั้วที่ 2	เฉลี่ย
ฟิลิป	2.55	2.52	2.53
ไดอิชิ	4.46	4.30	4.38
โตชิบา	4.42	4.44	4.43
ครอมตัน	2.30	2.40	2.35

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบความต้านทานของไส้หลอดไฟฟ้าของเครื่องหมายการค้าต่าง ๆ

การดำเนินการวิจัย ได้ทดลองเปลี่ยนค่าส่วนประกอบของวงจร เพื่อที่จะดูการจุดหลอดติด ดูประสิทธิภาพของแสงสว่างที่ได้ ตลอดจนทดสอบผลกระทบต่ออายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า โดยใช้หลอดไฟฟ้าจากร้านค้าทั่ว ๆไป ขนาด 20 วัตต์ วงจรที่ประกอบเพื่อทำการทดลอง มีทั้งหมด 5 แบบ ปรากฏผลโดยสรุปได้ดังนี้

<u>วงจรที่ 1</u>



<u>รูปที่ 5</u> แสดงวงจรแบบที่ 1

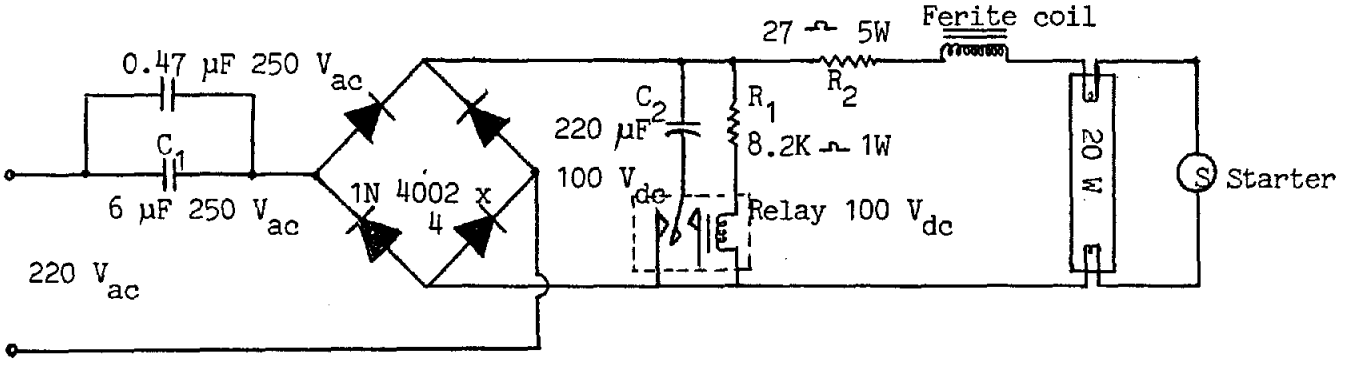
จากรูปที่ 5 เป็นวงจรแบบแรก เป็นวงจรที่ดัดแปลงมาจากวงจรต้นแบบตามรูปที่ 3 วงจรทางขาเข้า (input) มี Capacitor ขนาด 6.2 μF (4.7 μF + 1.5 μF) เป็นตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่จะเข้าไปเลี้ยงวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ ซึ่งจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไปเลี้ยงวงจรให้ทำงานดังกล่าวมาแล้วแต่ตอนต้น ค่าต่าง ๆได้แสดงไว้ในรูปของวงจร

จากการทำการวัด Watt input จะเท่ากับ 29.6 วัตต์ แสงสว่างลดลงประมาณ 4.9 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับบัลลาสต์ตามท้องตลาดทั่วไป อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบประสิทธิภาพ ซึ่งหาได้จาก

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Relative Light}}{\text{Power}} = \frac{\text{Lumen}}{\text{Watts}}$$

แล้ว ยังสูงกว่าบัลลาสต์ทั่ว ๆไปเล็กน้อย วงจรนี้ใช้ได้เฉพาะกับหลอดไฟฟ้า PHILIP และ TOSHIBA เท่านั้น ใช้กับหลอดไฟฟ้ายี่ห้ออื่น แสงไฟจะกระพริบ เมื่อ ทดสอบอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าจะดำข้างเดียว ภายใน 24 ชั่วโมง

วงจรที่ 2

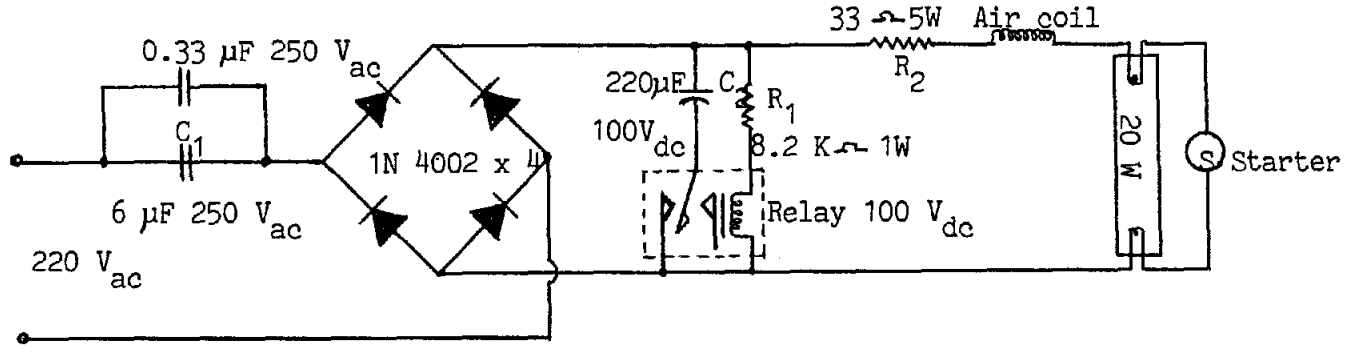


รูปที่ 6 แสดงวงจรแบบที่ 2

จากรูป เพิ่มค่า C_1 จาก 6.2 μF (4.7 μF + 1.5 μF) เป็น 6.47 μF (6 μF + 0.47 μF) เพื่อที่ลด Power input และได้เปลี่ยนค่า Resistance ที่ต่ออนุกรมกับ coil ของ Relay จาก 10 KΩ เป็น 8.2 KΩ

จากการวัด Watt input จะได้เท่ากับ 28.0 วัตต์ แสงสว่างลดลง 4.2 เปอร์เซนต์ เมื่อทำการวัดอายุการใช้งาน หลอดไฟฟ้าจะดำข้างเดียวภายใน 24 ชั่วโมง ใช้ได้เฉพาะกับหลอดไฟฟ้ายี่ห้อ PHILIP และ TOSHIBA เท่านั้น ประสิทธิภาพดีกว่าแบบวงจรที่ 1 เล็กน้อย

วงจรที่ 3

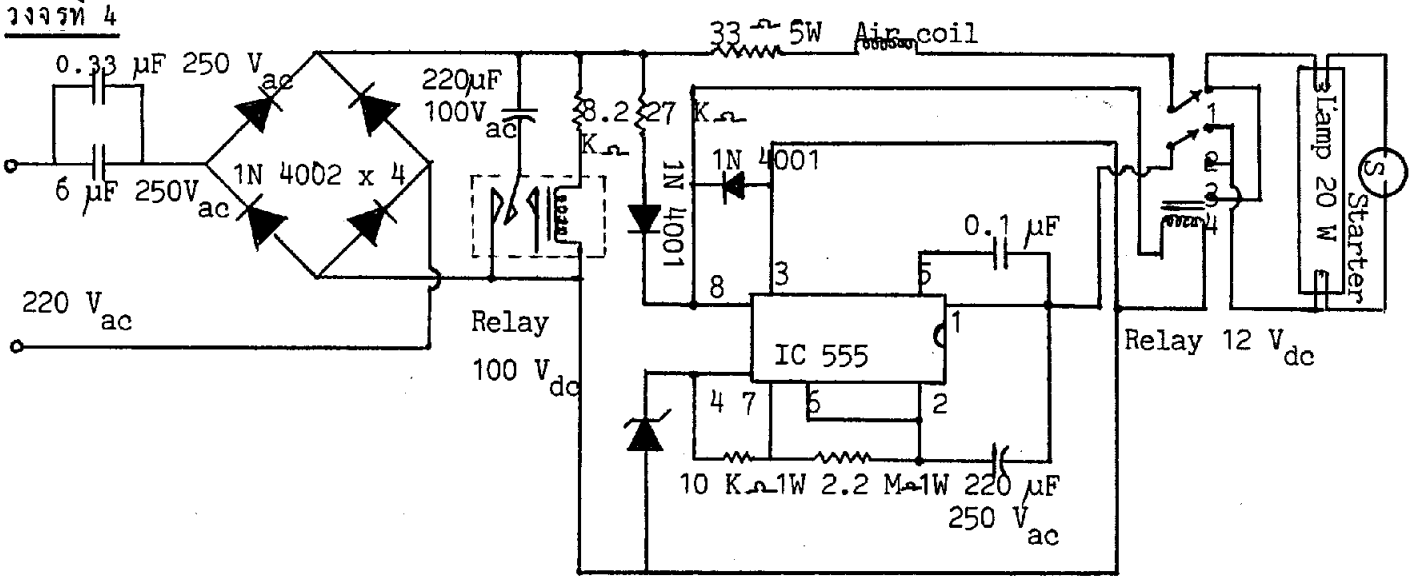


รูปที่ 7 แสดงวงจรแบบที่ 3

จากรูป ได้เพิ่มค่า R_2 จาก 27 Ω เป็น 33 Ω และเปลี่ยน coil จาก Ferite core เป็น Air core และลดค่า C_1 ลงเล็กน้อย คือ ลดจาก 6.47 μF เป็น 6.33μF ทั้งนี้เพื่อจำกัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดให้น้อยลง

จากการวัด Watt input ได้ 29.2 วัตต์ แสงสว่างลดลง 4 เปอร์เซนต์ หลอดจะดำข้างเดียว ภายใน 24 ชั่วโมง วงจรนี้สามารถใช้ได้กับหลอดทุกยี่ห้อ

วงจรที่ 4



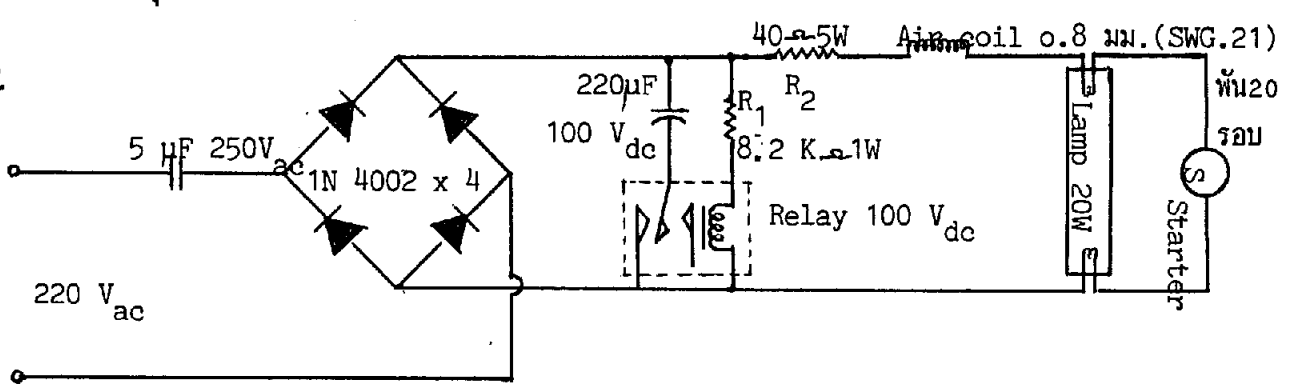
รูปที่ 8 แสดงวงจรแบบที่ 4

จากวงจรแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 3 จะเห็นได้ว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอด เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งจากการทดลองพบว่า เป็นผลทำให้ไส้หลอดเสื่อมสภาพเร็วเกินไป โดยมีลักษณะ ดำข้างเดียว จึงได้เพิ่มวงจร Timer เพื่อควบคุมที่จะให้มีการกลับขั้วของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอด โดยให้กระแสไฟฟ้าไหลกลับทางกันทุก ๆ 2 ชั่วโมงครึ่ง

วงจรส่วนหน้าเหมือนกับวงจรแบบที่ 3 วงจรส่วนหลังเป็น Timer ประกอบด้วย ตัว IC No.555 Resistor , Capacitor , Diode และ Zenor diode ซึ่งไปควบคุม Relay เพื่อการสลับกระแสไฟฟ้าเข้าขั้วหลอด

ผลการวัดค่าต่าง ๆ พบว่า Power input วัดได้ 23.8 วัตต์ แสงสว่างลดลงประมาณ 20 เปอร์เซนต์ เมื่อทดสอบอายุการใช้งานของหลอด หลอดไฟฟ้าจะดำภายใน 48 ชั่วโมง

วงจรที่ 5



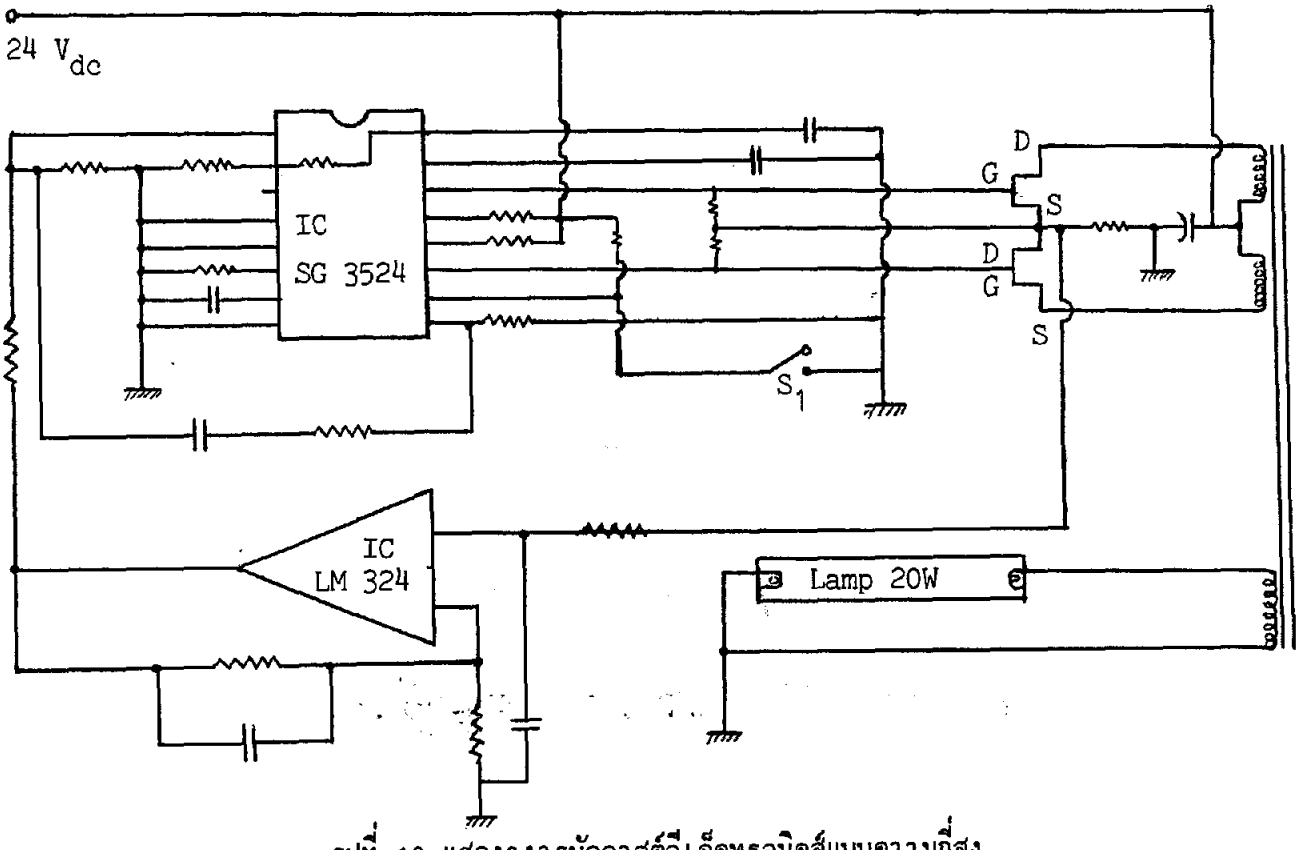
รูปที่ 9 แสดงวงจรแบบที่ 5

จากวงจรตั้งแต่ วงที่ 1 ถึง วงจรที่ 4 นั้น หลอดจะดำภายในเวลาไม่นานนัก ถึงแม้ว่าวงจรแบบที่ 4 จะมีการกลับขั้วหลอดโดยอัตโนมัติก็ตาม แต่กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กลับหลอดก็ยังเป็นไฟฟ้ากระแสตรงอยู่นั่นเอง ในวงจรที่ 5ได้ลดค่า C_1 ลงเหลือ 5 μF และเพิ่มค่า Resistor (R_2) ให้มากขึ้น จาก 33 โอห์ม เป็น 40 โอห์ม

จากการทดลองปรากฏว่า Power input วัดได้ 29.0 วัตต์ แสงสว่างลดลง 6.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบอายุการใช้งาน พบว่า ใช้งานไป 100 ชั่วโมง หลอดยังปกติดี เมื่อทดสอบถึง 630 ชั่วโมง หลอดจะเริ่มดำ แต่ก็เหมือนกับการใช้กับบัลลาสต์ธรรมดาทั่วไป อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของวงจรแทนบัลลาสต์ก็ยังสูงกว่าบัลลาสต์ธรรมดา และยังสามารถใช้กับหลอดทุกยี่ห้อ

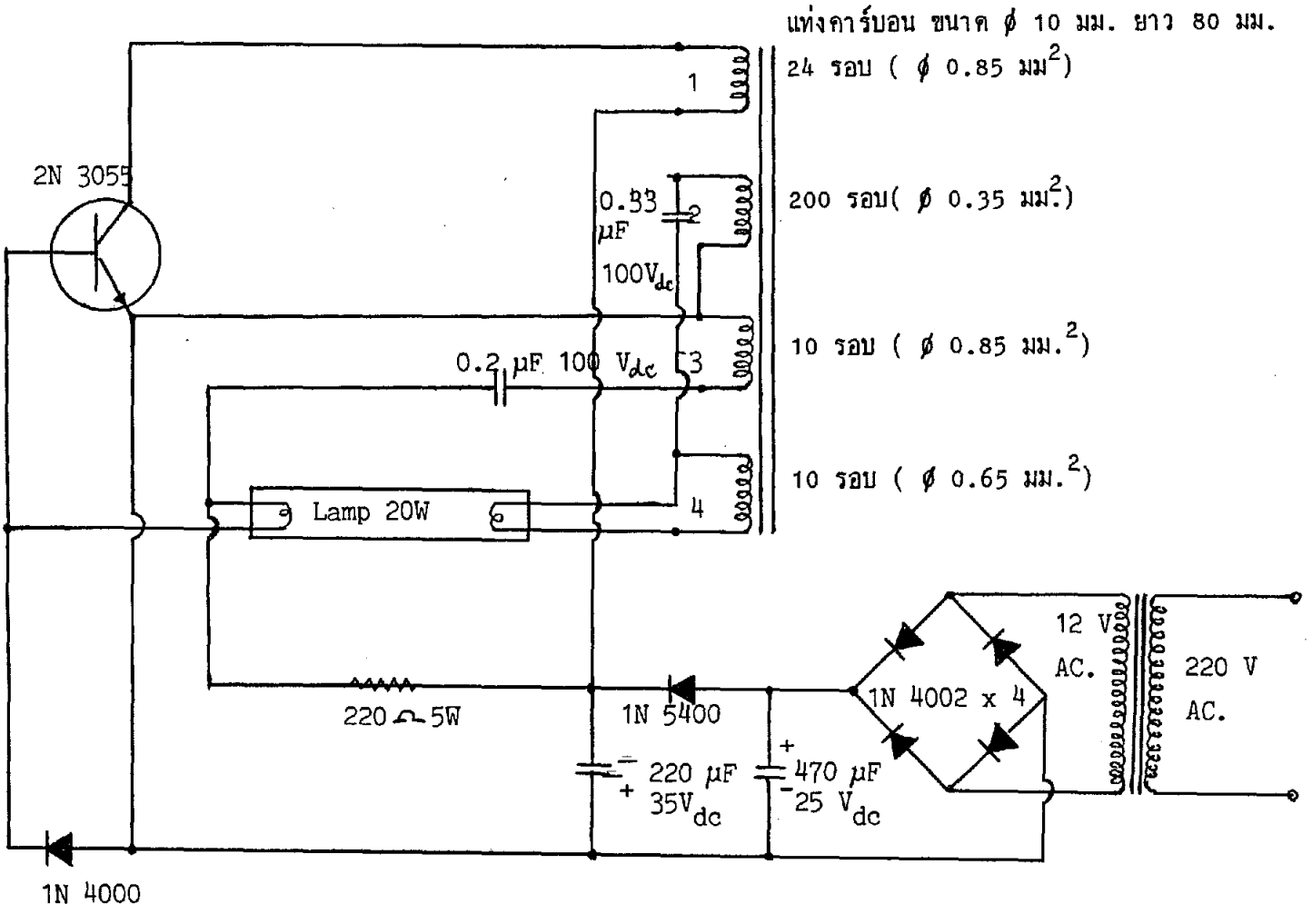
2.2 วงจรแทนบัลลาสต์หรือบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง

การใช้วงจรชิ่งป้อนกระแสไฟฟ้าความถี่สูงผ่านหลอด ในการทดลองนี้ ใช้ความรู้ที่ว่า เมื่อความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของแสงสว่างของหลอดจะเพิ่มขึ้นด้วย จนกระทั่งถึงความถี่ประมาณ 20 KHz ประสิทธิภาพของแสงสว่างจะเริ่มคงที่ ในการทดลอง ใช้วงจรที่เรียกว่า Active component ประกอบเป็นวงจรป้อนกระแสไฟฟ้าความถี่สูงผ่านหลอด เพื่อทำหน้าที่เป็น Oscillator



รูปที่ 10 แสดงวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง

จากรูปที่ 10 เป็นวงจรป้อนความถี่สูงเข้าหลอด ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้ Active component เป็นหลัก ใช้กับหลอด ขนาด 20 วัตต์ วัด Power input ได้ 21.6 วัตต์ วัดความถี่ผ่านหลอดได้ประมาณ 20 KHz



รูปที่ 11 แสดงวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง แบบใช้ทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 11 เป็นวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง แบบใช้ทรานซิสเตอร์ ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N 3055 และส่วนประกอบวงจรอื่น ๆ ทำหน้าที่เป็น Oscillator วงจรนี้ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 20 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรในรูปที่ 10แล้ว จะเห็นได้ว่าใช้อุปกรณ์ที่ง่ายกว่า น้อยชิ้นกว่า โดยยังคงให้ความถี่ของกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดประมาณ 20 KHz

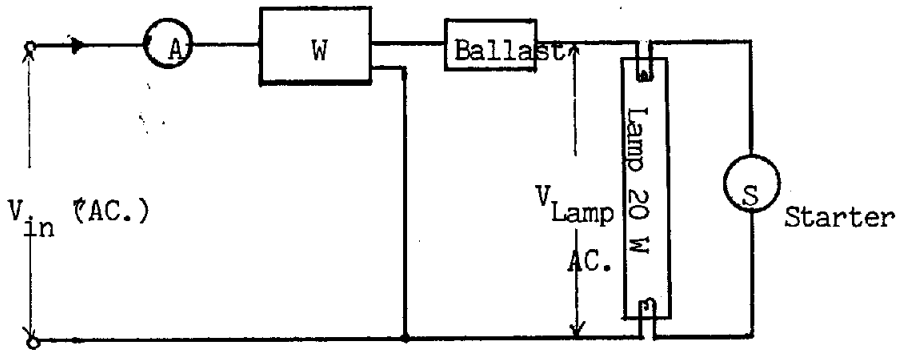
ผลการวัดของวงจรนี้ วัด Power input ได้ 40.8 วัตต์ แสงสว่างลดลง 33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบอายุการใช้งานของหลอด ปรากฏว่า เมื่อผ่านไป 2,000 ชั่วโมง ขั้วหลอดยังปกติดี คือไม่ดำ

บทที่ 3

ผลการทดลอง

เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลค่าต่างๆทางไฟฟ้า ระหว่างบัลลาสต์ชนิดเหนี่ยวนำ (Choke Type) กับวงจรแทนบัลลาสต์ หรือ บัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่ต่ำ

บัลลาสต์ชนิดตัวเหนี่ยวนำ (Choke Type)



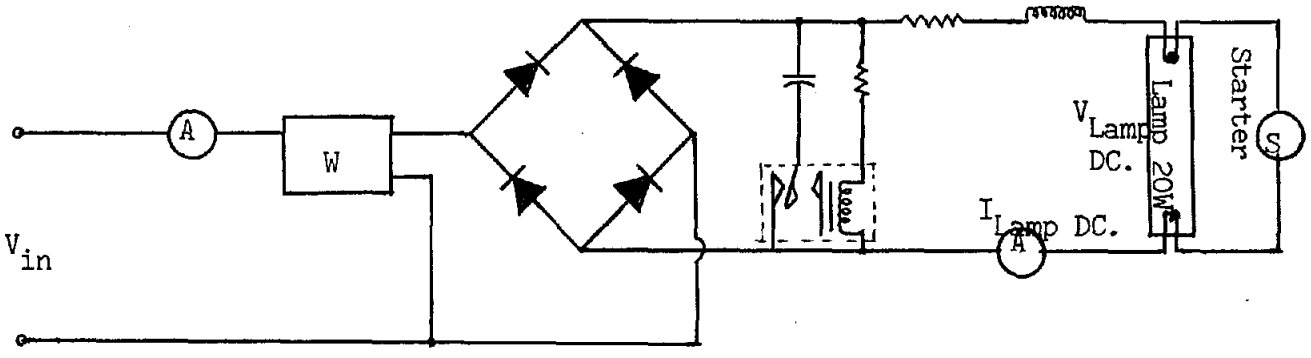
รูปที่ 12 วงจรบัลลาสต์ชนิดตัวเหนี่ยวนำ

ELECTRICAL SPECIFICATIONS	BALLAST TRADE NAME				
	PHILIP	TOSHIBA	BOVO	RACER	EYE
V_{in} (AC.)	220	220	220	220	220
V_{Lamp}(AC.)	65.5	65.5	65.9	64.5	64.5
P_{in} (W)	33.0	32.9	33.6	34.8	34.0
I_{in} (A)	0.361	0.360	0.360	0.383	0.373
Ligth Flux (Lumen)	1089.0	1094.6	1116.7	1107.5	1101.9
Efficiency(Lumen/W)	33.0	33.27	33.24	31.82	32.41

ตารางที่ 3 แสดงค่าต่างๆทางไฟฟ้าของบัลลาสต์ชนิดตัวเหนี่ยวนำ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่ต่ำ



รูปที่ 13 วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่ต่ำ

ELECTRICAL SPECIFICATIONS	BALLAST ELECTRONIC				
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5
V_{in} (AC.)	220	220	220	220	220
V_{Lamp} (DC.)	66.5	66.0	66.8	66.2	69.2
P_{in} (W)	29.6	28.0	29.2	23.8	29.0
I_{in} (A)	0.404	0.399	0.400	0.405	0.314
Light Flux(Lumen)	1035.4	1042.8	1044.6	1020.6	872.7
Efficiency(Lumen/W)	34.98	37.24	35.77	35.19	36.67

ตารางที่ 4 แสดงค่าทางไฟฟ้าของวงจรบัลลาสต์แบบความถี่ต่ำ

บทที่ 4

วิจารณ์ผล

เมื่อมองตามลักษณะของวงจรแล้ว จะเห็นได้ว่า แบ่งได้เป็น 2 แบบ แบบแรกเป็นแบบ Passive Component ซึ่งความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่หลอด เท่ากับ Line Voltage คือ 50 Hz ส่วนแบบที่ 2 เป็นแบบ Active Component ซึ่งความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่หลอด จะสูงกว่า Line Voltageมาก คือ ประมาณ 20 K Hz

จากผลของการทดลอง แสดงได้ว่า วงจรที่เป็นแบบ Passive Component นั้น มีข้อเสียอยู่ 2 ประการ คือ

1) มี Relay ซึ่งเป็นส่วนที่มีการเคลื่อนไหว ทำให้เสียเวลาจุดไส้หลอดทำให้หลอดติดได้
2) ความต้านทานของไส้หลอด มีอิทธิพลมากต่อการจุดไส้หลอดให้หลอดติดได้ กล่าวคือ บัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์สามารถจุดไส้หลอดให้หลอดติดได้ ได้ดีในยี่ห้อหนึ่ง แต่อาจจะจุดไส้หลอดทำหลอดติดได้ ได้ไม่ดีกับอีกยี่ห้อหนึ่ง เช่น การจุดไส้หลอดทำให้หลอดติดได้ช้าเกินไป เป็นต้น

สำหรับวงจรที่เป็นแบบ Active Component นั้น มีข้อเสีย คือ

1) Efficiency ต่ำ
2) ใช้อุปกรณ์ประกอบมากชิ้น
3) ราคาแพง

แต่วงจรที่เป็นแบบ Active Component นี้ มีข้อดี คือ

1) ไม่มีปัญหาในเรื่องความต้านทานของไส้หลอด
2) สามารถจุดไส้หลอดทำให้หลอดติดได้นานถึง 2,000 ชั่วโมง โดยขั้วหลอดไม่ดำ
3) ยืดอายุการใช้งานของหลอดได้มาก

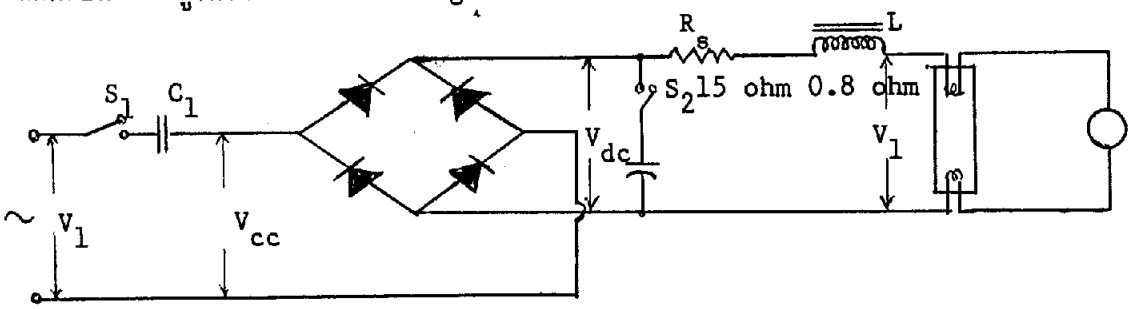
บทที่ 5

สรุป

จากการที่ได้นำวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ต้นแบบที่มีผู้สร้างขึ้นไว้ก่อนแล้ว(ดังรูป) มาทำการศึกษาวงจร โดยนำวงจรต้นมาดัดแปลงวงจรเป็นแบบต่าง ๆ 5 แบบแล้ว จะเห็นได้ว่า แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) <u>ประเภทความถี่ต่ำ</u> ที่เรียกว่า Passive component ซึ่งความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่หลอด เท่ากับ Line Voltage คือ 50 Hz.

2) <u>ประเภทความถี่สูง</u> ที่เรียกว่า Active component ซึ่งความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่หลอด จะสูงกว่า Line Voltage มาก คือ ประมาณ 20 KHz.



<u>วงจรต้นแบบของบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์</u>

จากการศึกษาวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ พบว่า วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบเดิมมีคุณสมบัติ เป็นวงจรที่ใช้ในการจุดไส้หลอดทำให้หลอดติดได้ ต้องทำการเปิด ปิดสวิทช์ถึง 3 ครั้ง ในการจุดไส้หลอดครั้งหนึ่ง ๆ ส่วนวงจรที่นำมาศึกษาทดลองนั้นเป็นวงจรที่นำมาดัดแปลงใช้เป็นวงจรในการจุดไส้หลอดทำให้หลอดติดได้ทันทีโดยไม่ต้องเปิด ปิดสวิทช์ เพราะใช้ Relay เป็นตัวช่วยในการเปิด ปิด สวิทช์แทน วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบเดิมมีข้อเสีย คือ ไม่สะดวกต่อการที่จะนำมาใช้งาน ส่วนวงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ที่ทำการศึกษาและทดลองนั้น มีทั้งข้อดี และ ข้อเสีย คือ

<u>ข้อดี</u>

1) ไม่มีปัญหาในเรื่องความต้านทานของไส้หลอด
2) สามารถจุดไส้หลอด ทำให้ไส้หลอดติดได้นานถึง 2,000 ชั่วโมง โดยขั้วหลอดไม่ดำ
3) ยืดอายุการใช้งานของหลอดได้มาก

ข้อเสีย

1) Efficeincy ต่ำ

2) ใช้อุปกรณ์ทางอีเล็คทรอนิคส์มากขึ้น

3) ราคาแพง

กิตติกรรมประกาศ

บัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ในการศึกษาและทดลองนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ด้านอุปกรณ์อีเล็คทรอนิคส์ และทางด้านเครื่องมือการวัดตลอดจนสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง จากบริษัท สื่อแสงอุตสาหกรรม จำกัด ทางผู้จัดทำขอขอบคุณบริษัท สื่อแสงอุตสาหกรรม จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ถึงแม้ว่าการศึกษาทดลองจะไม่ได้รับผลสำเร็จสมบูรณ์ตามเป้าหมายที่วางไว้ คือ การนำไปสู่การผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป แต่ก็เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการที่จะคิดค้นเพื่อการผลิตบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. มงคล เดชนครินทร์ "วงจรแทนบัลลาสต์" นิทรรศการทางวิศวกรรม ครั้งที่ 7 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2527 หน้า 260 - 267

2. "High frequency electronic light system" Philips Technical Manual หน้า 9 - 10 (ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

3. "Fluorescent Lighting System" Australian News Asia - Pacific Edition, April 1984

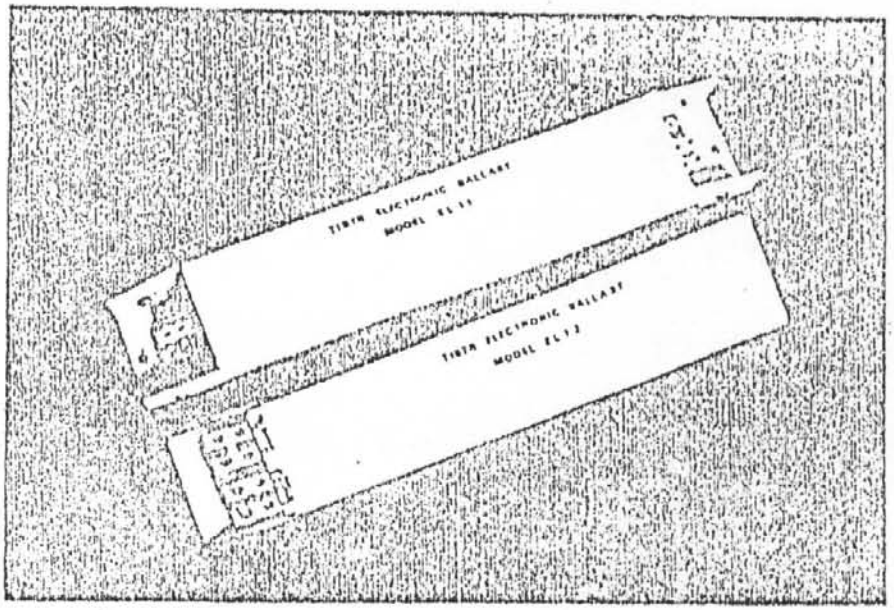
4. "Edison 21" Fluorescent Monitor manual National Energy Research Corp.

5. "CFB - 42 System" Electronic Ballast manual Cubic Circle Corporation.

ภาคผนวก

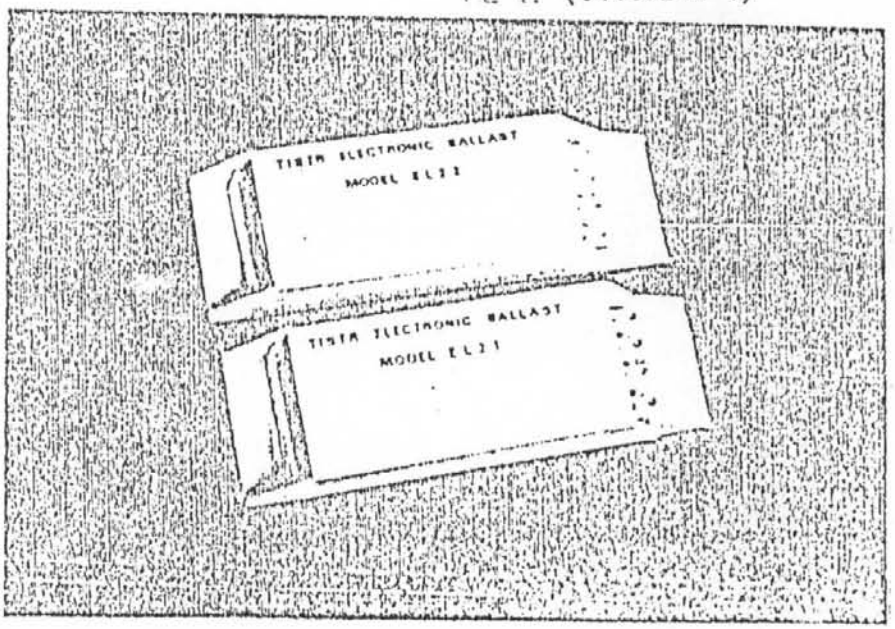
อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

Lamps	: Philips TL 20 W/54 , Day light
Watt meter	: Yogogawa , DBP - 1 WF , class 0.5
Digital Multimeter	: Fluke 45 Dual Display
Luminance meter	: Topcon PI - 301 with Integrating sphere
AC. Voltmeter	: Yogogawa , type - 2107
DC. Ampmeter	: Simpson , Model 260 , Series 6
AC. Ampmeter	: Yogogawa , type 2013
DC. Voltmeter	: Yogogawa , type 2502
Oscilloscope	: Yogogawa , DL 2110 B
L C R Bridge	: Leader , Model LCR - 740
Power line stabilizer	: Laborgerat Typ RRTL
Mya ohms meter	: Yogogawa , B 9600 ED



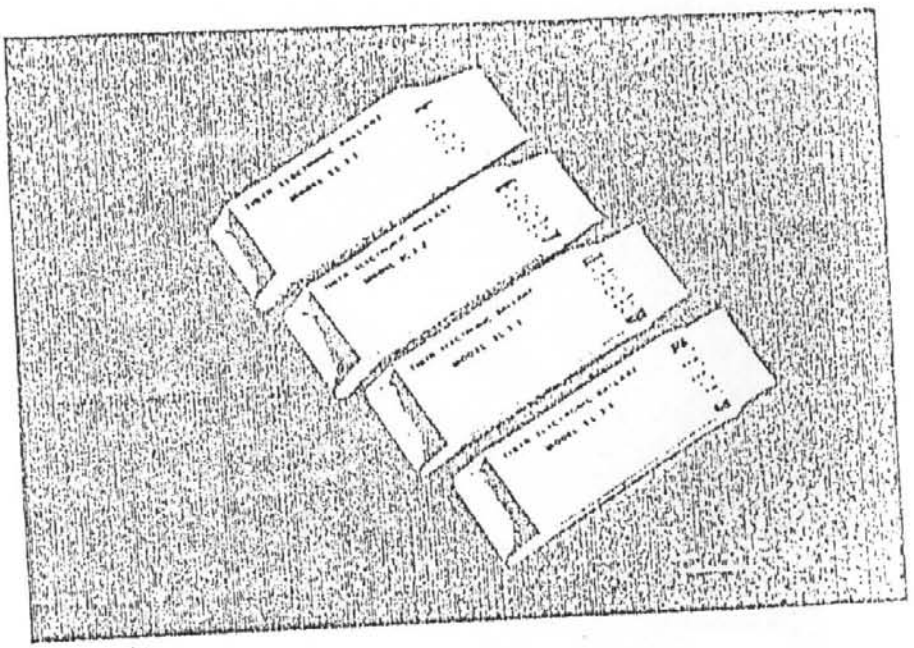
รูปที่ 14 Electronic Ballast

EL 1. (วงจรแบบที่ 1)

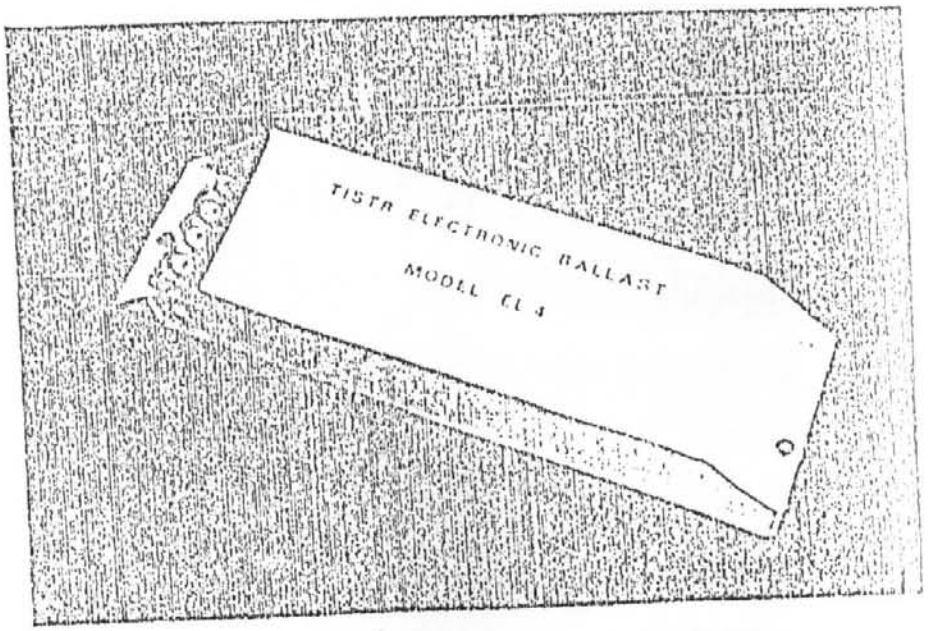


รูปที่ 15 Electronic Ballast

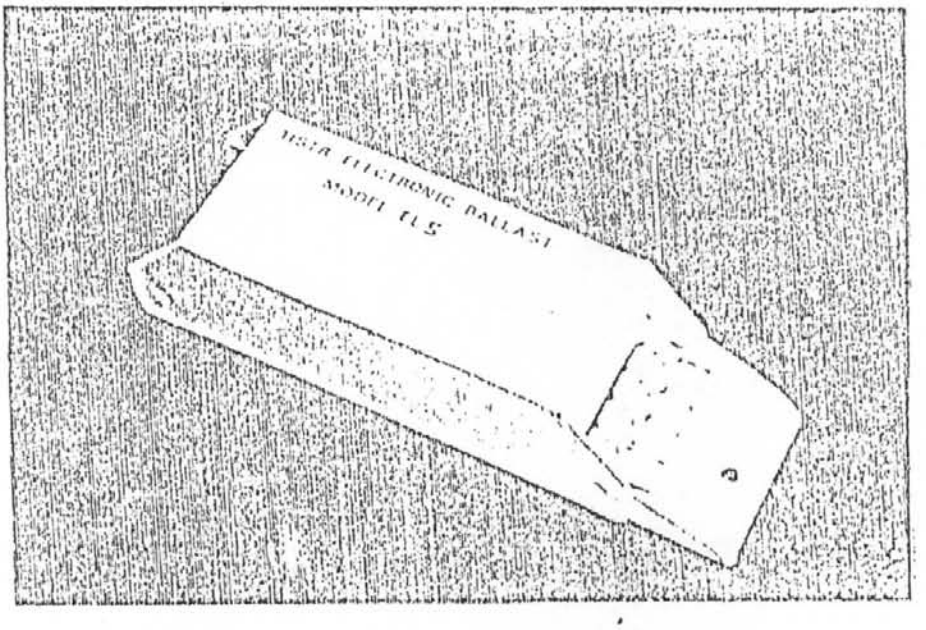
EL 2. (วงจรแบบที่ 2)



รูปที่ 16 Electronic Ballast
EL 3. (วงจรแบบที่ 3)

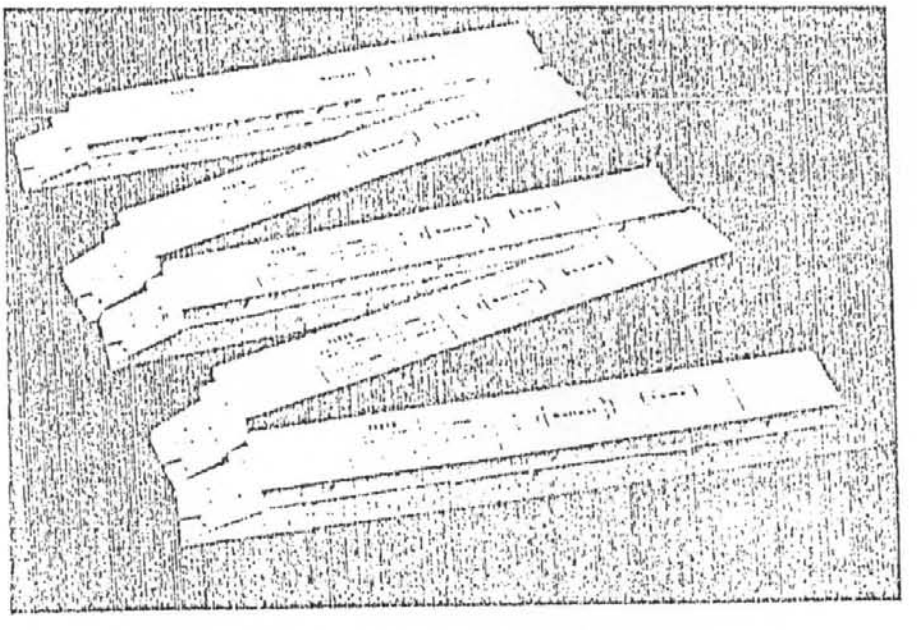


รูปที่ 17 Electronic Ballast
EL 4. (วงจรแบบที่ 4)



รูปที่ 18 Electronic Ballast

EL 5. (วงจรแบบที่ 5)



รูปที่ 19 Electronic Ballast

(วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์แบบความถี่สูง)

คำแนะนำทั่วไป

วงจรบัลลาสต์อีเล็คทรอนิคส์ที่ควรจะมีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นนั้น ควรเป็นวงจรแบบความถี่สูง ซึ่งจัดได้ว่ามีข้อดีอยู่มาก ปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพที่ลดลงนั้น เนื่องมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้ค่อนข้างสูง ทั้งนี้ เพราะกำลังงานส่วนใหญ่เกิดการสูญเสียไปในหม้อแปลงที่อยู่ส่วนหน้าของวงจร Rectifier ซึ่งจะต้องปรับปรุง หากจะปรับปรุงเพื่อการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ควรจะต้องปรับปรุงแก้ไขในการลดการสูญเสียพลังงานในส่วนนี้