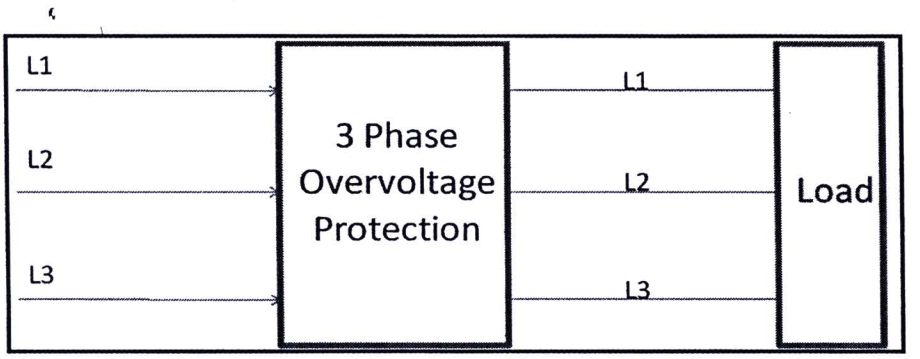
บทที่ 3 การออกแบบและประกอบสร้าง

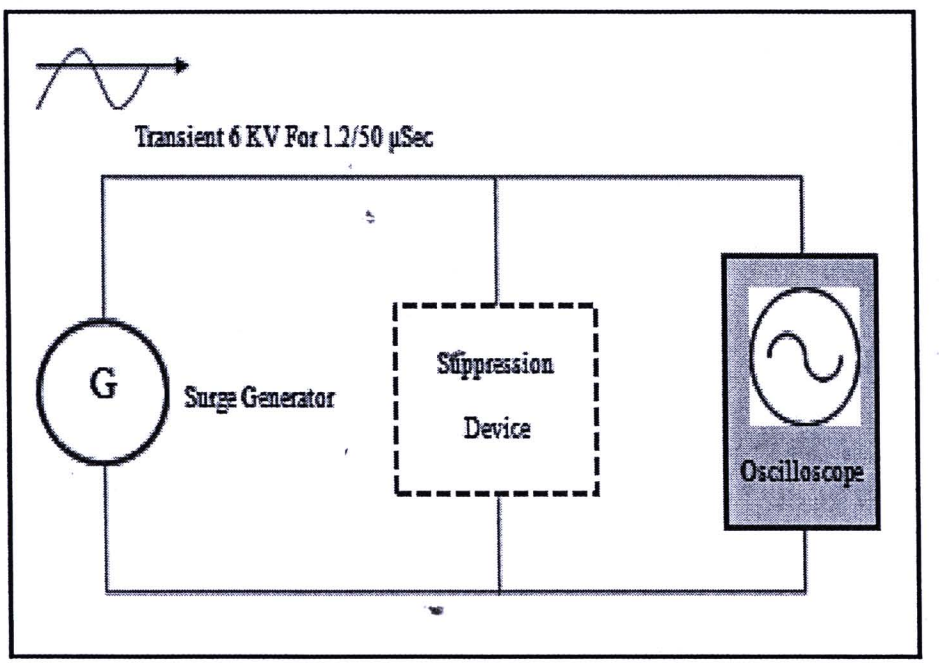
3.1 การออกแบบและประกอบสร้าง

การออกแบบวงจรได้แบ่งโหมดการป้องกันออกเป็น 1 ชุด เพื่อทำหน้าที่ป้องกันไฟกระโชกตามความสามารถเฉพาะอย่างของวัสดุที่ออกแบบไว้ให้กับระบบงานอย่างมีประสิทธิผล โดยกำหนดดังนี้ คือ โหมดป้องกันแรงดันเกิน (Over Voltage Protection)

3.1.1 โหมดป้องกันแรงดันเกิน (Over Voltage Protection)



รูปที่ 3.1 แสดงชุดที่ 1 โหมดการป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ



รูปที่ 3.2 แสดงชุดที่ 1 โหมดการป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภายในโหมดป้องกันนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

3.1.1.1 วัสดุ Gas Discharge Tube (GDT)

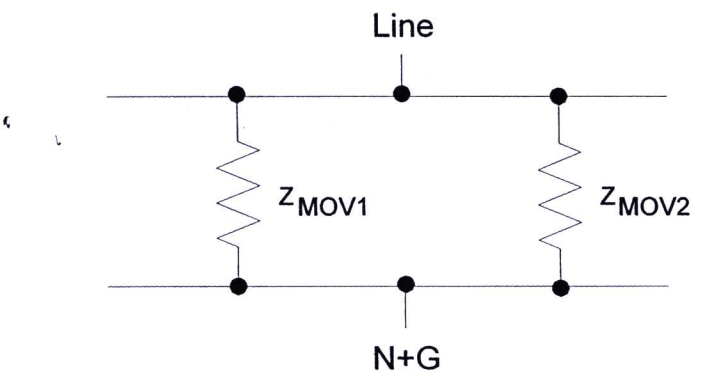
3.1.1.2 วัสดุ Metal Oxide Varistor (MOV)

ดังแสดงในรูปที่ 3.1 นี้เป็นการจัดความสัมพันธ์โหมดการป้องกันไฟกระโชก ที่เป็นลักษณะขนานกับระบบไฟฟ้า โดยมี Gas Discharge Tube (GDT) [11] ที่อยู่ต้นทาง ทำหน้าที่ลดทอนพลังงานที่จะผ่านไปยังตัวป้องกัน ตัวที่อยู่ถัดไป โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย วัสดุ MOV จะทำหน้าที่ลดทอนแรงดันเกินที่เหลือจากวัสดุต้นทาง เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่านไปที่ ชุดที่ 2 และLoad ไม่เกิดความเสียหาย

การออกแบบชุดนี้จะเอา GDT ต่อไว้ด้านหน้าซึ่งพฤติกรรมของ GDT จะมีค่าอิมพิแดนซ์ที่สูงมากอยู่ในช่วงของย่าน Giga Ohms จึงหมดห่วงในปัญหาเรื่องกระแสไฟฟ้ารั่วไหล (Leakage Current) พฤติกรรมของตัว GDT จะเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเงื่อนไขทางแรงดันไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสูงขึ้นเกินระดับการทำงานของ GDT ส่งผลให้ตัว GDT มีการสร้างอิออนขึ้นภายในตัวมัน และกลายเป็นตัวนำทางไฟฟ้าในที่สุด คุณสมบัติเด่นของ GDT คือ สามารถรองรับค่ากระแสและแรงดันไฟกระโชก ได้สูงกว่าวัสดุลดทอนไฟกระโชก ประเภทอื่นๆ (เปรียบเทียบบนพารามิเตอร์พื้นหลักเดียวกัน) นอกเหนือจากความสามารถในการรองรับกระแสไฟกระโชก ได้สูงแล้วตัวมันเองยังมีค่าคาปาซิแตนซ์แฝงต่ำอีกด้วยคือประมาณ 1pF - 5pF จึงทำให้ GDT มีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง ที่จะในไปใช้ลดทอนกระแสไฟกระโชกในระบบที่มีความถี่สูง

วัสดุลดทอนไฟกระโชก อีกชนิดหนึ่งคือ Metal Oxide Varistor หรือ MOV [11] โดยส่วนใหญ่ จะมีการระบุค่า Response Time เอาไว้ ซึ่งจะอยู่ในช่วงเวลา 5-30 nanoseconds จะมีค่าความต้านทานที่สูงมาก หรือ High Impedance แต่เมื่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตัวมันต่ออยู่ มีค่าสูงเกินจุดหรือค่าแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นทำงานของตัวมัน ค่าความต้านทานของตัวมัน ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเข้าใกล้ศูนย์โอห์ม โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงเพื่อลดค่าความต้านทานของตัว MOV จะมีลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Exponential Function) จากผลของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ High Impedance ในสภาวะปกติมาเป็นเกือบเสมือนตัวนำทางไฟฟ้า ทำให้ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ปรากฏไฟกระโชกขึ้นจะมีค่าระดับที่สูงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นการทำงานของ MOV ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าในช่วงเวลานี้ ไหลผ่านตัว MOV ลงสู่ระบบกราวด์ การต่อใช้งาน MOV จะดำเนินการต่อในลักษณะขนานกับระบบงาน เพื่อสามารถเบนเบี่ยงทิศทางกระแสไฟกระโชก ผ่านตัวมันลงสู่ระบบกราวด์ แต่ทว่าหากจำนวนครั้งของกระแส ไฟกระโชก เข้ามาบ่อยๆ มากขึ้น ย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพ ความสามารถในการรองรับกระแสไฟกระโชกของ MOV ย่อมด้อยลงไปด้วย ซึ่งได้มีการออกแบบชุดสำหรับ

ป้องกันความเสียหาย MOV ไว้อยู่แล้ว โดยชุดป้องกันความเสียหาย MOV ชุดที่หนึ่ง จะใช้วัสดุลดทอนประเภท GDT เพราะมีความไว (Response Time) ต่อแรงดันไฟกระโชกที่ช้ากว่า MOV เล็กน้อย และอีกชุดสองจะเป็นชุดโหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น (Voltage Swell) ในการนำเอา MOV มาต่อในลักษณะขนานกัน นอกเหนือจะสามารถทำให้รองรับกระแสไฟกระโชกได้สูงขึ้นแล้ว ค่าแรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่าน หรือ Let Through Voltage ก็จะต่ำลงด้วยเช่นกัน และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดทอนกระแสและแรงดันไฟกระโชกให้กับ MOV ซึ่งการออกแบบในวงจรป้องกัน ทำการออกแบบตามรูปที่ 3.2 และตามสมการที่ 3.1



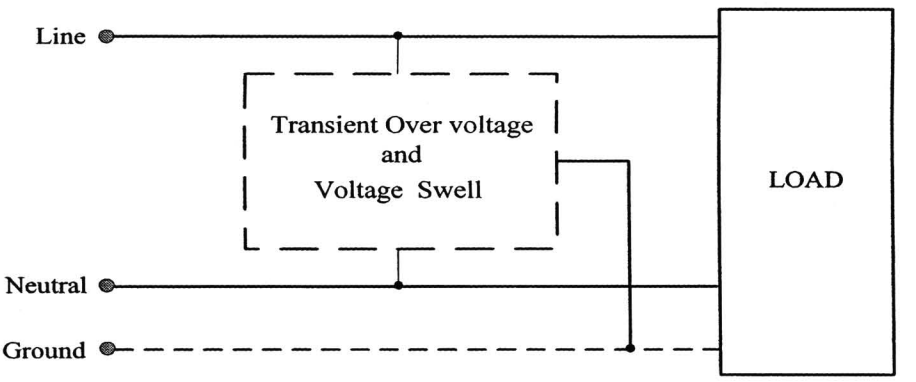
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการนำเอา MOV มาต่อขนานกัน

$$Z_T = Z_{MOV1} // Z_{MOV2} \quad (3.1)$$

$$= 1\Omega // 1\Omega$$

$$= 0.5\Omega$$

3.2 บล็อกไดอะแกรมรวมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางด้าน เอซี



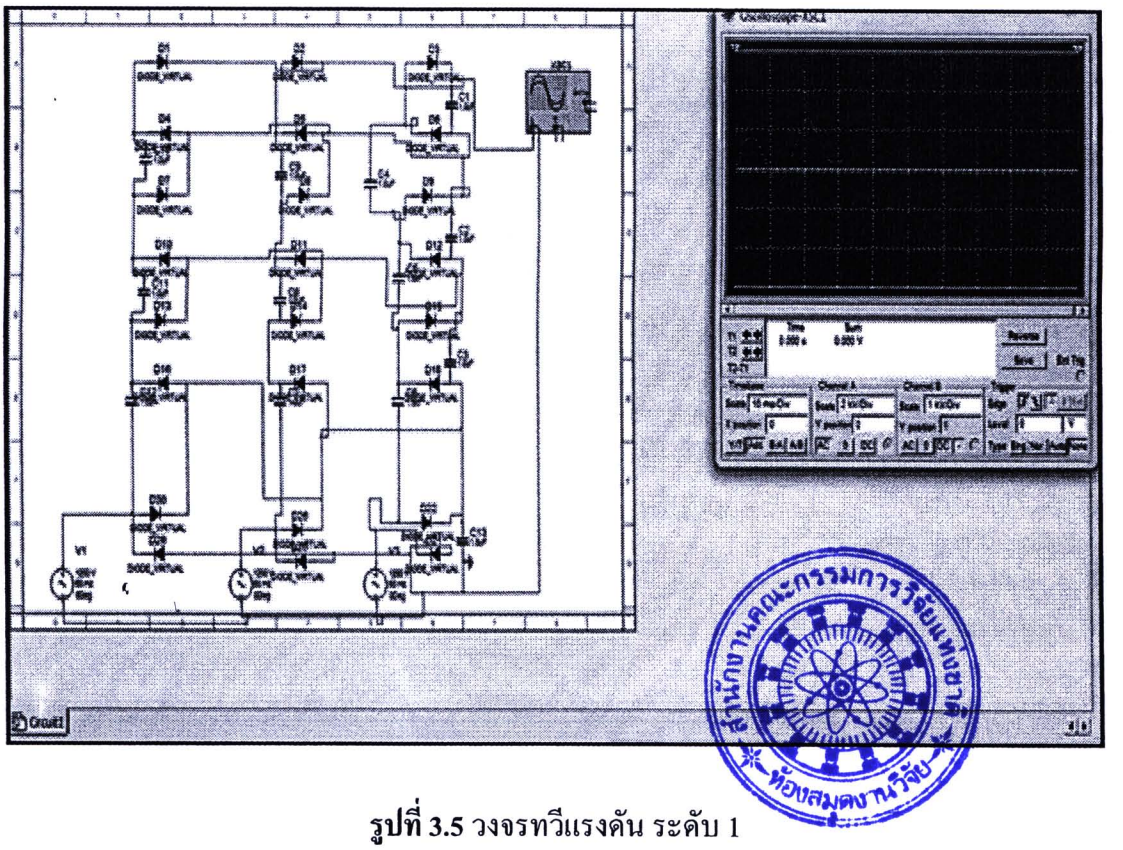
รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมรวมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางด้านเอซี

จากรูปที่ 3.4 เป็นบล็อกไดอะแกรมรวมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางด้านเอซี ภายในชุดอุปกรณ์ป้องกันประกอบด้วย ชุด Transient Over voltage และ Electronic Load ลักษณะการติดตั้งจะทำการขนานเข้ากับระบบไฟฟ้าเปรียบเสมือนเป็นโหลดอีกตัวหนึ่ง แต่จะทำงานในกรณีที่เกิดแรงดันไฟเกินขึ้นในระบบเท่านั้น สภาวะปกติจะไม่ทำงาน ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางด้านเอซีนั้น จะทำงานแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ ลักษณะที่เกิดแรงดันไฟกระโชกในสภาวะชั่วขณะ ชุดที่จะทำงานในลักษณะนี้ จะเป็นโหมดการป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ (Transient Over voltage) ซึ่งในชุดนี้จะประกอบด้วย GDT และ MOV ที่มีค่า Response Time ที่มีความไวที่สุด และการเกิดแรงดันไฟเกินในลักษณะแรงดันเกินช่วงสั้น ชุดที่จะทำงานในลักษณะนี้ จะเป็นโหมดการป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น หรือ Electronic Load เป็นชุดที่ทำหน้าที่ป้องกัน ถึงแม้ว่าชุดนี้จะมีการตอบสนองที่ช้า แต่สามารถรองรับพลังงานได้มากและนาน

3.3 การออกแบบการทดสอบและตรวจวัด

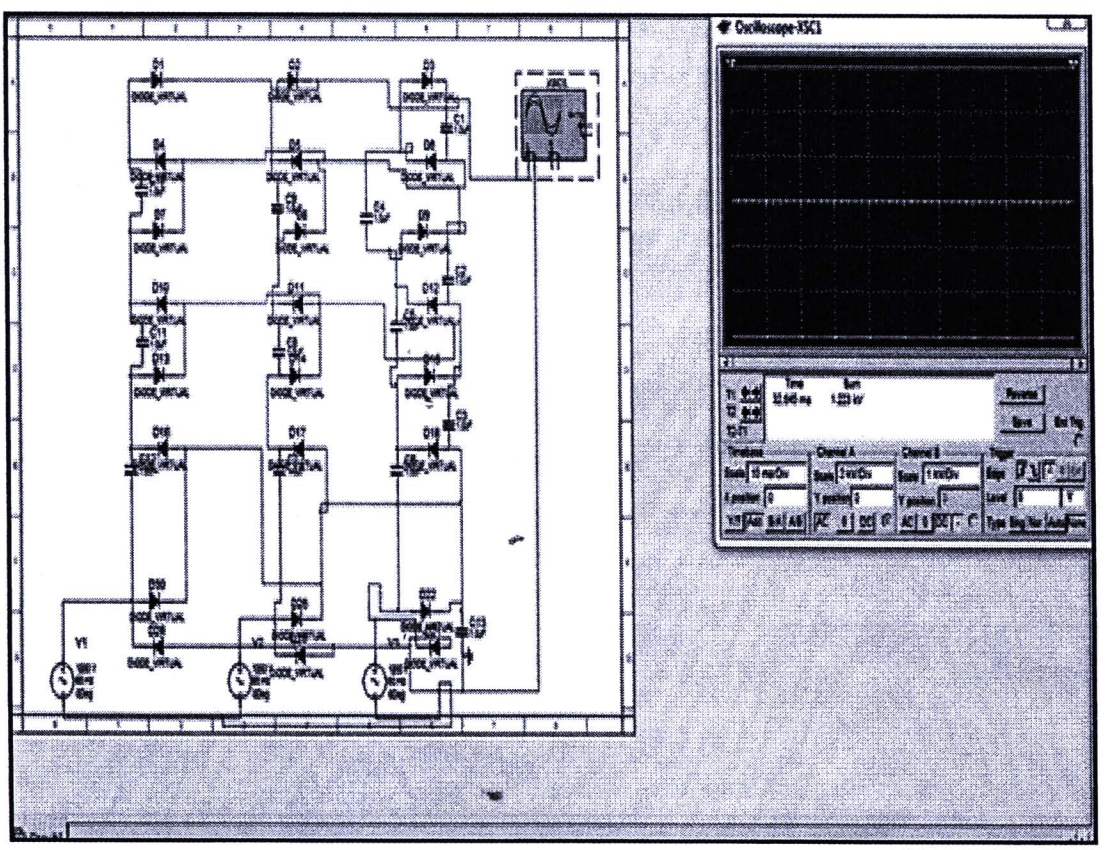
3.3.1 วงจรกำเนิดแรงดันทวีแรงดัน

ระบบการทดสอบจากวงจรกำเนิดแรงดันดังรูปที่ 3.5-3.6



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 3.5 วงจรทวีแรงดัน ระดับ 1

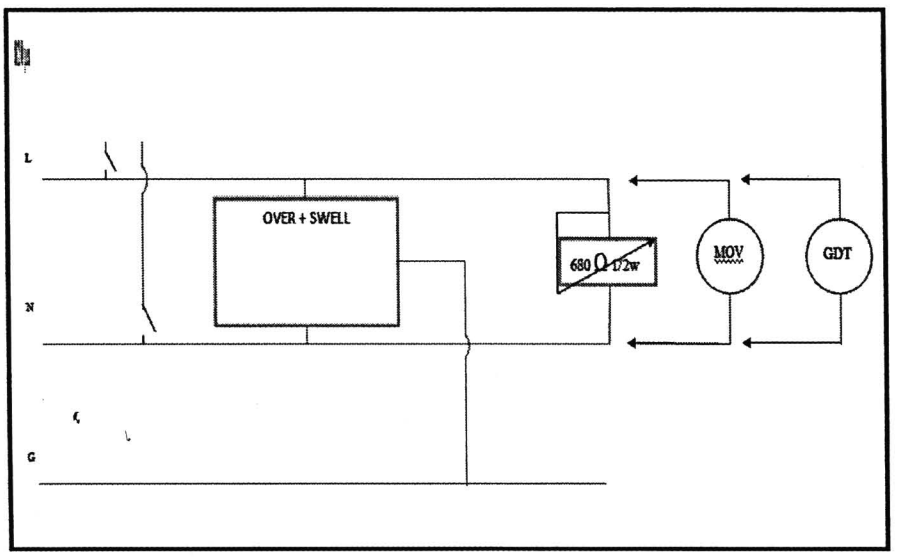


รูปที่ 3.6 วงจรทวีแรงดันระดับ 2

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 3 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 246187
เลขเรียกหนังสือ

3.3.2 ระบบการทดสอบ

Surge voltages Impulse voltage supply 1.2/50 μs 0 – 6000 v ; step by step 1000 – 6000 v 680Ω



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรชุดวงจรทดสอบแรงดันเกิน

3.3.2.1 การทดสอบที่แรงดัน 1000 - 6000 โวลต์

จากวงจรการทดสอบเราสามารถตรวจวัดแรงดันตามเวลาแต่ละช่วงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 บันทึกผลการทดลองชุดอุปกรณ์โหลดป้องกันแรงดันเกินกับโหลด Pure R

Over voltage	
1000 V	
2000 V	
3000 V	
4000 V	
5000 V	
6000 V	

3.3.2.2 การทดสอบที่แรงดัน 1000 - 6000 โวลต์

ตารางที่ 3.2 บันทึกผลการทดลองชุดอุปกรณ์โหลดป้องกันแรงดันเกินกับโหลด R // MOV

Over voltage	
1000 V	
2000 V	
3000 V	
4000 V	
5000 V	
6000 V	

3.3.2.3 การทดสอบที่แรงดัน 1000 - 6000 โวลต์

ตารางที่ 3.3 บันทึกผลการทดลองชุดอุปกรณ์โหลดป้องกันแรงดันเกินกับโหลด R // GDT

Over voltage	
1000 V	
2000 V	
3000 V	
4000 V	
5000 V	
6000 V	