

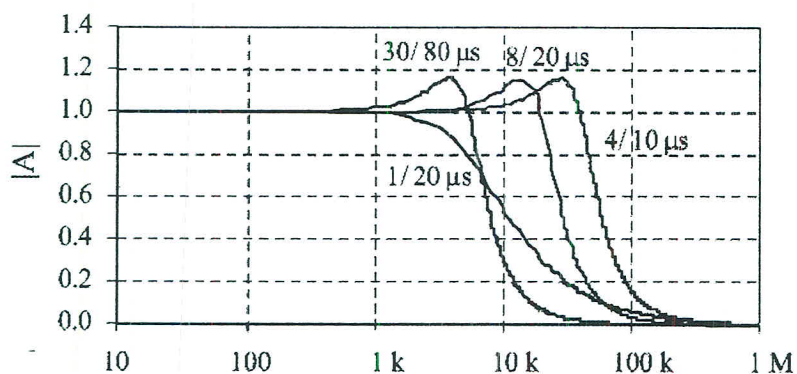
บทที่ 3

การออกแบบและประกอบสร้างระบบวัดกระแสิมพัลส์ด้วยขดลวดเหนี่ยวนำ

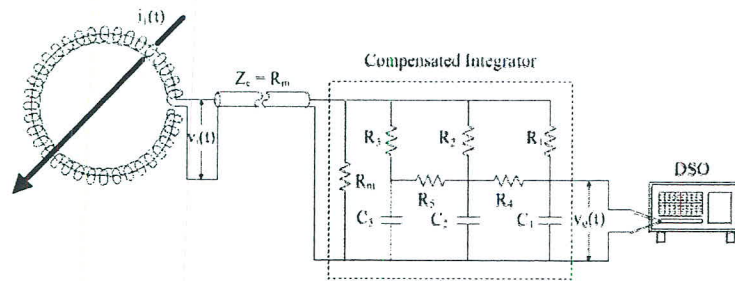
ระบบวัดกระแสิมพัลส์ที่ออกแบบและประกอบสร้างขึ้นประกอบไปด้วย ขดลวดเหนี่ยวนำ และอินทิเกรเตอร์แบบตัวต้านและตัวเก็บประจุ ซึ่งระบบวัดกระแสิมพัลส์ที่ทำการออกแบบสร้างมีลักษณะคุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐาน IEC

การออกแบบสร้างระบบวัดกระแสิมพัลส์

ในการออกแบบสร้างระบบวัดกระแสิมพัลส์ก่อนอื่นจำเป็นต้องทราบลักษณะสเปกตรัมความถี่ของรูปคลื่นกระแสิมพัลส์ ดังแสดงรูปที่ 1 เพื่อที่จะนำมาเป็นข้อมูลในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ให้มีความสอดคล้องกับรูปคลื่นกระแสิมพัลส์ที่ต้องการวัด ระบบวัดกระแสที่มีความแม่นยำในการวัดจะต้องมีแบนวิดท์ที่ครอบคลุมแบนวิดท์ของรูปคลื่นที่ต้องการวัด จากการหาค่าการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform, FFT) ของรูปคลื่นกระแสิมพัลส์ตามมาตรฐานได้ผลตามรูปที่ 9



รูปที่ 9 สเปกตรัมความถี่ของรูปคลื่นกระแสิมพัลส์



รูปที่ 10 ระบบวัดกระแสอิมพัลส์ที่ประกอบด้วยขดลวดเหนี่ยวนำและอินทิเกรเตอร์แบบ 3 ชั้น

1. การออกแบบสร้างขดลวดเหนี่ยวนำ เนื่องจากค่าของกระแสที่ต้องการวัดคือ 50 kA ในการออกแบบได้เพื่อพิชิตขึ้นอีก 20 % ของพิชิตที่กำหนด ดังนั้นพิชิตกระแสที่ออกแบบคือ $i(p) = 60 \text{ kA}$, กำหนดให้แรงดัน output ที่ต้องการ $U_m = 20 \text{ V}$

การคำนวณ

$$\text{จาก} \quad |A| = \frac{M}{RC} = \frac{V}{I} = \frac{20}{60 \times 10^3} = \frac{10}{30 \times 10^3}$$

โดยที่ M คือ ความเหนี่ยวนำร่วมระหว่างขดลวดเหนี่ยวนำกับตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน กำหนดให้ความถี่จํากัดล่างมีค่าเท่ากับ 338.8 Hz (โดยพิจารณาได้จากสเปกตรัมความถี่ของรูปคลื่นกระแสอิมพัลส์)

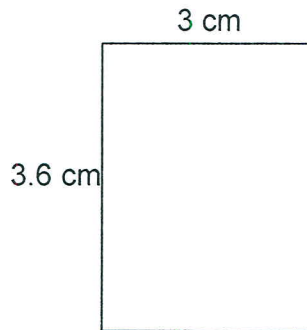
$$\text{จาก} \quad \frac{1}{2\pi RC} \leq f_1$$

$$\text{จะได้} \quad \frac{1}{2\pi RC} \leq 338.8 \text{ Hz}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{1}{RC} \leq 2\pi \times 338.8 = 2127.664$$

$$\text{จาก Gain จะทำให้ได้ค่า } M = |A| \times RC = \frac{10}{30 \times 10^3 \times 2127.664} = 0.157 \mu\text{H}$$

โดยกำหนดให้ รัศมีนอกของขดลวดเหนี่ยวนำเท่ากับ 14 cm และ รัศมีในเท่ากับ 8 cm และกำหนดให้มีขนาดของพื้นที่หน้าตัดของแกนอะคลิกมีค่าเท่ากับ 12 cm^2 ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 พื้นที่หน้าตัดของแกนอะคลิก

จาก $M = \frac{NA\mu_0}{l}$ โดยที่ l คือ ความยาวเฉลี่ยของขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ 34.54 cm แทนค่าลงในสูตรเพื่อหาจำนวนรอบในการพัน

$$N = \frac{0.157 \times 10^{-6} \times 34.54 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 10.8 \times 10^{-4}} = 40 \text{ รอบ}$$

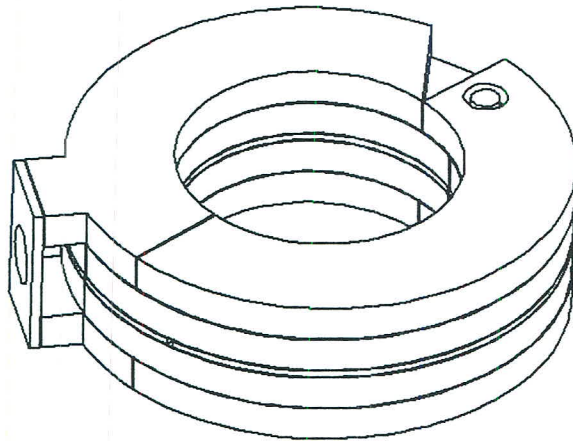
จำนวนรอบในการพันขดลวดเหนี่ยวนำเท่ากับ 40 รอบ โดยที่มีค่า $L = \frac{N^2 A \mu_0}{l}$

จะได้ค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้า $L = MN = 0.157 \times 10^{-6} \times 40 = 6.28 \mu H$

กำหนดให้ค่าความต้านทานแมชซึ่งมีค่า = 50 Ω

$$\text{แทนค่าในสมการ } f_2 = \frac{Rm}{2\pi L}$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ค่าความถี่จังก์ชัน } f_2 = \frac{50}{2\pi \times 6.28 \times 10^{-6}} = 1.26 \text{ MHz}$$



รูปที่ 12 ขดลวดเหนี่ยวนำที่ทำการออกแบบ

3.1.2 การออกแบบอินทิเกรเตอร์

$$\text{จาก } \frac{1}{RC} = 2127.664$$

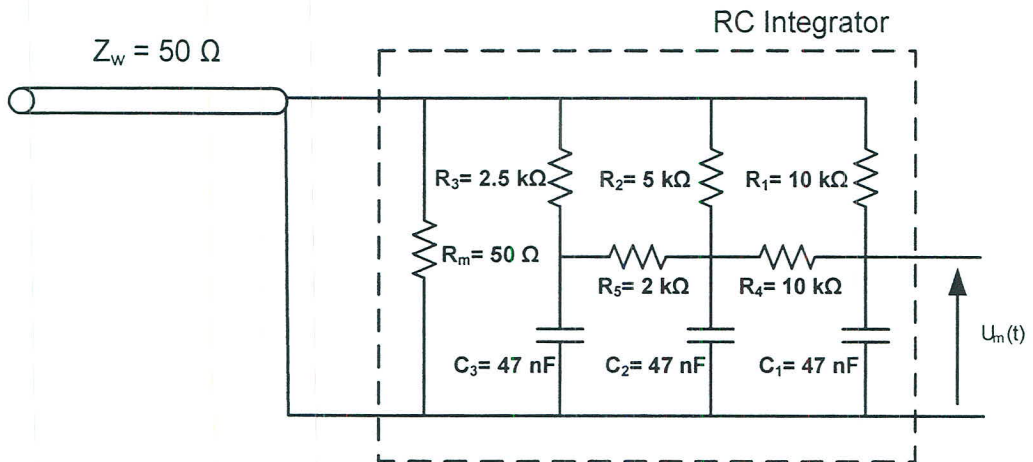
จะสามารถคำนวณหาค่าของ R ได้ โดยกำหนดให้ค่า $C = 47 \text{ nF}$

$$R = \frac{1}{2127.664 \times 47 \times 10^{-9}} = 10 \text{ k}\Omega$$

ข้อกำหนดในการเลือกค่าพารามิเตอร์แบบชดเชยชนิดตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ 3 ชั้น

[8]

$$- C_1 = C_2 = C_3 \text{ และ } R_1 = 2R_2 = 4R_3, R_4 = R_1, R_5 = 0.4R_2$$



รูปที่ 13 RC อินทิเกรเตอร์แบบ 3 ชั้น