สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน

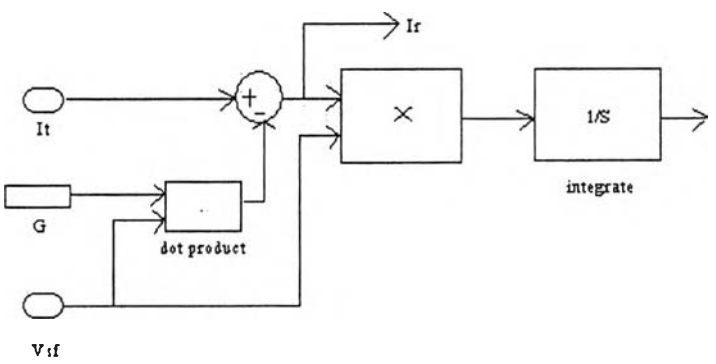
ในบทที่ 2 เสนอวิธีการคำนวณหาของกระแสรั่วเชิงความต้านทานของกับดักแรงดันเกิน บทที่ 3 จะแสดงการคำนวณหากระแสรั่วเชิงความต้านทานโดยใช้โปรแกรม MATLAB ตามวิธีการที่เสนอในบทที่ 2

3.1 การใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน วิธี COMPENSATION METHOD

การหากระแสรั่วเชิงความต้านทานวิธี COMPENSATION METHOD ใช้สมการที่ 3.1 ในการคำนวณ

$$\int [\, Vsf * (It - (G * Vsf)) \,] \, dt = 0 \qquad (3.1)$$

ต่อบล็อกไดอะแกรมของโปรแกรม MATLAB ดังรูปที่ 3.1 เพื่อทำการคำนวณตามสมการที่ 3.1



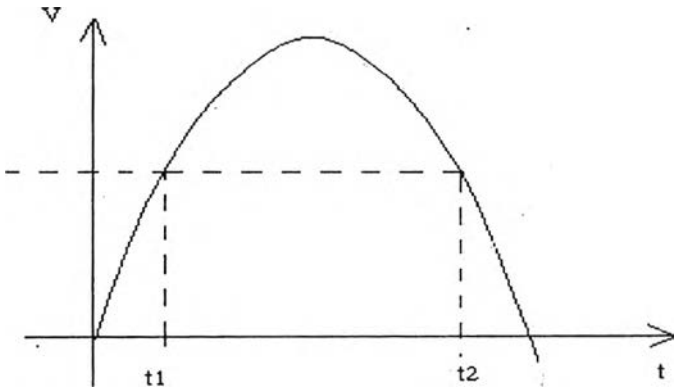
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมในการคำนวณค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทาน วิธี COMPENSATION METHOD

ปรับค่า G ในบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1 จนกระทั่งผลของการอินทิเกรตใน หนึ่งคาบมีค่าเป็นศูนย์ นำค่า G ที่ปรับได้แทนลงในสมการที่ 3.2 จะได้กระแสรั่วเชิงความต้านทาน ที่ต้องการ

$$Ir = It - (G * Vsf) \tag{3.2}$$

3.2 การใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน

วิธี POINT–ON-WAVE METHOD

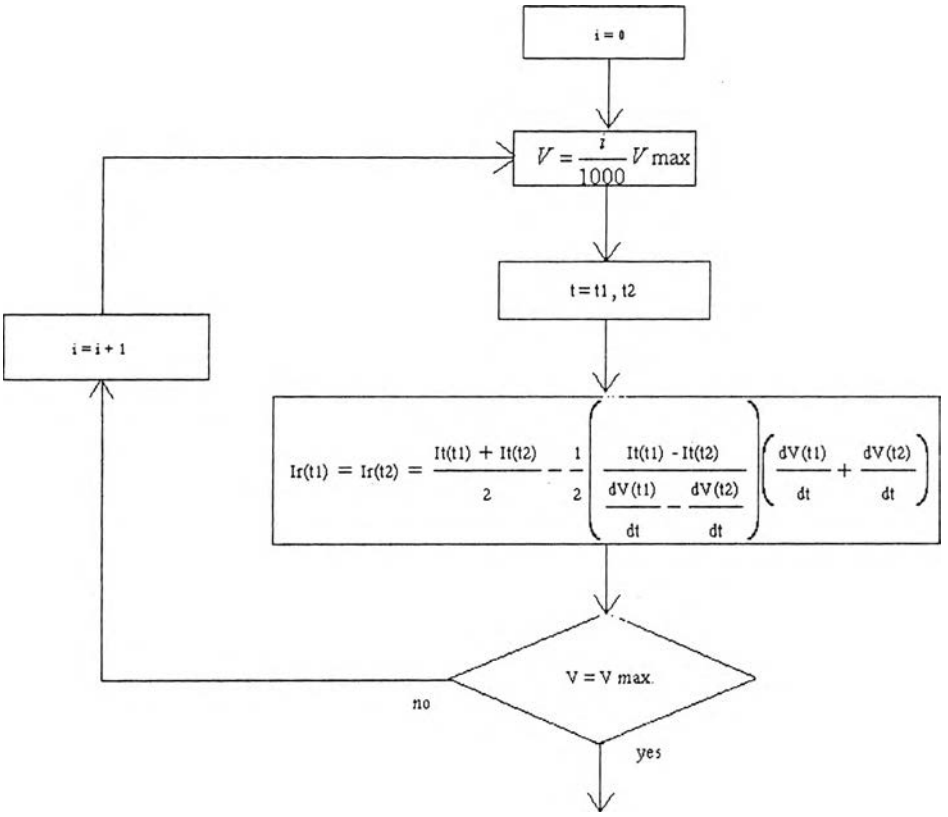


รูปที่ 3.2 เวลา t1 และ t2 ซึ่งเป็นเวลาที่แรงดันตกคร่อมกับดักแรงดันเกินมีค่าเท่ากัน

ที่เวลา t1 และ t2 ซึ่งเป็นเวลาที่แรงดันที่ตกคร่อมกับดักแรงดันเกินมีค่าเท่ากันจะ สามารถคำนวณหาค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทานโดยสมการที่ 3.3

$$Ir(t1) = Ir(t2) = \frac{It(t1) + It(t2)}{2} - \frac{1}{2}\left(\frac{It(t1) - It(t2)}{\frac{dV(t1)}{dt} - \frac{dV(t2)}{dt}}\right)\left(\frac{dV(t1)}{dt} + \frac{dV(t2)}{dt}\right) \tag{3.3}$$

ให้โปรแกรม MATLAB คำนวณตาม flowchart ในรูปที่ 3.3 จะได้กระแสรั่วเชิงความ ต้านทานที่ต้องการ



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการคำนวณหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน
วิธี POINT–ON-WAVE METHOD

3.3 การใช้โปรแกรม MATLAB หาค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทาน
วิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD

การหากระแสรั่วเชิงความต้านทานวิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD ใช้สมการที่ 3.4 ในการคำนวณ

$$Ir = I_0 + \sum [I_{km} * \cos(\beta_k - \alpha_k) * \sin (k\omega t)] \quad ; k = 1 \text{ ถึง } \infty \qquad (3.4)$$

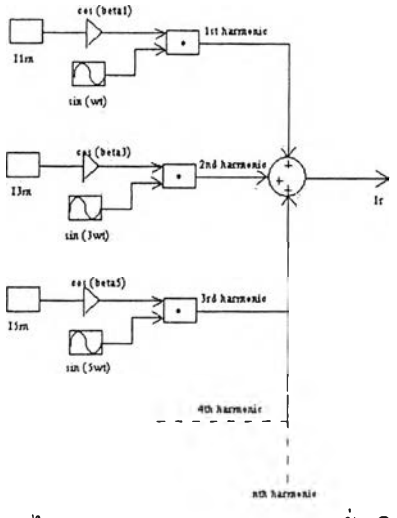
โดย I_0 คือ ส่วนประกอบกระแสตรงของกระแสรั่วรวม

I_{km} คือ ค่ายอดของฮาร์มอนิกที่ k ของกระแสรั่วรวม

β_k คือ มุมเฟสของฮาร์มอนิกที่ k ของกระแสรั่วรวม

α_k คือ มุมเฟสของฮาร์มอนิกที่ k ของแรงดันที่ตกคร่อมกับดักแรงดันเกิน

ต่อบล็อกไดอะแกรมของโปรแกรม MATLAB ดังรูปที่ 3.4 เพื่อทำการคำนวณตามสมการที่ 3.4

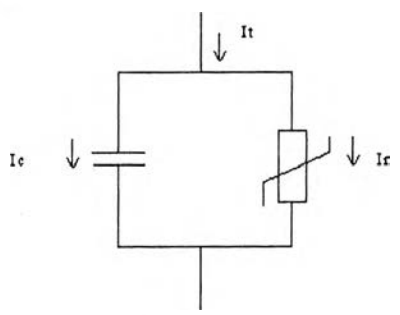


รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมคำนวณหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน
วิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD

ทำการคำนวณตามบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.4 จะได้กระแสรั่วเชิงความต้านทานที่ต้องการ

3.4 การทดลองใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน

รูปที่ 3.5 แสดงวงจรสมมูลของกับดักแรงดันเกิน



รูปที่ 3.5 วงจรสมมูลของกับดักแรงดัน

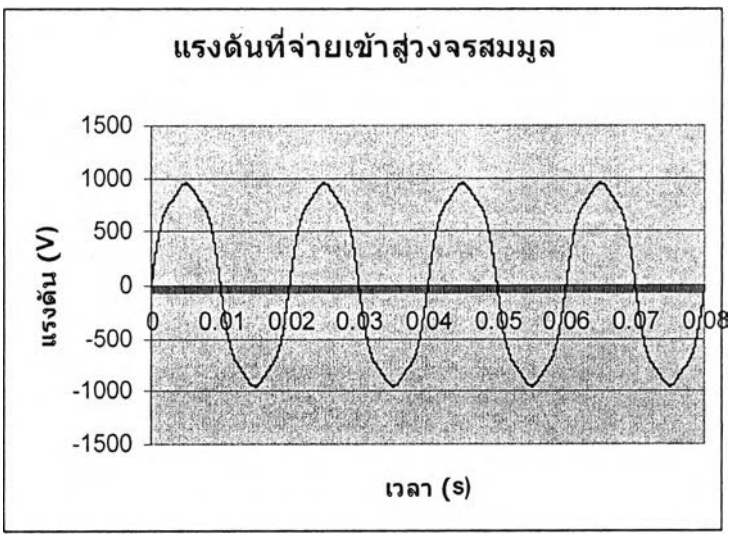
โดยที่ R คือ ความต้านทานของวงจรสมมูล มีค่า 10 MΩ
Xc คือ อิมพีแดนซ์เชิงความจุของวงจรสมมูล มีค่า 1 MΩ

จ่ายแรงดันที่มีส่วนประกอบฮาร์มอนิกดังตารางที่ 3.1 เข้าสู่วงจรสมมูลของกับดักแรงดันเกินในรูปที่ 3.5

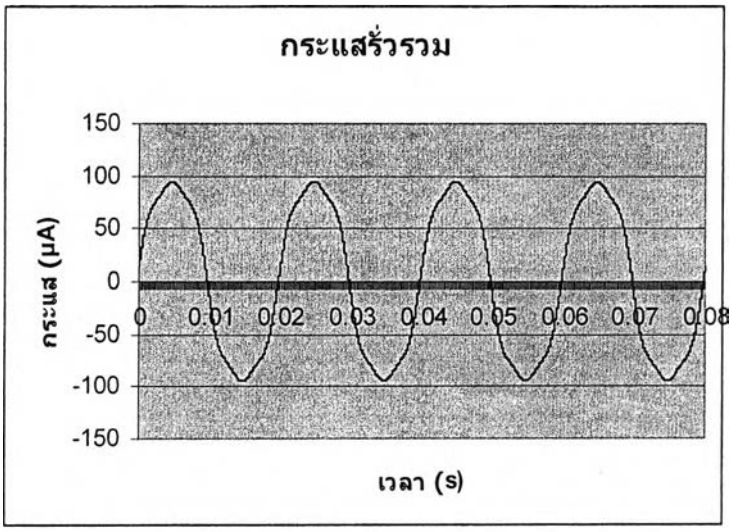
ตาราง 3.1 ส่วนประกอบฮาร์มอนิกของแรงดันที่ป้อนเข้าสู่กับดักแรงดันเกิน

ลำดับฮาร์มอนิก	สัญลักษณ์	ขนาดค่ายอดของแรงดัน (V)	T.H.D.
1	V1	1000	0.112
3	V3	100	
5	V5	50	

แรงดันในตารางที่ 3.1 (V) แสดงดังรูปที่ 3.6 และกระแสรวมที่ไหลผ่านวงจรสมมูล (It) แสดงดังรูปที่ 3.7

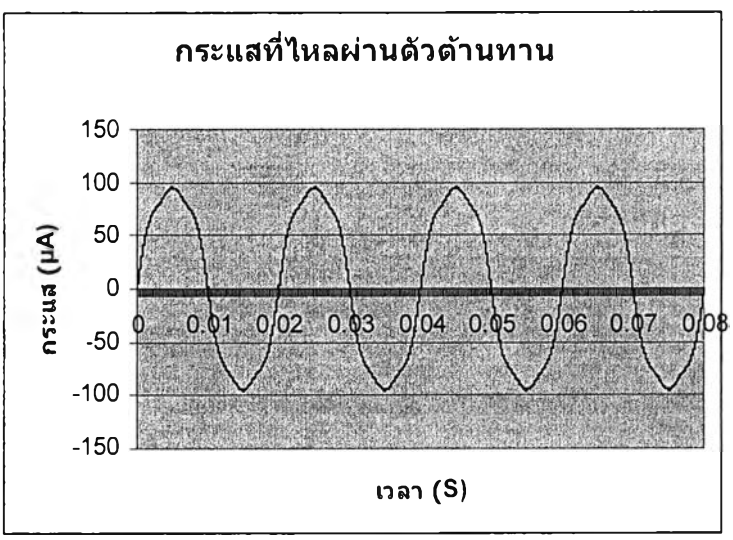


รูปที่ 3.6 แรงดันที่ป้อนเข้าสู่วงจรสมมูล



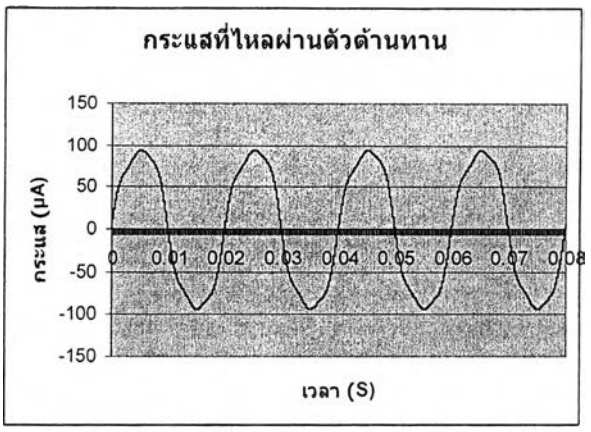
รูปที่ 3.7 กระแสรวมที่ไหลผ่านวงจรสมมูล

คำนวณหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานของวงจรสมมูล (Ir) โดยทฤษฎีวงจรไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 3.8

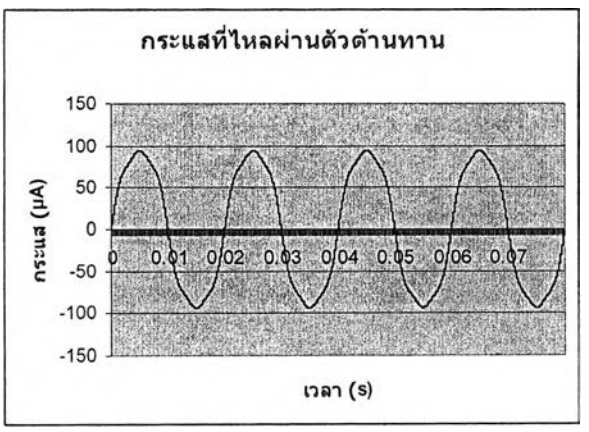


รูปที่ 3.8 กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานคำนวณโดยทฤษฎีวงจรไฟฟ้า

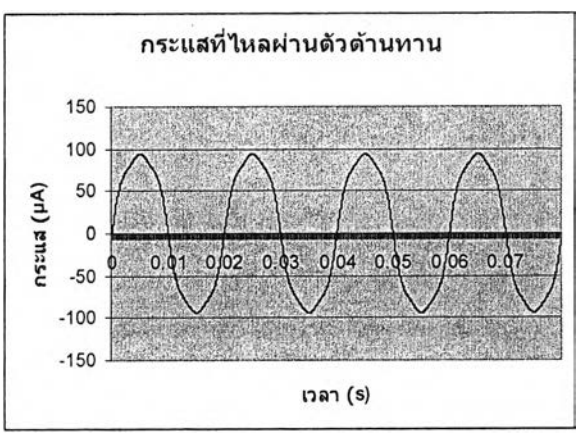
รูปที่ 3.9 แสดงรูปคลื่นของกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB โดยวิธี COMPENSATION METHOD , POINT–ON-WAVE METHOD และ HARMONIC ANALYSIS METHOD



a.วิธี COMPENSATION METHOD



b.วิธี POINT–ON-WAVE METHOD



c.วิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD

รูปที่ 3.9 กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ได้จากโปรแกรม MATLAB

กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ได้จากทั้งวิธี COMPENSATION METHOD , POINT–ON-WAVE METHOD และ HARMONIC ANALYSIS METHOD จะมีลักษณะคล้ายกัน ดังในรูปที่ 3.9

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าประสิทธิผลของกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานในรูปที่ 3.9 เปรียบเทียบกับค่าประสิทธิผลของกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ได้จากทฤษฎีวงจรไฟฟ้า

ตาราง 3.2 ค่าประสิทธิผลของกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

วิธีในการหากระแส ที่ไหลผ่านตัวต้านทาน	ค่าประสิทธิผล (μ A)	ความคลาดเคลื่อน (%)
ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า	71.15	-
COMPENSATION METHOD	70.05	1.55
POINT–ON-WAVE METHOD	70.26	1.25
HARMONIC ANALYSIS METHOD	70.76	0.55

ตาราง 3.2 แสดงให้เห็นว่า ค่าประสิทธิผลของกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ได้จากวิธี COMPENSATION METHOD , POINT–ON-WAVE METHOD และ HARMONIC ANALYSIS METHOD มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าประสิทธิผลของกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ได้จากวิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากทฤษฎีวงจรไฟฟ้ามากที่สุด

จากการทดลองใช้วิธีการหากระแสรั่วเชิงความต้านทานวิธี COMPENSATION METHOD , POINT–ON-WAVE METHOD และ HARMONIC ANALYSIS METHOD แยกกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานออกจากกระแสรวมที่ไหลผ่านวงจรสมมูลของกับดักแรงดันเกิน ผลการทดลองในตารางที่ 3.2 จะเห็นว่าวิธีการหากระแสรั่วเชิงความต้านทานวิธี COMPENSATION METHOD , POINT–ON-WAVE METHOD และ HARMONIC ANALYSIS METHOD สามารถใช้แยกกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานออกจากกระแสรั่วรวม ที่ไหลผ่านวงจรสมมูลของกับดักแรงดันเกินได้ จึงสามารถนำวิธีการหากระแสรั่วเชิงความต้านทานวิธี COMPENSATION METHOD , POINT–ON-WAVE METHOD และ HARMONIC ANALYSIS METHOD ไปใช้แยกกระแสรั่วเชิงความต้านทานออกจากกระแสรั่วรวมที่ไหลผ่านกับดักแรงดันเกิน