

บทที่ 4

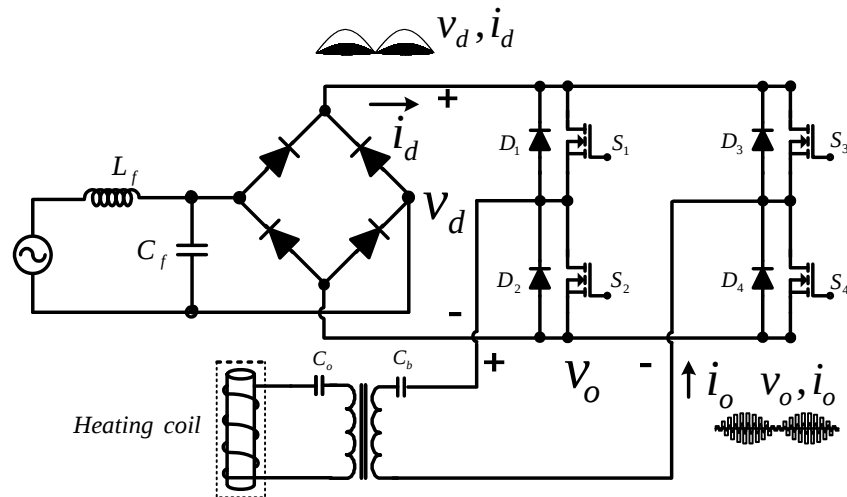
การวิเคราะห์หลักการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อน ด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง จากด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ มายังด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz

4.1 บทนำ

จากการคำนวณหาค่าแรงดันฟลักซ์แม่เหล็ก $v_{ok,1}$ จากคลื่นแรงดันเอชีสแควร์ทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ $v_{ok,n}$ ซึ่งได้จากค่าแรงดันด้านดิสอินพุตของอินเวอร์เตอร์ V_{dk} ในแต่ละสแต็ปย่อย ๆ ของคลื่นแรงดัน v_d ลักษณะคลื่นเรกติฟายด้านดิส ซึ่งมีแต่ละช่วงสแต็ปย่อยห่างเท่ากัน จากนั้นนำคลื่นแรงดันฟลักซ์แม่เหล็กทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ $v_{ok,1}$ ของแรงดันเอาต์พุตสแควร์ทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ $v_{ok,n}$ ในแต่ละช่วงย่อยนี้ ป้อนเป็นแรงดันอินพุตให้กับวงจรเรโซแนนซ์อนุกรม RLC ของโหลด เพื่อคำนวณหาค่ากระแสโหลด $i_{ok,1}$ ของวงจรเรโซแนนซ์นี้ ซึ่งได้ทำการพิจารณาไว้แล้วในบทที่ 3 $i_{ok,1}$ ในที่นี้จะเป็นตัวแปรที่สำคัญ เนื่องจากสามารถนำไปสู่การคำนวณหาค่ากระแส i_{dk} ทางด้านดิสในแต่ละช่วงย่อยนั้น เมื่อนำไปคำนวณร่วมกับแรงดันดิส V_{dk} ในแต่ละสแต็ป ก็สามารถนำไปสู่การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า P_d ที่ป้อนให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ด้านดิสอินพุตได้ นอกจากนั้นคลื่นกระแสฟลักซ์แม่เหล็ก $i_{ok,1}$ เมื่อนำไปคำนวณร่วมกับคลื่นแรงดันฟลักซ์แม่เหล็ก $v_{ok,1}$ ของแรงดันเอาต์พุตสแควร์ทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ $v_{ok,n}$ ในแต่ละสแต็ป ก็จะสามารถคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าเอช P_o ทางด้านเอาต์พุตที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำนี้ได้ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้า P_d ทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ ก็สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพ η ของวงจรรวมระหว่างเรกติฟายเออร์และอินเวอร์เตอร์ได้ คลื่นกระแส i_{dk} ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงและพิจารณาได้จากคลื่นกระแสฟลักซ์แม่เหล็ก $i_{ok,1}$ เมื่อนำไปผ่านวงจร LC ฟิลเตอร์ที่ต่ออยู่ทางด้านแรงดันแหล่งจ่ายการไฟฟ้า $v_{s,1}$ ก็จะสามารถคำนวณหาคลื่นกระแสไซน์ 50-Hz $i_{s,1}$ ได้ ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาพร้อมกับแรงดันไซน์การไฟฟ้า $v_{s,n}$ ก็จะสามารถคำนวณหาค่าเพาเวอร์ฟลักเตอร์ด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้าที่ป้อนให้กับอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงขนาด 1,800 W ซึ่งพบว่ามีความสูงสุดเท่ากับ 1

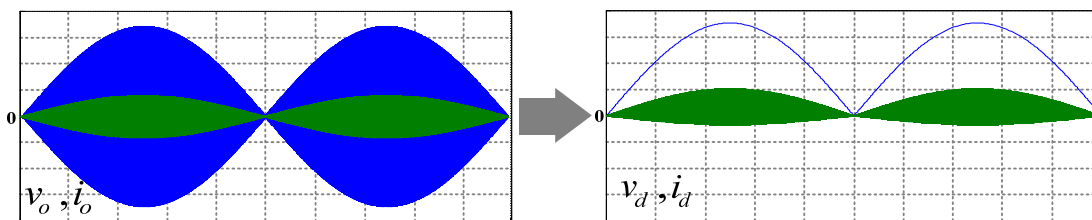
4.2 การวิเคราะห์วงจรจากด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์มายังด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์

4.2.1 การพิจารณาหาค่ากระแสทางด้านดีซีในแต่ละช่วงย่อยเพื่อนำไปคำนวณร่วมกับแรงดันดีซีเรกติฟายในแต่ละสแต็ปย่อยทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์

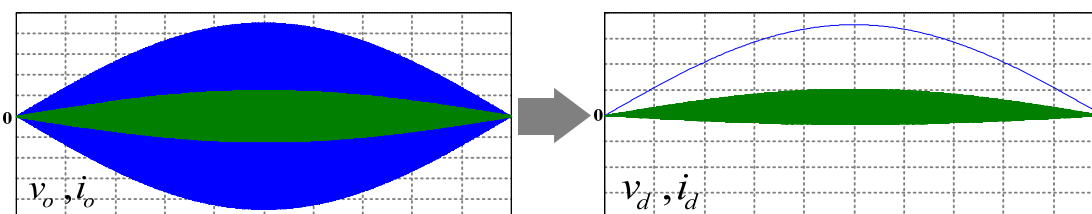


รูปที่ 4.1 วงจรฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์ที่มีโหลดเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนโดยการเหนี่ยวนำความถี่สูง (Induction Heating) เมื่อทำการพิจารณาหาค่ากระแสทางด้านดีซีอินพุตอินเวอร์เตอร์จากค่ากระแสทางด้านเอซีเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์

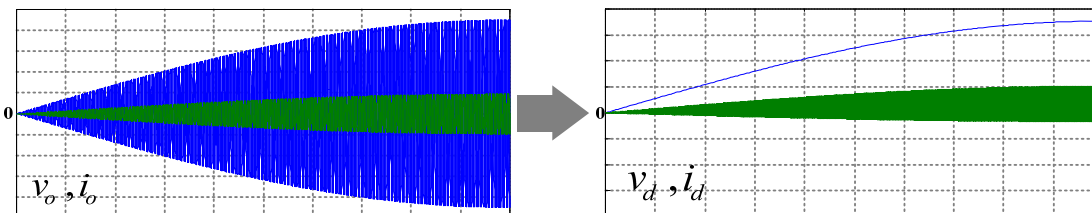
เนื่องจากคลื่นกระแสดีซี i_{dk} ทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับคลื่นกระแสฟลักซ์เมนทอล $i_{ok,1}$ ทางด้านเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ดังนั้นในการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ สามารถแทนได้ด้วยคลื่นกระแสฟลักซ์เมนทอล $i_{ok,1}$ ทางด้านเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ที่ได้จากสมการที่ (3.12) การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์สามารถหาได้จากการนำเอาคลื่นกระแสดีซี i_{dk} ทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์หรือส่วนของคลื่นกระแสฟลักซ์เมนทอล $i_{ok,1}$ ทางด้านเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ไปคำนวณร่วมกับแรงดัน V_{dk} ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ในแต่ละสแต็ปย่อยของคลื่นแรงดัน v_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ ทำให้สามารถเขียนสมการเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ได้ รูปที่ 4.2 คือลักษณะที่มาของคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต ซึ่งปรากฏว่าคลื่นกระแส i_{dk} มีความสัมพันธ์โดยตรงกับคลื่นกระแส $i_{ok,1}$ โดยคลื่นกระแสดีซี i_{dk} สามารถวิเคราะห์ได้ว่าสร้างขึ้นมาจากส่วนหนึ่งของคลื่นกระแสฟลักซ์เมนทอล $i_{ok,1}$



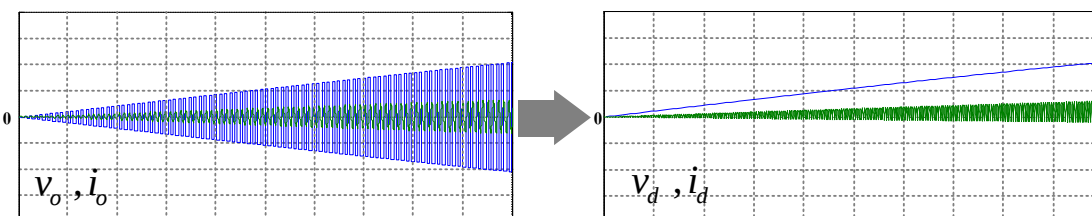
- a) ลักษณะที่มาจากคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต
($x : 2ms / div$)



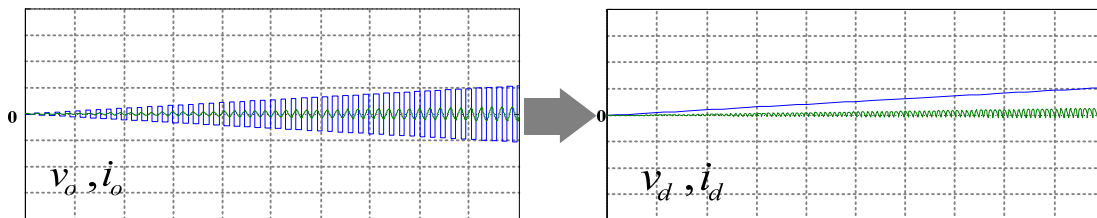
- b) ลักษณะที่มาจากคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต
($x : 1ms / div$)



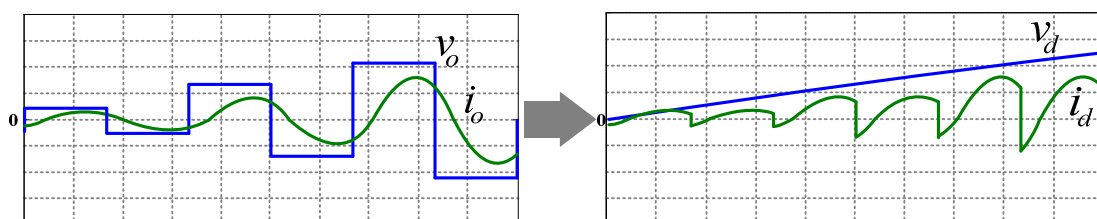
- c) ลักษณะที่มาจากคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต
($x : 500\mu s / div$)



- d) ลักษณะที่มาของคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต
(x : $200\mu s / div$)

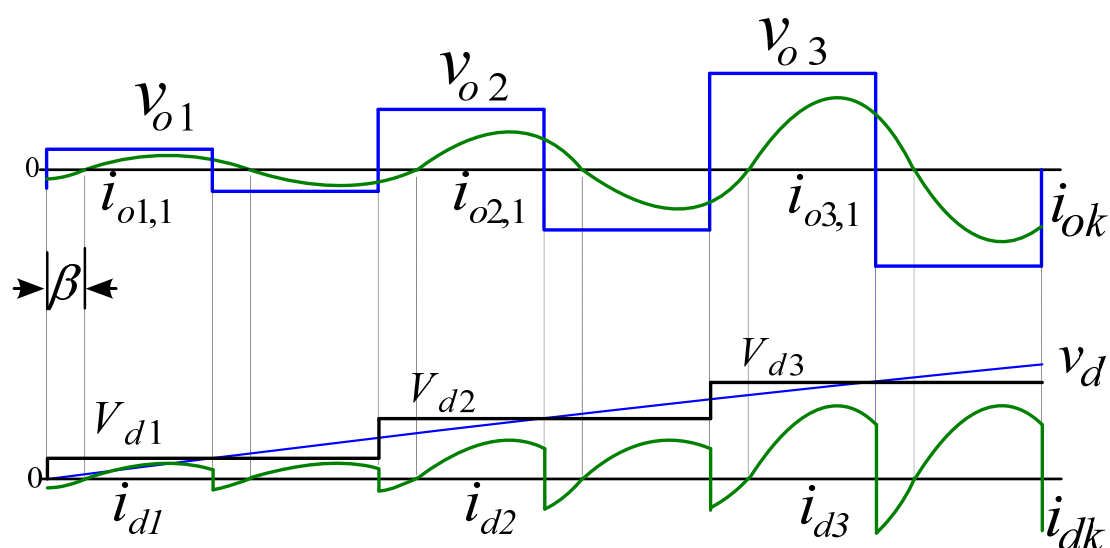


- e) ลักษณะที่มาของคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต
(x : $100\mu s / div$)



- f) ลักษณะที่มาของคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต
(x : $5\mu s / div$)

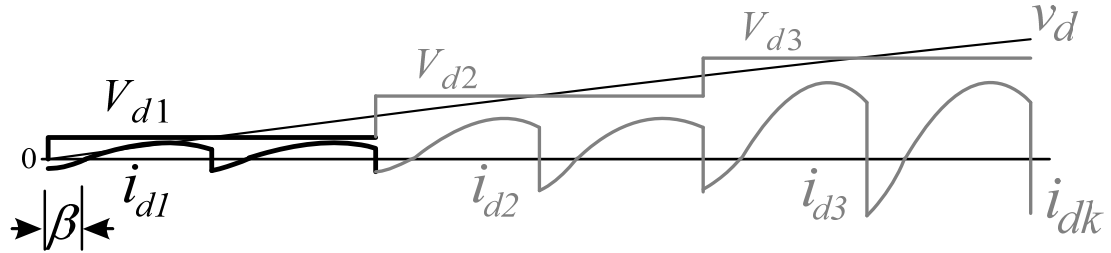
รูปที่ 4.2 ลักษณะที่มาของคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จากคลื่นแรงดัน v_o และกระแส i_o ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการซิมูเลต



รูปที่ 4.3 อธิบายการคำนวณวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ทางด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ใน

แต่ละสแต็ปย่อยของคลื่นแรงดัน v_d ที่ k ใดๆ

4.2.2 การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง



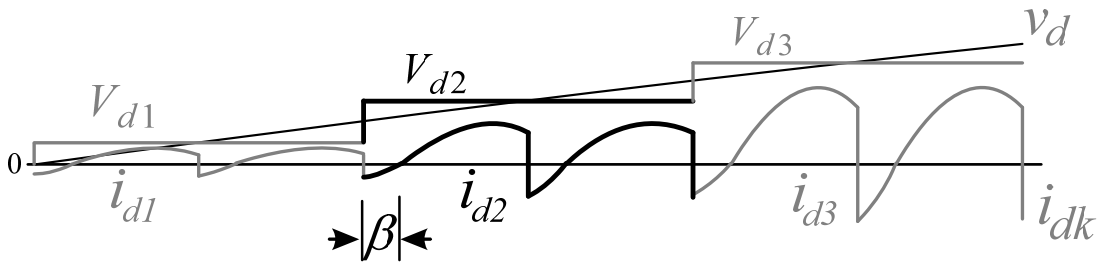
รูปที่ 4.4 อธิบายการคำนวณวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้า P_{d1} ทางด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ ที่ $k=1$

การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง โดยการนำเอาคลื่นกระแส i_{dk} ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์หรือส่วนของกระแส $i_{ok,1}$ ไปคำนวณร่วมกับแรงดัน V_{dk} ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ในแต่ละสแต็ปย่อยของคลื่นแรงดัน v_d ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ที่ $k=1$ ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งสามารถเขียนสมการเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ด้านดีซีอินพุตของอินเวอร์เตอร์ที่ $k=1$ ได้ดังสมการที่ (4.1) และสมการที่ (4.2)

$$P_{d1} = \left(\frac{2V_{d1} I_{d1}}{\pi} \right) \cos \beta \quad (4.1)$$

$$P_{d1} = \frac{2}{\pi} V_{F,p} \sin \left[\frac{\pi}{m_f} \right] \left[\frac{R_{eq} C_{eq}^2 \omega_s^2 \left(\frac{4}{\pi} V_{o,p} \sin \left[\frac{\pi}{m_f} \right] \right)}{L_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^4 - 2L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 + R_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^2 + 1} \right]^2 \quad (4.2)$$

$$\left[\left(\frac{C_{eq} \omega_s (L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 - 1) \left(\frac{4}{\pi} V_{o,p} \sin \left[\frac{\pi}{m_f} \right] \right)}{L_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^4 - 2L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 + R_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^2 + 1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cos \beta \right]$$



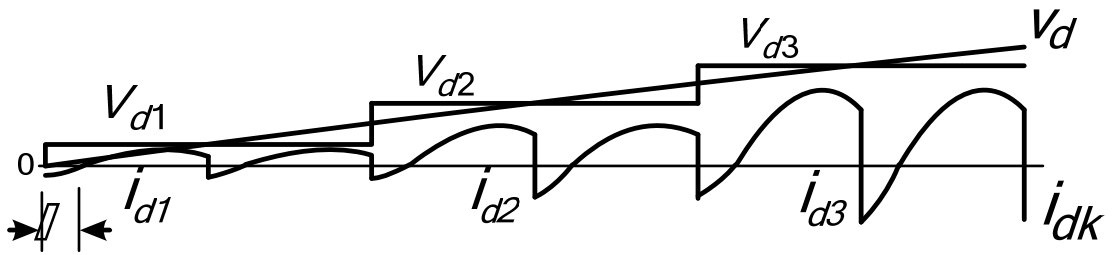
รูปที่ 4.5 อธิบายการคำนวณวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้า P_{d2} ทางด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ที่ $k=2$

จากรูปที่ 4.5 เมื่อนำเอาคลื่นกระแส i_{dk} ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์หรือส่วนของกระแส $i_{ok,1}$ ไปคำนวณร่วมกับแรงดัน V_{dk} ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ในแต่ละสแต็ปย่อยของคลื่นแรงดัน v_d ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ที่ $k=2$ สามารถเขียนสมการเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ที่ $k=2$ ได้ดังสมการที่ (4.3) และสมการที่ (4.4)

$$P_{d2} = \left(\frac{2V_{d2} I_{d2}}{\pi} \right) \cos \beta \quad (4.3)$$

$$P_{d2} = \frac{1}{\pi} V_{F,p} \sin \left[\frac{3\pi}{m_f} \right] \left[\left(\frac{R_{eq} C_{eq}^2 \omega_s^2 \left(\frac{4}{\pi} V_{o,p} \sin \left[\frac{3\pi}{m_f} \right] \right)}{L_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^4 - 2L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 + R_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^2 + 1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.4)$$

$$+ \left[\frac{C_{eq} \omega_s (L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 - 1) \left(\frac{4}{\pi} V_{o,p} \sin \left[\frac{3\pi}{m_f} \right] \right)^2}{L_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^4 - 2L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 + R_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^2 + 1} \right]^{\frac{1}{2}} \cos \beta \right]$$



รูปที่ 4.6 อธิบายการคำนวณวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ทางด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ที่ k ใดๆ

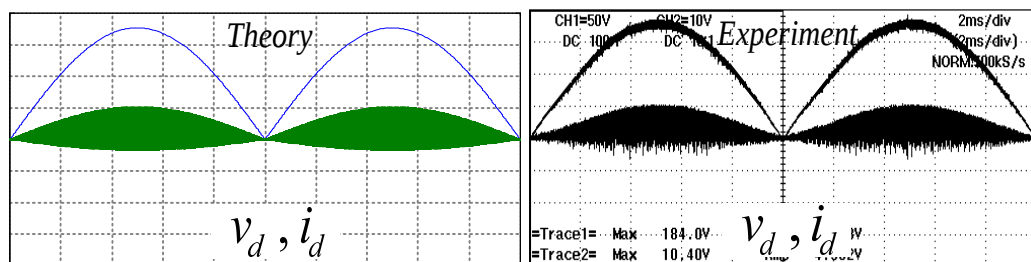
จากรูปที่ 4.6 เมื่อนำเอาคลื่นกระแส i_{dk} ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์หรือส่วนของกระแส $i_{ok,1}$ ไปคำนวณร่วมกับแรงดัน V_{dk} ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ในแต่ละสเต็ปย่อยของคลื่นแรงดัน v_d ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ที่ k ใดๆ สามารถเขียนสมการเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้า P_{dk} ด้านดีซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ที่ k ใดๆ ได้ดังสมการที่ (4.5) และสมการที่ (4.6)

$$P_{dk} = \frac{1}{k} \sum_{k=1,2,3,\dots}^{m_f} \left(\frac{2V_{dk} I_{ok,1}}{\pi} \right) \cos \beta \quad (4.5)$$

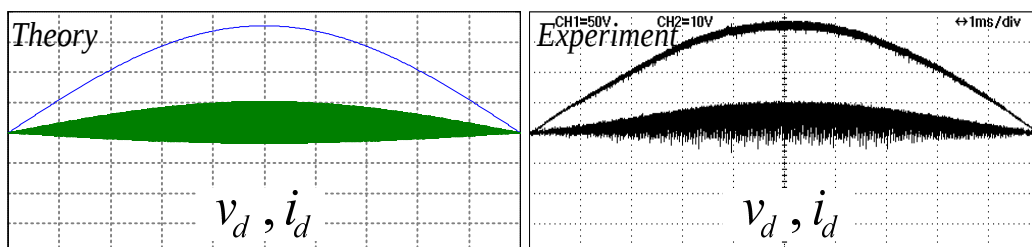
$$P_{dk} = \frac{2}{k\pi} \sum_{k=1,2,3,\dots}^{m_f} V_{F,p} \sin \left[\frac{2\pi k - \pi}{m_f} \right] \left[\frac{R_{eq} C_{eq}^2 \omega_s^2 \left(\frac{4}{\pi} V_{o,p} \sin \left[\frac{2\pi k - \pi}{m_f} \right] \right)^2}{L_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^4 - 2L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 + R_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^2 + 1} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.6)$$

$$\left[\left(\frac{C_{eq} \omega_s (L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 - 1) \left(\frac{4}{\pi} V_{o,p} \sin \left[\frac{2\pi k - \pi}{m_f} \right] \right)}{L_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^4 - 2L_{eq} C_{eq} \omega_s^2 + R_{eq}^2 C_{eq}^2 \omega_s^2 + 1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cos \beta$$

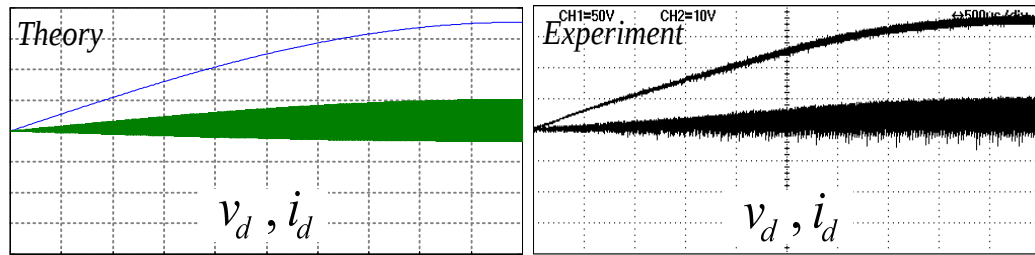
จากสมการคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ทางด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์ของวงจรฟูลบริดจ์ อินเวอร์เตอร์ที่มีโหลดเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง (Induction Heating) กรณีที่แรงดันทางด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์เป็นคลื่นแรงดันสี่เหลี่ยมคี่ความถี่ 100Hz ที่ได้จากการวิเคราะห์ เมื่อนำมาเขียนลักษณะคลื่นโดยใช้โปรแกรม MATLAB และเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของสมการ จึงนำคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์ ที่ได้จากการทดลองมาทำการเปรียบเทียบกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า ลักษณะคลื่นที่ได้จากสมการกับผลการทดลองจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันมาก



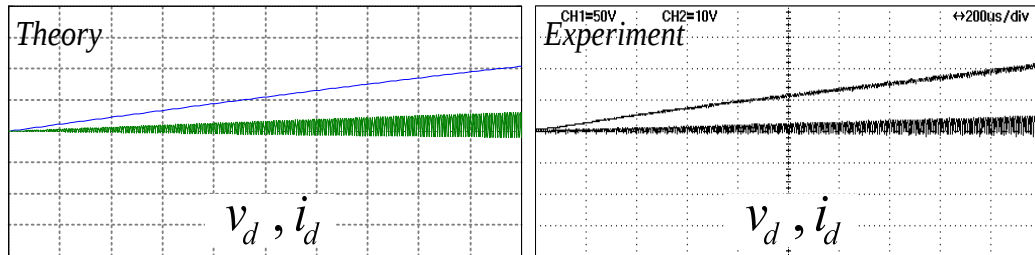
รูปที่ 4.7 ลักษณะคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ที่ได้จากการซิมูเลตเปรียบเทียบกับผลการทดลอง ด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์ ($x: 2ms / div$)



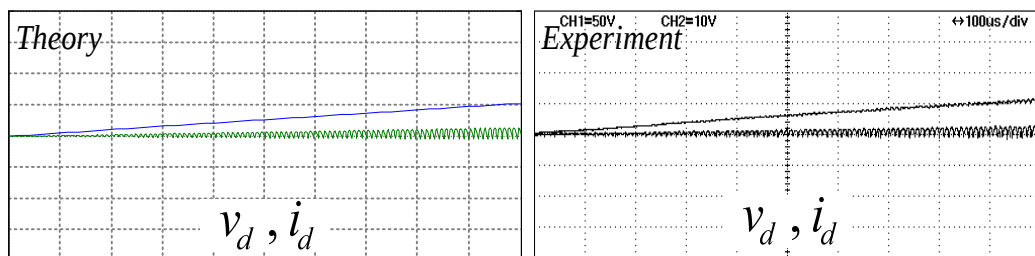
รูปที่ 4.8 ลักษณะคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ที่ได้จากการซิมูเลตเปรียบเทียบกับผลการทดลอง ด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์ ($x: 1ms / div$)



รูปที่ 4.9 ลักษณะคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ที่ได้จากการซิมูเลตเปรียบเทียบกับผลการทดลอง ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ ($x : 500 \mu s / \text{div}$)



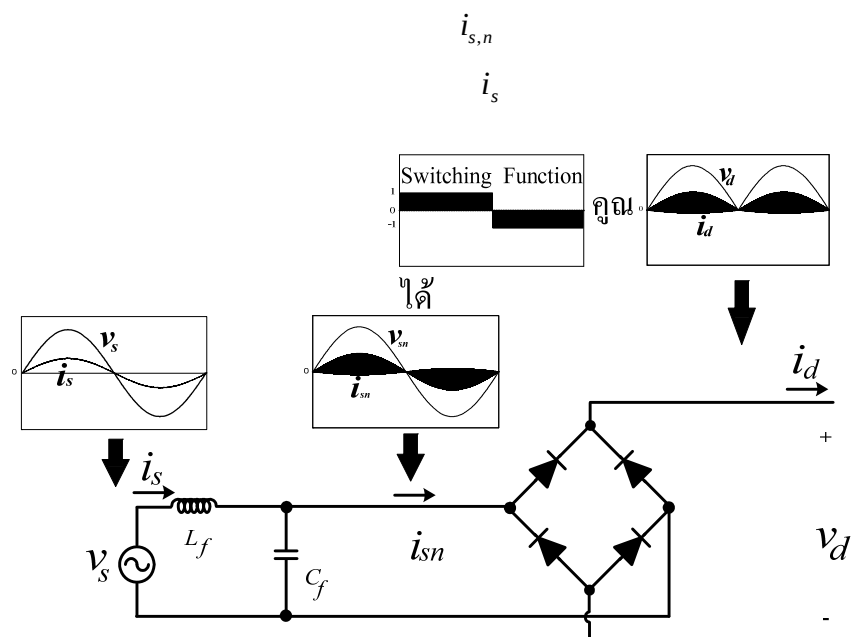
รูปที่ 4.10 ลักษณะคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ที่ได้จากการซิมูเลตเปรียบเทียบกับผลการทดลอง ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ ($x : 200 \mu s / \text{div}$)



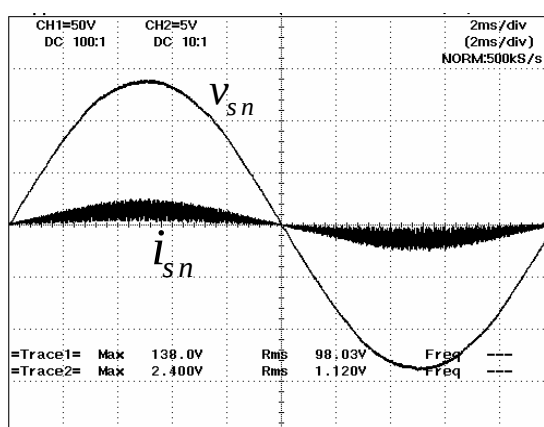
รูปที่ 4.11 ลักษณะคลื่นแรงดัน v_d และกระแส i_d ที่ได้จากการซิมูเลตเปรียบเทียบกับผลการทดลอง ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ ($x : 100 \mu s / \text{div}$)

4.3 การวิเคราะห์สมการคลื่นแรงดันและกระแสทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า

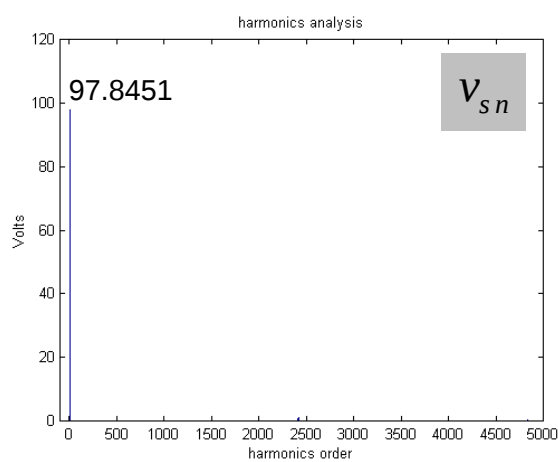
จากลักษณะคลื่นกระแสฟลักซ์คาเมนทอล $i_{ok,1}$ ทางด้านเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ที่ได้คำนวณไว้แล้วในสมการที่ (3.12) สามารถนำมาคิดย้อนกลับไปเป็นกระแสหน้าแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz ได้โดยการแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ในช่วงแรก หาความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นกระแสฟลักซ์คาเมนทอล $i_{ok,1}$ ทางด้านเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์กับคลื่นกระแสดีซี i_{dk} ทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งปรากฏว่าคลื่นกระแสดีซี i_{dk} สามารถวิเคราะห์ได้ว่าสร้างขึ้นมาจากส่วนหนึ่งของคลื่นกระแสฟลักซ์คาเมนทอล $i_{ok,1}$ จากนั้นจะทำการย้อนกลับในช่วงต่อไป โดยการนำสมการคลื่นกระแสดีซี i_{dk} คิดย้อนกลับเพื่อไปหาความสัมพันธ์กับกระแสคลื่น $i_{s,n}$ วิธีการก็คือ นำคลื่นกระแสดีซี i_{dk} ทางด้านอินพุตอินเวอร์เตอร์ มาคูณกับ Switching Function ความถี่ 50-Hz ที่มีขนาด



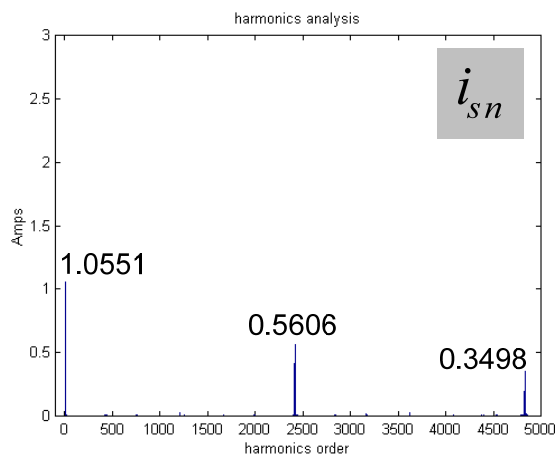
รูปที่ 4.12 อธิบายการหาความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นกระแสดีซี i_{dk} ทางด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์ กับกระแสที่ดึงจากแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz i_s



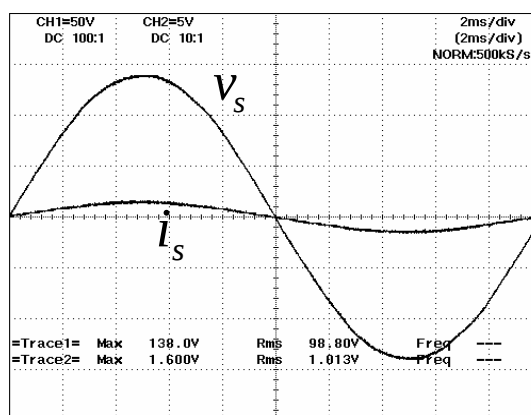
รูปที่ 4.13 ลักษณะคลื่นแรงดัน v_{sn} และกระแส i_{sn} ที่ได้จากการทดลองทางด้านอินพุท เร็กติฟาย กรณีที่ยังไม่ผ่านวงจรฟิลเตอร์



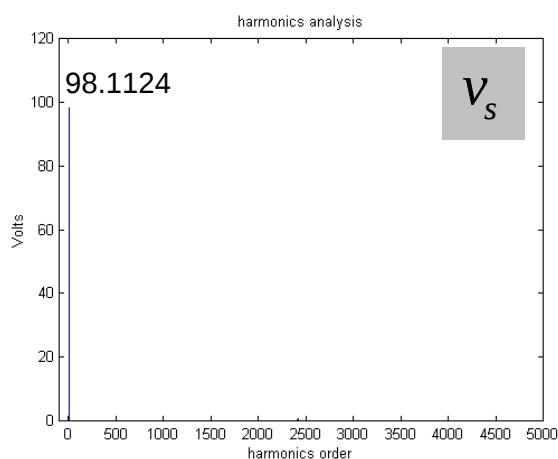
รูปที่ 4.14 ลักษณะสเปกตรัมแรงดัน v_{sn} ที่ได้จากการทดลองทางด้านอินพุตเรกติฟาย กรณีที่ยังไม่ผ่านวงจรฟิลเตอร์



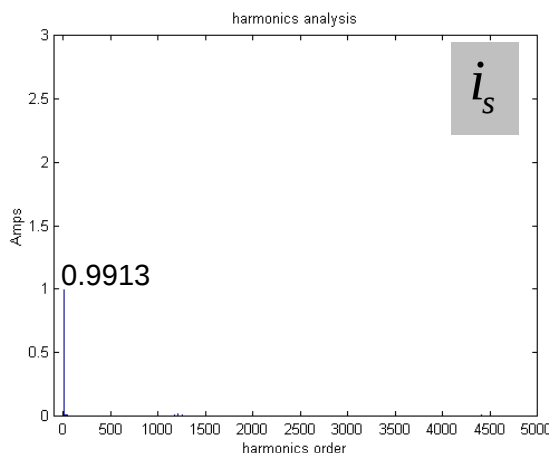
รูปที่ 4.15 ลักษณะสเปกตรัมกระแส i_{sn} ที่ได้จากการทดลองทางด้านอินพุตเรกติฟาย กรณีที่ยังไม่ผ่านวงจรฟิลเตอร์



รูปที่ 4.16 ลักษณะคลื่นแรงดัน v_{sn} และกระแส i_{sn} ที่ได้จากการทดลองเมื่อนำมาผ่านวงจรฟิลเตอร์แล้วทำให้ได้คลื่นแรงดัน v_s และกระแส i_s ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz



รูปที่ 4.17 ลักษณะสเปกตรัมแรงดัน v_s ที่ได้จากผลการทดลองทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz



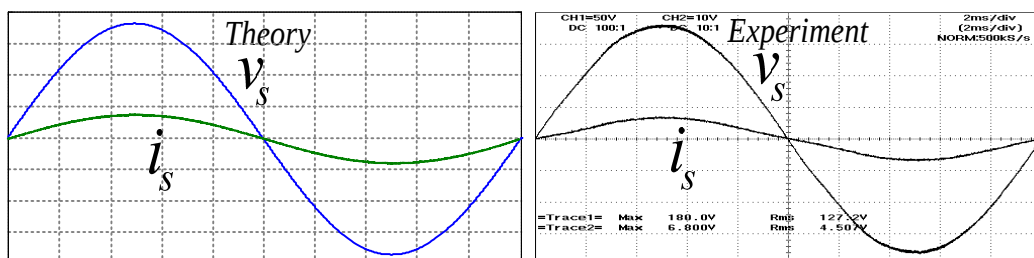
รูปที่ 4.18 ลักษณะสเปกตรัมกระแส i_s ที่ได้จากผลการทดลองทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz

เมื่อนำกระแสไซน์ 50-Hz $i_{s,1}$ ที่อินเฟสกับแรงดันการไฟฟ้า 50-Hz มาพิจารณาร่วมกับแรงดันแหล่งจ่ายการไฟฟ้า $v_{s,1}$ ก็สามารรถคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า P_{in} ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า PF และค่าประสิทธิภาพ η ของวงจรรวมระหว่างเรกติฟายเออร์และอินเวอร์เตอร์

$$P_{in} = V_{s,1} I_{s,1} \cos \theta_1 + V_{s,2} I_{s,2} \cos \theta_2 + V_{s,3} I_{s,3} \cos \theta_3 + \dots \quad (4.7)$$

$$PF = \frac{V_{s,1} I_{s,1} \cos \theta_1 + V_{s,2} I_{s,2} \cos \theta_2 + V_{s,3} I_{s,3} \cos \theta_3 + \dots}{V_{s,1} I_{s,1} + V_{s,2} I_{s,2} + V_{s,3} I_{s,3} + \dots} \quad (4.8)$$

$$\eta = \frac{P_o}{V_{s,1} I_{s,1} \cos \theta_1 + V_{s,2} I_{s,2} \cos \theta_2 + V_{s,3} I_{s,3} \cos \theta_3 + \dots} \quad (4.9)$$



รูปที่ 4.19 ลักษณะรูปคลื่นที่ได้จากการซิมูเลตเปรียบเทียบกับผลการทดลองทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้าด้วยการทดสอบภายใต้เงื่อนไข working coil = 4 turns ที่อุณหภูมิขึ้นงาน 400 °C

4.4 สรุป

- 1) ได้นำเสนอวิธีการเชื่อมโยงสมการคลื่นกระแสไฟฟ้าในคาเมนทอลทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์เพื่อนำไปสู่การหาสมการคลื่นกระแสคี่ทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์
- 2) ได้นำเสนอวิธีการได้นำเสนอวิธีการคำนวณและวัดค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่คลื่นแรงดันและกระแสเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับแรงดันคี่ซีเรกติฟายทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์
- 3) ได้นำเสนอวิธีการหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า นำไปสู่การหาค่ากำลังไฟฟ้าด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า และค่าประสิทธิภาพ η ของวงจรรวมระหว่างเรกติฟายเออร์และอินเวอร์เตอร์ได้ในที่สุด