

บทที่ 4

ผลการจำลองการทำงาน และผลการทดสอบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลจากการจำลองการทำงานของบัสคอนเวอร์เตอร์ จากโปรแกรม PSIM และผลทดสอบบัสคอนเวอร์เตอร์ที่ได้สร้างขึ้นมา และทำการทดสอบการทำงานเพื่อเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบปรับความเร็วได้

4.1 ผลการจำลองแรงดัน และกระแสเอาต์พุตเมื่อเกิดสถานะแรงดันตกชั่วขณะโดยไม่มี

วงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง และวงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรงด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์ใช้ค่าพารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะทำให้การวัดแรงดัน V_{out} ของวงจร

ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์ในการจำลองการทำงาน

	วงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงคิซี	วงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงคิซี ด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์
แรงดันอินพุต	3-Phase, 380 V	3-Phase, 380 V
โหลด	650 โอห์ม	650 โอห์ม
ช่วงเวลาการเกิดแรงดันตก	200 ms	200 ms

โดยการจำลองการทำงานแยกออกเป็นดังนี้

1. การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง

1.1 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase (V_a)

1.2 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a, V_b)

1.3 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a, V_b, V_c)

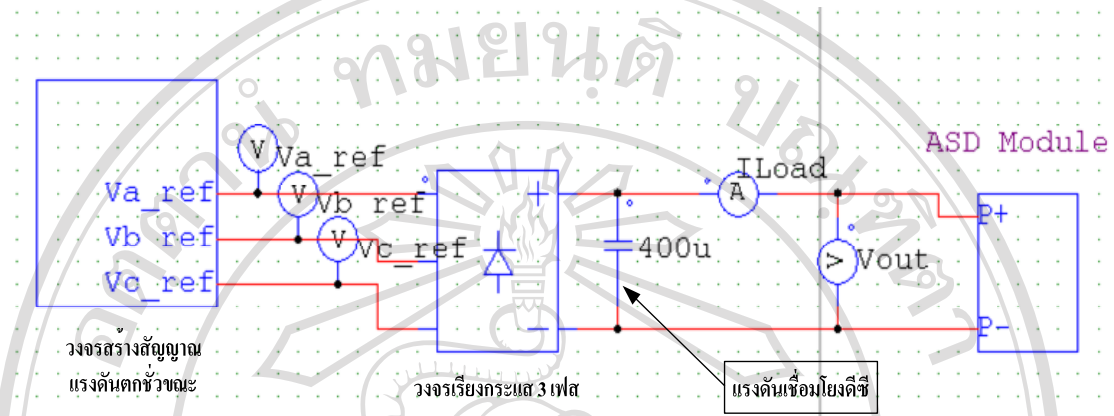
2. การจำลองวงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง ด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

2.1 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase (V_a)

2.2 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a, V_b)

2.3 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a , V_b , V_c)

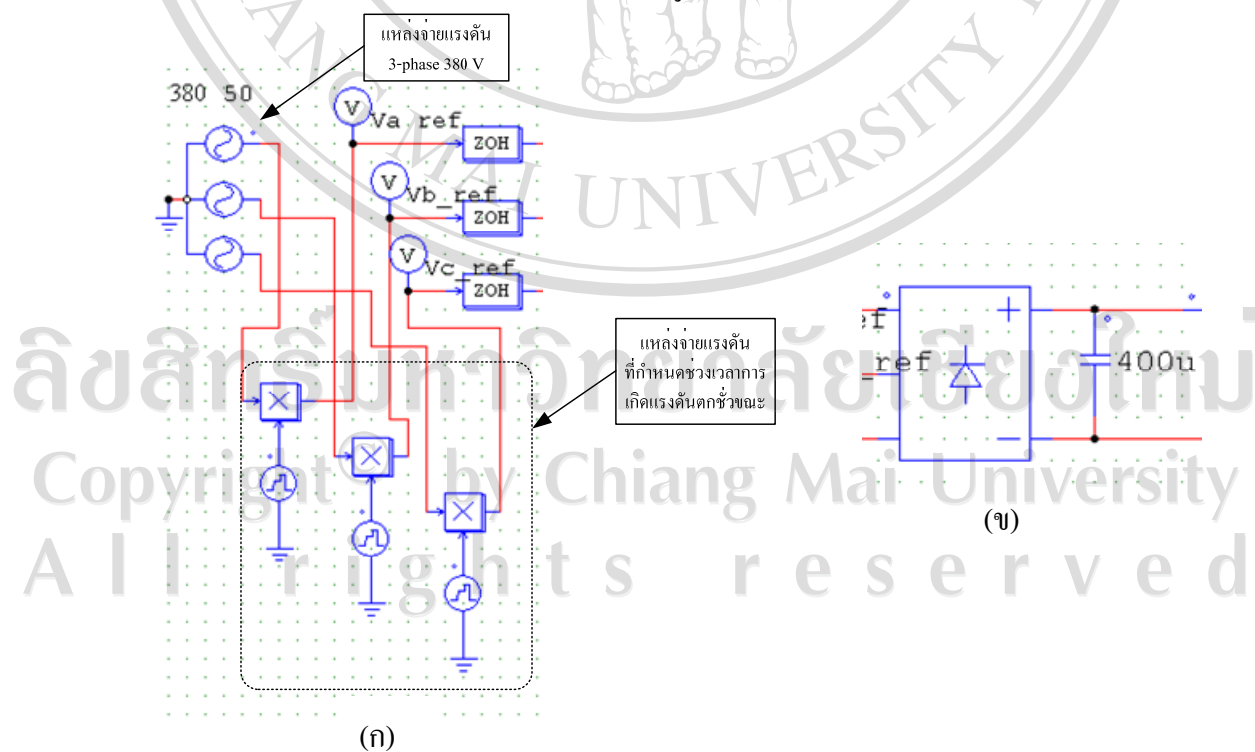
วงจรการจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรการจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง

จากวงจรรูปที่ 4.1 ประกอบด้วย

- 1) วงจรสร้างสัญญาณแรงดันตกชั่วขณะ แสดงดังรูปที่ (ก)
- 2) วงจรเรียงกระแส 3-phase แสดงดังรูปที่ (ข)

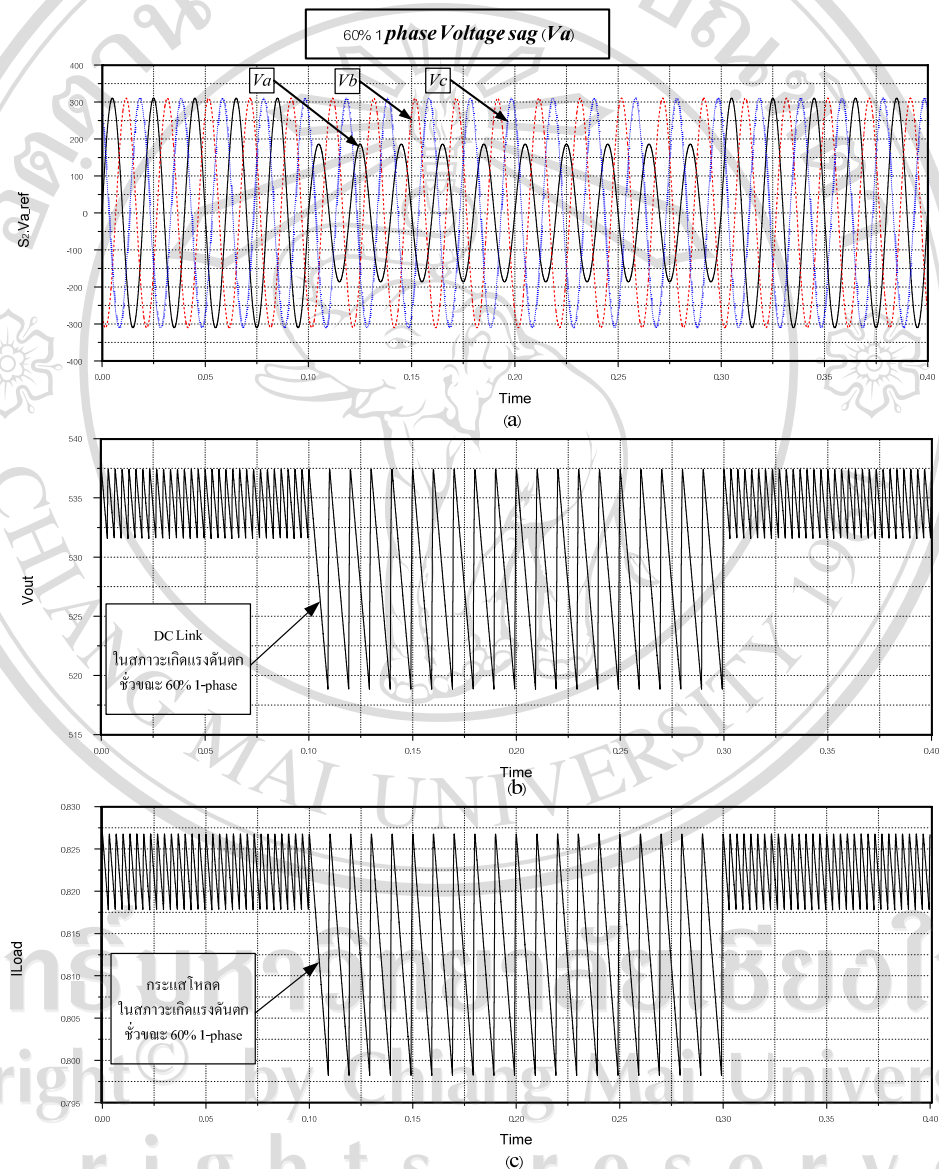


รูปที่ 4.2 (ก) วงจรสร้างสัญญาณแรงดันตกชั่วขณะ (ข) วงจรเรียงกระแส 3-phase

1). การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง

1.1 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase (Va)

เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase ที่เฟส A ทำให้แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 540 V จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 536.25 V ซึ่งจะทำให้การทำงานของ ADS ทำงานผิดปกติ

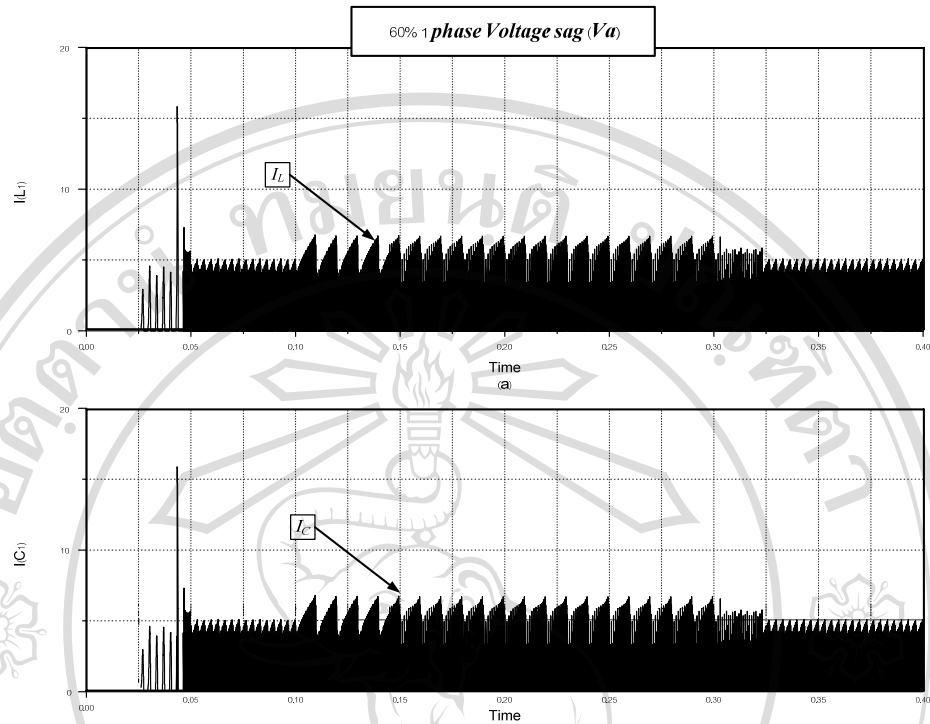


รูปที่ 4.3 การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase (Va)

(a) แรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase (Va)

(b) แรงดันเชื่อมโยงดีซี

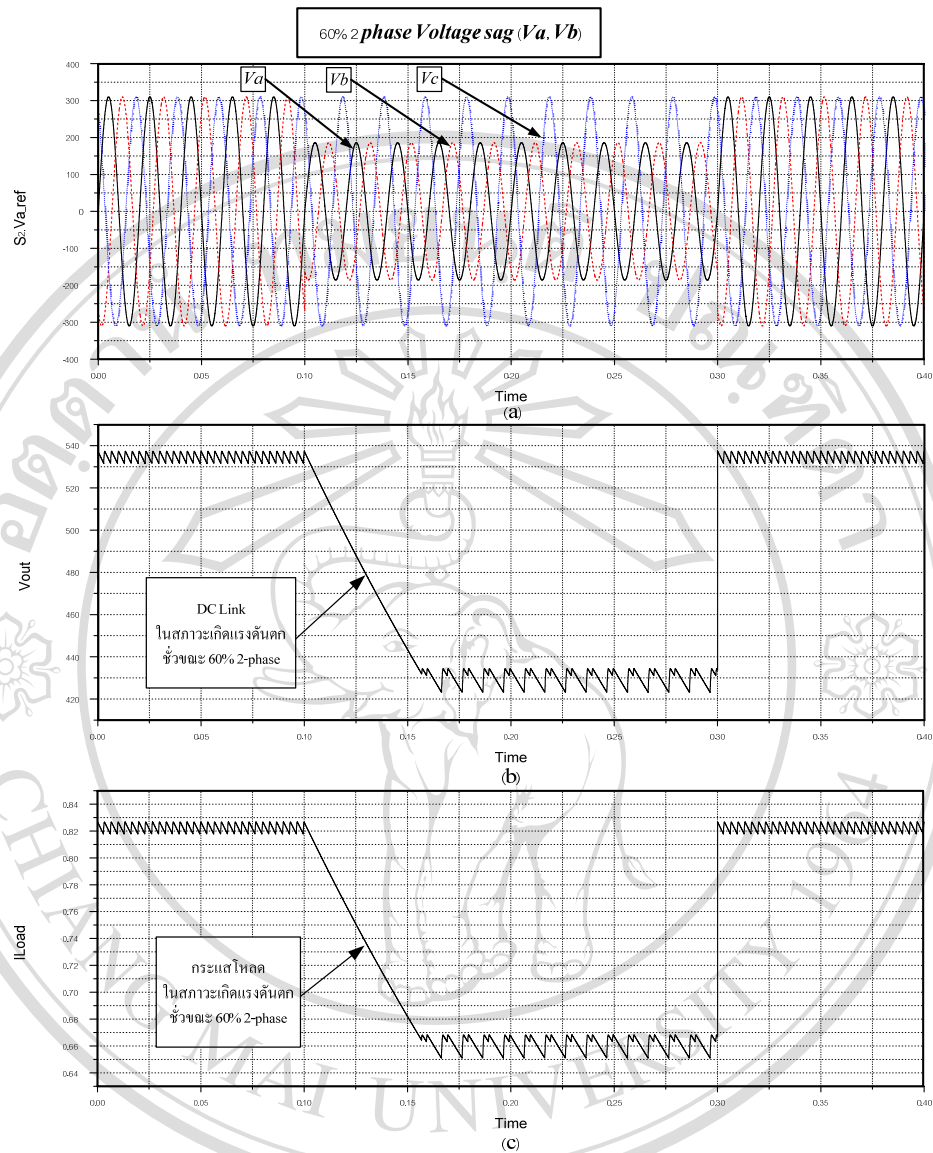
(c) กระแสเอาต์พุต



รูปที่ 4.4 การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase (V_a)
 (a) กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ
 (b) กระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

1.2 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a, V_b)

เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase ที่เฟส A และเฟส B ทำให้แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 540 V จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 430 V ซึ่งจะทำให้การทำงานของ ADS ทำงานผิดปกติ

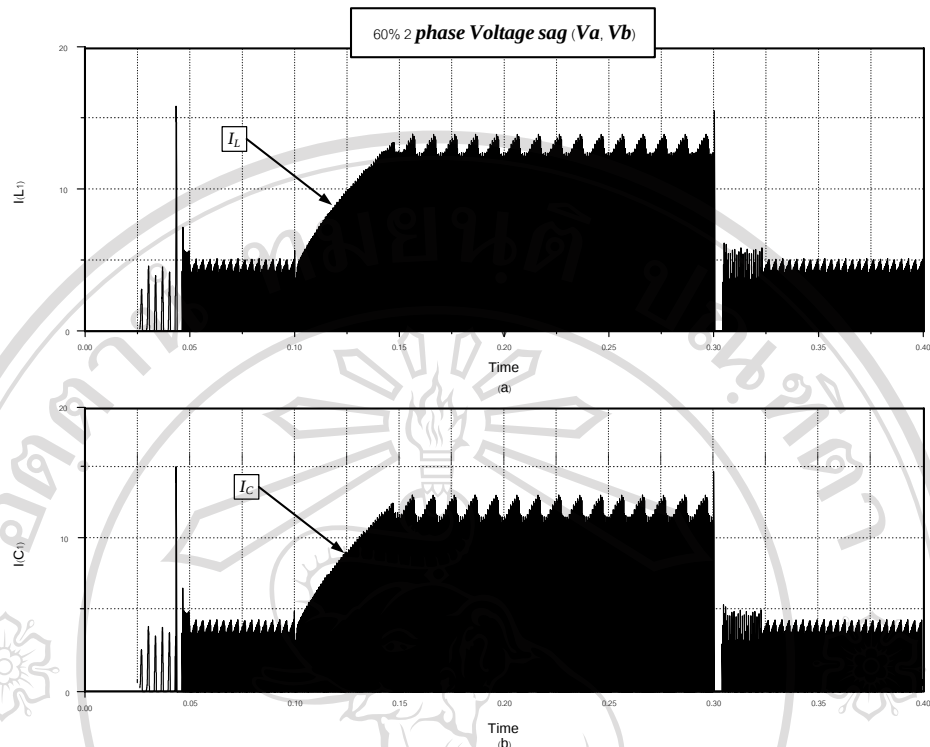


รูปที่ 4.5 การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a , V_b)

(a) แรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a , V_b)

(b) แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง

(c) กระแสเอาต์พุต



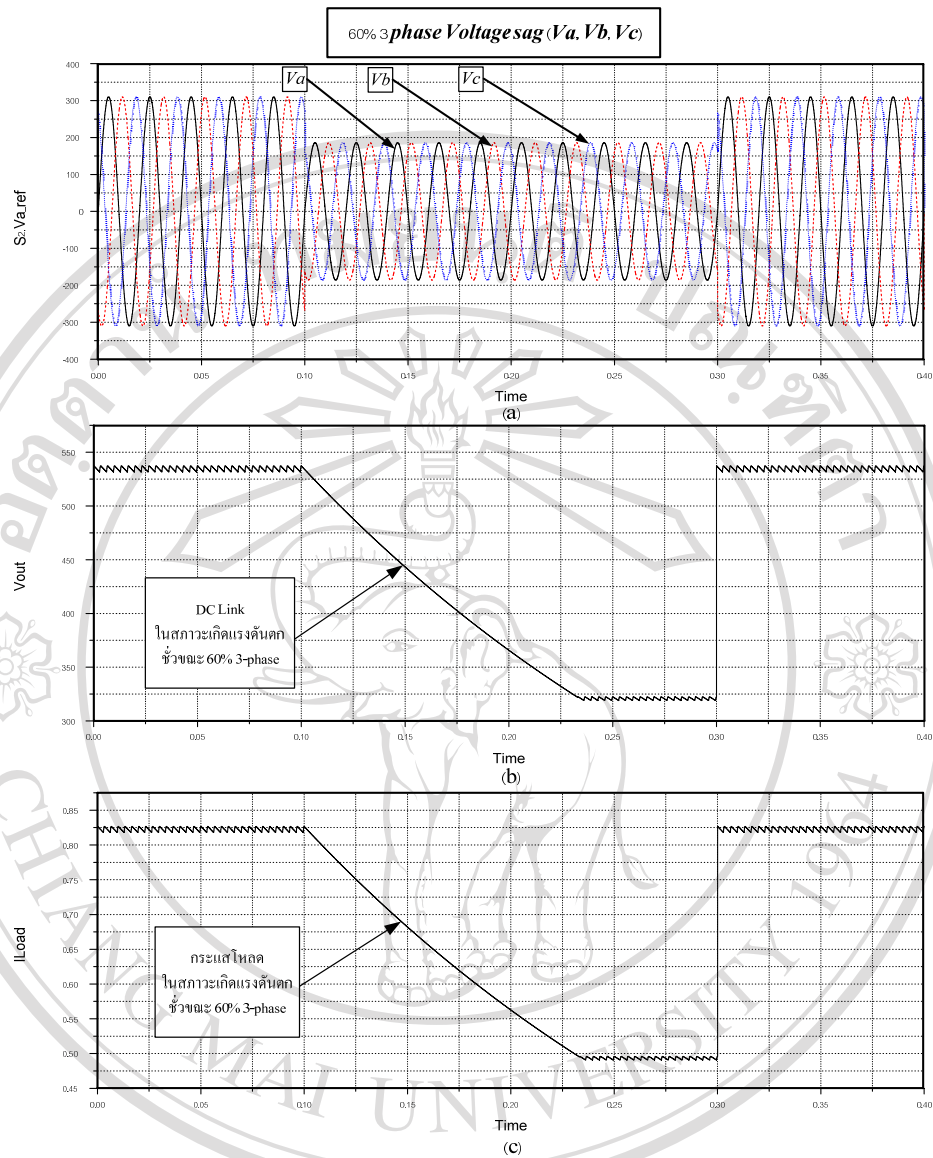
รูปที่ 4.6 การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a , V_b)

(a) กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

(b) กระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

1.3 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a , V_b , V_c)

เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase ที่เฟส A และเฟส B ทำให้แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 540 V จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 320 V ซึ่งจะทำให้การทำงานของ ADS ทำงานผิดปกติ

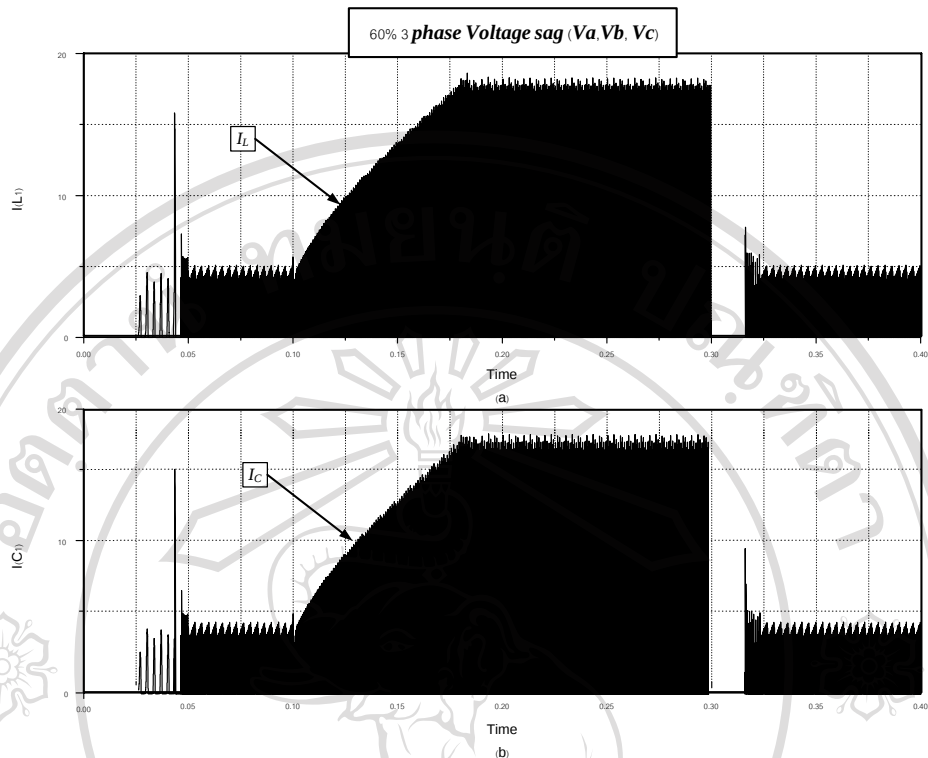


รูปที่ 4.7 การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a, V_b, V_c)

(a) แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a, V_b, V_c)

(b) แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง

(c) กระแสเอาต์พุต



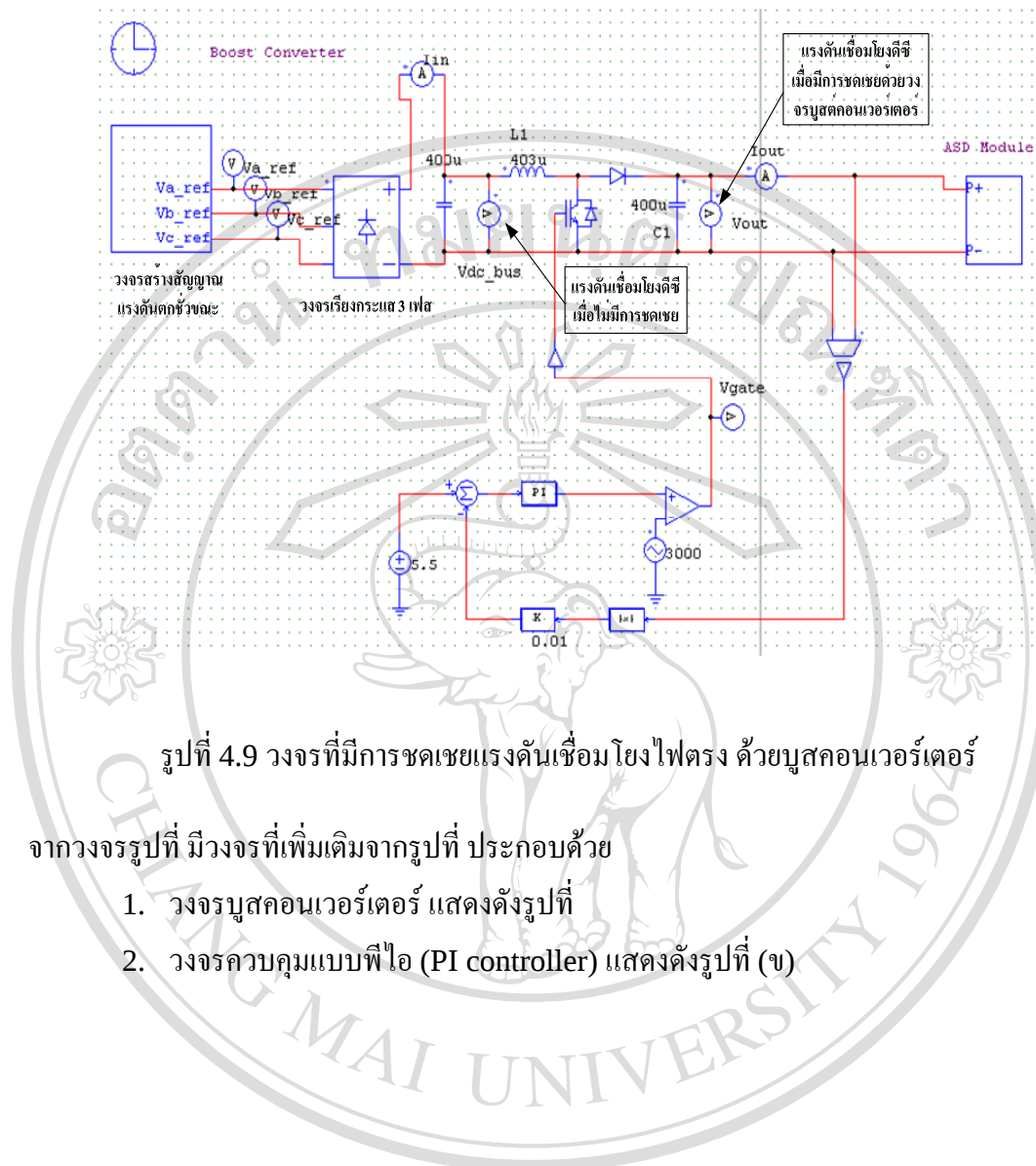
รูปที่ 4.8 การจำลองวงจรที่ไม่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a, V_b, V_c)

(a) กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

(b) กระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

4.2 ผลการจำลองแรงดัน และกระแสเอาต์พุตเมื่อเกิดสภาวะแรงดันตกชั่วขณะโดยมีวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

4.9 วงจรการจำลองวงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรงด้วยบัสคอนเวอร์เตอร์ แสดงดังรูปที่



รูปที่ 4.9 วงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง ด้วยบูสคอนเวอร์เตอร์

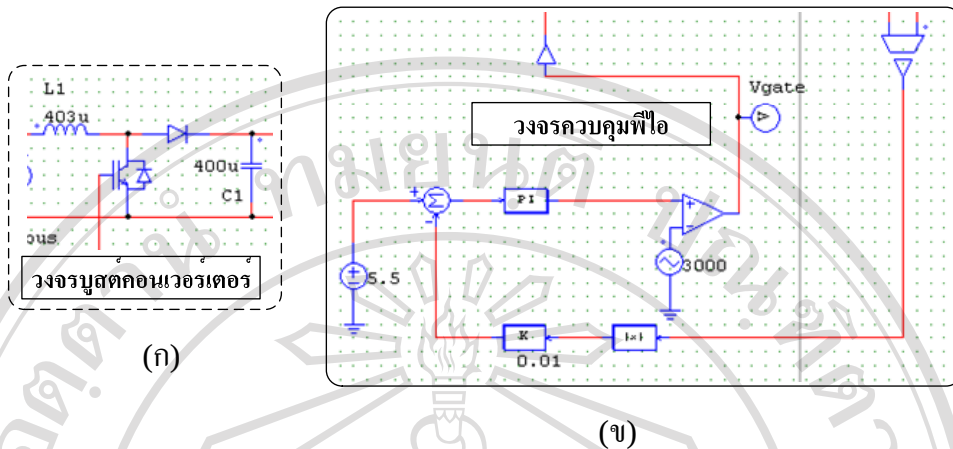
จากวงจรรูปที่ มีวงจรที่เพิ่มเติมจากรูปที่ ประกอบด้วย

1. วงจรบูสคอนเวอร์เตอร์ แสดงดังรูปที่
2. วงจรควบคุมแบบพีไอ (PI controller) แสดงดังรูปที่ (ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



รูปที่ 4.10 วงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมต่อโงไฟตรง ด้วยบูสคอนเวอร์เตอร์

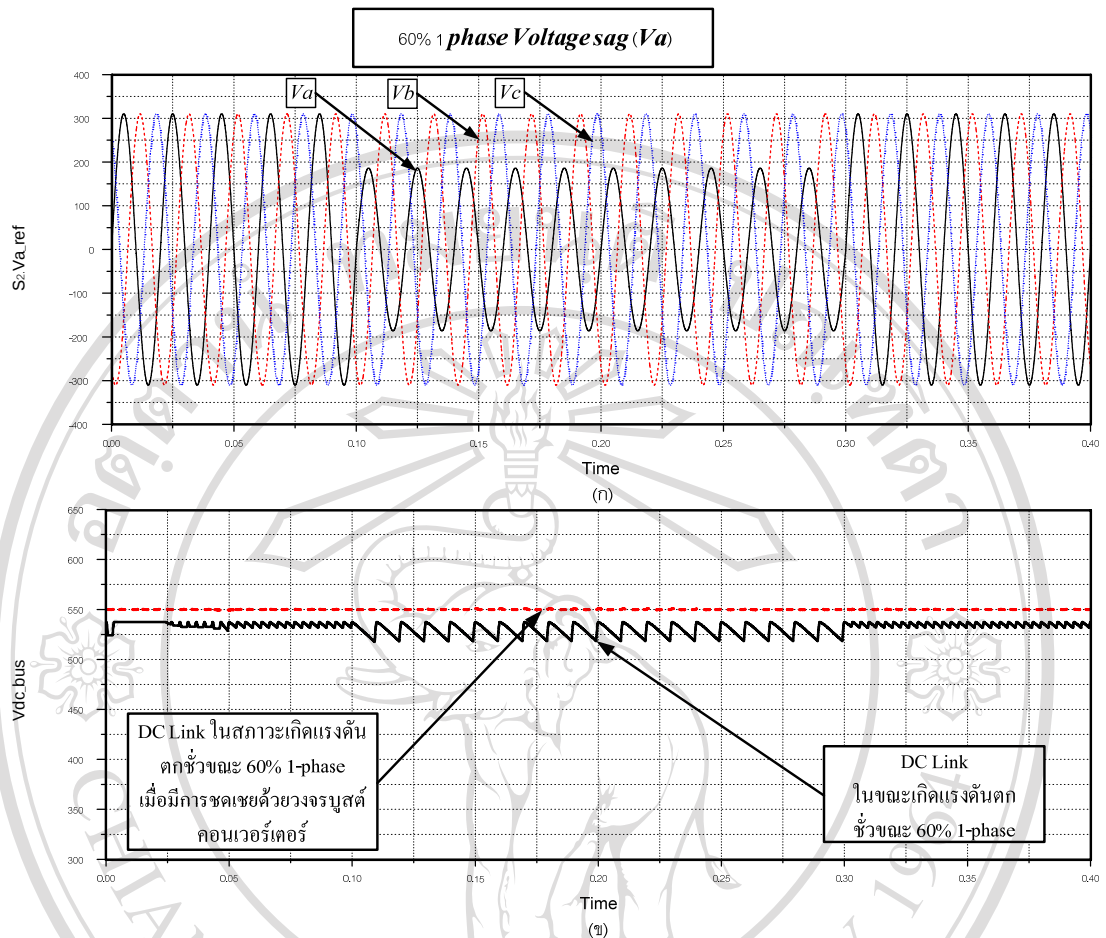
(ก) วงจรบูสคอนเวอร์เตอร์

(ข) วงจรควบคุมแบบพีไอ (PI controller)

2. การจำลองวงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมต่อโงไฟตรง ด้วยวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์

2.1 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase (V_a)

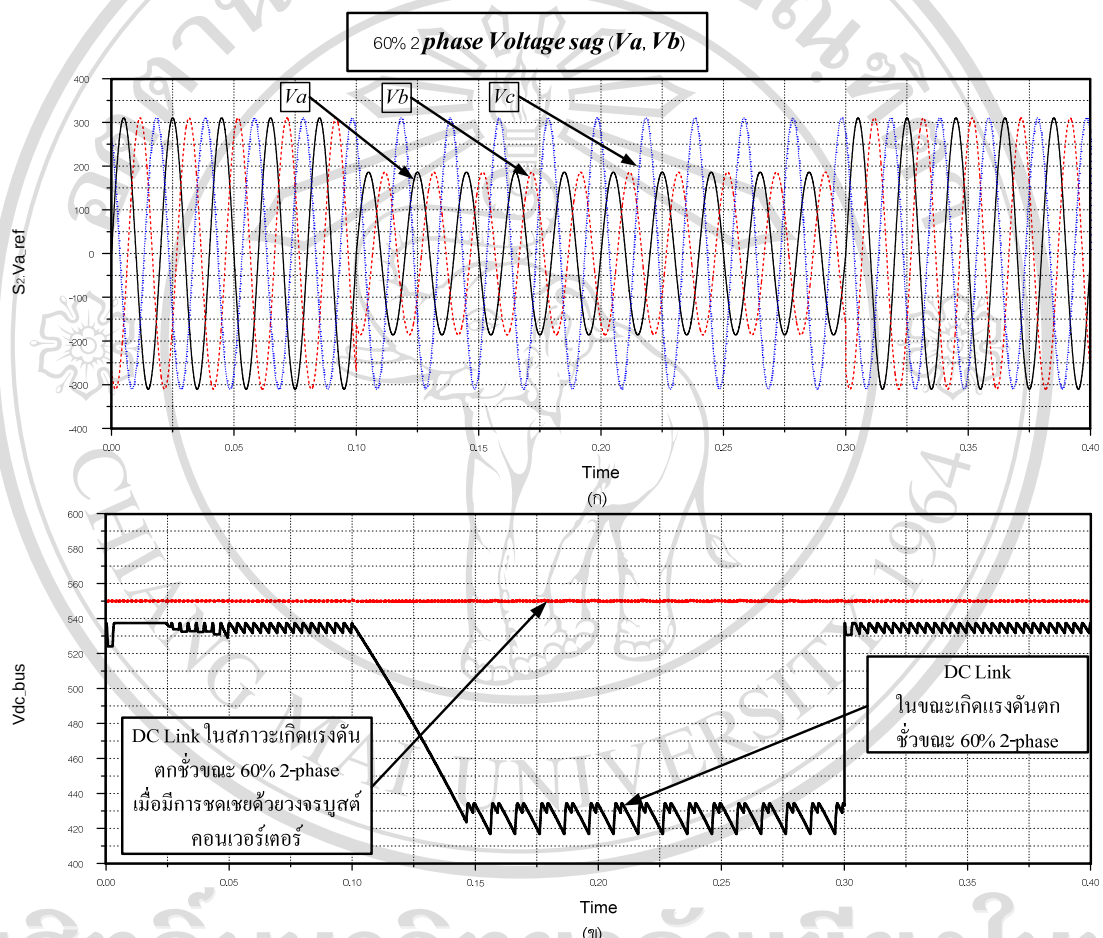
เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะ 60% 1-phase ที่เฟส A ทำให้แรงดันเชื่อมต่อโงไฟตรง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 540 V จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 536.25 V เมื่อชดเชยแรงดันเชื่อมต่อโงไฟตรง ด้วยวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์แล้วจะทำให้แรงดันเชื่อมต่อโงไฟตรง มีค่าคงที่ตลอดช่วงการเกิดแรงดันตกชั่วขณะทำให้การทำงานของ ADS ทำงานได้ตามปกติ



รูปที่ 4.11 การจำลองวงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโย่งไฟตรง ด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์ใน
สภาวะแรงดันตกช่วง 60% 1-phase (V_a)
(ก) แรงดันตกช่วง 60% 1-phase (V_a)
(ข) แรงดันเชื่อมโย่งดีซีเมื่อไม่มีการชดเชย และแรงดันเชื่อมโย่งไฟตรง เมื่อมีการ
ชดเชยด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

2.2 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a , V_b)

เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase ที่เฟส A และเฟส B ทำให้แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 540 V จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 430 V เมื่อชดเชยแรงดันเชื่อมโยงดีซีด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์แล้วจะทำให้แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง มีค่าคงที่ตลอดช่วงการเกิดแรงดันตกชั่วขณะทำให้การทำงานของ ADS ทำงานได้ตามปกติ



รูปที่ 4.12 การจำลองวงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง ด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์ใน

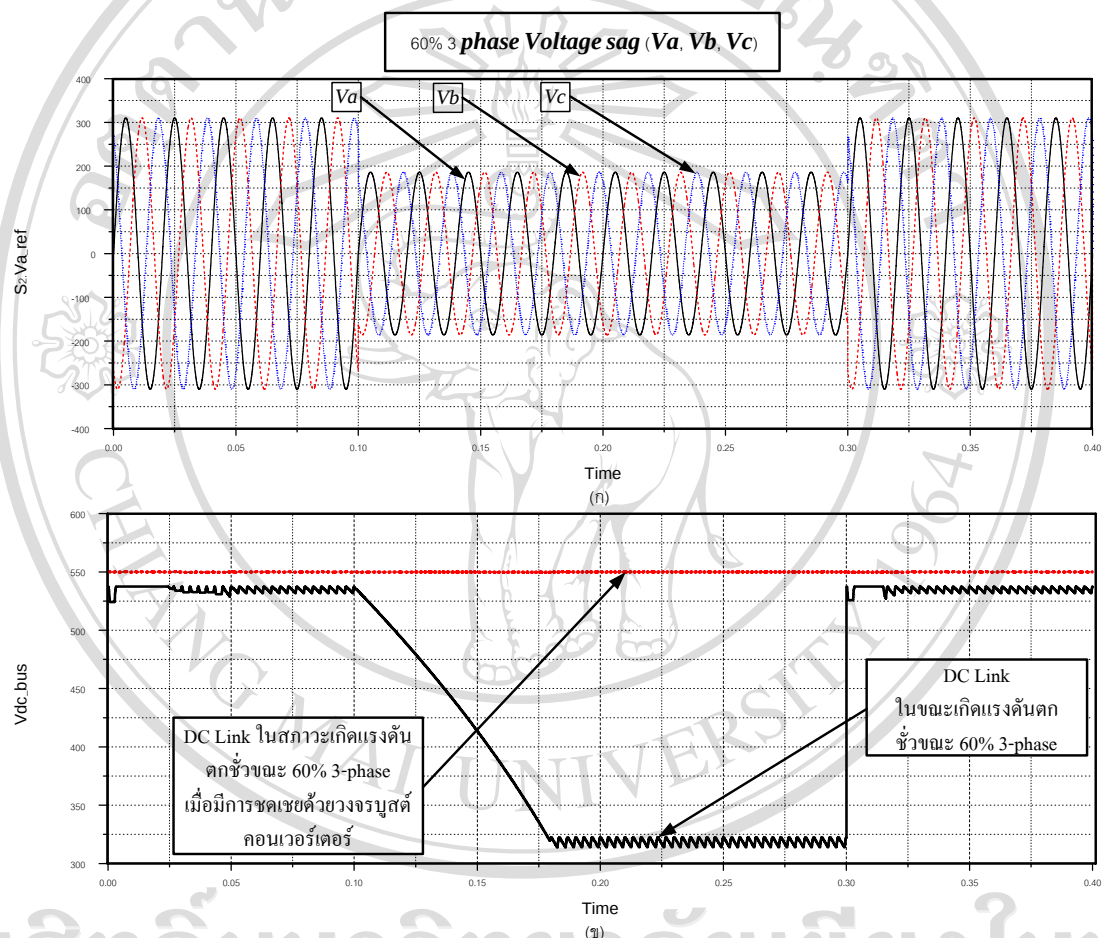
สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a , V_b)

(ก) แรงดันตกชั่วขณะ 60% 2-phase (V_a , V_b)

(ข) แรงดันเชื่อมโยงดีซีเมื่อมีการชดเชย และแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง เมื่อมีการชดเชยด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

2.3 สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a , V_b , V_c)

เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase ที่เฟส A และเฟส B ทำให้แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 540 V จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 320 V เมื่อชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง ด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์แล้วจะทำให้แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง มีค่าคงที่ตลอดช่วงการเกิดแรงดันตกชั่วขณะทำให้การทำงานของ ADS ทำงานได้ตามปกติ



รูปที่ 4.13 การจำลองวงจรที่มีการชดเชยแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง ด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์ใน

สภาวะแรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a , V_b , V_c)

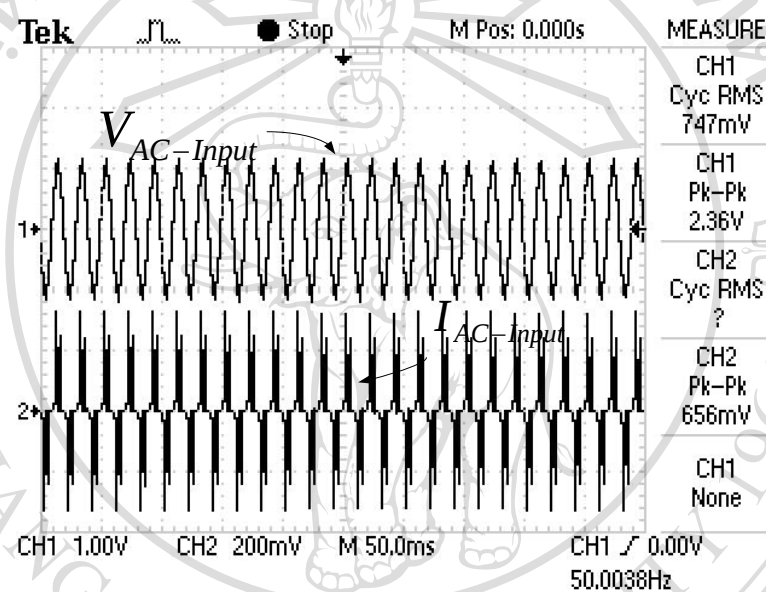
(ก) แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-phase (V_a , V_b , V_c)

(ข) แรงดันเชื่อมโยงไฟตรง เมื่อไม่มีการชดเชย และแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง เมื่อมีการชดเชยด้วยวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

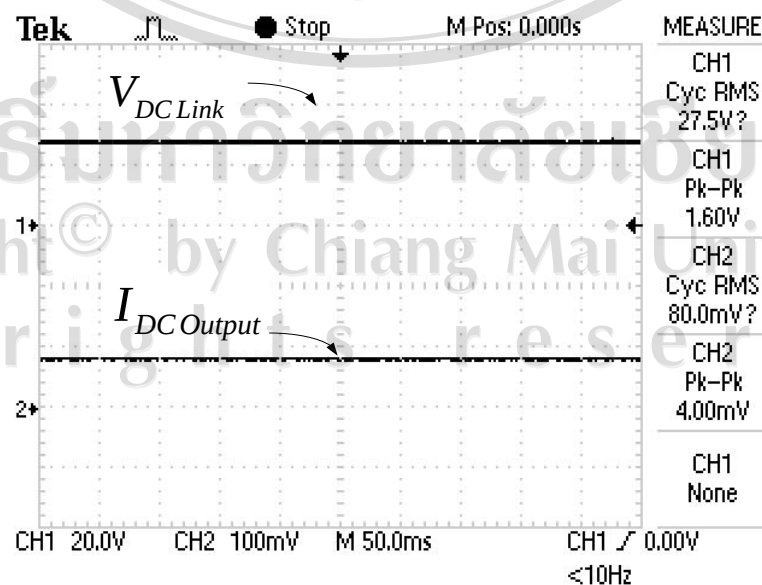
4.3 การทดสอบการทำงานบัสคอนเวอร์เตอร์ที่ได้ออกแบบสร้าง

4.3.1 ผลทดสอบการทำงานบัสคอนเวอร์เตอร์ในสภาวะแรงดันแหล่งจ่ายปกติ

ผลของการทดสอบการทำงานของ บัสคอนเวอร์เตอร์ทำในสภาวะแรงดันไฟฟ้า กระแสระดับของแหล่งจ่ายด้านอินพุตมีค่าปกติ 380V, 3phase ดังแสดงในรูปที่ 4.11 และสัญญาณ แรงดันไฟตรงและ กระแสตรงด้านเอาต์พุตที่ผ่าน การบูสดังแสดงในรูปที่ 4.14 ($V_{DCOutput} = 550V, I_{DCOutput} = 0.80 A$) ที่ Probe การวัดกระแส 100mV / A



รูปที่ 4.14 สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและสัญญาณกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 4.15 สัญญาณแรงดันไฟตรงเชื่อมโยง (DC Link) และสัญญาณกระแสตรงเอาต์พุต

4.3.2 ผลการทดสอบการทำงานในสภาวะเกิดแรงดันตกชั่วขณะ

โดยเปรียบเทียบระหว่างกระแสกับแรงดันทางด้านอินพุตและเอาต์พุตของวงจร

ผลทดสอบการทำงานแยกออกเป็นดังนี้

4.3.2.1 ทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 80% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่ไม่มี
วงจรบูสคอนเวอร์เตอร์และวัดสัญญาณดังนี้

- แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงกระแส (ดังรูปที่ 4.17)
- แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงและกระแสเอาต์พุต (ดังรูปที่ 4.18)

4.3.2.2 ทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 80% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่มี
วงจรบูสคอนเวอร์เตอร์และวัดสัญญาณดังนี้

- แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงกระแส (ดังรูปที่ 4.19)
- แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงก่อนวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์ (ดังรูปที่ 4.20)
- แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเอาต์พุตที่ผ่านวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์ (ดังรูปที่ 4.21)

4.3.2.3 ทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่ไม่มี
วงจรบูสคอนเวอร์เตอร์และวัดสัญญาณดังนี้

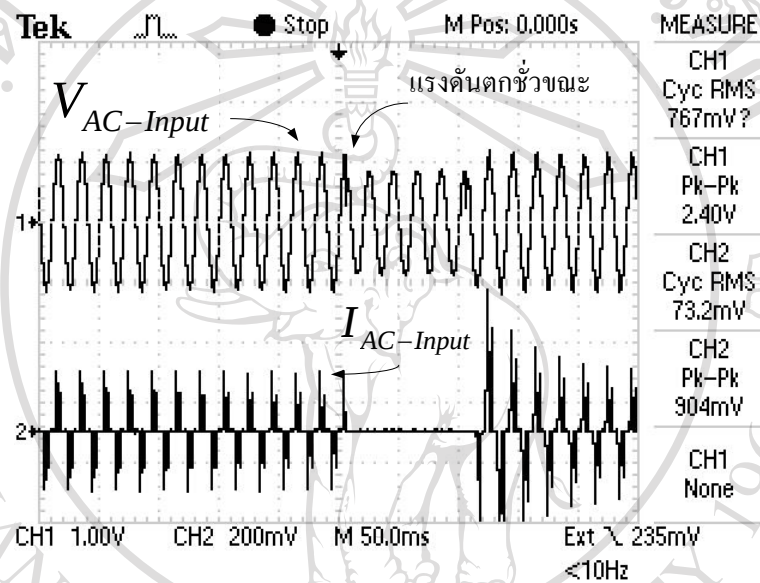
- แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงกระแส (ดังรูปที่ 4.22)
- แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงและกระแสเอาต์พุต (ดังรูปที่ 4.20)

4.3.2.4 ทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่มี
วงจรบูสคอนเวอร์เตอร์และวัดสัญญาณดังนี้

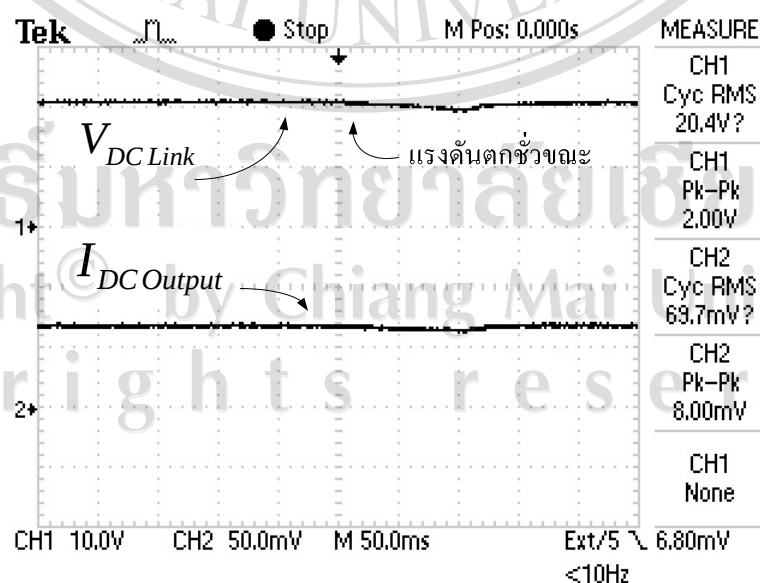
- แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงกระแส (ดังรูปที่ 4.21)
- แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงก่อนวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์ (ดังรูปที่ 4.25)
- แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเอาต์พุตที่ผ่านวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์ (ดังรูปที่ 4.26)

4.3.2.1 การทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 80% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่ไม่มีวงจรมอเตอร์

จากการทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 80% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่ไม่มีวงจรมอเตอร์และวัดสัญญาณพบว่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงตกจากแรงดันไฟฟ้าปกติ ดังรูปที่ 4.16 เป็นผลให้แรงดันไฟตรงเชื่อมโยงลดลงจาก 520V เหลือ 408V (Probe 20:1) ดังรูปที่ 4.17



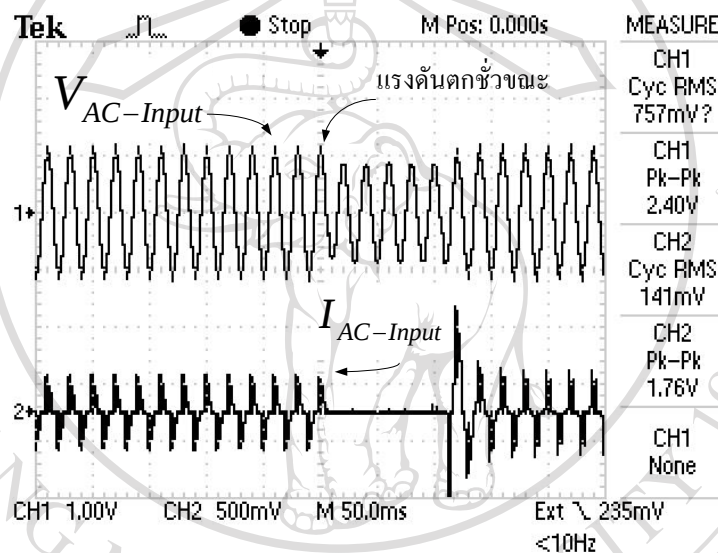
รูปที่ 4.16 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงกระแส



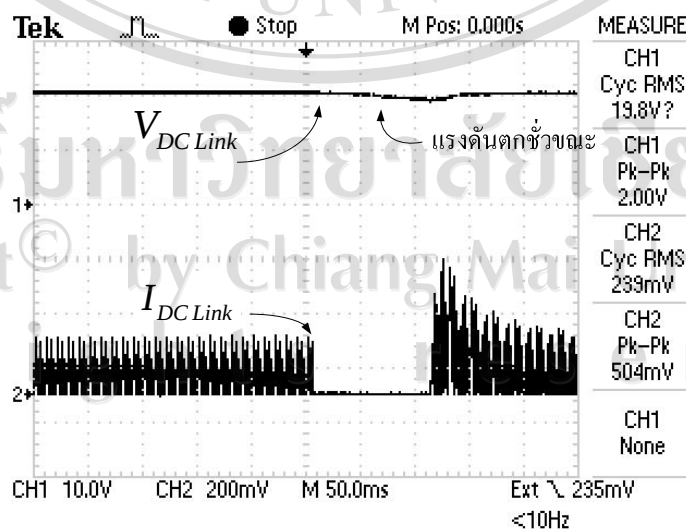
รูปที่ 4.17 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงและกระแสเอาต์พุต

4.3.2.2 การทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 80% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่มียังจรมุสคอนเวอร์เตอร์

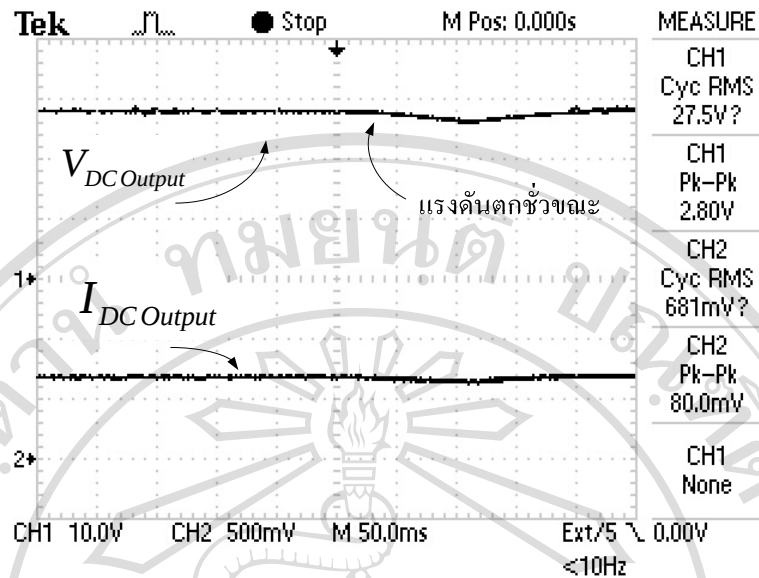
จากการทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 80% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่มียังจรมุสคอนเวอร์เตอร์และวัดสัญญาณพบว่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงตกจากแรงดันไฟฟ้าปกติ ดังรูปที่ 4.18 เป็นผลให้แรงดันไฟตรงเชื่อมโยงและกระแสอินพุตก่อนเข้ายังจรมุสคอนเวอร์เตอร์มีการลดลง ดังรูปที่ 4.19 แต่ยังจรมุสคอนเวอร์เตอร์ยังคงรักษาระดับแรงดันและจ่ายกระแสให้กับ ASD ได้อย่างดี ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.18 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียง



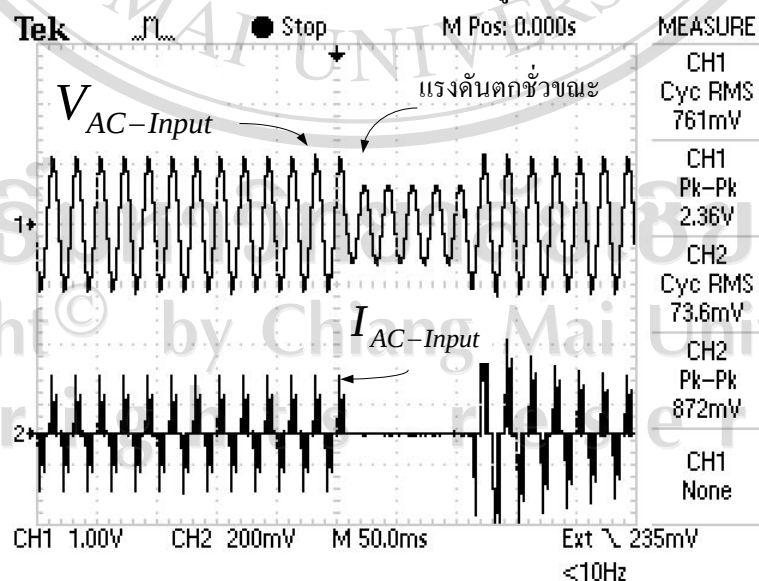
รูปที่ 4.19 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงก่อนยังจรมุสคอนเวอร์เตอร์



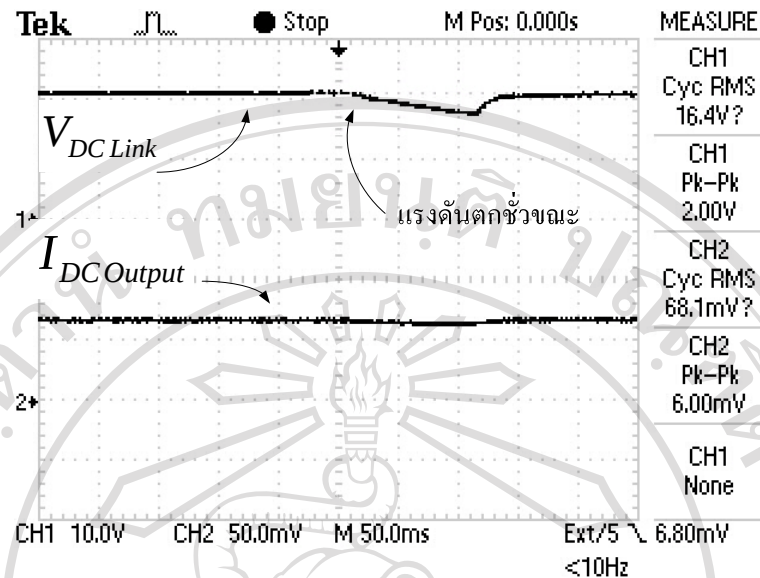
รูปที่ 4.20 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเอาต์พุตที่ผ่านวงจรสคอนเวอร์เตอร์

4.3.2.3 การทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่ไม่มีวงจรสคอนเวอร์เตอร์

จากการทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่ไม่มีวงจรสคอนเวอร์เตอร์และวัดสัญญาณพบว่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงตกจากแรงดันไฟฟ้าปกติ ดังรูปที่ 4.21 เป็นผลให้แรงดันไฟตรงเชื่อมโยงลดลงจาก 520V เหลือ 328V (Probe 20:1) ดังรูปที่ 4.22



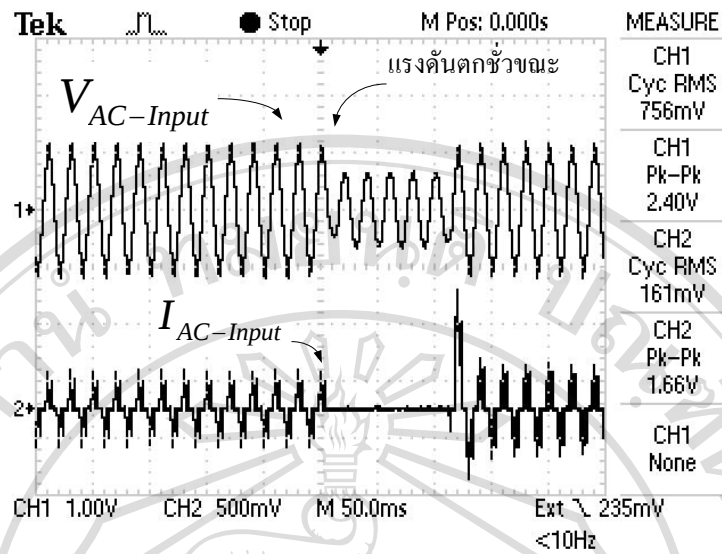
รูปที่ 4.21 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงกระแส



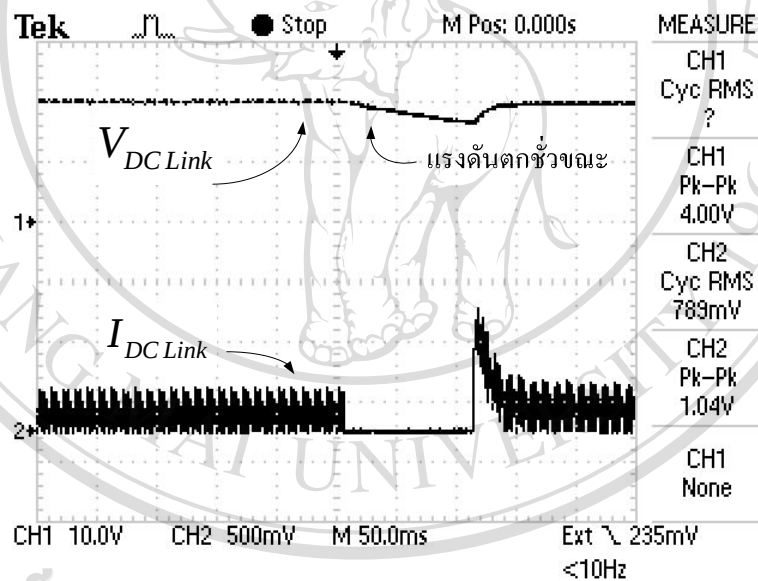
รูปที่ 4.22 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงและกระแสเอาต์พุต

4.3.2.4 การทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่มี วงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

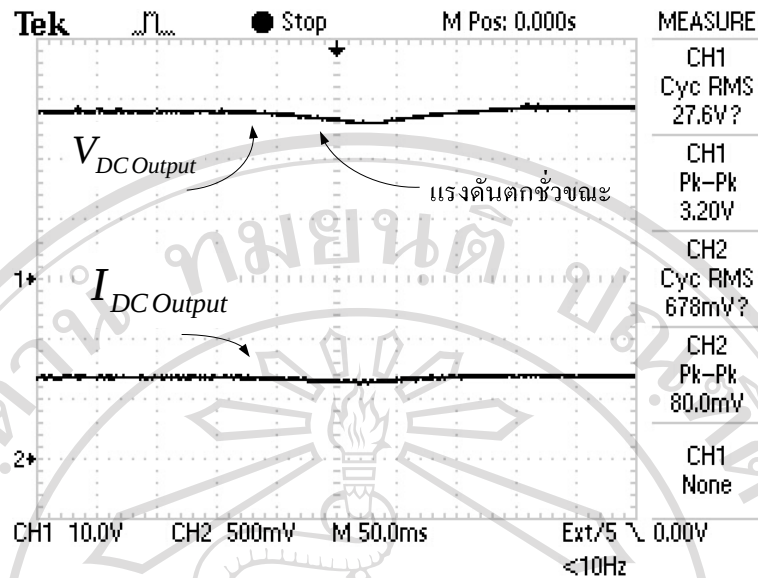
จากการทดสอบวงจรที่แรงดันตกชั่วขณะ 60% 3-Phase (V_a , V_b , V_c) ในกรณีที่มี วงจรบัสคอนเวอร์เตอร์และวัดสัญญาณพบว่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจาก แหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงตกจากแรงดันไฟฟ้าปกติ ดังรูปที่ 4.23 เป็นผลให้แรงดันไฟตรง เชื่อมโยงและกระแสอินพุตก่อนเข้าวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์มีการลดลง ดังรูปที่ 4.24 แต่ วงจรบัสคอนเวอร์เตอร์ยังคงรักษาระดับแรงดันและจ่ายกระแสให้กับ ASD ได้อย่างดี ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.23 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายก่อนวงจรเรียงกระแส



รูปที่ 4.24 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเชื่อมโยงก่อนวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์



รูปที่ 4.25 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเอาต์พุตที่ผ่านวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์

จากผลการทดสอบในกรณีเกิดแรงดันตกชั่วขณะพบว่าเมื่อไม่มีวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์ในระบบจะทำให้แรงดันไฟตรงเอาต์พุตลดลง ซึ่งกรณีที่ลดลงมากจะเป็นกรณีแรงดันตกชั่วขณะที่ 60% ซึ่งลดจาก จาก 520V เหลือ 328V แต่เมื่อมีวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์แรงดันไฟตรงเอาต์พุตยังรักษาไว้ได้ที่ 550V ดังแสดงในรูปที่ 4.25

ตารางที่ 4.1 จะแสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดสอบ ของแรงดันไฟฟ้าเชื่อมโยงไฟตรงที่ออกมาจากวงจรทั้งกรณีที่มีบัสคอนเวอร์เตอร์และไม่มีบัสคอนเวอร์เตอร์ต่อกับวงจร

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดสอบ

	ระดับแรงดันไฟฟ้าเชื่อมโยง (Vdc)	
	กรณีไม่มีวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์	กรณีมีวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์
3Phase 80% Sag	408	550
3Phase 60% Sag	328	550