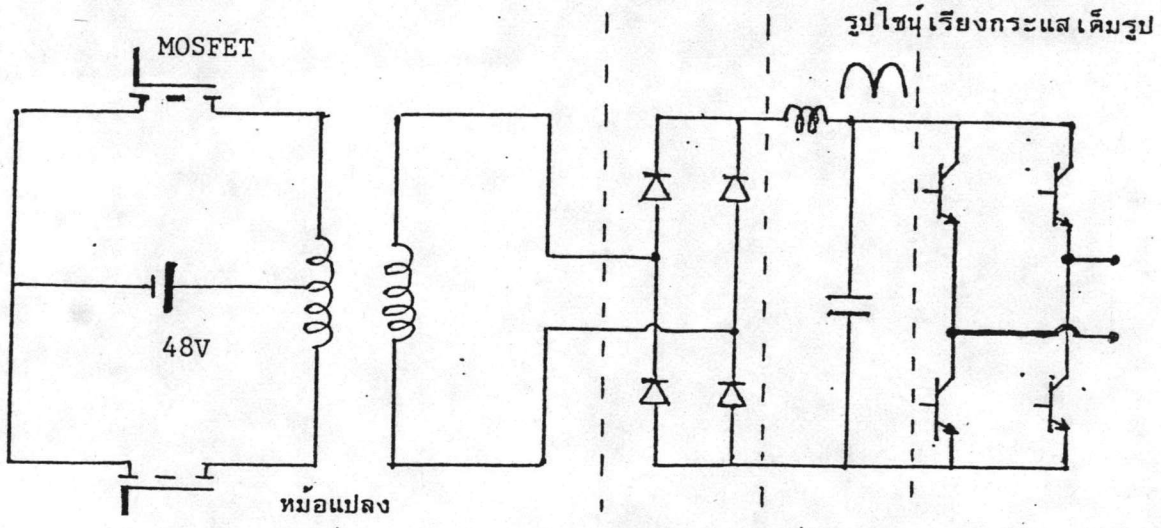
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วงจรอินเวอร์เตอร์

ชนิดของวงจรอินเวอร์เตอร์

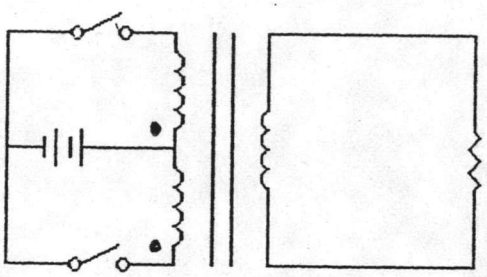
อินเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้กันมีมากมายหลายโครงสร้าง (13) เช่นบริดจ์เต็ม กึ่งบริดจ์ พุชพูล และนอกจากนี้ยังมีการดัดแปลงใช้วงจรแปลงผันกำลังไฟตรง-ไฟตรงมาแปลงไฟฟ้ากระแสตรงที่เรียบให้เป็นคลื่นรูปไซน์ที่พลิกกลับ แล้วจึงคลี่ให้เป็นรูปไซน์ด้วยวงจรอินเวอร์เตอร์ความถี่ต่ำอีกชุดหนึ่ง (14) ดังรูปที่ 54



รูปที่ 54 วงจรอินเวอร์เตอร์แบบคลี่รูป

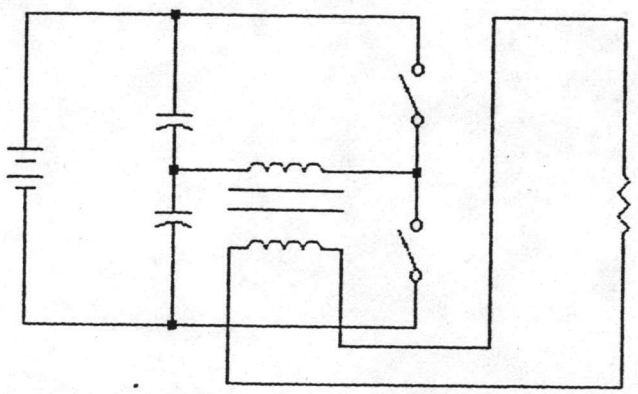
แต่โครงสร้างนี้จะเกิดปัญหาเนื่องจากการมีค่าความเพี้ยนเชิงฮาร์มอนิกผลรวม (THD) สูงในกรณีที่โหลดมีค่า P.F. ต่ำ เพราะไม่สามารถนำเอากำลังที่โหลดกลับไปให้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงได้

โครงสร้างของวงจรพุชพูลมีแสดงไว้ในรูปที่ 55 วงจรนี้จะต้องใช้ขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงถึง 2 ขด ทำให้ต้องใช้หม้อแปลงที่มีขนาดใหญ่ และน้ำหนักก็เพิ่มขึ้นด้วย



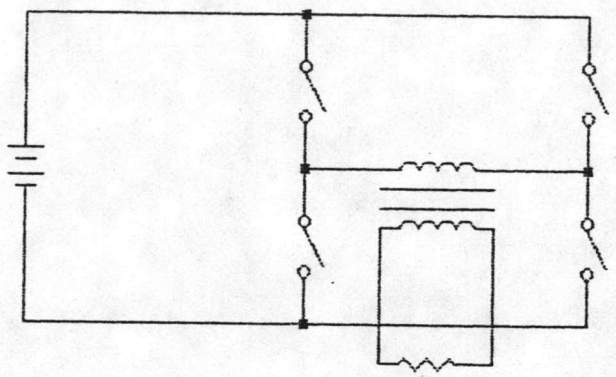
รูปที่ 55 วงจรพุชพูล

โครงสร้างวงจรกึ่งบริดจ์เป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 56 เราจะเห็นได้ว่าวงจรนี้สามารถลดขนาดของหม้อแปลงได้เมื่อเทียบกับวงจรพุชพูล แต่แรงดันที่ตกคร่อมหม้อแปลงมีค่าเพียงครึ่งเดียวของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ดังนั้นสวิตช์จึงต้องทนกระแสได้สูง เพื่อให้จ่ายพลังงานออกเท่ากัน



รูปที่ 56 วงจรกึ่งบริดจ์

โครงสร้างวงจรบริดจ์เต็มเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 57 วงจรนี้จะใช้หม้อแปลงขนาดเดียวกับวงจรกึ่งบริดจ์ แต่แรงดันตกคร่อมหม้อแปลงเป็น 2 เท่าของวงจรกึ่งบริดจ์ ทำให้สามารถใช้สวิตช์ที่ทนกระแสเพียงครึ่งหนึ่งของวงจรกึ่งบริดจ์ได้ แต่ต้องใช้สวิตช์จำนวนมากขึ้น

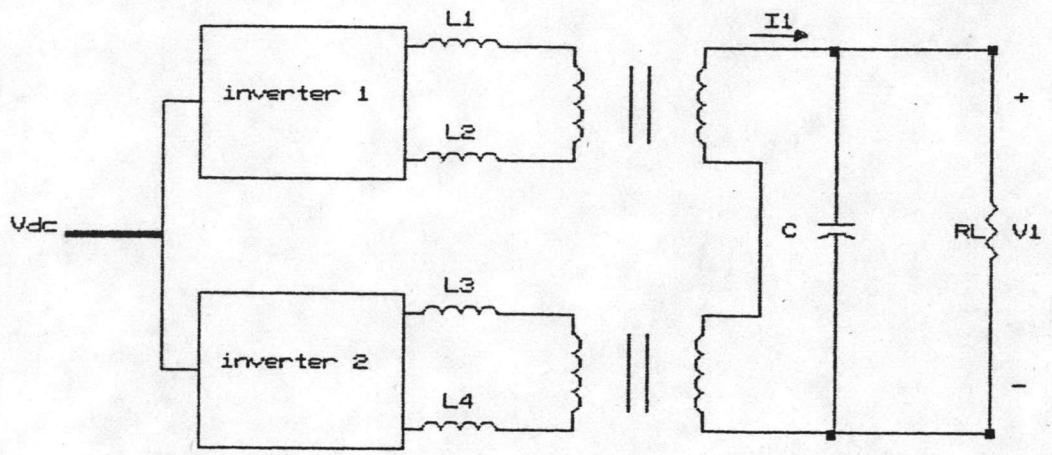


รูปที่ 57 วงจรบริดจ์เต็ม

ในการสร้าง UPS เครื่องนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้โครงสร้างของอินเวอร์-เตอร์แบบบริดจ์เต็ม เนื่องจาก UPS เครื่องนี้ต้องจ่ายโหลดขนาด 3 kVA แต่แบตเตอรี่มีระดับแรงดันอยู่ในช่วงประมาณ 137-96 โวลต์ ดังนั้น กระแสที่ไหลผ่านอินเวอร์เตอร์จึงมีค่าสูง วงจรที่มีกระแสไหลผ่านสวิตช์ต่ำที่สุดและใช้หม้อ-แปลงที่มีขนาดเล็กกว่า ก็คือวงจรบริดจ์เต็ม

การออกแบบวงจรบริดจ์เต็มและวงจรกรองขาออก

เนื่องจาก UPS เครื่องนี้มีขนาดถึง 3 kVA จึงเป็นการยากที่จะใช้อินเวอร์เตอร์ชุดเดียว เพราะหาสวิตช์ที่มีกระแสสูงและสวิตช์เร็วได้ยาก จึงได้ออกแบบให้ใช้อินเวอร์เตอร์ 2 ชุด และมีวงจรควบคุมชุดเดียวกัน ดังรูปที่ 58



รูปที่ 58 วงจรอินเวอร์เตอร์และวงจรกรอง

เราใส่ตัวเหนี่ยวนำ L_{1-4} และตัวเก็บประจุ C ไว้ เพื่อประกอบเป็นวงจรกรองผ่านต่ำ ทำหน้าที่กรองความถี่การสวิตช์เพื่อให้แรงดันด้านออกรูปไซน์ ถ้าให้ L เป็นค่าความเหนี่ยวนำที่ได้จากการย้าย L_{1-4} ไปทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง ความถี่เรโซแนนซ์ของ LC ที่เลือกใช้ จะมีค่าอยู่ระหว่างความถี่ต่ำสุดของการสวิตช์กับความถี่ 50 Hz สมมุติให้ความถี่ต่ำสุดของการสวิตช์มีค่าประมาณ 4 kHz ดังนั้นเลือก f_o เท่ากับค่าเฉลี่ยเรขาคณิตดังนี้

ความถี่เรโซแนนซ์ $f_o = \sqrt{50 \times 4000}$

$= \sqrt{200000}$ Hz

แต่ $f_o = 1/(2\pi\sqrt{LC})$

ดังนั้น $LC = 1/(200000 \times 4\pi^2)\ s^2$ [5]

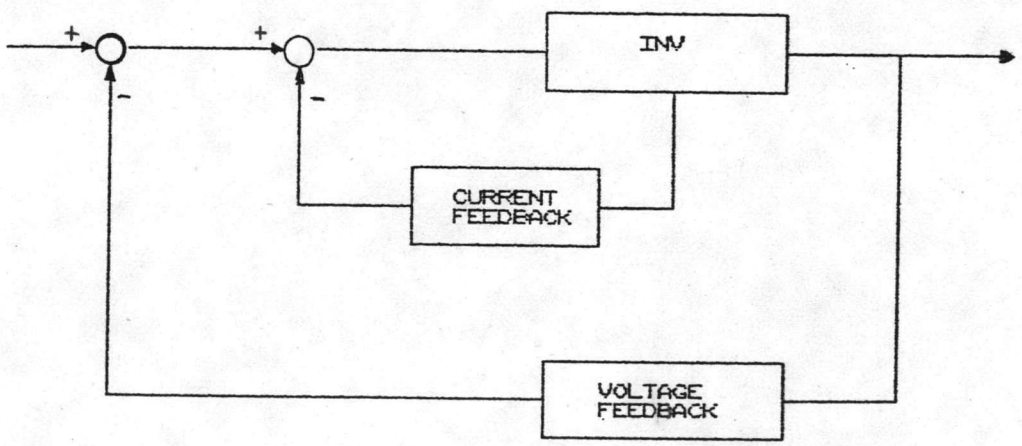
ขนาดของตัวเหนี่ยวนำ L_{1-4} และขนาดของตัวเก็บประจุ C ที่จะให้ได้ผลคูณตามที่คำนวณไว้ สามารถหาได้จากการซีมูเลตวงจรในรูปที่ 58 พร้อมทั้งวงจรควบคุม(ดูข้อถัดไป) โดยใช้โปรแกรม LEC (9) โดยเลือกให้ค่ากระแสผ่านตัวเหนี่ยวนำมีการกระเพื่อมไม่สูงเกินไป ทั้งนี้เพื่อให้ตัวเหนี่ยวนำมีอุณหภูมิที่ไม่สูงเกินไปนัก เกณฑ์การออกแบบอีกข้อหนึ่งก็คือแรงดันขาออกมีความเพี้ยนต่ำและมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดอย่างรวดเร็ว พิกัดสูงสุดของสวิตช์สามารถหาได้จากการซีมูเลต โดยดูจากขนาดของแรงดันและกระแสผ่านสวิตช์ และจากปริมาณเหล่านี้สามารถคำนวณหาขนาด VA ของหม้อแปลงได้ด้วย

ในที่สุดค่า L_{1-4} ที่เลือกใช้คือ 0.6 mH, 60 A และค่า C คือ 25 μF,250 V ซึ่งเป็นไปตามสมการ [5]

การออกแบบวงจรควบคุมและวงจรขับนำทรานซิสเตอร์

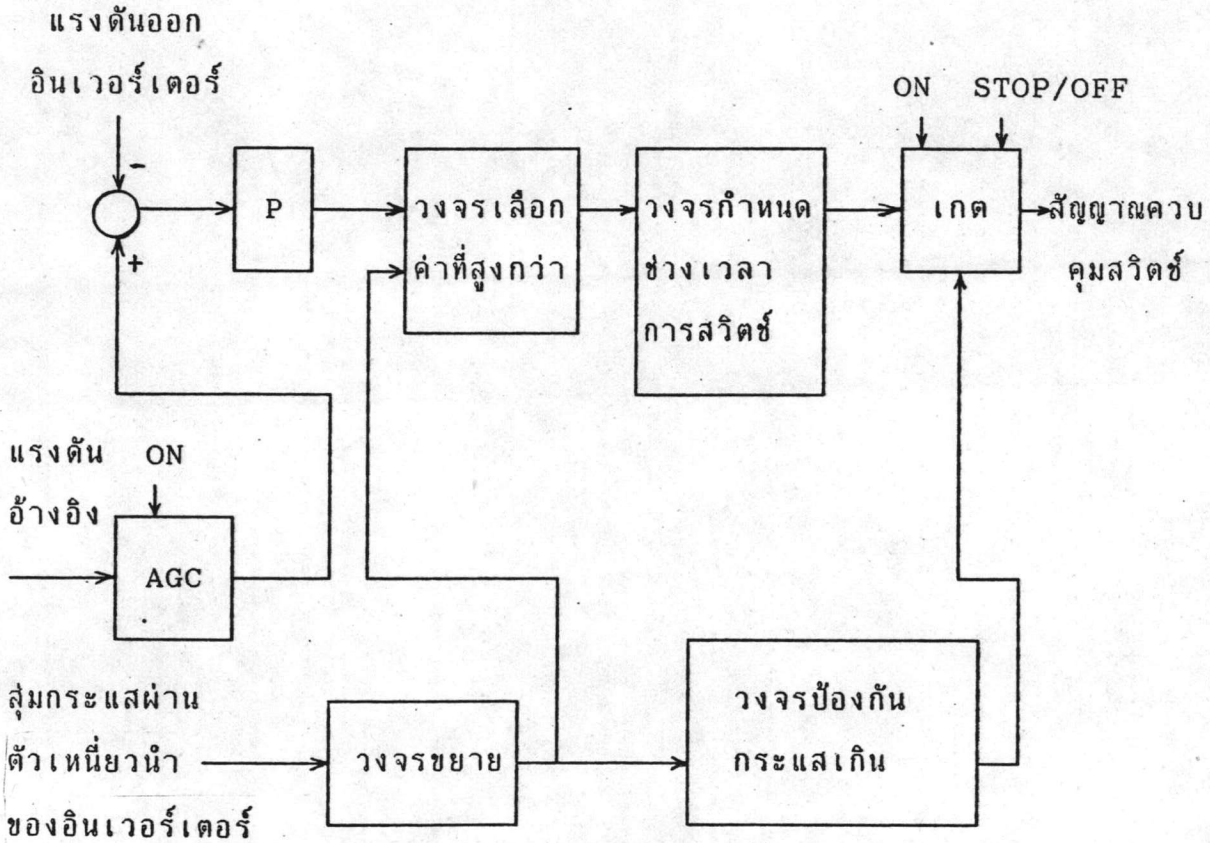
การทำงานของวงจรควบคุมที่ใช้สำหรับ UPS เครื่องนี้ใช้หลักการแบบ Voltage Bang-bang (15) การทำงานลักษณะดังกล่าวทำให้ความเพี้ยนเชิงฮาร์มอนิกผลรวม(THD)ของแรงดันขาออกมีค่าต่ำ ถึงแม้จะต่อกับโหลดที่มีค่า P.F. ต่ำ ๆ ก็ตาม และนอกจากนี้ยังทำให้เวลาที่ใช้ในการคืนตัวเมื่อเปลี่ยนแปลงโหลด (response time) มีค่าน้อยด้วย

วงจรอินเวอร์เตอร์ของ UPS จำเป็นที่จะต้องป้องกันตัวเองได้เพราะในสภาพการใช้งานจริโหลดอาจเกิดผิดปกติขึ้นเมื่อใดก็ได้ หรือผู้ใช้อาจต่อโหลดเกินกำลังที่อินเวอร์เตอร์จะจ่ายได้ ผู้วิจัยจึงได้รวมวงจรจำกัดกระแสเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับวงจรอินเวอร์เตอร์ ส่วนรายละเอียดในการออกแบบวงจรก็ได้มาจากการคำนวณค่าของอุปกรณ์ในวงจรอย่างหยาบ ๆ แล้วนำวงจรนั้นมาทำการซีมูเลตเช่นกัน



รูปที่ 59 หลักการทำงานของวงจรอินเวอร์เตอร์

ในรูปที่ 59 วงจรป้อนกลับแรงดันจะวัดแรงดันออกของอินเวอร์เตอร์มาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ได้จากวงจร PLL และส่งสัญญาณไปเปรียบ-เทียบกับสัญญาณจากวงจรป้อนกลับกระแส สัญญาณจากวงจรป้อนกลับกระแสได้จากการวัดขนาดของกระแสที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำของอินเวอร์เตอร์ เมื่อนำสัญญาณทั้งสองมาเปรียบเทียบกันโดยวงจรเปรียบเทียบแล้ว ก็จะส่งผลที่ได้ไปกำหนดช่วงเวลาการเปิดปิดสวิตช์ของวงจรอินเวอร์เตอร์ต่อไป

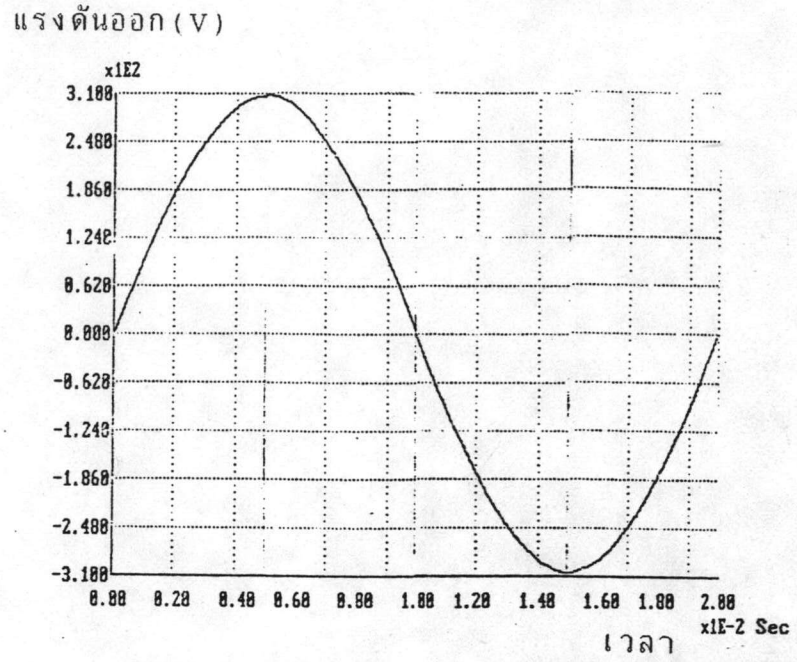


รูปที่ 60 บล็อกไดอะแกรมวงจรกำเนิดสัญญาณควบคุมสวิตช์ที่สร้างขึ้น

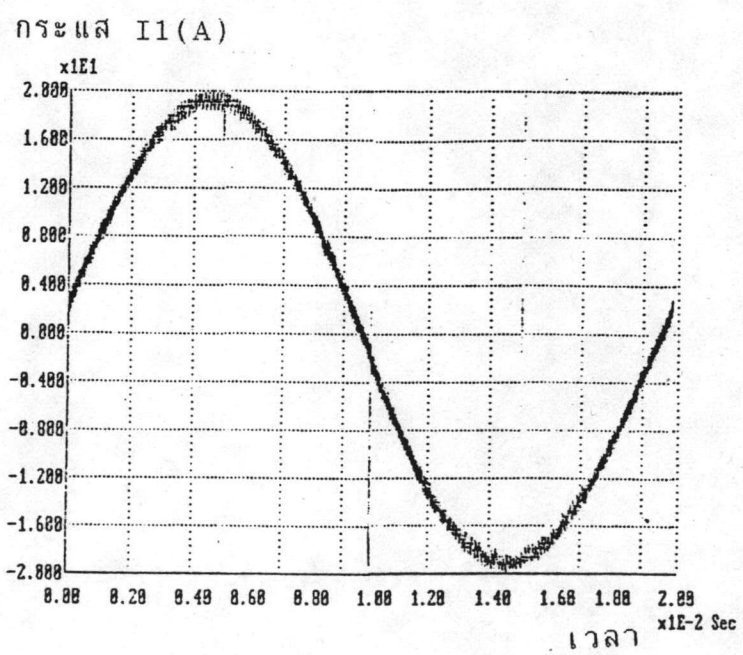
ในรูปที่ 60 วงจรควบคุมแรงดันจะรับสัญญาณอ้างอิงจากวงจร PLL (ดูบทที่ 5)ผ่านเข้าวงจร AGC (automatic gain control) เมื่อ AGC รับสัญญาณ ON สำหรับอินเวอร์เตอร์ AGC จะค่อย ๆ เพิ่มอัตราขยายเพื่อให้สัญญาณไซน์อ้างอิงค่อย ๆ เพิ่มขนาดขึ้น การที่ต้องออกแบบให้สัญญาณมีขนาดค่อย ๆ เพิ่มขึ้นก็เพราะว่าถ้าให้สัญญาณจาก PLL เข้าไปโดยตรง สัญญาณออกจะเป็นคลื่น

รูปไซน์ทันทีที่เดินเครื่องอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะทำให้หม้อแปลงอิ่มตัวได้ สัญญาณที่ได้จะถูกส่งไปเปรียบเทียบกับแรงดันออกของอินเวอร์เตอร์ผ่านวงจร P และส่งสัญญาณต่อไปยังวงจรเลือกค่าที่สูงและกำหนดช่วงเวลาในการสวิตช์ วงจรควบคุมกระแสจะวัดกระแสในตัวเหนี่ยวนำของอินเวอร์เตอร์ และขยายขนาดผ่านวงจรขยายส่งไปยังวงจรป้องกันกระแสเกิน และอีกส่วนหนึ่งจะส่งไปยังวงจรเลือกค่าที่สูงและกำหนดช่วงเวลาในการสวิตช์ วงจรเกตจะรับสัญญาณ 4 สัญญาณด้วยกัน คือ (1) สัญญาณจากวงจรป้องกันกระแสเกิน (2) สัญญาณ STOP/OFF จากวงจรป้องกันแบตเตอรี่ (บทที่ 3) หรือสัญญาณ OFF จากสวิตช์กด (3) สัญญาณ ON สำหรับอินเวอร์เตอร์จากสวิตช์กด (4) สัญญาณสวิตช์จากวงจรกำหนดช่วงเวลา 3 สัญญาณแรกจะทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณสวิตช์ ถ้ามีสัญญาณ STOP/OFF จากวงจรป้องกันแบตเตอรี่หรือจากสวิตช์กด หรือสัญญาณจากวงจรป้องกันกระแสเกิน วงจรเกตจะส่งสัญญาณระดับต่ำให้กับสวิตช์ทุกตัว แต่ถ้ามีสัญญาณ ON โดยที่ไม่มีสัญญาณ STOP/OFF และสัญญาณจากวงจรป้องกันกระแสเกิน วงจรจึงจะเริ่มส่งสัญญาณสวิตช์จากวงจรกำหนดช่วงเวลาไปยังสวิตช์อีกครั้งหนึ่ง

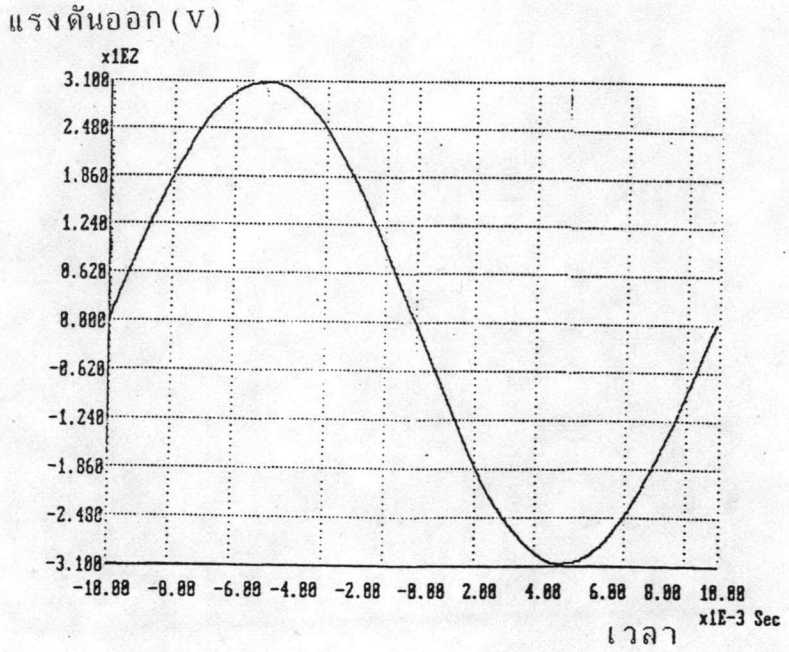
รูปที่ 61 - 68 เป็นรูปแสดงผลการซีมูเลต ของวงจรอินเวอร์เตอร์ตามบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 60 สังเกตได้ว่ารูปคลื่นของแรงดันและกระแสเป็นรูปไซน์ และวงจรสามารถคืนตัวได้อย่างรวดเร็ว (ภายใน 2 ms) เมื่อเปลี่ยนโหลดอย่างกะทันหัน ซึ่งนับว่าเป็นที่น่าพอใจ



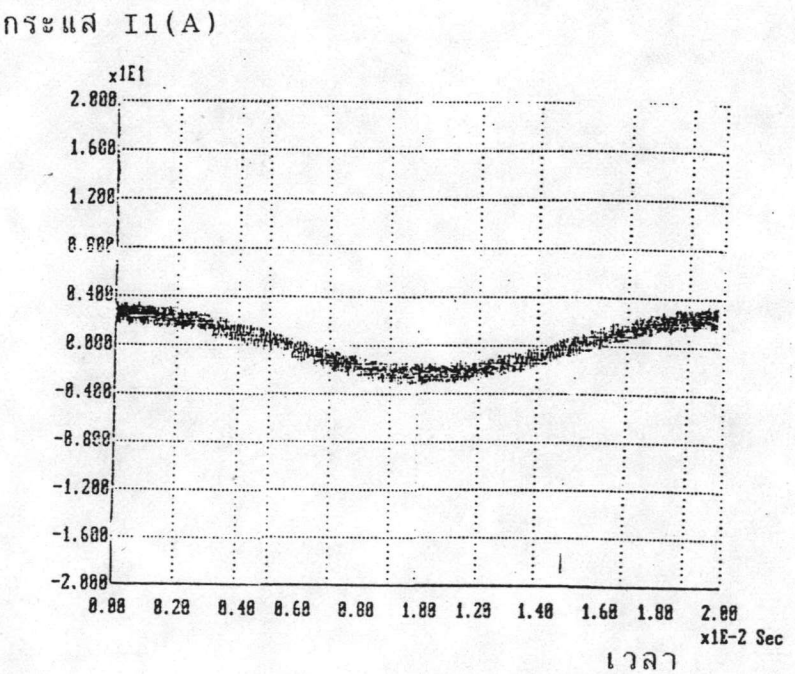
รูปที่ 61 แรงดันขาออกของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะโหลดเต็มที่



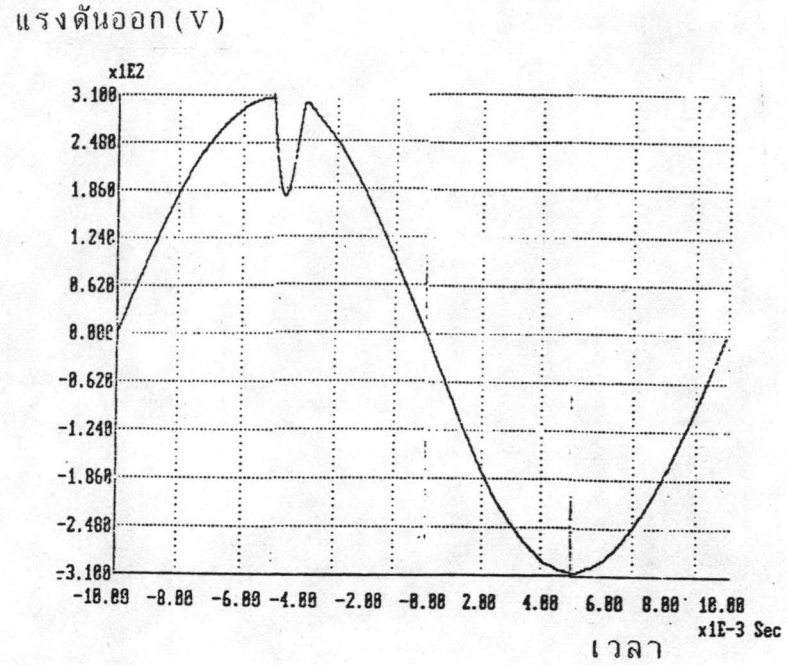
รูปที่ 62 กระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะโหลดเต็มที่



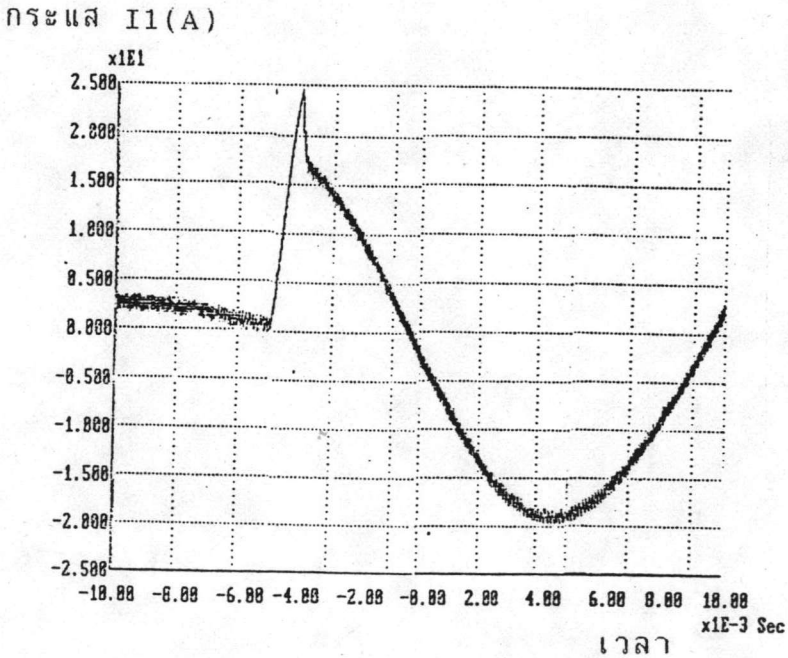
รูปที่ 63 แรงดันขาออกของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะไม่ต่อโหลด



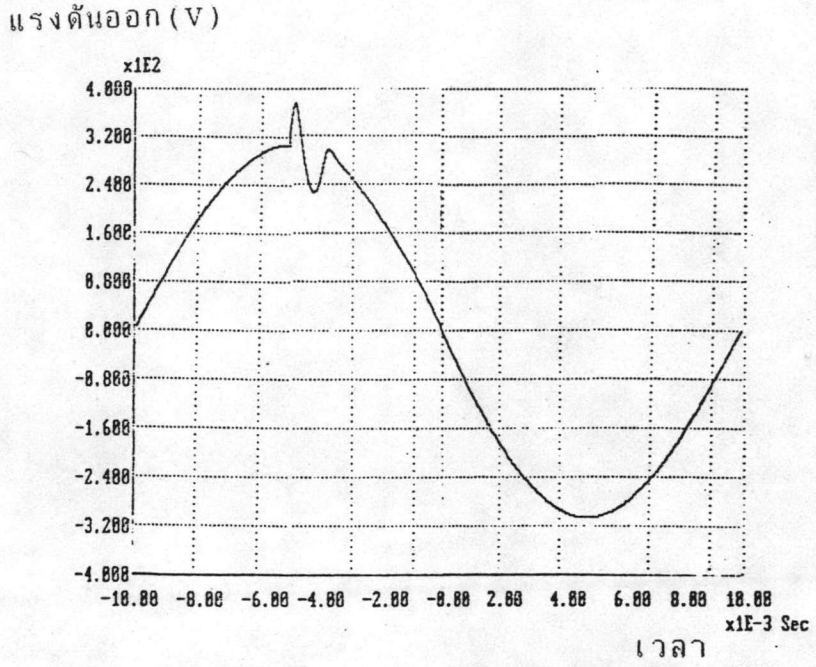
รูปที่ 64 กระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะไม่ต่อโหลด



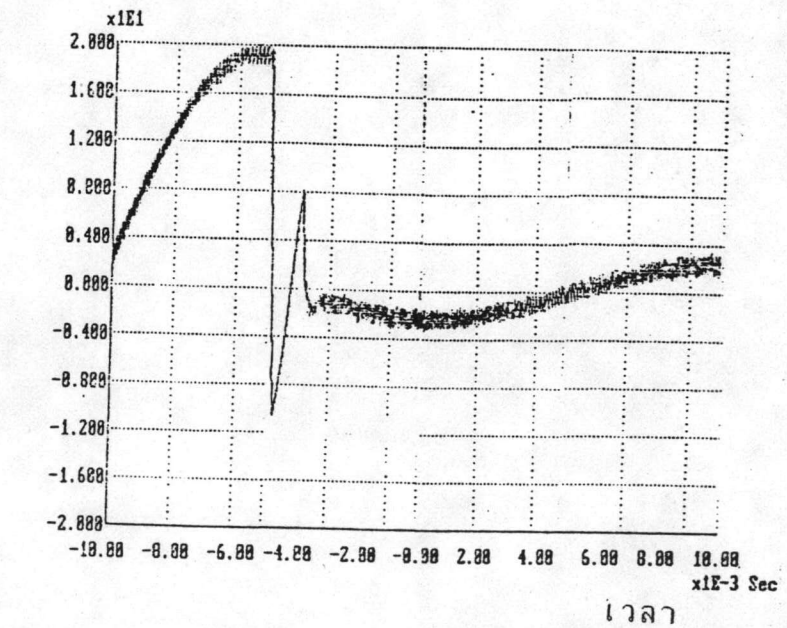
รูปที่ 65 แรงดันขาออกของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะเปลี่ยนโหลดจาก 0 - 100 % ที่เวลา 5 ms



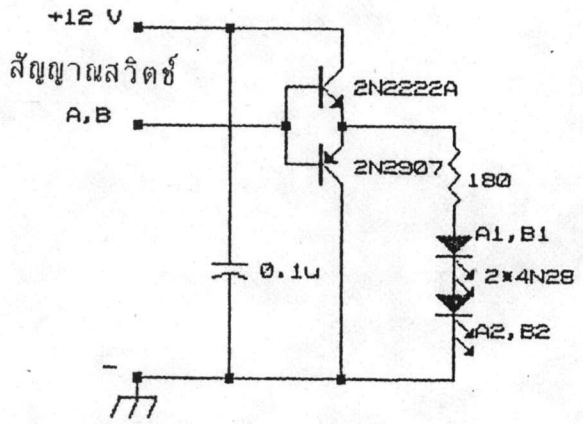
รูปที่ 66 กระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะเปลี่ยนโหลดจาก 0 - 100 % ที่เวลา 5 ms



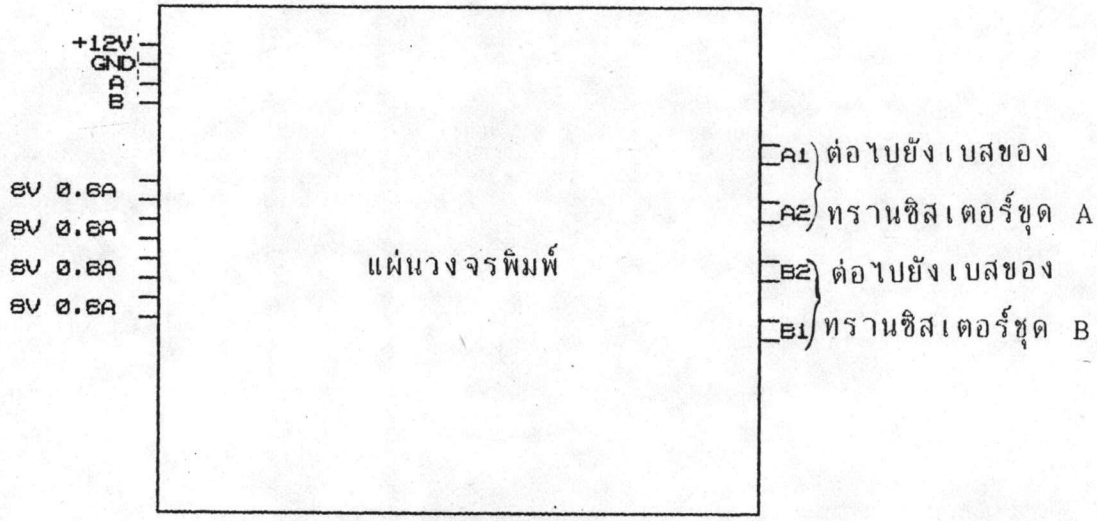
รูปที่ 67 แรงดันขาออกของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะเปลี่ยนโหลดจาก 100 - 0 % ที่เวลา 5 ms



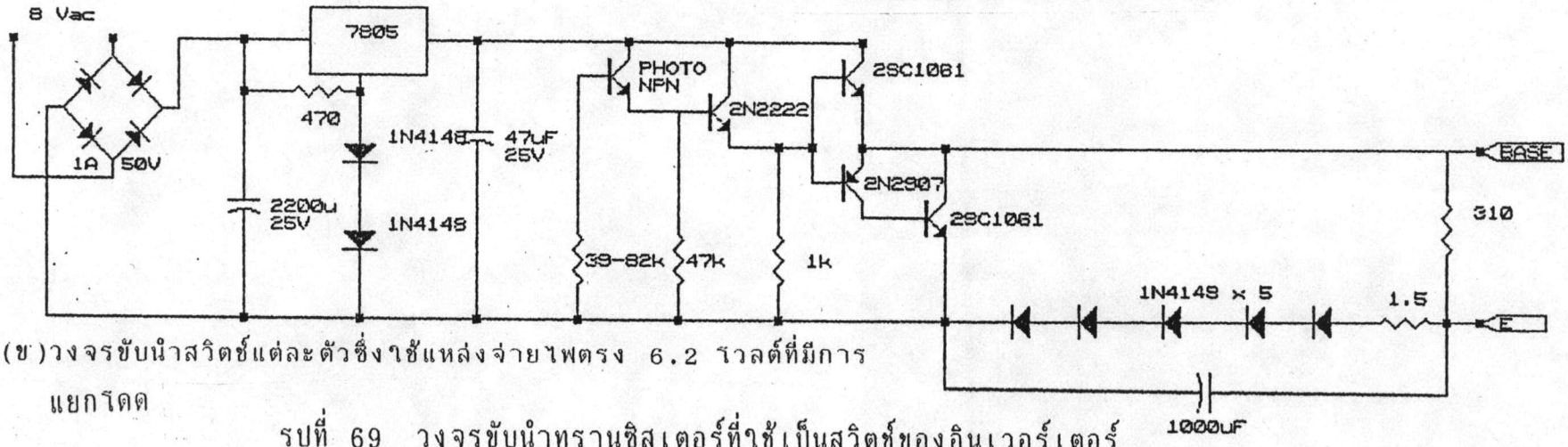
รูปที่ 68 กระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะเปลี่ยนโหลดจาก 100 - 0 % ที่เวลา 5 ms



(ก)วงจรส่งสัญญาณผ่านวงจรเชื่อมโยงทางแสง



(ค)แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรขับนำ



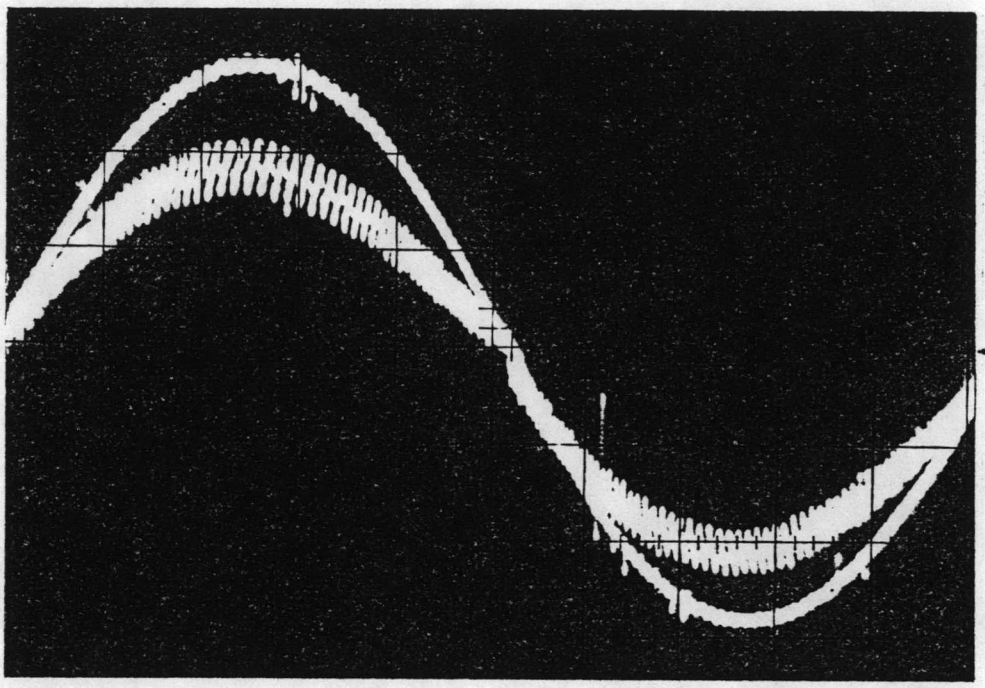
(ข)วงจรขับนำสวิตช์แต่ละตัวซึ่งใช้แหล่งจ่ายไฟตรง 6.2 โวลต์ที่มีการแยกโดด

รูปที่ 69 วงจรขับนำทรานซิสเตอร์ที่ใช้เป็นสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์

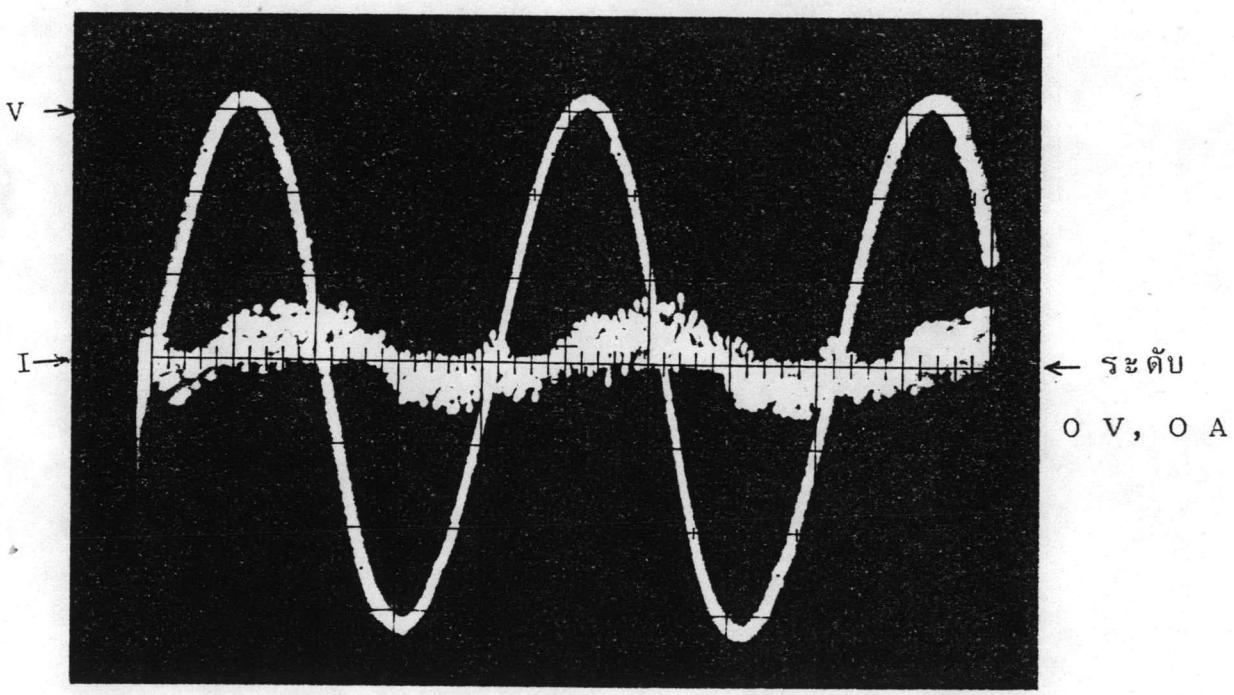
รูปที่ 69 เป็นรูปรวมของวงจรที่ใช้ขับนำทรานซิสเตอร์ที่เป็นสวิตช์ในวงจรอินเวอร์เตอร์ รูปที่ 69(ก) เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณสวิตช์จากวงจรกำเนิดสัญญาณควบคุมสวิตช์ ผ่านตัวเชื่อมโยงทางแสงไปยังวงจรในรูปที่ 69(ข) วงจรขับนำสวิตช์แต่ละตัวซึ่งใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 8 โวลต์ที่แยกโดดด้วยหม้อแปลง ผ่านวงจรเรียงกระแสเข้า IC คงค่าแรงดันเบอร์ 7805 ซึ่งต่อกับไดโอด เพื่อคงค่าแรงดันไว้ที่ 6.2 โวลต์ สัญญาณการสวิตช์ที่ถูกส่งผ่านตัวเชื่อมโยงทางแสงจะถูกขยายสัญญาณโดยทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N2222, 2SC1061 และ 2N2907 เพื่อไปขับนำทรานซิสเตอร์ที่เป็นสวิตช์ซึ่งมีพิกัดสูงสุด 100 A, 400 V ส่วนความต้านทาน 1.5 โอห์ม และไดโอด 1N4148 จำนวน 4 ตัวที่ต่ออนุกรมกันและมีตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่นั้น วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างไพลบเพื่อให้เวลาที่ใช้ในการตัดกระแสสั้นลง รูปที่ 69(ค) เป็นแผ่นวงจรขับนำซึ่งประกอบด้วยวงจรรูป 69(ก) จำนวน 2 ชุดทำงานสลับกัน และวงจรในรูป 69(ข) จำนวน 4 ชุดขับนำทรานซิสเตอร์แต่ละตัว

ผลการทดลอง

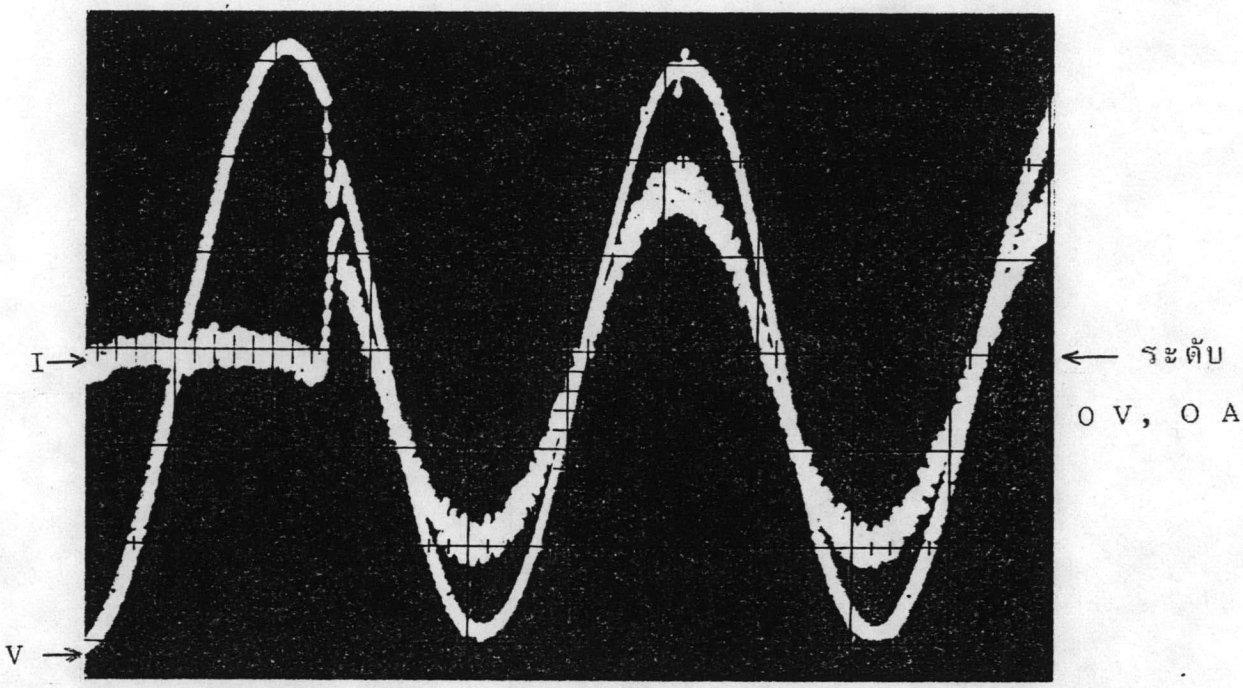
รูปที่ 70 - 73 เป็นรูปแสดงผลการทดลองของวงจรอินเวอร์-เตอร์ที่สร้างขึ้น



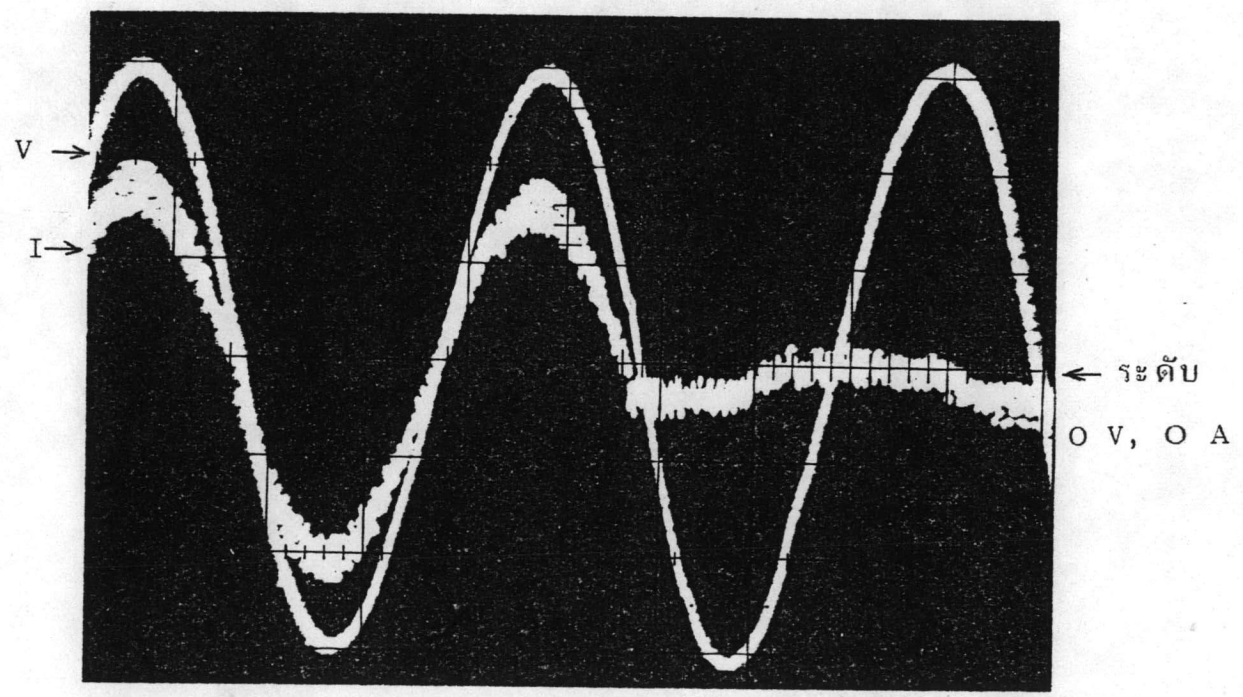
รูปที่ 70 แรงดันขาออกและกระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะโหลดเต็มที่ (แรงดัน 100 V/cm กระแส 10 A/cm เวลา 2 ms/cm)



รูปที่ 71 แรงดันขาออกและกระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะไม่ต่อโหลด(แรงดัน 100 V/cm กระแส 5 A/cm เวลา 5 ms/cm)



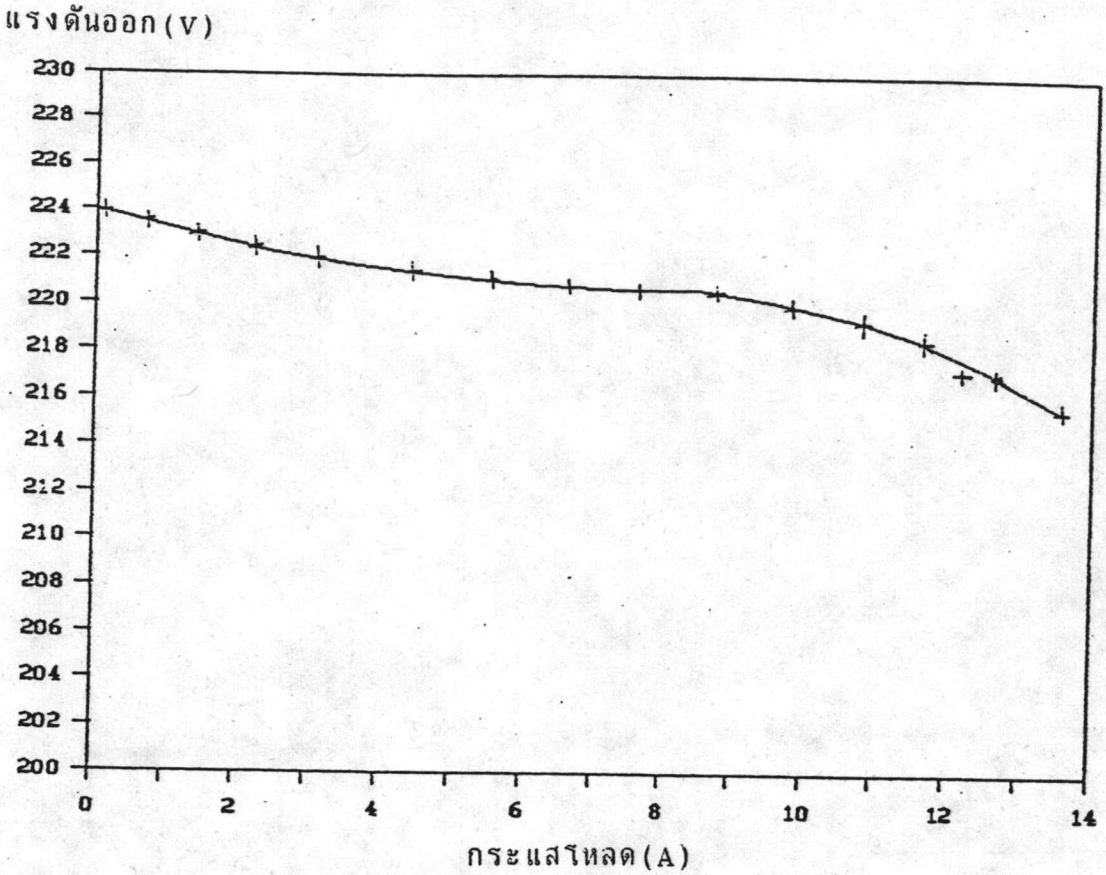
รูปที่ 72 แรงดันขาออกและกระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะเปลี่ยนโหลดจาก 0 - 100 %
(แรงดัน 100 V/cm กระแส 10 A/cm เวลา 5 ms/cm)



รูปที่ 73 แรงดันขาออกและกระแส I1 ของอินเวอร์เตอร์ในรูปที่ 58 ขณะเปลี่ยนโหลดจาก 100 - 0 % (แรงดัน 100 V/cm กระแส 10 A/cm เวลา 5 ms/cm)

จากรูปที่ 70 และ 71 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปที่ 61 - 64 จะเห็นว่า กระแสและแรงดันของวงจรอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้นมีค่าผิดไปจากรูปที่ได้จากการซีมูเลตเล็กน้อย คือขนาดของการกระเพื่อมของรูปคลื่น กระแส และแรงดัน มีค่ามากกว่าที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งเป็นผลมาจากวงจรจริงจะต้องใช้เวลาเล็กน้อยหลังจากที่วงจรควบคุมสั่งให้สวิตช์เปิดปิดวงจร สวิตช์จึงจะเปิดปิดวงจรตามคำสั่ง ทำให้ความถี่ของการสวิตช์ลดลง การกระเพื่อมจึงมีค่ามากขึ้น รูปที่ 72 แสดงการเพิ่มโหลดกะทันหัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ รูปที่ 65 และ 66 ซึ่งเป็นผลการซีมูเลต จะเห็นว่าเวลาในการคืนตัวเพื่อให้แรงดันกลับเป็นคลื่นรูปไซน์มีค่าใกล้เคียงกันมาก คือ ประมาณ 2 ms ซึ่งนับว่าเป็นเวลาที่สั้นมากเมื่อเทียบกับอินเวอร์เตอร์ทั่วไป รูปที่ 73 แสดงการลดโหลดอย่างกะทันหัน เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 67 และ 68 ซึ่งเป็นผลการซีมูเลต จะเห็นได้ว่ารูปคลื่นที่ได้จากการซีมูเลตมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเกิดแรงดันเกินในระยะสั้น แต่ในการทดลองจริงพบว่า แม้จะพยายามเปิดวงจรของโหลดหลายครั้ง ก็ไม่พบการตัดโหลดในช่วงที่กระแสไม่เป็นศูนย์ ทั้งนี้เป็นเพราะในวงจรอินเวอร์เตอร์มีตัวเหนี่ยวนำที่พยายามสร้างแรงดัน เพื่อทำให้กระแสไหลอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นแรงดันออกจึงเป็นคลื่นรูปไซน์อย่างต่อเนื่องดีกว่าที่ซีมูเลต

จากการทดลองเปลี่ยนโหลดในช่วง 0 ถึง 3kVA ที่ P.F. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.7 ถึง 1 พบว่าค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกผลรวม(THD)มีค่าไม่คงที่ คือวัดสองครั้งที่เวลาต่างกันจะได้ผลลัพธ์ต่างกัน ซึ่งเป็นผลเนื่องจากวงจรควบคุมเป็นแบบ Voltage Bang-Bang จึงมีช่วงเวลาในการสวิตช์ไม่คงที่ ค่า THD สูงสุดเท่าที่เคยวัดได้ คือ 2.5 % และต่ำสุดคือ 1.5 % ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด (ต่ำกว่า 5 %)



รูปที่ 74 ขนาดของแรงดันที่ออกจากอินเวอร์เตอร์

รูปที่ 74 แสดงการเปลี่ยนค่า RMS ของแรงดันด้านออกเมื่อกระแสโหลด Io เปลี่ยนแปลง จากรูปนี้สามารถคำนวณค่าความคุมค่าเชิงโหลดได้ดังนี้

ความคุมค่าเชิงโหลด = (แรงดันขณะไร้โหลด - แรงดันโหลดเต็มที่)
x 100 %/แรงดันโหลดเต็มที่

= (224 - 215.5) x 100 %/215.5

= 3.9 %

จะเห็นว่าค่าความคุมค่าเชิงโหลดของแรงดันออกมีค่าค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากค่าความคุมค่าของหม้อแปลงและวงจรอินเวอร์เตอร์ เมื่อกระแสโหลดเพิ่มขึ้นอินเวอร์เตอร์จะต้องจ่ายแรงดันให้กับหม้อแปลงสูงขึ้นเพื่อชดเชยการที่หม้อแปลงมีการคุมค่าไม่สู้ดีนัก ดังนั้น อัตราส่วนระหว่างค่ายอดของแรงดันออกของอินเวอร์เตอร์กับแรงดันไฟตรงด้านเข้าของอินเวอร์เตอร์ มีค่าสูงขึ้น เมื่ออัตราส่วนนี้มีค่าสูง ทำให้อินเวอร์เตอร์ที่ควบคุมแบบ Voltage Bang-

Bang มีการสวิตช์น้อยครั้งที่บริเวณยอดของแรงดัน ทำให้ค่าอาร์เอ็มเอสของแรงดันมีค่าต่ำลง

เมื่อทำการโหลดอินเวอร์เตอร์โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ซึ่งทำให้แรงดันไฟตรงด้านเข้ามีค่าไม่คงที่คือเปลี่ยนในช่วง 140 ถึง 96 โวลต์ (ดูในบทที่ 3) ทำให้แรงดันออกของอินเวอร์เตอร์เปลี่ยนแปลงจาก Vmax (215.5 โวลต์ ขณะแรงดันด้านเข้าสูงสุด)เป็น Vmin (211 โวลต์) จึงนำมาคำนวณหาค่าความคุมค่าเชิงสายป้อนได้ดังนี้

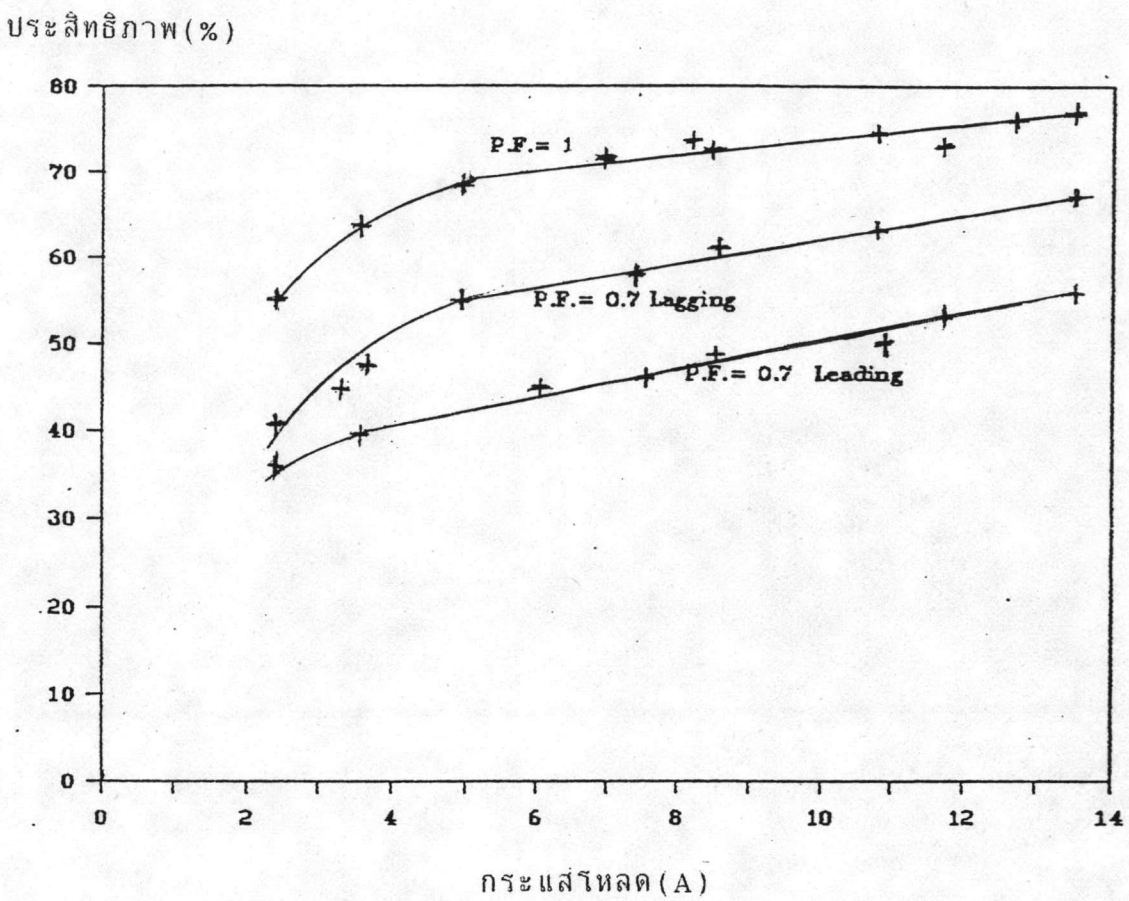
ความคุมค่าเชิงสายป้อน = (Vmax - Vmin)/Vmin x 100 %

= (215.5 - 211)/211 x 100 %

= 2.1 %

จะเห็นว่า ค่าความคุมค่าเชิงสายป้อนของแรงดันออกซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันของแบตเตอรี่มีค่าค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นผลเนื่องจากเมื่อแรงดันไฟตรงด้านเข้าของอินเวอร์เตอร์ลดลง ทำให้อัตราส่วนระหว่างค่ายอดแรงดันออกกับแรงดันด้านเข้ามีค่าสูงขึ้น จึงทำให้อินเวอร์เตอร์ที่มีการควบคุมแบบ Voltage Bang-Bang มีค่าอาร์เอ็มเอสของแรงดันออกลดลงเหมือนกับในกรณีการเปลี่ยนแปลงโหลด

เมื่อนำเอาวงจรอินเวอร์เตอร์และวงจรทอนระดับ มาประกอบกันแล้ววัดประสิทธิภาพ จะได้กราฟดังรูปที่ 75



รูปที่ 75 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมของวงจรทอนระดับและวงจรอินเวอร์เตอร์กับกระแสโหลด

ประสิทธิภาพรวมของวงจรจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อพลังงานที่จ่ายออกมีค่าสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะ UPS จะต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งคงที่ เช่น พลังงานที่ใช้ในระบบควบคุมต่าง ๆ พลังงานที่ใช้ในระบบระบายความร้อน พลังงานสูญเสียในแกนเหล็กของตัวเหนี่ยวนำ ฯลฯ และพลังงานสูญเสียบางอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออินเวอร์เตอร์จ่ายกระแสออกเพิ่มขึ้นมาก เช่น พลังงานในการขับนำสวิตช์ ดังนั้นประสิทธิภาพของวงจรจะเพิ่มขึ้นเมื่อจ่ายกระแสสูงขึ้น แต่ถ้า P.F. ของโหลดลดลง ประสิทธิภาพจะลดลง (เพราะพลังงานสูญเสียคงที่แต่พลังงานจ่ายออกลดลง) เมื่อเปรียบเทียบ P.F. ของโหลดที่เท่ากันแต่เป็นกระแสล้าหลังกับกระแสนำหน้า จะเห็นว่าโหลดที่มีกระแสนำหน้าจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าในกรณีที่โหลดมีกระแสล้าหลัง เพราะปกติกระแสที่จ่ายออกจากอินเวอร์เตอร์เข้าวงจรกรองจะมีเฟสนำหน้า ดังนั้นถ้ากระแสที่จ่ายออกเป็นกระแสล้าหลังอินเวอร์เตอร์

จะมีกระแสผ่านสวิตช์ต่ำกว่าในกรณีที่จ่ายให้กับโหลดที่มีกระแสนำหน้า