

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.2.1 ตัวประมวลผลสัญญาณแบบดิจิทัล	2
1.2.2 การศึกษาเกี่ยวกับภาระแบบสถิต	2
1.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
1.3.1 แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง	3
1.3.2 อินเวอร์เตอร์กระแสตรง	3
1.3.3 ตัวประมวลผลสัญญาณทางดิจิทัล	4
1.3.4 การควบคุมแรงดันแรงดันของภาระแบบสถิต	4
1.4 สรุปบทวิจัย	4
2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิ่ง.....	5
2.1 วงจรเรียงกระแสต้านเข้า.....	6
2.1.1 วงจรเรียงกระแสต้านเข้าพร้อมกับวงจรกรองสัญญาณแบบ RLC	6
2.1.2 ฟิวส์ (Fuse)	8
2.1.3 วงจรกรองสัญญาณ RFI.....	9
2.2 อินเวอร์เตอร์แรงดันกระแสตรง (DC to DC converter).....	9
2.2.1 ฟลายแบ็ค หรือ บั๊ก-บูสต์ คอนเวอร์เตอร์ (Flyback or Buck-Boost).....	10
2.2.2 ฟอว์เวิร์ด หรือ บั๊ก คอนเวอร์เตอร์ (Forward or Buck)	11
2.2.3 พูช – พูล คอนเวอร์เตอร์ (Push-Pull or Buck-Derived)	13
2.2.4 ฮาร์ฟบริดจ์ คอนเวอร์เตอร์ (Half bridge converter)	14
2.2.5 ฟูลบริดจ์ คอนเวอร์เตอร์ (Full bridge converter).....	15
2.2.6 หม้อแปลงความถี่สูง (High Frequency Transformer)	16
2.2.7 ทรานซิสเตอร์กำลัง.....	21
2.2.8 มอสเฟตกำลัง.....	22
2.2.9 ไดโอดในแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง	23
2.3 วงจรสแน็บเบอร์ (Snubbers).....	23
2.4 ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล.....	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 การออกแบบแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง	26
3.1 โครงสร้างหลักของแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง	26
3.2 ลำดับและขั้นตอนการออกแบบ	27
3.3 การออกแบบวงจรเรียงกระแสด้านเข้า	27
3.4 อินเวอร์เตอร์	30
3.4.1 การแยกทางไฟฟ้า	32
3.4.2 ด้วยกระดับแรงดันไฟฟ้า	33
3.4.3 ชุดขับมอสเฟส	33
3.4.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	34
3.5 หม้อแปลงความถี่สูง	35
3.6 วงจรเรียงกระแสด้านเอาต์พุต พร้อมกับวงจรกรองแรงดัน	38
3.6.1 การออกแบบวงจรกรองแรงดัน RLC	38
3.7 ตัวประมวลสัญญาณแบบ ARM7 LPC2138	40
3.7.1 การแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล	41
3.7.2 สัญญาณป้อนกลับ	43
3.8 การออกแบบตัวควบคุม พี ไอ ของแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง	45
4 การทดสอบและเก็บผล	49
4.1 ภาพรวมของการทดสอบและการเก็บผล	49
4.2 ผลการทดสอบด้วยอุปกรณ์จริง	49
4.2.1 สัญญาณ พัลส์เบรียเอม จากตัวประมวลผล ARM7 LPC2138 (PWM2 P0.7 และ PWM4 P0.8)	50
4.2.2 สัญญาณ พัลส์เบรียเอม ในชุดขับมอสเฟส	51
4.2.3 ผลแรงดันที่ด้านเอาต์พุตแบบรูปเปิด	52
4.2.4 ผลแรงดันที่ด้านเอาต์พุตแบบรูปปิด ($K_p = 0.1$ $K_i = 0.1$)	54
4.2.4 ผลแรงดันที่ด้านเอาต์พุตแบบรูปปิด โดยการปรับโพลด์แบบจัมป์ล้น ($K_p = 0.1$ $K_i = 0.1$)	55
4.3 ผลของการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	57

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.3.1 แรงดันด้านเอ้าท์พุทแบบลูปเปิดที่โหลดแตกต่างกัน	58
4.3.2 แรงดันด้านเอ้าท์พุทแบบลูปปิดที่โหลดแตกต่างกัน ($K_p=1$ $K_i=3$).....	58
 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	 59
5.1 บทสรุปโดยรวม	59
5.2 บทสรุปหลัก	59
5.3 ข้อเสนอแนะ	60
 บรรณานุกรม	 61
ภาคผนวก.....	63
ภาคผนวก ก	64
ภาคผนวก ข	66
ภาคผนวก ค	69
ประวัติย่อผู้วิจัย	71

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการจัดกลุ่มของเทศบาลนครตามอัตราทุนอุดหนุน.....	21

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพประกอบที่ 2-1 ภาพรวมของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตชิง	5
ภาพประกอบที่ 2-2 วงจรเรียงกระแสอินพุท.....	6
ภาพประกอบที่ 2-3 วงจร ฟลายเบ็ค หรือ บั๊ก-บูสต์ คอนเวอร์เตอร์	10
ภาพประกอบที่ 2-4 วงจร ฟลายเบ็ค คอนเวอร์เตอร์ที่มีการแยกทางไฟฟ้า.....	10
ภาพประกอบที่ 2-5 วงจรบั๊ก คอนเวอร์เตอร์.....	11
ภาพประกอบที่ 2-6 ฟอร์เวิร์ด คอนเวอร์เตอร์	12
ภาพประกอบที่ 2-7 วงจรพุ่ม – พูล คอนเวอร์เตอร์.....	13
ภาพประกอบที่ 2-8 วงจรฮาร์ฟบริดจ์ คอนเวอร์เตอร์.....	14
ภาพประกอบที่ 2-9 วงจรฟูลบริดจ์ คอนเวอร์เตอร์	15
ภาพประกอบที่ 2-10 วงจรกรองแรงดันด้านเอาต์พุต	16
ภาพประกอบที่ 2.11 รูปแบบของแกนเฟอร์ไรต์.....	19
ภาพประกอบที่ 2-12 ผลของการต่อวงจรสแน็ปเบอร์	24
ภาพประกอบที่ 2-13 วงจรสแน็ปเบอร์.....	24
ภาพประกอบที่ 3-1 โครงสร้างหลักแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิง	26
ภาพประกอบที่ 3-2 วงจรเรียงกระแสด้านอินพุตของแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิง	27
ภาพประกอบที่ 3-3 วงจรอินเวอร์เตอร์	30
ภาพประกอบที่ 3-4 รูปสัญญาณของชุดขับกับแรงดันด้านเอาต์พุต.....	31
ภาพประกอบที่ 3-5 วงจรชุดขับมอสเฟต.....	32
ภาพประกอบที่ 3-6 ตัวแยกทางไฟฟ้า.....	33
ภาพประกอบที่ 3-7 การต่ออินเวอร์เตอร์แบบฟูลบริดจ์	34
ภาพประกอบที่ 3-8 วงจรไฟเลี้ยงกระแสตรง.....	35
ภาพประกอบที่ 3-9 แกนเฟอร์ไรต์แบบ EE	36
ภาพประกอบที่ 3-10 วงจรกรองแรงดันเอาต์พุตจากการออกแบบ	38
ภาพประกอบที่ 3-11 ตัวประมวลสัญญาณ LPC2138	41
ภาพประกอบที่ 3-12 การแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	42
ภาพประกอบที่ 3-13 การเปรียบเทียบแรงดันกับสัญญาณสามเหลี่ยม.....	43
ภาพประกอบที่ 3-14 แรงดันด้านเอาต์พุตที่เกิดจากการสวิตชิงแบบฟูลบริดจ์.....	44
ภาพประกอบที่ 3-15 วงจรการลดทอนแรงดันเพื่อใช้ในการป้อนกลับ	45

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพประกอบที่ 3-16 วงจรกรองแรงดันแบบ RC.....	45
ภาพประกอบที่ 3-17 การป้อนกลับของสัญญาณลดทอนเพื่อใช้ในการควบคุม.....	46
ภาพประกอบที่ 3-18 ตัวควบคุมแบบ Proportional และ Integral แบบต่อเนื่อง.....	46
ภาพประกอบที่ 4-1 สัญญาณตัวประมวลผล ที่ขา P0.7.....	50
ภาพประกอบที่ 4-2 สัญญาณตัวประมวลผล LPC2138 ที่ขา P0.8.....	50
ภาพประกอบที่ 4-3 สัญญาณที่ออกจาก 6N137 (High Frequency Opto-Coupler).....	51
ภาพประกอบที่ 4-4 สัญญาณที่ออกจาก MC14504 (5 to 15V Level Shifter)	51
ภาพประกอบที่ 4-5 สัญญาณที่ขา G1 S1 ขณะจ่ายโหลด 300 วัตต์.....	52
ภาพประกอบที่ 4-6 แรงดันเอาต์พุตแบบรูปเปิด (โหลดขนาด 180 วัตต์).....	52
ภาพประกอบที่ 4-7 แรงดันเอาต์พุตแบบรูปเปิด (โหลดขนาด 300 วัตต์).....	53
ภาพประกอบที่ 4-8 แรงดันเอาต์พุตแบบรูปเปิด (โหลดขนาด 500 วัตต์).....	53
ภาพประกอบที่ 4-9 แรงดันเอาต์พุตแบบรูปเปิด (โหลดขนาด 180 วัตต์).....	54
ภาพประกอบที่ 4-10 แรงดันเอาต์พุตแบบรูปเปิด (โหลดขนาด 300 วัตต์).....	54
ภาพประกอบที่ 4-11 แรงดันเอาต์พุตแบบรูปเปิด (โหลดขนาด 500 วัตต์).....	55
ภาพประกอบที่ 4-12 ผลแรงดันขณะปรับโหลดจาก 180 วัตต์เป็น 300 วัตต์	55
ภาพประกอบที่ 4-13 ผลแรงดันขณะปรับโหลดจาก 180 วัตต์เป็น 500 วัตต์	56
ภาพประกอบที่ 4-14 ผลแรงดันขณะปรับโหลดจาก 300 วัตต์เป็น 500 วัตต์	56
ภาพประกอบที่ 4-15 วงจรของแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิงโดยจำลองด้วย MATLAB	57
ภาพประกอบที่ 4-16 แรงดันด้านเอาต์พุตแบบรูปเปิดที่โหลดแตกต่างกัน.....	58