การออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ สำหรับชุดอีเล็กโตรโฟเรสิส (Design And Construction Regulated Direct Current Power Supply For Electrophoresis)

โดย

สุเทพ เหนือคลอง

หน่วยปฏิบัติการรวมพรีคลีนิก

คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2532

บทคัดย่อ

เครื่องควบคุมกระแสไฟตรงแบบปรับค่าศักดาไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าสำหรับประกอบเป็นชุดเครื่องมืออีเล็กโตรโฟเรสิสเครื่องนี้สามารถปรับค่าศักดาไฟฟ้าเอาต์พุทได้ 0-500 โวลท์ กระแสเอาต์พุท 0-250 มิลลิแอมป์ ไลน์เรกูเลชั่น 0-0.02 % + 1.0 มิลลิโวลท์ โหลดเรกูเลชั่น 0.01 % + 1.0 มิลลิโวลท์ เคอร์เรนต์เรกูเรชั่น 0.1 % + 1.0 มิลลิแอมป์ แสดงผลด้วยระบบตัวเลข จากการได้ประกอบเครื่องควบคุมนี้เป็นชุดอีเล็กโตรโฟเรสิส พบว่าสามารถแยกโปรตีน เอ็นไซม์ของน้ำยางพาราและข้าวได้ผลดี

S Abstract

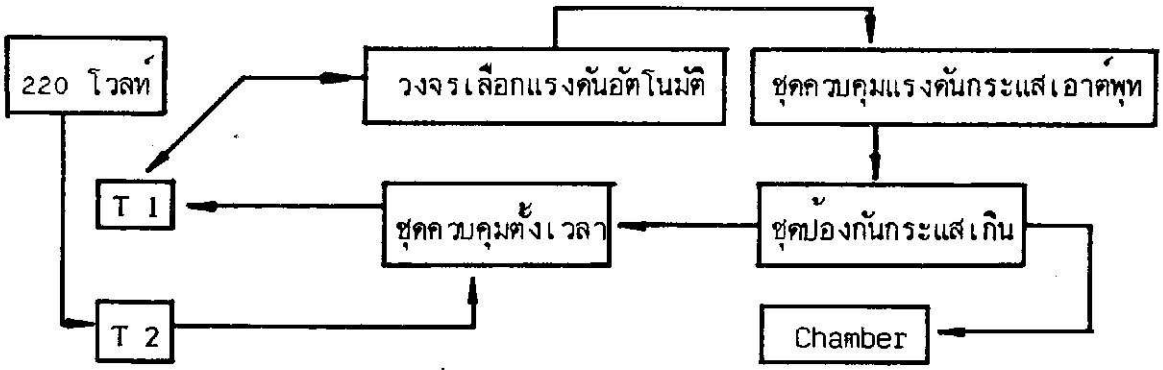
The adjustable DC voltage and current regulator for electropholysis equipment was assembled. The functional capabilities of the equipment were, 0-500volts output voltage, 0-250 mA 0-0.02% + 1.0 mV line regulation 0.01%+ 1.0 mV current regulation 0.1% + 1.0 mA load regulation with digital reading. The equipment has been used separate proteins and enzymes from rubber latex and rice with very good result.

สารบัญ

	หน้า
การทำงานของเครื่อง DC Power Supply	1
วิธีการทดลอง	6
ผลการทดลอง	9
สรุปและวิจารณ์ผล	9
วิธีการใช้เครื่อง	10
ภาพแสดงลักษณะและปุ่มต่าง ๆ ของเครื่อง	12

อีเลคโตรโฟเรสิส (Electrop oresis) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกสารที่มีโมเลกุลใหญ่ ๆ เช่นโปรตีน ไขมัน หรือกรดนิวคลีอิกชนิดต่าง ๆ ออกจากกัน โดยใช้หลักการเคลื่อนที่ของสารภายใต้ศักย์ดาไฟฟ้า ชุดเครื่องมืออีเลคโตรโฟเรสิสประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าศักดาไฟฟ้า และปริมาณกระแสไฟฟ้าได้ ส่วนที่สองเป็นเซลที่ใช้ศึกษาการเคลื่อนที่ของสารในตัวกลางกึ่งแข็ง เนื่องจากวิธีอิเลคโตรโฟเรสิส เป็นวิธีการที่สามารถประยุกต์ใช้ในงานวิจัยได้หลายอย่าง ดังนั้นเครื่องมือชนิดนี้จึงเป็นที่ต้องการของห้องปฏิบัติการและใช้เพื่อการเรียนการสอนอยู่มากแต่ด้วยราคาแพง จำนวนและคุณภาพของเครื่องที่หน่วยงานต่าง ๆ มีอยู่จึงถูกจำกัดด้วยงบประมาณ ดังนั้นจึงได้ศึกษาและพัฒนาสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าศักดาไฟฟ้าและปริมาณกระแสไฟฟ้าสำหรับประกอบเป็นเครื่องมืออีเลคโตรโฟเรสิสที่มีคุณภาพสูงและมีความอ่อนตัวในการปรับแต่งและซ่อมบำรุงและเป็นที่คาดหวังว่าเครื่องมือนี้จะช่วยสนับสนุนให้งานการเรียนการสอนและการศึกษาวิจัยก้าวหน้าเร็วขึ้น

อีเลคโตรโฟเรสิส คือการแยกสารที่มีประจุไฟฟ้าโดยอาศัยความแตกต่างระหว่างแรงดันและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสารที่จะแยก โดยอาศัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



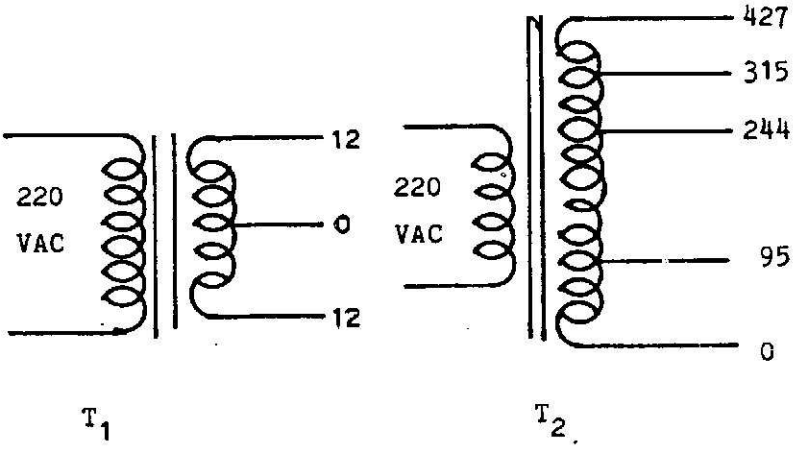
รูปแสดงไดอะแกรมการทำงานของ DC Power Supply

จากรูปแรงดัน 220 โวลท์ จะผ่านหม้อแปลง T 1 และ T2 เพื่อเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันจาก T1 จะผ่านเข้ามายังชุดควบคุมแรงดันและกระแสเอาต์พุทจ่ายให้กับ Chamber ซึ่งเป็นเซลที่อยู่ในรูปของตัวกลางกึ่งแข็งและแรงดันจาก T2 จะจ่ายให้กับชุดควบคุมส่วนอื่นๆ ซึ่งมีหน้าที่การทำงานคือ

1. หม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วย หม้อแปลง 2 ตัว คือ Step up transformer และ Step down transformer

1.1 Step up transformer จะรับแรงดันอินพุท 220 โวลท์ จากชุดควบคุมตั้งเวลาแล้วเพิ่มขนาดแรงดันขึ้นโดยแยกออกมา 4 ชุด คือ 0-95-244-315 และ 427 โวลท์ ตามลำดับ

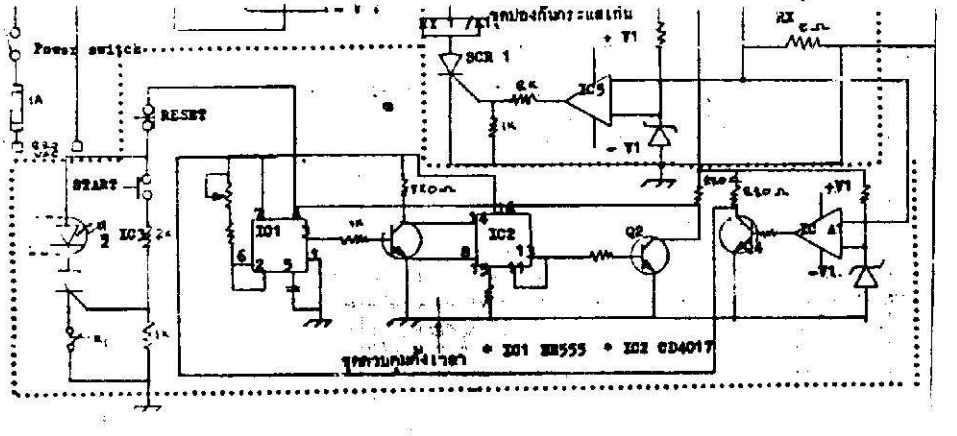
1.2 Step down transformer (T_2) จะรับแรงดันอินพุท 220 VAC แล้วลดขนาดแรงดันลงให้เหลือ 12 VAC แรงดันที่ลดลงจะนำไปเปลี่ยนให้เป็นไฟกระแสตรงที่เรียบและสม่ำเสมอ และจ่ายไฟแบบบวกลบและกราวด์ ขนาด 9 V เพื่อให้เป็นไฟเลี้ยงวงจรควบคุมตั้งเวลา Start Reset วงจรตรวจสอบกระแสเกิน และวงจรเลือกแรงดันอัตโนมัติ



รูปที่ 1 แสดง T_1 และ T_2

2. ชุดควบคุมตั้งเวลา Start และ Reset ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ T_1 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ วงจรตั้งเวลา และวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

- วงจรตั้งเวลา Start และ Reset
- วงจรตรวจสอบกระแสเอาต์พุท



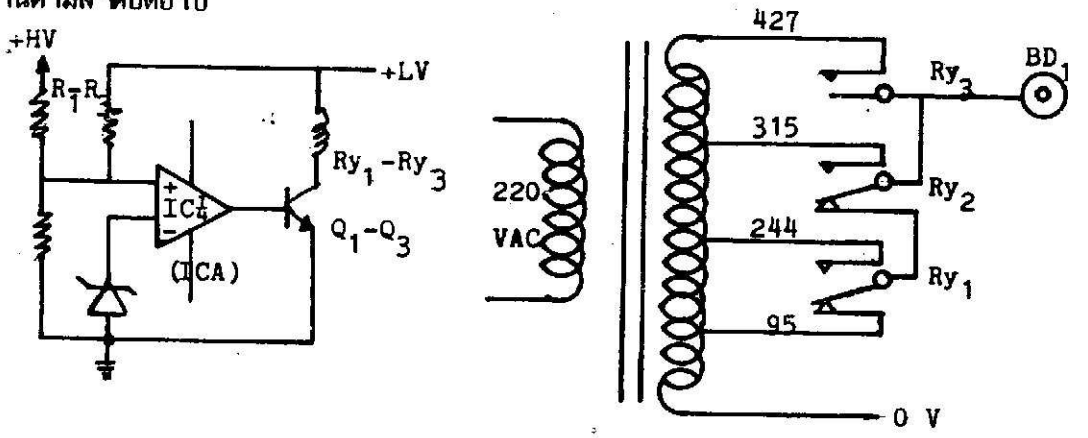
รูปที่ 2 แสดงวงจรตั้งเวลาและวงจรตรวจสอบกระแสเอาต์พุท

จากรูปที่ 2 ที่ขาคอลเลคเตอร์ (Collector) ของ Q_1 จะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อกดปุ่ม Start จะมีกระแสไหลผ่านตัวเชื่อมโยงทางแสง (opto-Couplar) แบบ LED กับโฟโตไดแอด (IC_3) โฟโตไดแอดจะนำกระแสทริกให้ไตรแอดนำกระแสจ่ายให้กับ T_1 ทำงาน ขณะเดียวกันถ้าไม่ต่อโหลด วงจรตั้งเวลาก็จะเริ่มทำงานโดย Q_1 จะจ่ายแรงดันให้กับ IC_3 ซึ่งเป็นชุด Start และ IC_1 เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาจ่ายให้กับ IC_2 ซึ่งทำหน้าที่นับสัญญาณ และถอดรหัสออกทางเอาต์พุท จนกระทั่งถึงเวลาที่ตั้งไว้ เอาต์พุทของ IC_2 ก็จะมีสัญญาณจ่ายให้กับ Q_1 นำกระแส ทำให้ขา C ของ Q_1 ซึ่งปกติมีค่าแรงดันเป็นบวก ลดลงใกล้เคียงกับศูนย์ ทำให้ IC_1 และ IC_3 หยุดทำงาน

สำหรับในกรณีที่ต่อโหลด Q_1 ไม่สามารถนำกระแสได้เนื่องจาก วงจรตรวจสอบกระแสเอาต์พุทจะวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานค่าหนึ่งที่ต่ออนุกรมอยู่กับโหลด เมื่อใดก็ตามที่ต่อโหลดจะมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานดังกล่าว ซึ่งมากกว่าแรงดันอ้างอิงที่กำหนดไว้ วงจรตรวจสอบกระแสเอาต์พุทจะทำให้ Q_2 นำกระแสในขณะเดียวกัน วงจรตั้งเวลาและ Q_1 ก็จะหยุดการทำงานด้วย เนื่องจากแรงดันที่ขา C ของ Q_2 ซึ่งจ่ายให้กับวงจรตั้งเวลา มีค่าลดลงใกล้เคียงศูนย์มีผลให้ IC_3 ทำงานได้ตามปกติ

3. ชุดเลือกแรงดันอัตโนมัติ ประกอบด้วย วงจรเปรียบเทียบแรงดัน[4][5] และรีเลย์ Ry_1, Ry_2, และ Ry_3 ซึ่งทำหน้าที่เลือกขดลวดหม้อแปลง T_1 ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยนำแรงดันเอาต์พุทจากชุดควบคุมแรงดันและกระแสเอาต์พุท มาเปรียบเทียบกับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน แรงดันเอาต์พุทจะมีความต้านทาน R_1, R_2 และ R_3 ลดแรงดันให้ต่ำลง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่กำหนดไว้ แรงดันที่ออกจากรีเลย์จะต่อเข้ากับ BD_1 (Bridge Diode) ต่อไป

ส่วนสำคัญในการทำงานของชุดเลือกแรงดันอัตโนมัติ คือ IC_1 ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบแรงดัน โดยนำแรงดันเอาต์พุทจาก R_1, R_2 และ R_3 มาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง เอาต์พุทของ IC_4 จะเป็นกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ (transister) Q_1, Q_2 และ Q_3 เพื่อจ่ายกระแสให้กับรีเลย์ทำงานตามลำดับต่อไป

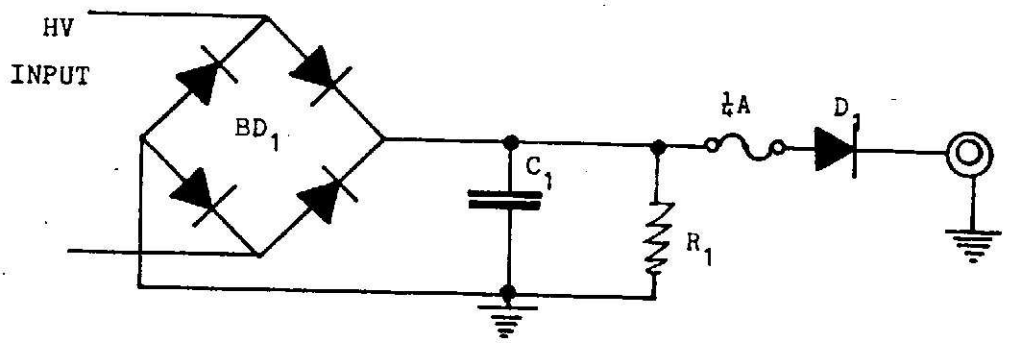


รูปที่ 3 วงจรเลือกแรงดันอัตโนมัติ

4. ชุดควบคุมแรงดันและกระแสเอาต์พุท ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

4.1 ภาคแรงดันสูง (Hight-Voltage) ประกอบด้วย BD_1 (Bridge Diode) ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟกระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรง โดยมีคอนเดนเซอร์ (Condenser)C_1 ช่วยกรองกระแสให้เรียบและสม่ำเสมอยิ่งขึ้น และมี R_1 ต่อระหว่างไฟบวกและกราวด์ เพื่อทำหน้าที่ดิสชาร์ท (Discharge) กระแสหลังจาก T_1 หยุดทำงาน แรงดันที่ใช้นี้จะต่อผ่านฟิวส์ขนาด 1/4 A และ D_1 ซึ่งต่อแบบฟอเวิลด์ และต่อให้กับทรานซิสเตอร์ (Transister) Q_1 และ Q_2 ที่ขา C ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ เอาต์พุท

ฟิวส์ ขนาด 1/4 A และ D_1 มีไว้เพื่อป้องกันกระแสไหลย้อนกลับ ถ้าเกิดกระแสไหลเกินพิกัด ซึ่งอาจทำให้ BD_1 เสียหายได้



รูปที่ 4 แสดงภาคแรงดันสูง

4.2 ภาคควบคุมแรงดันและกระแส[3,4] IC_1 ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันและกระแส โดยมี R_1 ปรับแรงดัน และ R_2 ปรับกระแส นอกจากนั้น IC_1 สามารถควบคุมได้ทั้งกระแสคงที่และแรงดันคงที่ โดยต้องคำนึงถึงกระแสที่ IC_1 จ่ายให้กับทรานซิสเตอร์ เอาต์พุท จะต้องไม่มากกว่า 0.5 mA เนื่องจากจะทำให้การเรกูเลต ของ IC_1 ลดลง แต่ในขณะที่ IC_1 สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดถึง 1.5 mA ดังนั้นจึงต้องเลือกค่าของทรานซิสเตอร์ เอาต์พุท Q_1 และ Q_2[2] ให้เหมาะสม โดยหาได้จาก สมการ คือ

$$I_{max}/B_1B_2 \quad < 0.6 \text{ mA}$$

เมื่อ I_{max} = กระแสสูงสุดเมื่อลัดวงจรที่โหลด (เป็น mA)

B_1 = อัตราการขยายต่ำสุดของ Q_1

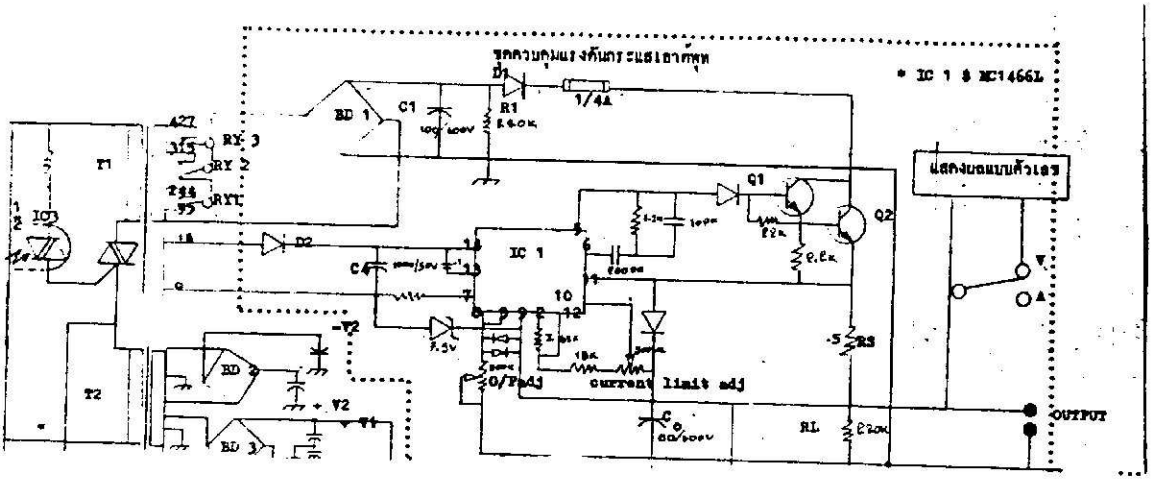
B_2 = อัตราการขยายต่ำสุดของ Q_2

ส่วนสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอีกส่วนคือ D_5 (Diode) มีไว้เพื่อป้องกัน IC_1 จากการลัดวงจรที่เอาต์พุท หรือทรานซิสเตอร์ เอาต์พุท ทำงานผิดปกติ และ D_6 ซึ่งจะต้องมีอัตราทนแรงดันย้อนกลับสูงกว่าแรงดัน

เอาต์พุท เพื่อป้องกัน BD_1 นอกจากนั้นค่าของ C_o จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมทั้งนี้เพื่อป้องกัน R_1 ขณะ C_o ดิสชาร์ท โดยหาความสัมพันธ์ได้จากสมการ

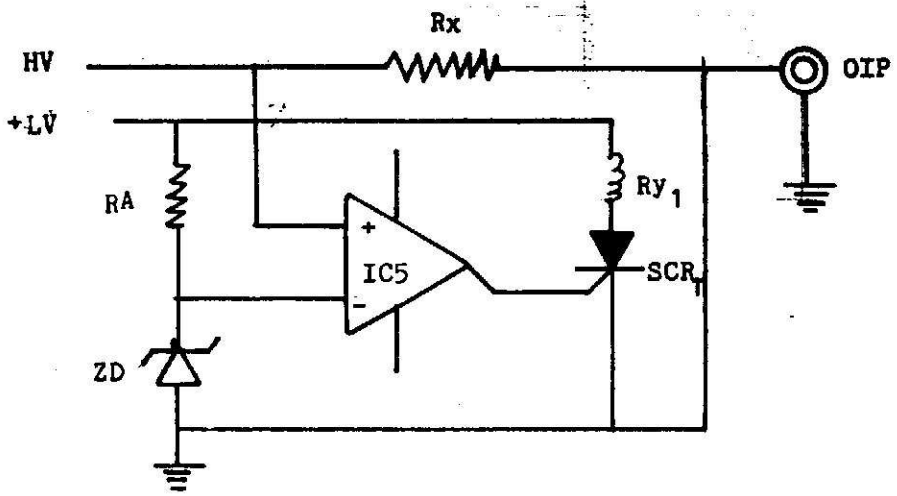
$$C_o = (100\ uF)I_2 \text{ (max)}$$

เมื่อ I_C(max) เป็นกระแสโหลดสูงสุดเป็นแอมป์



รูปที่ 5 ชุดควบคุมกระแสและแรงดัน

5. ชุดป้องกันกระแสเกิน[5]จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ IC_3 ต่อเนื่องจากชุดตั้งเวลา Start และ Reset โดยมี Ry_1 ควบคุมการทำงานของ IC_3 ชุดป้องกันกระแสเกินประกอบด้วย IC_5 ซึ่งเป็นวงจรเปรียบเทียบกับแรงดันที่กำหนดไว้ในภาวะปกติ แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R_x จะมีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิง แต่เมื่อใดก็ตามที่กระแสไหลผ่าน R_x มากกว่า 250 mA ซึ่งจะทำให้มีแรงดันตกคร่อม R_x มากกว่าแรงดันอ้างอิง IC_5จะมีกระแสเอาต์พุทออกมา ทริก เกท SCR_1 (Silicon Contralled Rectifier) นำกระแสทำให้ Ry_1 ทำงานและด้วยคุณสมบัติของ SCR_1 เมื่อนำกระแสแล้วก็จะคงสภาพการทำงานอยู่เช่นนั้นได้ แม้ว่าจะหยุดการป้อนกระแสให้ขาเกทแล้วก็ตาม เป็นผลให้ Ry_1 คงสภาพการทำงานค้าง ขณะเดียวกัน IC_3 ก็จะหยุดนำกระแส ทำให้ระบบต่างๆ ของเครื่องหยุดการทำงานทั้งหมด



รูปที่ 6 วงจรป้องกันกระแสเกิน

วิธีการทดลอง

ระบบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น IC (Integral Circuit) ทรานซิสเตอร์ (Transister) ไดโอด (Diode) ตัวเก็บประจุ (Condenser) ตัวต้านทาน (Resistance) และอุปกรณ์อื่น ๆ มาประกอบเป็นชุด และทดลองการทำงานของส่วนต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

1. หม้อแปลง Stepup Transformer เมื่อจ่ายกระแส 100 mA DC ขณะต่อโหลดใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง ไม่มีอาการขัดข้อง หรือมีความร้อนมากปกติ

2. ชุดตั้งเวลา Start และ Reset ถ้าไม่ต่อโหลด ภายในเวลา 1 นาที ตามเวลาที่กำหนดไว้ เครื่องจะหยุดการทำงาน พร้อมมี LED (Light Emeting Diode) แสดงให้ทราบว่ายังไม่ต่อโหลด โดยทดลองกดปุ่ม Start และ Reset ซ้ำ ๆ กัน เป็นจำนวน 50 ครั้ง ชุดตั้งเวลาดังกล่าวทำงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนด และถ้าต่อโหลดภายในเวลากำหนดชุดตั้งเวลาก็จะหยุดการทำงานโดยทดลองซ้ำ ๆ กัน 50 ครั้ง

3. ชุดเลือกแรงดันอัตโนมัติ ผลจากการทดลอง เมื่อปรับ R_1 ให้แรงดันออกทางเอาต์พุท มีค่าเปลี่ยนแปลงชุดเลือกแรงดันอัตโนมัติจะทำงานดังนี้

แรงดันต่ำกว่า	แรงดันสูงกว่า	ไม่มีรีเลย์ตัวใดทำงาน	รีเลย์	เลือกขดแรงดันต่อ BD_1
107 VDC				92 VAC
	107 VDC		Ry_1	244 VAC
	307 VDC		Ry_2	315 VAC
	401 VDC		Ry_3	427 VAC

4. ชุดตรวจสอบกระแสเกิน จากการทดลองเมื่อจ่ายกระแสมากกว่า 250 mA เครื่องจะหยุดการทำงานทันที และไม่มีผลกระทบต่อระบบส่วนอื่น ๆ โดยทดลองซ้ำ ๆ เช่น จำนวน 10 ครั้ง เครื่องยังสามารถทำงานได้ตามปกติ

5. ชุดจ่ายแรงดันสูง จากการทดลองวัดแรงดันสูงสุดในขณะต่อโหลด BD_1 สามารถทำงานได้ตามปกติ และสามารถจ่ายกระแสได้เรียบและสม่ำเสมอ

6. ชุดควบคุมกระแสและแรงดัน จากการปรับแรงดันคงที่ได้ผลการทดลองออกมาดังนี้

ค่าแรงดันคงที่	ใช้เวลาทดลอง	ผลที่ได้
100 V	6 ชั่วโมง	ค่าไม่เปลี่ยนแปลง
200 V	6 ชั่วโมง	ค่าไม่เปลี่ยนแปลง
300 V	6 ชั่วโมง	ค่าไม่เปลี่ยนแปลง

กระแสคงที่	ใช้เวลาทดลอง	ผลที่ได้
30 mA	6 ชั่วโมง	ค่าไม่เปลี่ยนแปลง
60 mA	6 ชั่วโมง	ค่าไม่เปลี่ยนแปลง
90 mA	6 ชั่วโมง	ค่าไม่เปลี่ยนแปลง

ผลจากการทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดควบคุมแรงดันและกระแสมีดังนี้

	ทำงานปกติ	ร้อนผิดปกติ
IC_1	———	
Q_1Q_2	———	

สมบัติทางเทคนิคของเครื่อง

แรงดันเอาต์พุท	0-500 volt	ปรับค่าได้
กระแสเอาต์พุท	0-250 mA	ปรับค่าได้
ไลน์เรกูเลชั่น	0-0.02% + 1.0 mV	
โหลดเรกูเลชั่น	0-0.01% + 1.0 mV	
เดอเรนต์เรกูเลชั่น	0.1 % + 1.0 mA	
มิเตอร์แสดงผล	แบบตัวเลขอ่านค่าละเอียด	

ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น เครื่องสามารถทำงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ คือ

1. เครื่องสามารถจ่ายแรงดันได้สูงสุด 0-500 โวลท์ และปรับปริมาณกระแสได้ 0-250 mA ต่อเนื่องโดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใด ขัดข้อง

2. เครื่องสามารถควบคุมเวลาการ Start, Reset ได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ และเครื่องจะไม่ Reset หลังจากต่อโหลดแล้ว

3. เครื่องจะตัดเองโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดการลัดวงจรเอาต์พุท หรือมีปริมาณกระแสไหลเกินกว่า 250 mA โดยไม่ทำให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของเครื่องชำรุดเสียหาย

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการออกแบบและสร้างเครื่อง สรุปผลได้ดังนี้

1. สามารถจ่ายแรงดันและกระแสแบบคงที่ได้สำหรับเครื่อง electropholysis

2. ชุดควบคุมและระบบป้องกันต่างๆ ทำงานได้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยไม่มีผิดพลาด โดยมี LED แสดงภาวะการทำงานของส่วนต่าง ๆ

3. การแสดงผลและอ่านค่าตรงกับแรงดันและกระแสเอาต์พุทจริง โดยแสดงค่าออกเป็นตัวเลข

4. อุปกรณ์ทุกตัวบนแผ่น PC Board หาได้ในท้องตลาดทั่วไป

5. ไม่มีความร้อนผิดปกติ

6. สามารถให้เครื่องทำงานติดต่อกันตลอดเวลาได้ มากกว่า 24 ชั่วโมง โดยไม่มีส่วนใดทำงานผิดปกติ

7. สามารถนำไปใช้ในการทดลองแยกแถบของเอนไซม์ และโปรตีนได้ชัดเจนและสม่ำเสมอ

8. ใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ สำหรับชุดอีเล็กโตรโฟเรสิส ที่สร้างขึ้นใช้ได้ผลสมความมุ่งหมาย แต่อย่างไรก็ตามในสภาวะไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ไฟฟ้าตับบ่อย ๆ จึงมีผลต่อเครื่องเนื่องจากจะต้องกด Start เครื่องจึงจะทำงาน ซึ่งอาจจะไม่สะดวกในกรณีที่ใช้งานค้างคืน

ในอนาคตคิดว่าจะต้องปรับปรุงแก้ไขโดยให้เครื่องมีระบบ Start อัตโนมัติ หลังจากกระแสไฟฟ้าอยู่ในภาวะปกติแล้ว ซึ่งจะทำให้เครื่องดังกล่าวมีประโยชน์ในการใช้งานมากขึ้น

Central Library
Prince of Songkhla University

วิธีการใช้เครื่อง

1. เปิดสวิทช์ Power

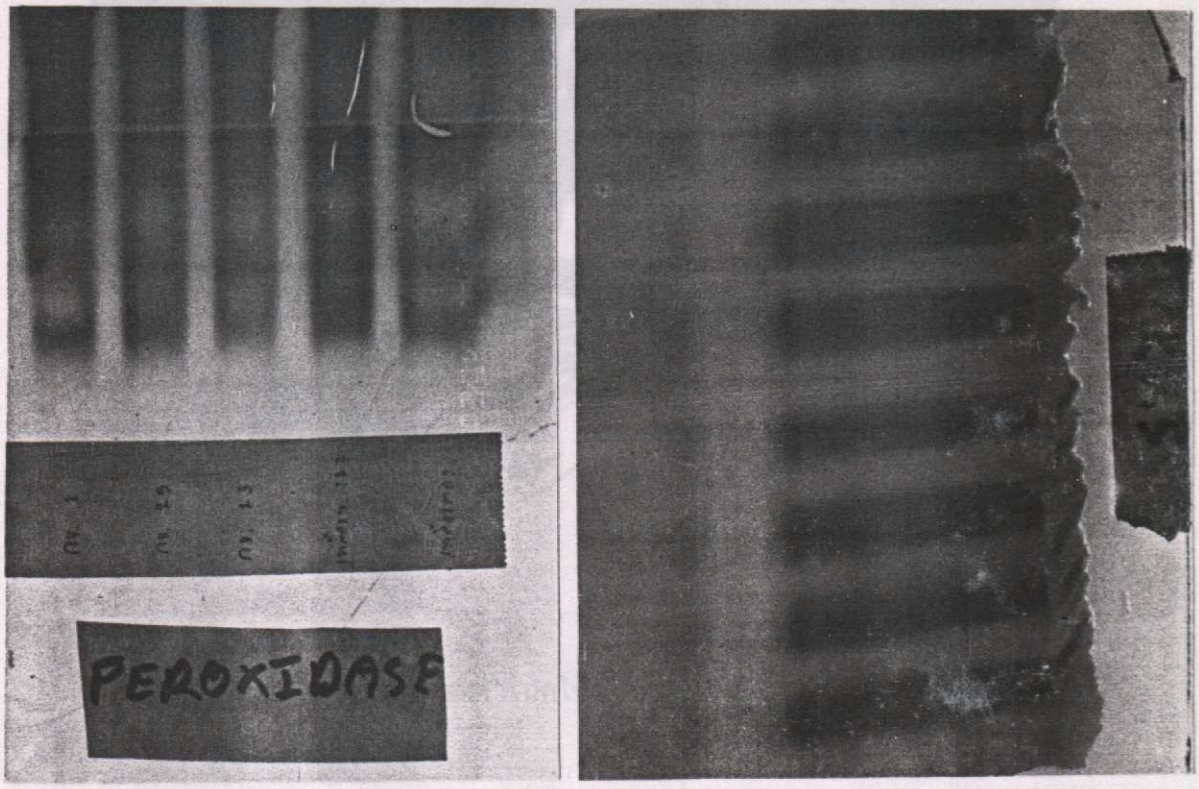
2. ถ้าต้องการแรงดันคงที่แต่กระแสเปลี่ยนแปลงหมุนปุ่มปรับกระแสให้อยู่ตำแหน่งสูงสุดส่วนปุ่มปรับแรงดันจะอยู่ตำแหน่งต่ำสุดและหมุนปรับค่าแรงดันที่ต้องการในช่วง 0-500 V

3. ถ้าต้องการกระแสคงที่แต่แรงดันเปลี่ยนแปลงหมุนปุ่มปรับแรงดันให้อยู่ตำแหน่งสูงสุด ส่วนปุ่มปรับกระแสจะอยู่ตำแหน่งต่ำสุดและหมุนปรับค่ากระแสที่ต้องการในช่วง 0-250 mA

4. ต่อ Load กับอุปกรณ์และกดปุ่ม Start ในกรณีที่กดปุ่ม Start โดยไม่ได้ต่อ Load เครื่องจะหยุดทำงาน เพื่อให้ตรวจดูว่าต่อ Load หรือไม่ เมื่อต่อเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Reset และ Start เครื่องจะทำงานตามปกติ

028503

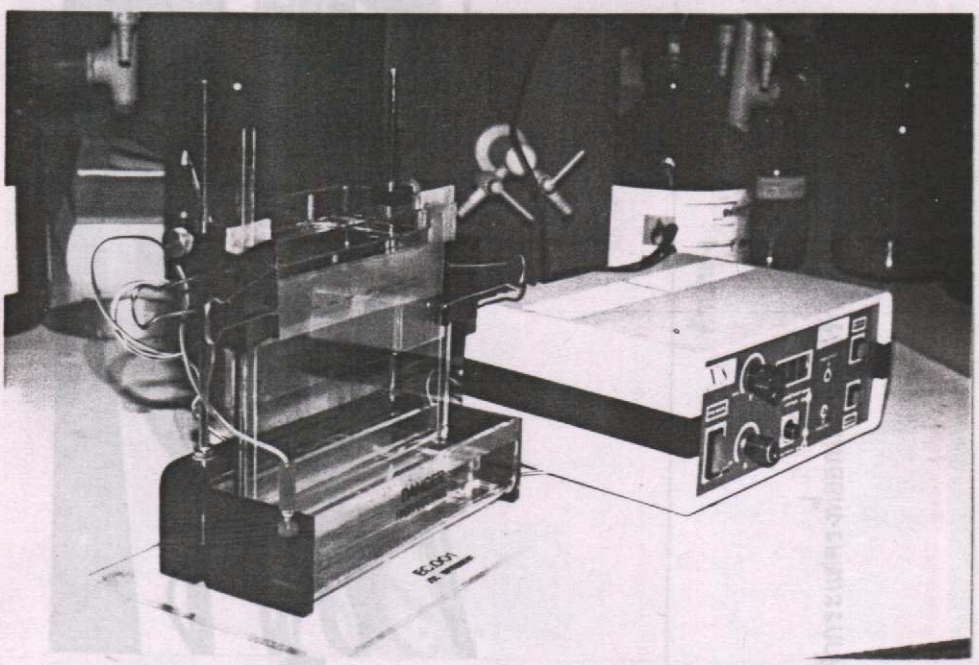
นำเครื่องไปลองใช้แยกเอนไซม์ โดยวิธีอิเล็กโตรโฟเรสิส พบว่าสามารถแยกโปรตีนและเอนไซม์ในน้ำยางพาราได้



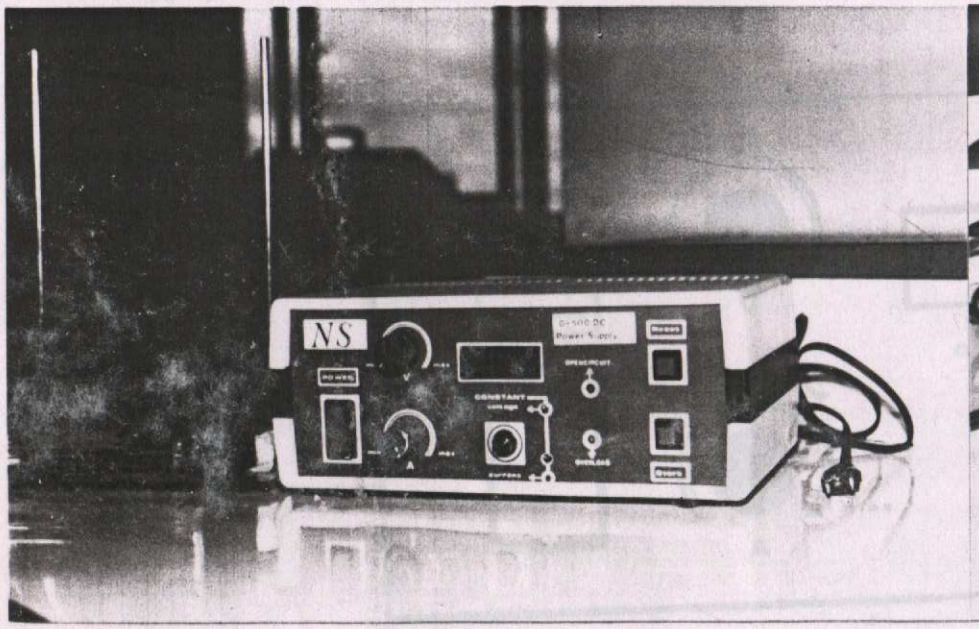
เอนไซม์ โปรตีน

แสดงแถบของโปรตีนและเอนไซม์ของน้ำยางพาราและข้าว

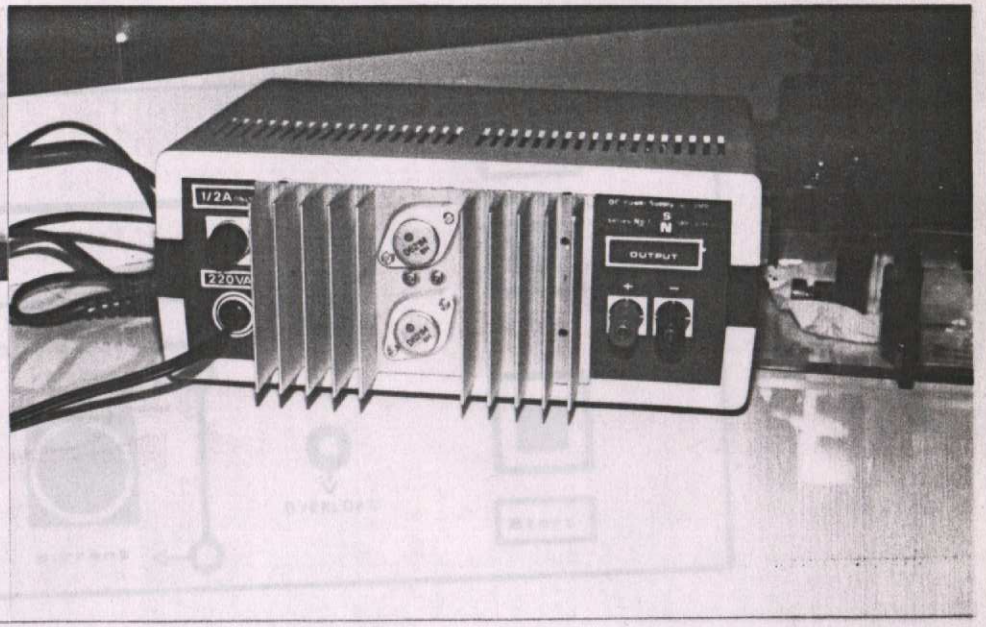
CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY



ภาพแสดงการต่อเครื่องกำเนิดไฟ้ากระแสตรงกับ
ชุดอิเล็กโตรโฟเรสิส

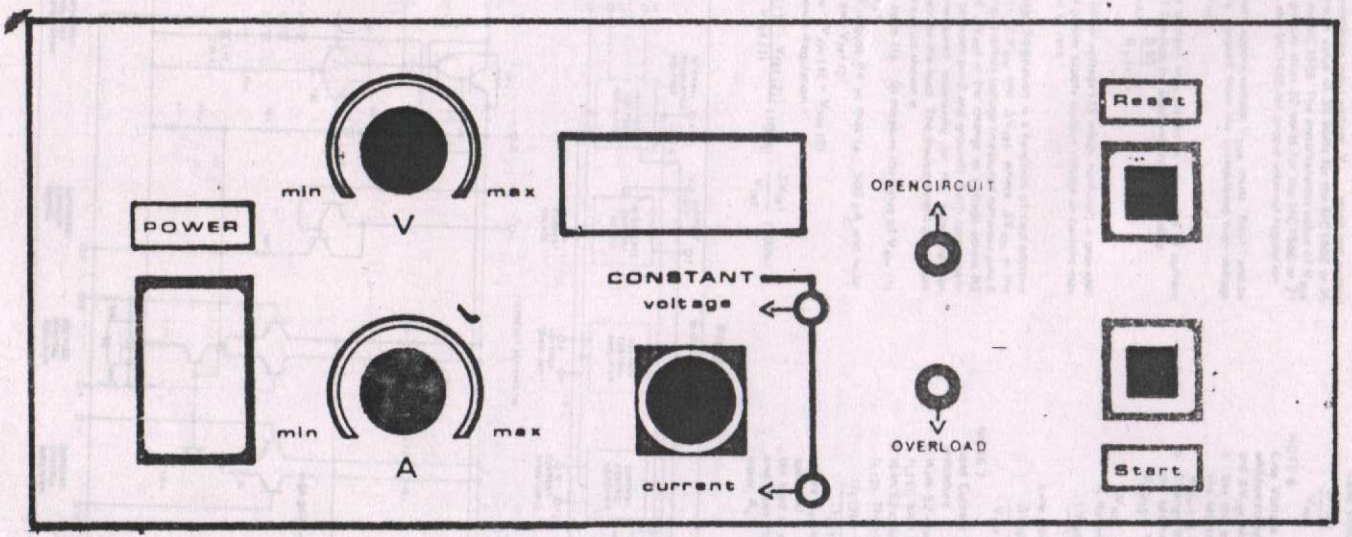


ด้านหน้า



ด้านหลัง

ภาพแสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่ออกแบบและสร้างขึ้น



ภาพหน้าปัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

NOTE 1
The instantaneous input voltage, V_{aux}, must not exceed the maximum value of 30 volts for the MC1466 or 35 volts for the MC1566. The instantaneous value of V_{aux} must be greater than 20 volts for the MC1566 or 21 volts for the MC1466 for proper internal regulation.

NOTE 2
The auxiliary supply voltage V_{aux} must "float" and be electrically isolated from the unregulated high voltage supply, V_{in}.

NOTE 3
Reference current may be set to any value of current less than 1.7 mAdc by applying the relationship

$$I_{ref}\,(mA) \approx \frac{8.55}{R_T\,(k\Omega)}$$

NOTE 4
A built-in offset voltage (15 mVdc nominal) is provided so that the power supply output voltage or current may be adjusted to zero.

NOTE 5
Load Voltage Regulation is a function of two additive components, ΔV_{iov} and ΔV_{ref}, where ΔV_{iov} is the change in input offset voltage (measured between pins 8 and 9) and ΔV_{ref} is the change in voltage across R2 (measured between pin 8 and ground). Each component may be measured separately or the sum may be measured across the load. The measurement procedure for the test circuit shown is:

a. With S1 open (I_4 = 0), measure the value of V_{iov} (1) and V_{ref} (1).

b. Close S1, adjust R4 so that I_4 = 500 µA and note V_{iov} (2) and V_{ref} (2).

Then $\Delta V_{iov} = V_{iov}(1) - V_{iov}(2)$

% Reference Regulation =

$$\frac{|V_{ref}(1) - V_{ref}(2)|}{V_{ref}(1)}\,(100\%) = \frac{\Delta V_{ref}}{V_{ref}}\,(100\%)$$

Load Voltage Regulation =

$$\frac{\Delta V_{ref}}{V_{ref}}\,(100\%) + \Delta V_{iov}$$

NOTE 6
Line Voltage Regulation is a function of the same two additive components as Load Voltage Regulation, ΔV_{iov} and ΔV_{ref} (see note 5). The measurement procedure is:

a. Set the auxiliary voltage, V_{aux}, to 22 volts for the MC1566 or the MC1466. Read the value of V_{iov} (1) and V_{ref} (1).

b. Change the V_{aux} to 28 volts for the MC1566 or the MC1466 and note the value of V_{iov} (2) and $V_{ref(2)}$. Then compute Line Voltage Regulation:

$$\Delta V_{iov} = \Delta V_{iov}(1) - V_{iov}(2)$$

% Reference Regulation =

$$\frac{|V_{ref}(1) - V_{ref}(2)|}{V_{ref}(1)}\,(100\%) = \frac{\Delta V_{ref}}{V_{ref}}\,(100\%)$$

Line Voltage Regulation =

$$\frac{\Delta V_{ref}}{V_{ref}}\,(100\%) + \Delta V_{iov}$$

NOTE 7
Load Current Regulation is measured by the following procedure:

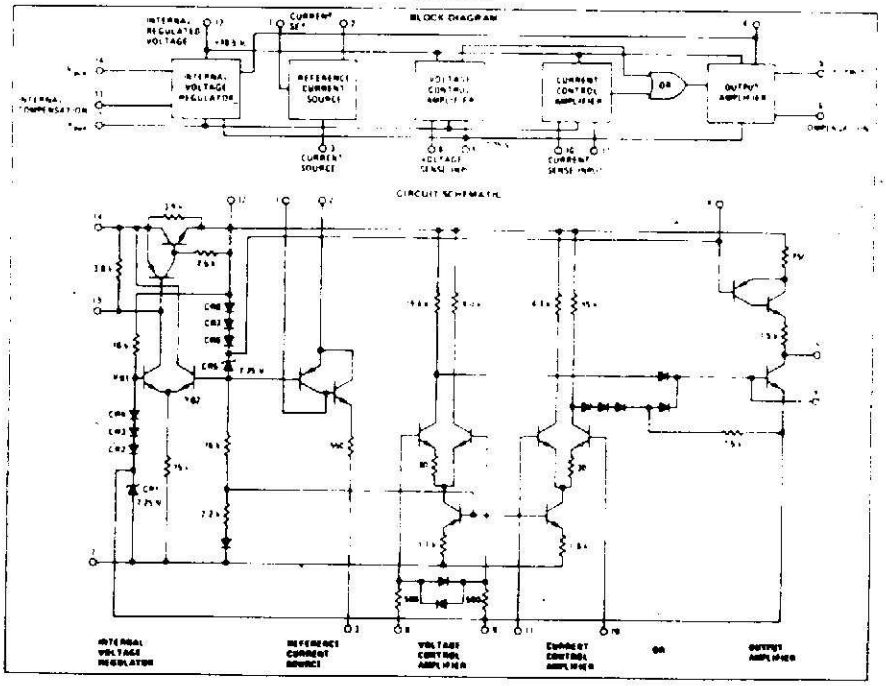
a. With S2 open, adjust R3 for an initial load current $I_{L(1)}$, such that V_O is 8.0 Vdc.

b. With S2 closed, adjust R_T for V_O = 1.0 Vdc and read $I_{L(2)}$. Then Load Current Regulation =

$$\frac{|I_{L(2)} - I_{L(1)}|}{I_{L(1)}}\,(100\%) + I_{ref}$$

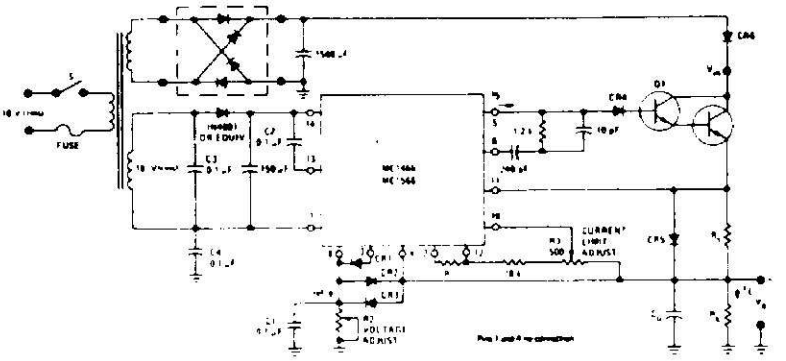
where I_{ref} is 1.0 mAdc. Load Current Regulation is specified in this manner because I_{ref} passes through the load in a direction opposite that of load current and does not pass through the current sense resistor, R_S.

FIGURE 5



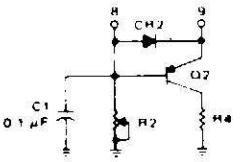
4

FIGURE 6 – TYPICAL CIRCUIT CONNECTION



NORMAL DESIGN PROCEDURE AND DESIGN CONSIDERATIONS

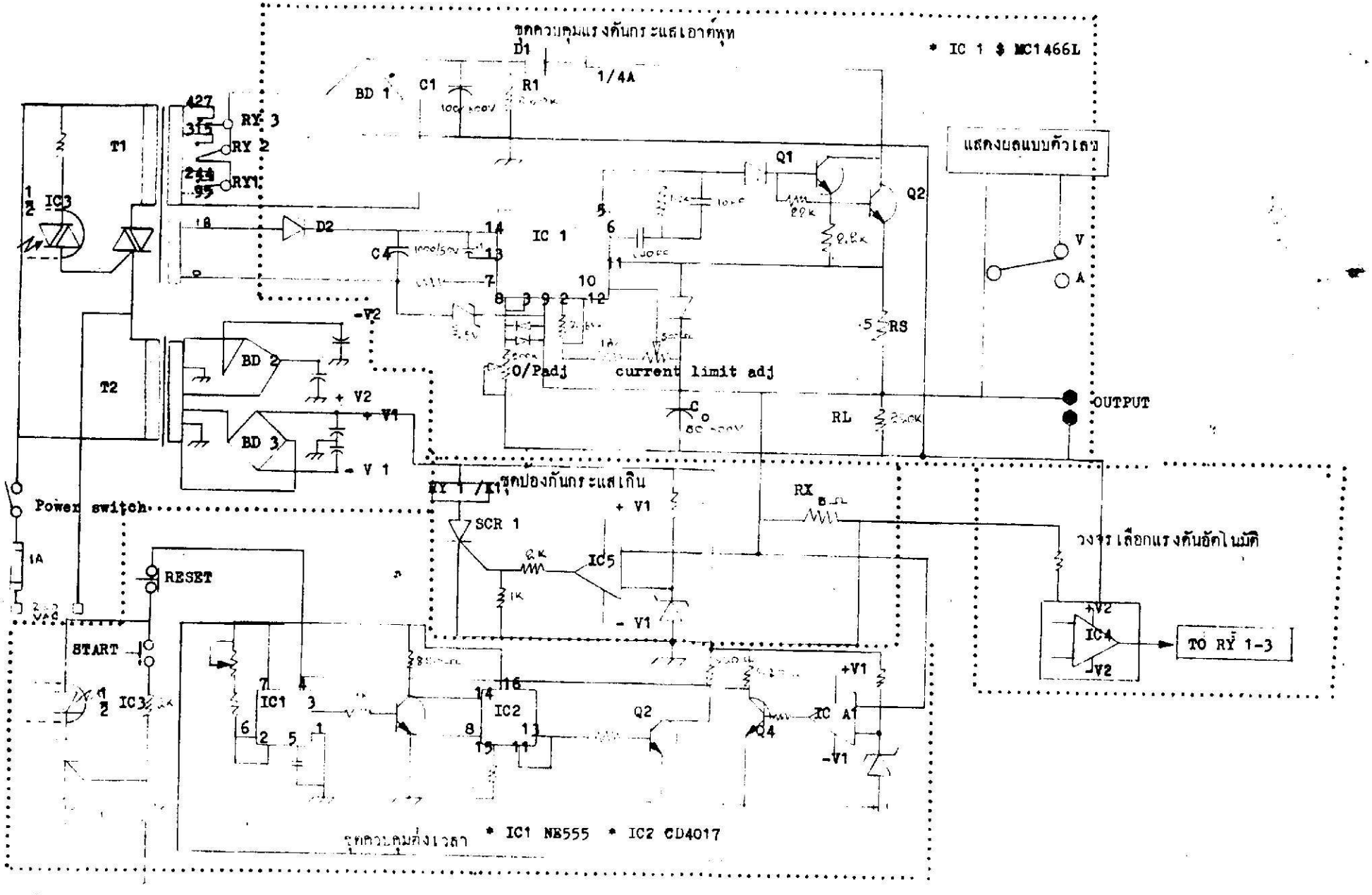
1. Constant Voltage
   For constant voltage operation, output voltage V_O is given by
   $$V_O = (I_{ref})(R_2)$$
   where R2 is the resistance from pin 8 to ground and I_{ref} is the output current of pin 3.
   The recommended value of I_{ref} is 1.0 mAdc. Resistor R1 sets the value of I_{ref}
   $$I_{ref} = \frac{8.5}{R_1}$$
   where R1 is the resistance between pins 2 and 12.
2. Constant Current
   For constant current operation:
   (a) Select R_3 for a 250 mV drop at the maximum desired regulated output current, I_{max}.
   (b) Adjust potentiometer R3 to set constant current output at desired value between zero and I_{max}.
3. If V_{in} is greater than 20 Vdc, CR2, CR3, and CR4 are necessary to protect the MC1466/MC1566 during short circuit or transient conditions.
4. In applications where very low output noise is desired, R2 may be bypassed with C1 (0.1 μF to 2.0 μF). When R2 is bypassed CR1 is necessary for protection during short-circuit conditions.
5. CR5 is recommended to protect the MC1466/MC1566 from simultaneous pass transistor failure and output short circuit.
6. The RC network (10 pF, 240 pF, 1.2 kΩ) is used for compensation. The values shown are valid for all applications. However, the 10 pF capacitor may be omitted if f_t of Q1 and Q2 is greater than 0.5 MHz.
7. For remote sense applications, the positive voltage sense terminal (Pin 9) is connected to the positive load terminal through a separate sense lead, and the negative sense terminal (the ground side of R2) is connected to the negative load terminal through a separate sense lead.
8. C_O may be selected by using the relationship.
   $C_O = (100\ \mu F)\, I_{L(max)}$, where $I_{L(max)}$ is the maximum load current in amperes.
9. C2 is necessary for the internal compensation of the MC1466/MC1566.
10. For optimum regulation, current out of Pin 5, I_5, should not exceed 0.5 mAdc. Therefore select Q1 and Q2 such that
    $$\frac{I_{max}}{\beta1\beta2} \leq 0.5\ \text{mAdc}$$
    where I_{max} = maximum short-circuit load current (mAdc)
    $\beta1$ = minimum beta of Q1
    $\beta2$ = minimum beta of Q2
    Although Pin 5 will source up to 1.5 mAdc, $I_5 > 0.5$ mAdc will result in a degradation in regulation.
11. CR6 is recommended when $V_O > 150$ Vdc and should be rated such that Peak Inverse Voltage $> V_O$.
12. In applications where R2 might be rapidly reduced in value, it is recommended that CR3 be replaced by Q2 and R4.



This design consideration prevents R2 from being destroyed by excessive discharge current from C_O. Components Q2 and R4 should be selected such that

$$R4 = \frac{R2}{10} \text{ and}$$

$$V_{(BR)CEO} \text{ of } Q2 = V_O$$


ชุดควบคุมแรงดันกระแสเอาต์พุท
* IC 1 = MC1466L
แสดงผลแบบตัวเลข
T1
T2
IC3
RY 3
RY 2
RY1
D1
1/4A
BD 1
C1
R1
Q1
Q2
D2
IC 1
V
A
RS
BD 2
BD 3
-V2
+ V2
+ V1
- V 1
O/Padj
current limit adj
OUTPUT
RL
Power switch
1A
RESET
START
ชุดป้องกันกระแสเกิน
SCR 1
IC5
RX
วงจรเลือกแรงดันอัตโนมัติ
IC4
TO RY 1-3
IC1
IC2
Q2
Q4
IC A1
+V1
-V1
ชุดควบคุมตั้งเวลา
* IC1 NE555 * IC2 CD4017

เอกสารอ้างอิง

1. ชูศักดิ์ เวชแพศย์ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2525
2. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด คู่มือทรานซิสเตอร์ พิมพ์ครั้งที่ 4 2527
3. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด "ไอซีน่าสน" เซมิคอนดัคเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ 91 : 255-260 มีนาคม-เมษายน 2532
4. MOTOROLA INC LINEAR AND INTERFACE INTEGRATED CIRCUIT U.S.A. 1986 : 4-77, 4-86
5. National Semiconductor Corporation Liner Application Handbook California 1986 : 59-132
6. National Semiconductor Corporation Liner 1 Databook California 1988 : 1-3, 1-280