หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

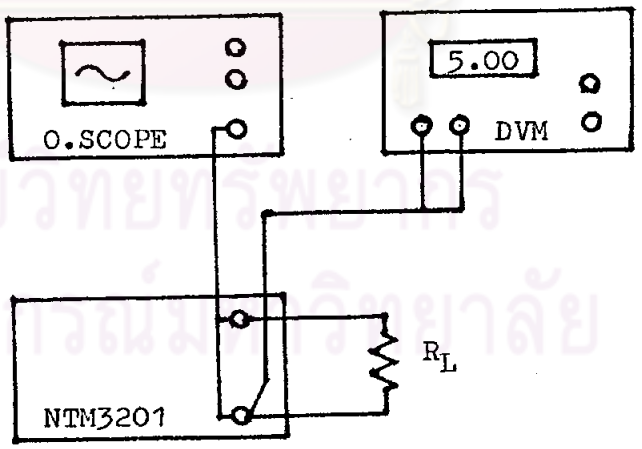
การทดสอบเสถียรภาพของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

4.1 การปรับแต่งและทดสอบเสถียรภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการปรับแต่งและทดสอบเสถียรภาพ

1. เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ (oscilloscope) โมเดล 465B TEKTRONIX
2. เครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข (digital-voltmeter) โมเดล DM44 TEKTRONIX
3. แอมมิเตอร์แบบขอเกี่ยว (hook-on ammeter) โมเดล CAM-310D SANWA

4.1.1 การปรับแต่งสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม



รูปที่ 4.1 แผ่นภาพแสดงการต่ออุปกรณ์ในการทดสอบสมรรถนะ

ขั้นตอนการทดลอง

1. ถอดสายไฟที่ทางเข้าของหม้อแปลง T_1 รูปวงจรที่ 3.5 ของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์ ที่จุด U และ Z ออก

2. ป้อนแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ เข้าที่ทางเข้าขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง T_1 วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์ ที่ทางออกของวงจรรูปที่ 3.5 ที่จุด V กับ ดิน (⏚) ด้วยเครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข

3. วัดสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่ทางออกของไอซี 8 รูปวงจรที่ 3.15 ก ด้วยเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ ปรับตัวต้านทาน R_{47} ให้ความกว้างของสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมในหนึ่งรอบได้เวลา 40 ไมโครวินาที ซึ่งสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่วัดได้ แสดงดังรูปที่ 4.2

4. วัดสัญญาณรูปฟันเลื่อยที่จุด S ของวงจรรูปที่ 3.15 ก ด้วยเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ ปรับตัวต้านทาน R_{50} ให้ความสูงของสัญญาณรูปฟันเลื่อยได้ 3.9 โวลต์ รูปร่างสัญญาณฟันเลื่อย แสดงดังรูปที่ 4.3

5. วัดสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่ทางออกของไอซี 9/2 ของวงจรรูปที่ 3.15 ข ด้วยเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ ปรับตัวต้านทาน R_{54} ให้ความกว้างพัลส์บวกได้ 90 เปอร์เซ็นต์ของความกว้างพัลส์สี่เหลี่ยมทั้งหมด ซึ่งสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม แสดงได้ดังรูปที่ 4.4

6. ต่อสายไฟที่ทางเข้าของหม้อแปลง T_1 รูปวงจรที่ 3.5 ของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์ เข้าที่จุด U และ Z

4.2 การทดสอบสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

4.1.1 การปรับแต่งเบื้องต้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อตัวต้านทานโหลด R ค่า 1 , 2 , 3 และ 5 โอห์ม เข้าที่จุดต่อทางออกของแรงดันไฟฟ้าทางออก +5 โวลต์ วัดแรงดันไฟฟ้าที่ทางออกด้วยเครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข ตามลำดับ ผลที่ได้จากการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

2. นำผลที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 4.1 มาพลอตกราฟ แสดง

ได้ดังรูปที่ 4.5

4.2.3 <u>การทดสอบสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ที่แรงดันไฟฟ้าทางออก ±12 โวลต์</u>

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อตัวต้านทานโหลด R ค่า 6 , 8 และ 12 โอห์ม เข้าที่จุดต่อทางออกของแรงดันไฟฟ้าทางออก +12 โวลต์ วัดแรงดันไฟฟ้าที่ทางออกด้วยเครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข ตามลำดับ ผลที่ได้จากการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

2. นำผลที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 4.2 มาพลอตกราฟ แสดงได้ดังรูป 4.6

3. ต่อตัวต้านทานโหลด R ค่า 6 , 8 และ 12 โอห์ม เข้าที่จุดต่อทางออกของแรงดันไฟฟ้าทางออก -12 โวลต์ วัดแรงดันไฟฟ้าที่ทางออกด้วยเครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข ตามลำดับ ผลที่ได้จากการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.3

4. นำผลที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 4.3 มาพลอตกราฟ แสดงได้ดังรูป 4.7

4.2.4 <u>การทดสอบสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ที่แรงดันไฟฟ้าทางออก ±24 โวลต์</u>

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อตัวต้านทานโหลด R ค่า 18 , 24 และ 30 โอห์ม เข้าที่จุดต่อทางออกของแรงดันไฟฟ้าทางออก +24 โวลต์ วัดแรงดันไฟฟ้าที่ทางออกด้วยเครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข ตามลำดับ ผลที่ได้จากการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.4

2. นำผลที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 4.4 มาพลอตกราฟ แสดงได้ดังรูป 4.8

3. ต่อตัวต้านทานโหลด R ค่า 18 , 24 และ 30 โอห์ม เข้าที่จุดต่อทางออกของแรงดันไฟฟ้าทางออก -24 โวลต์ วัดแรงดันไฟฟ้าที่ทางออกด้วยเครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข ตามลำดับ ผลที่ได้จากการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.5

4. นำผลที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 4.5 มาพลอตกราฟ แสดงได้ดังรูป 4.9

4.2.5 <u>การทดสอบสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่โหลดเต็มที่</u>

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อตัวต้านทานโหลด R ค่า 1 , 12 และ 24 โอห์ม เข้าที่จุดต่อทางออกของแรงดันไฟฟ้าทางออก +5 , ±12 และ ±24 โวลต์ วัดแรงดันไฟฟ้าที่ทางออกด้วยเครื่องวัดเชิงเส้นตัวเลข ผลที่ได้จากการทดลองคือ +4.96 , ±11.98 และ ±23.82 โวลต์ ตามลำดับ

2. วัดรูปคลื่นด้วยเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ รูปวงจรที่ 3.12 ที่จุด N, O และ C ผลที่ได้จากการวัดรูปคลื่น แสดงดังรูปที่ 4.10 , 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ

3. วัดรูปคลื่นด้วยเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ รูปวงจรที่ 3.10 ที่จุด H และ L ผลที่ได้จากการวัดรูปคลื่น แสดงดังรูปที่ 4.13 และ 4.14 ตามลำดับ

4. วัดรูปคลื่นด้วยเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ รูปวงจรที่ 3.6 ที่จุด J ผลที่ได้จากการวัดรูปคลื่น แสดงดังรูปที่ 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ

4.3 <u>การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในเรกกูเลเตอร์</u>[1,10]

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นภายในวงจรเรกกูเลเตอร์ ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจาก

1. การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวทรานซิสเตอร์กำลัง และ ไดโอด ขณะนำกระแสตรง และ ขณะสวิตช์
2. การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวเหนี่ยวนำ L ขณะรับโหลด
3. การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในหม้อแปลง

4.3.1 <u>การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวทรานซิสเตอร์กำลัง และไดโอด</u>

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวทรานซิสเตอร์กำลัง จะเกิดขึ้นตอนที่ทรานซิสเตอร์กำลังนำกระแส และ อิ่มตัว ซึ่งจะหาการสูญเสียกำลังได้จากสูตร

$$P_{Ldc} = V_{CE(sat)} \times I_{max} \times \frac{t}{T} \quad \ldots\ldots (4.1)$$

และ

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในช่วงสวิตช์ของทรานซิสเตอร์กำลัง จะหาได้จาก

$$P_{t_f} = \frac{1}{t_f}\int_0^{t_f} ei\ dt$$

$$= \frac{1}{t_f}\int_0^{t_f} 2V_C \frac{t}{t_f} I_{Cmax}\left(1 - \frac{t}{t_f}\right) dt$$

$$= \frac{2V_C I_{Cmax}}{t_f^2}\int_0^{t_f}\left(t - \frac{t^2}{t_f}\right) dt$$

$$P_{tf} = P_{ac}$$

$$P_{ac} = \frac{V_C I_{Cmax} t_f}{3T} \qquad \ldots\ldots (4.2)$$

เมื่อ

P_{Ldc} คือ การสูญเสียกำลังกระแสตรง

P_{ac} คือ การสูญเสียกำลังขณะสวิตช์

t_f คือ เวลาตก

T คือ เวลาในหนึ่งรอบ

V_C คือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

$\frac{t_f}{T} = 0.45$

การสูญเสียกำลังที่ทรานซิสเตอร์กำลัง ในวงจรรูปที่ 3.10

เมื่อ

แรงดันไฟฟ้า (V_C) = 232 V

กระแสคอลเลกเตอร์ $Q_{8,10}$ สูงสุด (I_{Cmax}) = 3 A

ความถี่ (f) = 33 KH_z

เวลาตก (t_f) = $\frac{5\%\ T}{2}$

$$= \frac{5}{100} \times \frac{1 \times 10^{-3}}{2 \times 33}$$

$$= 7.58 \times 10^{-7} \quad s$$

จากสมการ (4.1) การสูญเสียกำลังของทรานซิสเตอร์ $Q_{8,10}$

$$P_{Ldc} = 1 \times 3 \times 0.45 \times 2 = 2.7 \quad W$$

จากสมการ (4.2)

$$P_{ac} = \frac{232 \times 3 \times 7.58 \times 10^{-7}}{3 \times 3.03 \times 10^{-5}}$$

$$= 5.8 \quad W$$

การสูญเสียกำลัง P_{ac} ในตัวทรานซิสเตอร์ $Q_{8,10}$

$$P_{ac} = 5.8 \times 2 = 11.6 \quad W$$

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวไดโอด $D_{19,22}$ กรณีสวิตช์ จากสมการ (4.2) คือ

$$P_{ac} = \frac{V_C\ I_{Dmax}\ t_f}{3T} \quad .....(4.3)$$

เมื่อ

I_{Dmax} คือ กระแสไดโอดสูงสุด

ดังนั้น

$$P_{ac}\ (\ D_{19,22}\ ) = \frac{232 \times 3 \times 7.58 \times 10^{-7} \times 2}{3 \times 3.03 \times 10^{-5}}$$

$$= 11.6 \quad W$$

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวไดโอด D_{23-34} กรณีนำกระแสตรง จากสมการ (4.1) ให้

$$P_{Ldc} = 0.45 V_D I_{Dmax} \quad \ldots\ldots (\ 4.4\ )$$

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์ กระแสที่ทางออกคือ 5 A

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ±12 โวลต์ กระแสที่ทางออกคือ 2 A

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ±24 โวลต์ กระแสที่ทางออกคือ 1 A

กำหนดให้

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมไดโอด (V_D) เมื่อนำกระแสคือ 0.6 V

ดังนั้น

$$P_{Ldc}\ (\ D_{23-34}\ ) = 0.45 \times 0.6 \times 4 \times 5 + 0.45 \times 0.6 \times 4 \times 2 + 0.45 \times 0.6 \times 4 \times 1$$

$$= 8.64 \quad W$$

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวไดโอด D_{23-34} กรณีสวิตช์ จากสมการ (4.3)

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวไดโอด ที่แรงดันไฟฟ้าทางออก +5 โวลต์ คือ

$$P_{ac} = \frac{5 \times 5 \times 7.58 \times 10^{-7} \times 4}{3 \times 3.03 \times 10^{-5}}$$

$$= 0.83 \quad W$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวไดโอด ที่แรงดันไฟฟ้าทางออก ±12 โวลต์ คือ

$$P_{ac} = \frac{12 \times 4 \times 7.58 \times 10^{-7} \times 2}{3 \times 3.03 \times 10^{-5}}$$

$$= 0.4 \quad W$$

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวไดโอด ที่แรงดันไฟฟ้าทางออก ±24 โวลต์ คือ

$$P_{ac} = \frac{24 \times 2 \times 7.58 \times 10^{-7} \times 2}{3 \times 3.03 \times 10^{-5}}$$

$$= 0.4 \quad W$$

4.3.2 <u>การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในตัวเหนี่ยวนำ L ขณะรับโหลด</u>

การสูญเสียกำลัง (P_L) ที่เกิดขึ้นในตัวเหนี่ยวนำ L กรณีกระแสตรง คือ

$$P_L = I^2 R_L$$

เมื่อ

$$R_L = R_t N$$

และ

$$R_t = mlt\ R$$

เพราะฉะนั้น $P_L = I^2\ mlt\ R\ N$ ..... (4.5)

เมื่อ

mlt คือ ความยาวลวดเฉลี่ย

R คือ ตัวต้านทาน

I คือ กระแส

N คือ จำนวนรอบขดลวด

ที่กระแสตรง 5 แอมแปร์ ฟิลเตอร์โช้ก L_2 และ L_3 รูปวงจรที่ 3.12 ใช้ขนาดลวด SWG 18 มีค่าความต้านทานเฉลี่ย จากตารางที่ 4.6

$$\text{mlt R N} = \frac{6.386}{1000} \times 2 \times 8 \times \frac{4}{30.48}$$

$$= 0.0134 \quad \text{โอห์ม}$$

$$P_{L_{2,3}} = 5 \times 5 \times 0.0134$$

$$= 0.34 \quad \text{W}$$

ที่กระแสตรง 2 แอมแปร์ ฟิลเตอร์โช้ก L_4 และ L_5 รูปวงจรที่ 3.12 ใช้ขนาดลวด SWG 20 มีค่าความต้านทานเฉลี่ย จากตารางที่ 4.6

$$\text{mlt R N} = \frac{10.13}{1000} \times 2 \times 32 \times \frac{4}{30.48}$$

$$= 0.085 \quad \text{โอห์ม}$$

$$P_{L_{4,5}} = 2 \times 2 \times 0.085$$

$$= 0.34 \quad \text{W}$$

ที่กระแสตรง 1 แอมแปร์ ฟิลเตอร์โช้ก L_6 และ L_7 รูปวงจรที่ 3.12 ใช้ขนาดลวด SWG 22 มีค่าความต้านทานเฉลี่ย จากตารางที่ 4.6

$$\text{mlt R N} = \frac{16.2}{1000} \times 40 \times 2 \times \frac{4}{30.48}$$

$$= 0.17 \quad \text{โอห์ม}$$

$$P_{L_{6,7}} = 1 \times 1 \times 0.17$$

$$= 0.17 \quad \text{W}$$

4.3.3 <u>การสูญเสียที่เกิดขึ้นในหม้อแปลง T_2 รูปวงจรที่ 3.12</u>

คุณสมบัติเฉพาะของแกนหม้อแปลง T_2 ชนิดเฟอร์ไร้ 3C8 คือ ความยาวเฉลี่ยของรอบ = 9.5 เซนติเมตร

ขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ พันแบบแยกขดและแบบแยกกึ่งกลางขดลวด

ที่กระแสตรง 3 แอมแปร์ ขดลวดปฐมภูมิ N_{P1} และ N_{P2} ใช้ขนาดลวด SWG 19 มีค่าความต้านทานเฉลี่ย จากตารางที่ 4.6

$$\text{mlt R N} = \frac{8.05}{1000} \times 37 \times 2 \times \frac{9.5}{30.48}$$

$$= 0.19 \quad \text{โอห์ม}$$

จากสมการ (4.5) การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในขดลวดปฐมภูมิคือ

$$P_{L_{NP_{1-2}}} = 3 \times 3 \times 0.19$$

$$= 1.71 \quad \text{W}$$

การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในขดลวดทุติยภูมิคือ

ที่กระแสตรง 5 แอมแปร์ ใช้ขนาดลวด SWG 18 มีค่าความต้านทานเฉลี่ยจากตารางที่ 4.6

$$\text{mlt R N} = \frac{6.39}{1000} \times 1 \times 2 \times \frac{9.5}{30.48}$$

$$= 0.004 \quad \text{โอห์ม}$$

จากสมการ (4.5) การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในขดลวดทุติยภูมิคือ

$$P_{L_S} = 5 \times 5 \times 0.004$$

$$= 0.1 \quad \text{W}$$

ที่กระแสตรง 2 แอมแปร์ ใช้ขนาดลวด SWG 20 มีค่าความต้านทานเฉลี่ยจากตารางที่ 4.6

$$\text{mlt R N} = \frac{10.13}{1000} \times 5 \times 2 \times \frac{9.5}{30.48}$$

$$= 0.03 \quad \text{โอห์ม}$$

จากสมการ (4.5) การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในขดลวดทุติยภูมิคือ

$$P_{L_{S(\pm 12)}} = 2 \times 2 \times 0.03 \times 2$$

$$= 0.24 \quad W$$

ที่กระแสตรง 1 แอมแปร์ ใช้ขนาดลวด SWG 22 มีค่าความต้านทานเฉลี่ยจากตารางที่ 4.6

$$\text{mlt R N} = \frac{16.2}{1000} \times 6 \times 2 \times \frac{9.5}{30.48}$$

$$= 0.06 \quad \text{โอห์ม}$$

จากสมการ (4.5) การสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นในขดลวดทุติยภูมิคือ

$$P_{L_{S(\pm 24)}} = 1 \times 1 \times 0.06 \times 2$$

$$= 0.12 \quad W$$

ดังนั้นการสูญเสียกำลังในวงจรสวิทชิ่งเรกกุเลเตอร์

$$= 2.7 + 11.6 + 11.6 + 8.64 + 0.83 + 0.4 + 0.4 + 0.34 + 0.34 + 0.17 + 1.71 + 0.1 + 0.24 + 0.12$$

$$= 39.19 \quad W$$

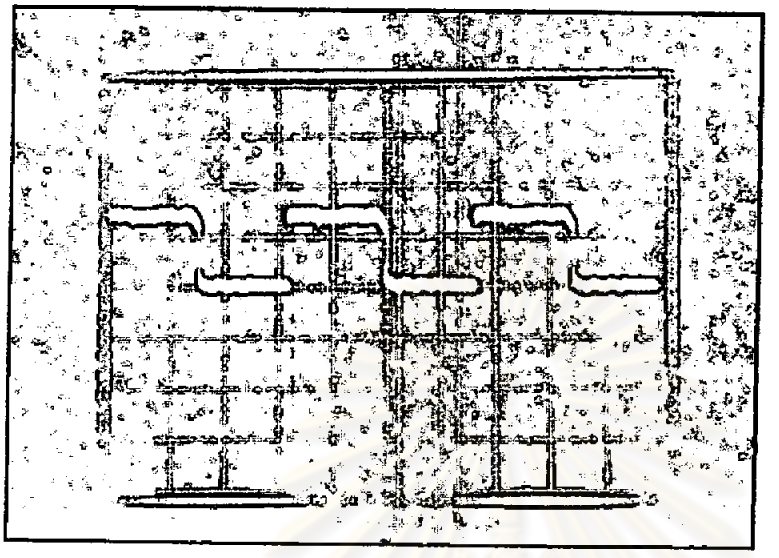
เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของวงจร

$$= \frac{P_{out}}{P_{in} + P_{Loss}}$$

$$= \frac{132}{132 + 39.19}$$

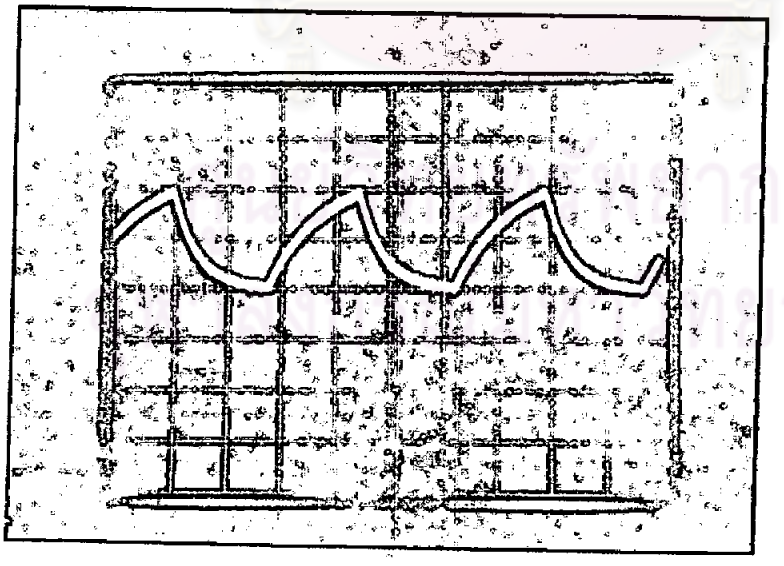
$$= 77.1 \quad \%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



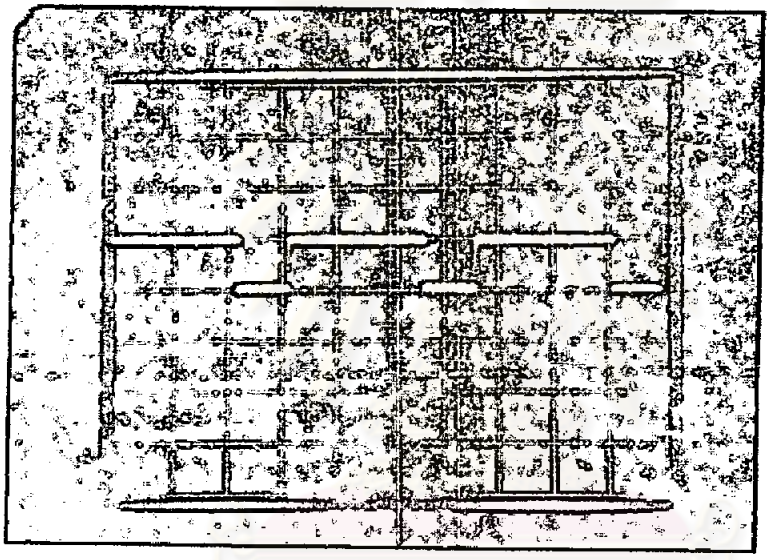
สเกลระดับสัญญาณ
: 0.5V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ทางออกของไอซี 8 รูปวงจร 3.15 ก



สเกลระดับสัญญาณ
: 2V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณรูปฟันเลื่อยที่จุด S รูปวงจรที่ 3.15 ก



สเกลระดับสัญญาณ
: 5V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ทางออกของไอซี 9/2 รูปวงจรที่ 3.15 ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

V_{out}(V)	5	5	4.98	4.96
$R_L(\Omega)$	5	3	2	1

ตารางที่ 4.1 แสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์

V_{out}(V)	12	11.98	11.89
$R_L(\Omega)$	12	8	6

ตารางที่ 4.2 แสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง +12 โวลต์

V_{out}(V)	12	11.98	11.89
$R_L(\Omega)$	12	8	6

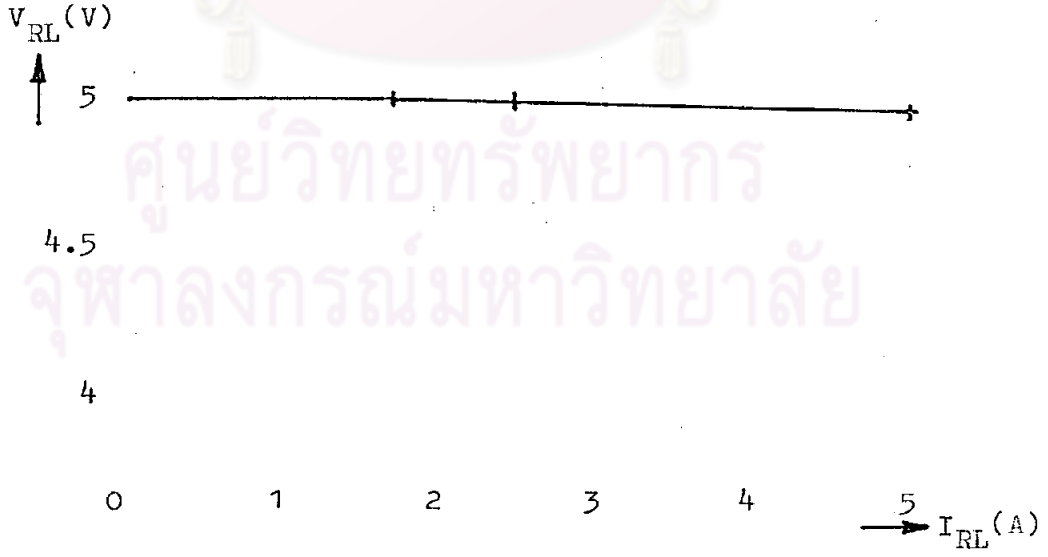
ตารางที่ 4.3 แสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง -12 โวลต์

V_{out}(V)	24	24	23.82
R_L(Ω)	30	24	18

ตารางที่ 4.4 แสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง +24 โวลต์

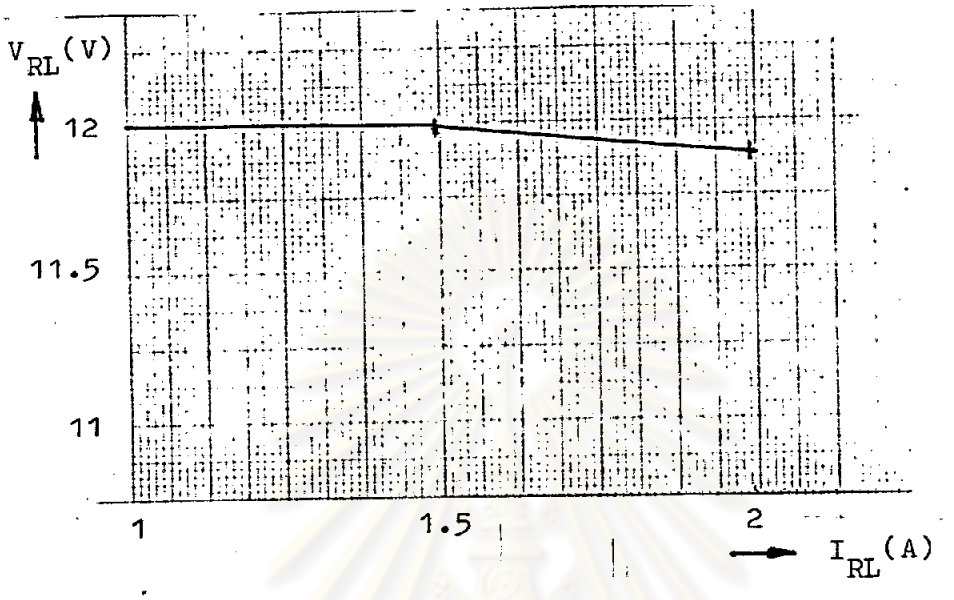
V_{out}(V)	24	24	23.82
R_L(Ω)	30	24	18

ตารางที่ 4.5 แสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง -24 โวลต์

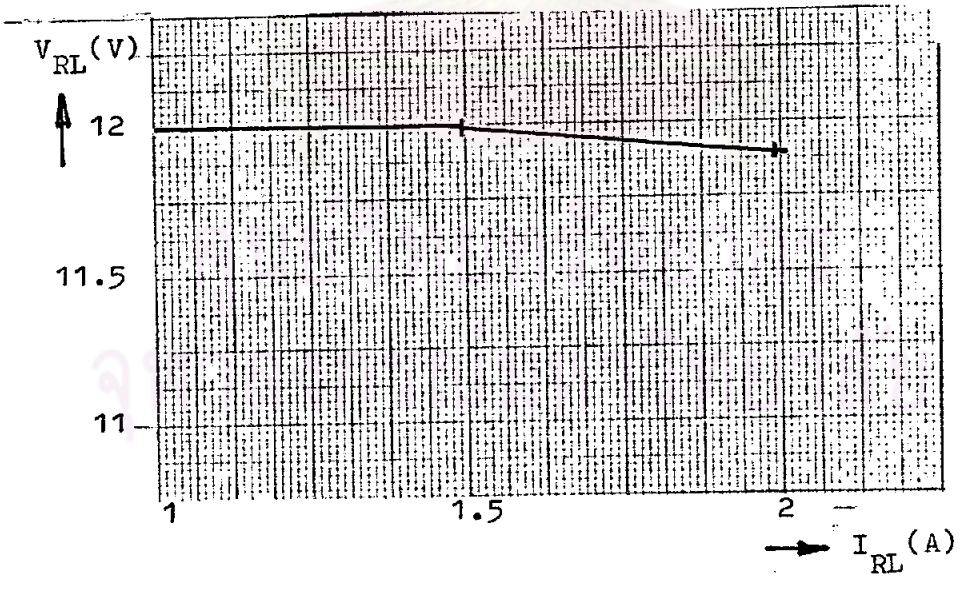


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า +5 โวลต์

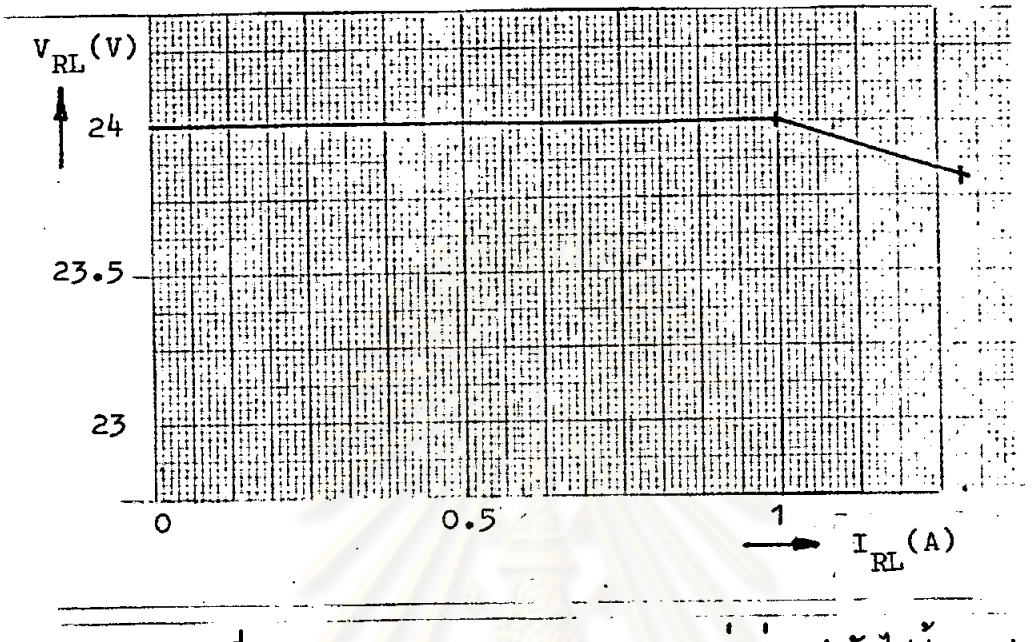
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



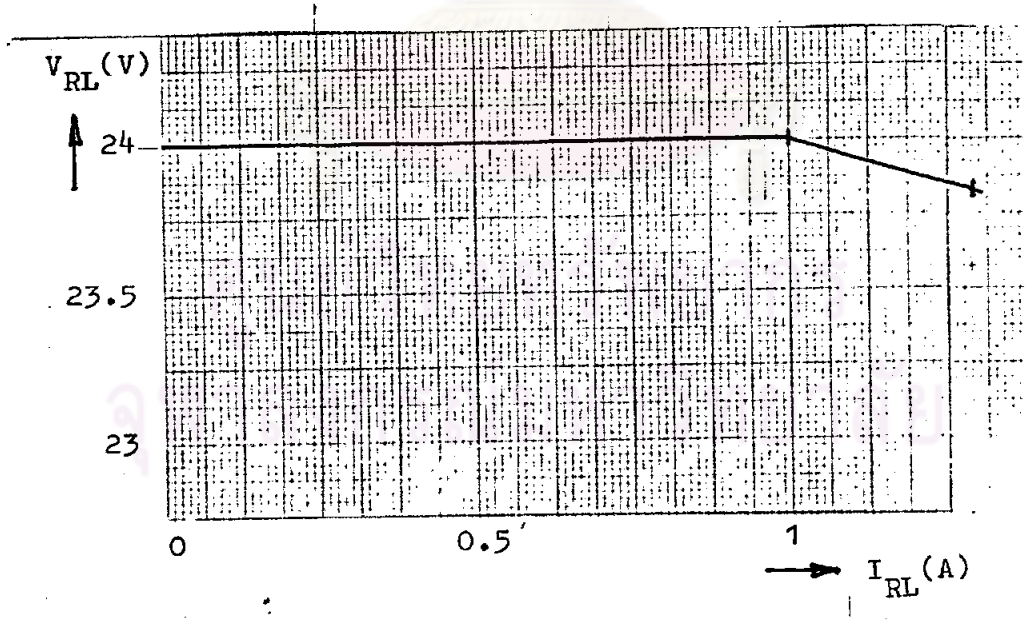
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า +12 โวลต์



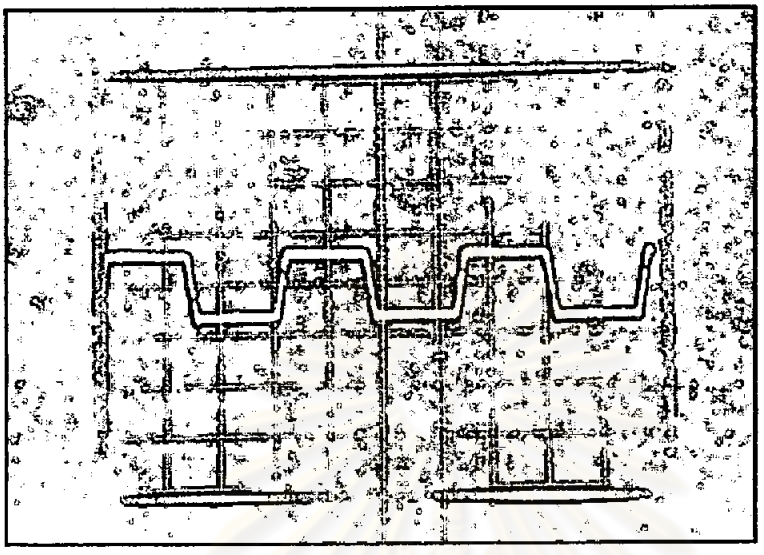
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า -12 โวลต์



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า +24 โวลต์

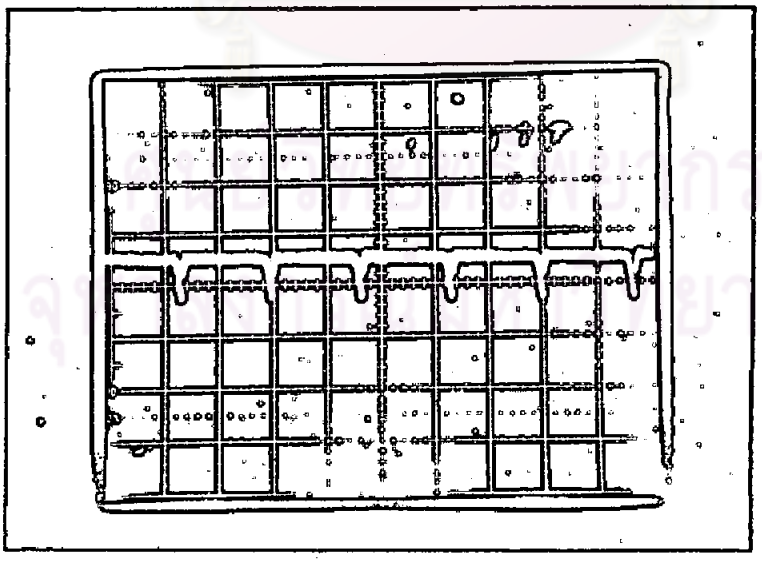


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงสมรรถนะของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า -24 โวลต์



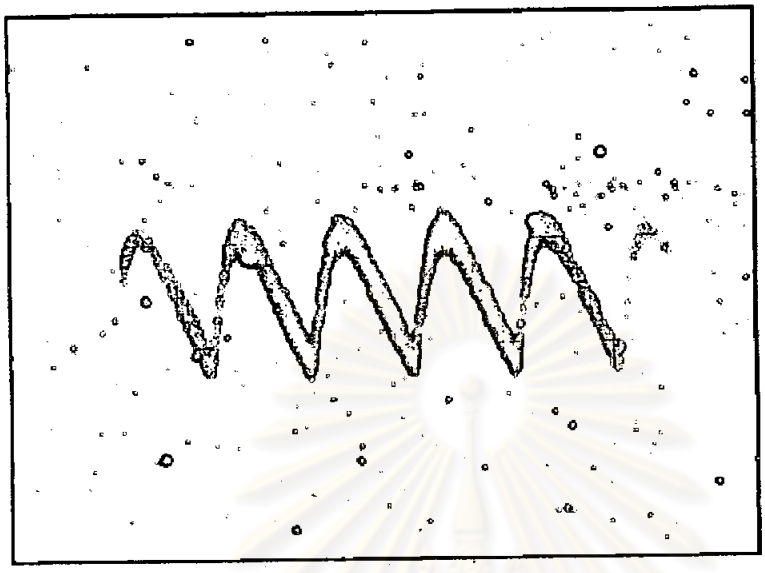
สเกลระดับสัญญาณ
: 5V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณพัลส์ที่จุด N รูปวงจรที่ 3.12



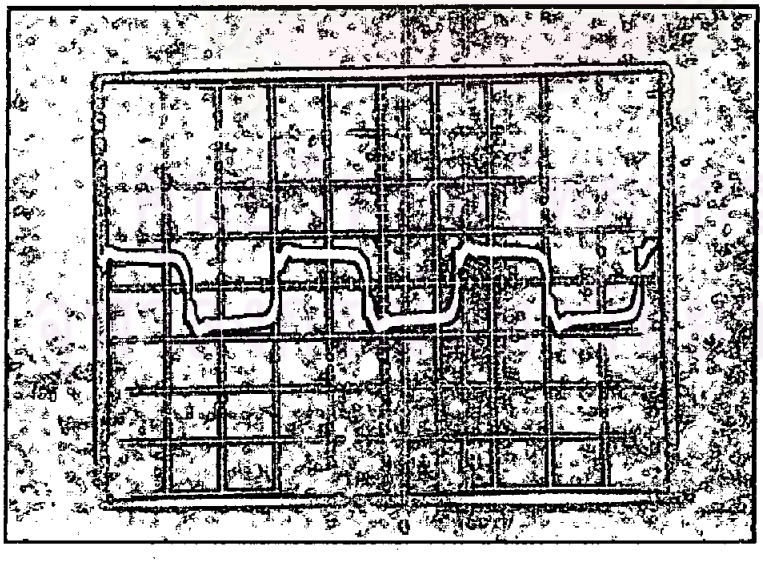
สเกลระดับสัญญาณ
: 5V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณพัลส์ที่จุด O รูปวงจรที่ 3.12 เมื่อผ่านไดอดเรียงกระแส



สเกลระดับสัญญาณ
: 10mV/div
สเกลเวลา
: 10us/div

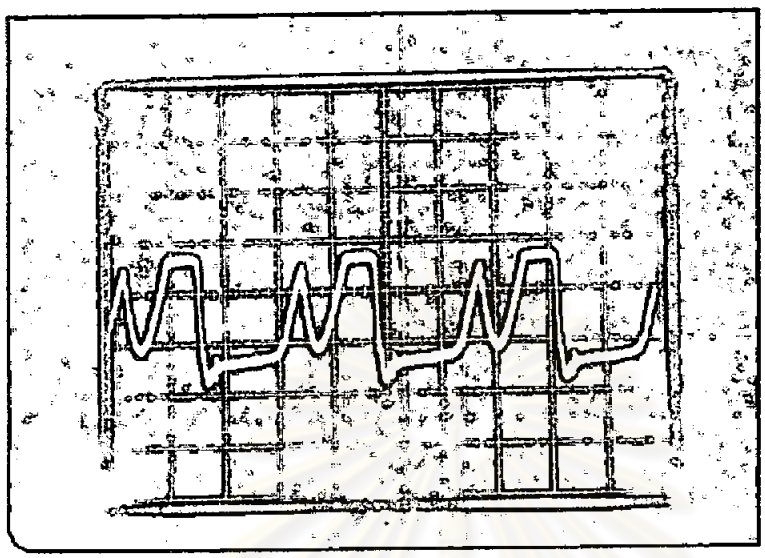
รูปที่ 4.12 สัญญาณแรงดันไฟฟ้าระลอกคลื่นที่จุด C รูปวงจรที่ 3.12



สเกลระดับสัญญาณ
: 2V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

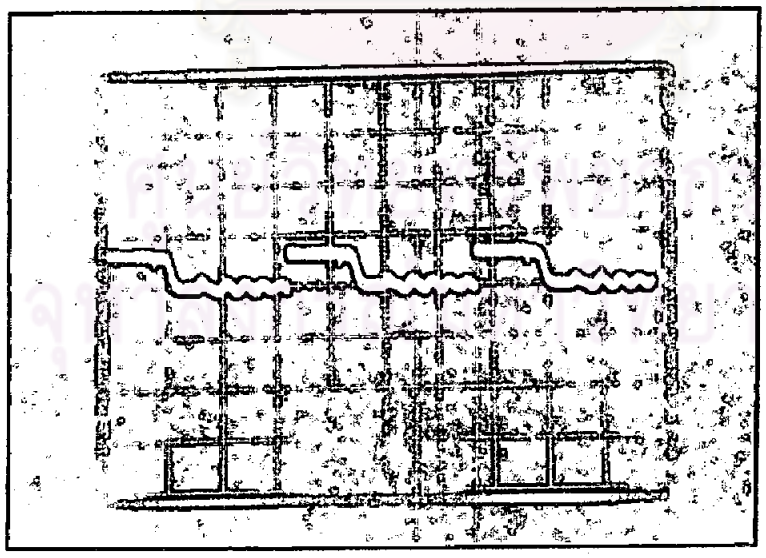
รูปที่ 4.13 รูปร่างสัญญาณที่จุด H รูปวงจรที่ 3.10

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



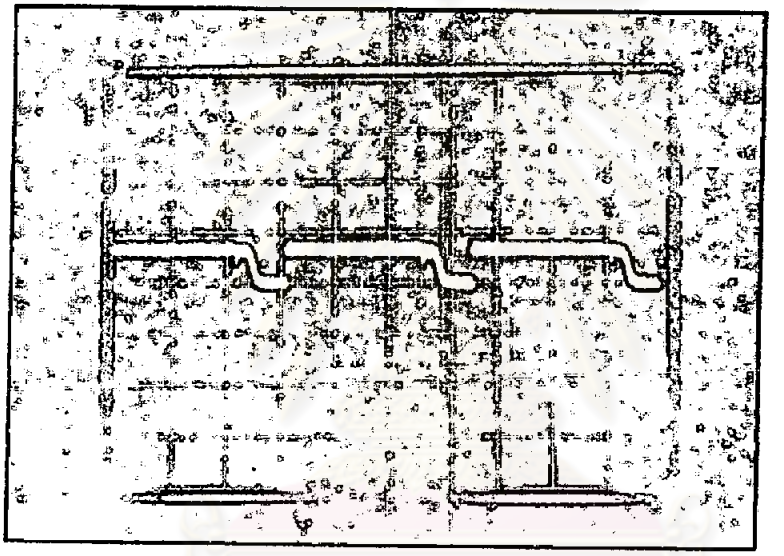
สเกลระดับสัญญาณ
: 2V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.14 รูปร่างสัญญาณที่จุด L รูปวงจรที่ 3.10



สเกลระดับสัญญาณ
: 1V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.15 สัญญาณพัลส์ที่จุด J รูปวงจรที่ 3.6 ขณะที่เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้ารับโหลดต่ำ



สเกลระดับสัญญาณ
: 1V/div
สเกลเวลา
: 10us/div

รูปที่ 4.16 สัญญาณพัลส์ที่จุด J รูปวงจรที่ 3.6 ขณะที่เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้ารับโหลดเต็มที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AWG	Diameter over insulation (inches) Min.	Max.	Nominal circular mil area	Resistance per 1000 ft	Current capacity in milliamperes based on 1000 c.m./A	AWG
8	0.130	0.133	16510	0.6281	16510	8
9	0.116	0.119	13090	0.7925	13090	9
10	0.101	0.106	10380	0.9985	10380	10
11	0.0928	0.0948	8230	1.261	8226	11
12	0.0829	0.0847	6530	1.588	6529	12
13	0.0741	0.0757	5180	2.001	5184	13
14	0.0667	0.0682	4110	2.524	4109	14
15	0.0595	0.0609	3260	3.181	3260	15
16	0.0532	0.0545	2580	4.020	2581	16
17	0.0476	0.0488	2050	5.054	2052	17
18	0.0425	0.0437	1620	6.386	1624	18
19	0.0380	0.0391	1290	8.046	1289	19
20	0.0340	0.0351	1020	10.13	1024	20
21	0.0302	0.0314	812	12.77	812.3	21
22	0.0271	0.0281	640	16.20	640.1	22
23	0.0244	0.0253	511	20.30	510.8	23
24	0.0218	0.0227	404	25.67	404	24
25	0.0195	0.0203	320	32.37	320.4	25
26	0.0174	0.0182	253	41.02	252.8	26
27	0.0157	0.0164	202	51.44	201.6	27
28	0.0141	0.0147	159	65.31	158.8	28
29	0.0127	0.0133	128	81.21	127.7	29
30	0.0113	0.0119	100	103.7	100	30
31	0.0101	0.0108	79.2	130.9	79.21	31
32	0.0091	0.0098	64	162	64	32
33	0.0081	0.0088	50.4	205.7	50.41	33
34	0.0072	0.0078	39.7	261.3	39.69	34
35	0.0064	0.0070	31.4	330.7	31.36	35

(2)

ตารางที่ 4.6 ตารางเส้นลวด

4.4 ลักษณะพิกัด

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ทางเข้า

: 110/220 V 10% 50 Hz

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ทางออก

VOLTAGE(V)	CURRENT(A)
+24.00	0-1
-24.00	0-1
+12.00	0-2
-12.00	0-2
+5.00	0-5
-5.00	0-1

กำลังไฟฟ้าที่ทางออกสูงสุด

: 132 W

การคงค่า

: ±0.1 % , ±5 V

: ±0.1 % , ±12 V

: ±0.1 % , ±24 V

แรงดันไฟฟ้าระลอกคลื่น

: <50 mV

การป้องกันวงจร

: Fuse

: Thermal Protection

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

: Overvoltage Protection > +5.5 V

น้ำหนัก

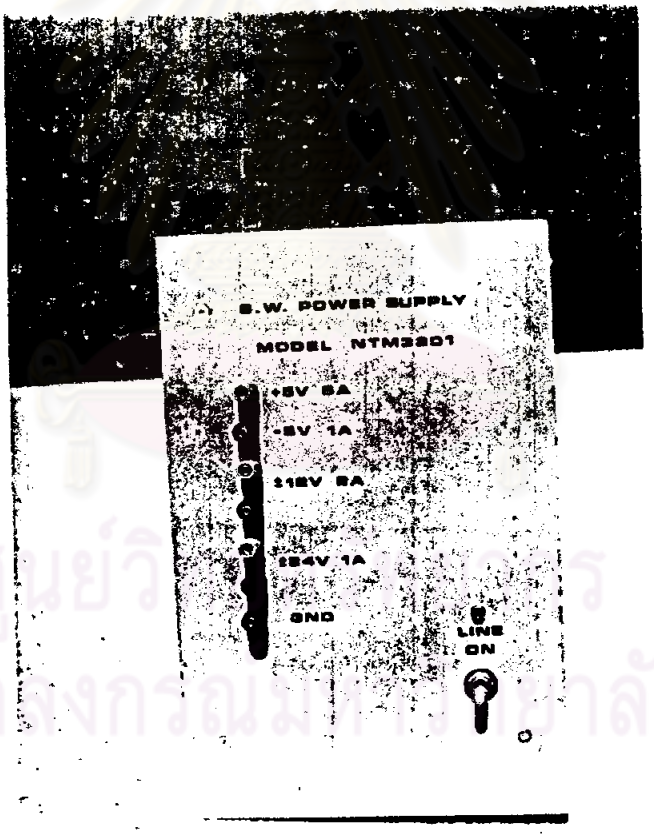
: 4.3 Kg

ขนาด

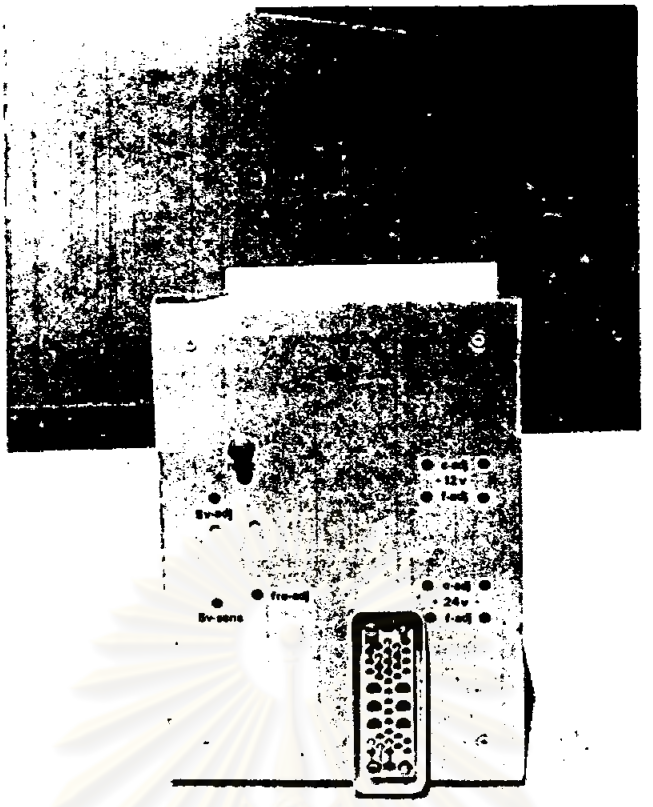
: 13.8 x 24.8 x 19.4 CM

ราคาประมาณ

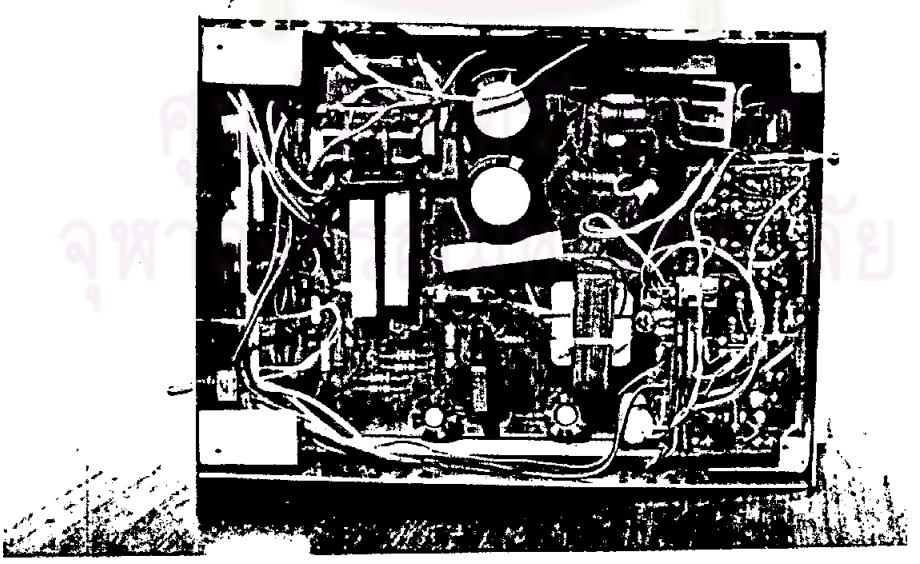
: 10,000 บาท



รูปที่ 4.17 ภาพแสดงด้านหน้าเครื่อง

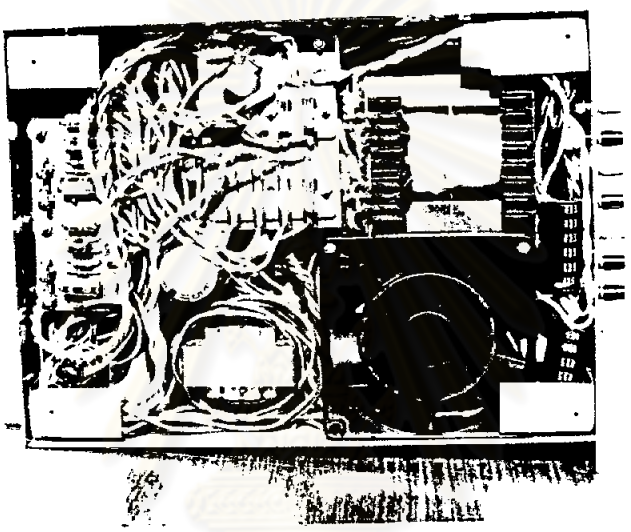


รูปที่ 4.18 ภาพแสดงด้านหลังเครื่อง



รูปที่ 4.19 ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ภายในเครื่อง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.20 ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ภายในเครื่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย