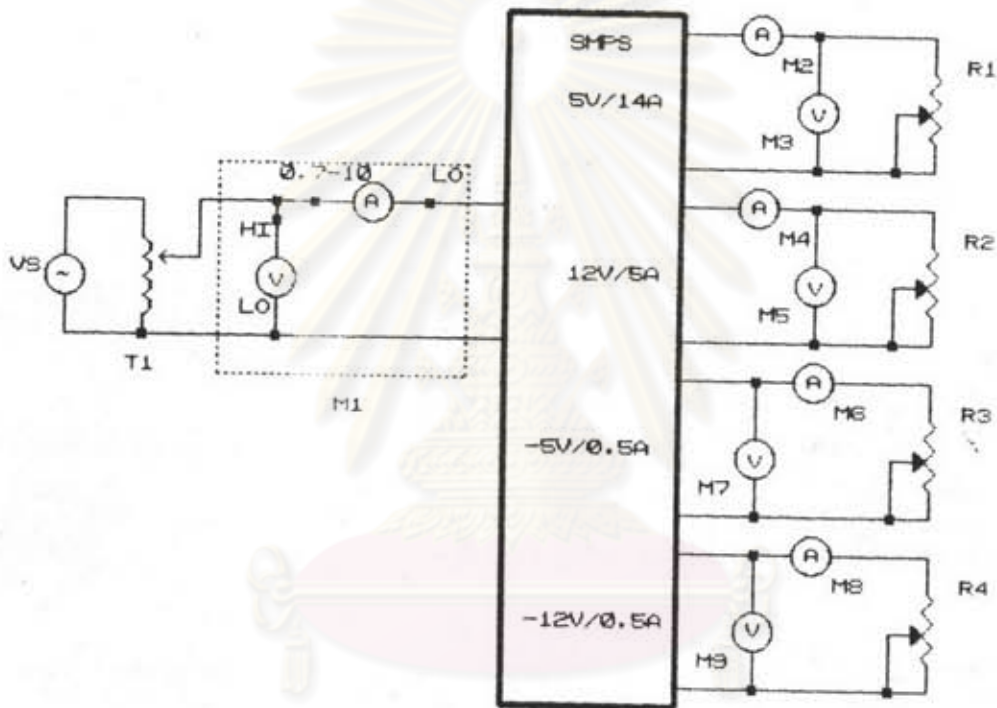


ผลการทดสอบวงจรกึ่งบริดจ์ที่ใช้สวิตช์กระแสศูนย์

การทดสอบนี้จะทำการทดสอบหาประสิทธิภาพการคงค่าด้านออก การคงค่าด้านเข้า

แรงดันระลอก การคงค่าไว้วัดวงจรตัดกระแสเกิน วงจรที่ใช้ในการทดสอบแสดงในรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 วงจรที่ใช้ในการทดสอบ

รูปที่ 8.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบจะใช้อุปกรณ์เหมือนกับในบทที่ 4

8.1 ประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพนี้ จะวัดแรงดัน, กระแสที่ไหลเมื่อปรโทลดไปที่ด้านออกของแหล่งจ่ายทิ้งสี่ชุด ด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์  $M_2 - M_9$  ขณะเดียวกันจะวัดกระแสเข้า  $I_1$ ,

แรงดันเข้า  $V_1$  และกำลังเข้า  $P_1$  ด้วย  $M_1$  ซึ่งให้ค่าเป็น RMS ค่ากำลังด้านออก  $P_o$  ได้จากผลรวมของกำลังด้านออกทั้งสี่ชุด ประสิทธิภาพได้จากการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 8.1

DC output					AC output			Eff %	
4 x (Current / Voltage)					Power	Current	Voltage	Power	$P_o / P_1$
$I_{o1} / V_{o1}$	$I_{o2} / V_{o2}$	$I_{o3} / V_{o3}$	$I_{o4} / V_{o4}$	$P_o$	$I_1$	$V_1$	$P_1$	$\eta$	
(A)(V)	(A)(V)	(A)(V)	(A)(V)	(W)	(A)	(V)	(W)	%	
0/4.8	0/11.75	0/-4.9	0/-10.25	-	0.18	220V	(10W)	0	
2/4.8	1/11.8	0.1/-4.9	0.1/-12	23.09	0.46	220V	55W	42%	
5/4.8	2/ 11.9	0.2/-4.9	0.2/-12.5	50.34	0.65	"	67W	75%	
8/4.7	3/ 12	0.3/-4.9	0.3/-12.25	78.75	0.75	"	103	76.5%	
11/4.6	4/12.25	0.4/-4.9	0.4/-12.3	106.5	1.2	"	150	71%	
14/4.5	5/12.5	0.5/-4.9	0.5/-12.3	134.1	1.6	"	205	65%	

ตารางที่ 8.1 ประสิทธิภาพของแหล่งจ่าย

## 8.2 การหาค่าแรงดันด้านออก

การหาค่าแรงดันด้านออกสามารถพิจารณาจากตารางที่ 8.1 ด้วยการคำนวณ

$$(\Delta V_{o1} / V_{o1}) \times 100 = (0.3/4.5) \times 100 = 6.7 \%$$

$$(\Delta V_{o2} / V_{o1}) \times 100 = (0.75/12.5) \times 100 = 6 \%$$

$$(\Delta V_{o3} / V_{o3}) \times 100 = (0/4.9) \times 100 = 0 \%$$

$$(\Delta V_{o4} / V_{o4}) \times 100 = (2.5/12.3) \times 100 = 16 \%$$

### 8.3 การคงค่าแรงดันด้านเข้า

การคงค่าแรงดันด้านเข้าพิจารณาเมื่อแรงดันด้านเข้าเปลี่ยนแปลง 10 % คือ 198 V - 220 V - 242 V แสดงอยู่ในตารางที่ 8.2

AC input voltage $V_i$ (V)	198 V	220 V	242 V
DC output voltage $V_{o1}$ (V)	4	4.5	4.8
DC output current $I_{o1}$ (A)	14	14	14
change in $V_{o1}$ , $\Delta V_{o1}$ (V)	0.5	-	0.3
DC output voltage $V_{o2}$ (V)	11	12.25	13
DC output current $I_{o2}$ (A)	5	5	6
change in $V_{o2}$ , $\Delta V_{o2}$ (V)	1.25	-	0.75
DC output voltage $V_{o3}$ (V)	-4.9	-4.9	-5
DC output current $I_{o3}$ (A)	0.5	0.5	0.5
change in $V_{o3}$ , $\Delta V_{o3}$ (V)	0	-	-0.1
DC output voltage $V_{o4}$ (V)	-12.25	-12.3	-13
DC output current $I_{o4}$ (A)	0.5	0.5	0.5
change in $V_{o4}$ , $\Delta V_{o4}$ (V)	0.05	-	-0.7

ตารางที่ 8.2 แสดงค่าแรงดันด้านออกเมื่อเปลี่ยนแรงดันเข้า 10 %

จากตาราง 8.2 สามารถคำนวณการคงค่าแรงดันด้านเข้าได้ดังนี้

$$(\Delta V_{o1} / V_{o1}) = (0.5 / 4.5) \times 100 = 11.11 \%$$

$$(\Delta V_{o2} / V_{o2}) = (1.25 / 12.25) \times 100 = 10.2 \%$$

$$(\Delta V_{o3} / V_{o3}) = (0.1 / 4.9) \times 100 = 2 \%$$

$$(\Delta V_{o4} / V_{o4}) = (0.7 / 12.3) \times 100 = 5.7 \%$$

#### 8.4 แรงดันระลอก

แรงดันระลอกแสดงค่าจากการทดลองในตารางที่ 8.3

Observed quantity	No load	Full load
AC Input voltage $V_1$ (V)	220	220
Output ripple $\Delta V_{o1}$ (mV, peak-peak)	0	0
Max. output spike of $V_{o1}$ (V, peak)	+0.25/-0.12	+0.5/-0.2
Output ripple $\Delta V_{o2}$ (mV, peak-peak)	0	0
Max. output spike of $V_{o2}$ (V, peak)	+0.25/-0.12	+0.4/-0.15
Output ripple $\Delta V_{o3}$ (mV, peak-peak)	0	0
Max. output spike of $V_{o3}$ (V, peak)	+0.3/-0.2	+0.3/-0.2
Output ripple $\Delta V_{o4}$ (mV, peak-peak)	0	0
Max. output spike of $V_{o4}$ (V, peak)	+0.3/-0.2	+0.3/-0.2

ตารางที่ 8.3 แรงดันระลอกในสภาวะมีโหลดและไม่มีโหลด

### 8.5 การคงค่าแรงดันโซลาร์

การคงค่าแรงดันเมื่อขั้วจ่ายอื่น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงโวลต์แสดงในตารางที่ 8.4

$I_{o1}$	$I_{o2}$	$I_{o3}$	$I_{o4}$	$V_{o1}$	$V_{o2}$	$V_{o3}$	$V_{o4}$	$CR_1$	$CR_2$
(A)	(A)	(A)	(A)	(V)	(V)	(V)	(V)		
14	0	0.5	0.5	4.8	16	-9.9	-12.3	-	-
14	5	0.5	0.5	4.5	12.5	-4.9	-12.3	6%	-
0	5	0.0	0.0	5	10.5	-5	-10.6	-	-
14	5	0.5	0.5	4.5	12	-5	-12.3	-	12.5

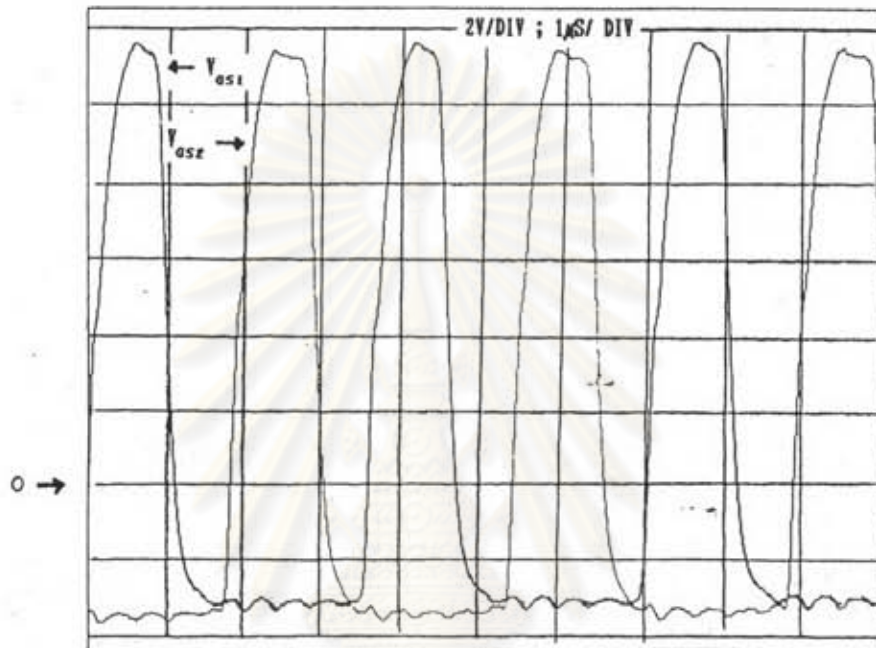
ตารางที่ 8.4 การคงค่าแรงดันโซลาร์

จากการทดสอบ การคงค่าแรงดันโซลาร์ของ  $V_{o2}$  มีค่า  $CR_2 = 12.5\%$  เพราะการคงค่าแรงดันจะทำอยู่ที่แรงดัน  $V_{o1}$

### 8.6 การวัดรูปคลื่นแรงดันกระแสที่อุปกรณ์ต่าง ๆ

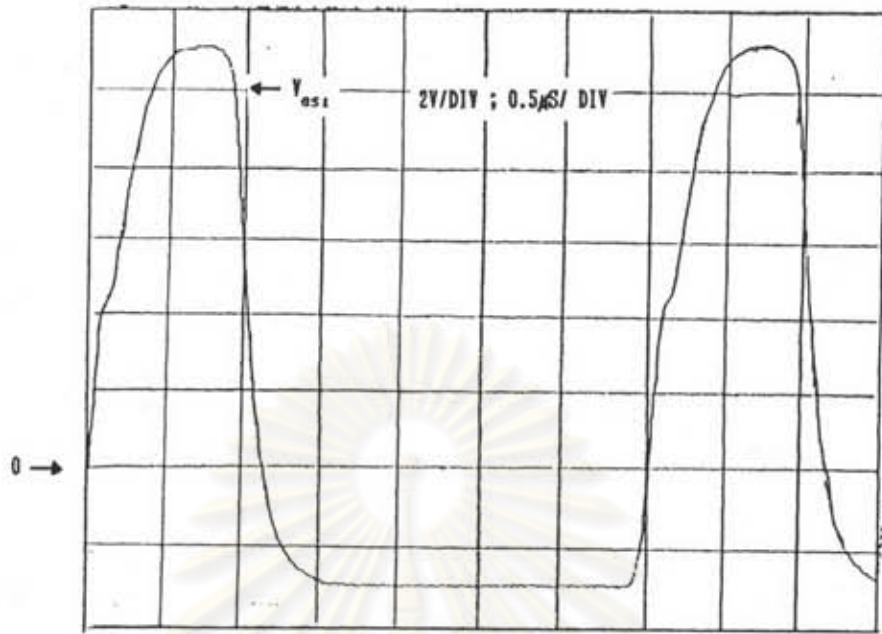
ในวงจรแปลงผันกำลังแบบกึ่งบริดจ์ที่สร้างขึ้นมีรูปคลื่นแรงดันและกระแสในอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังที่จะอธิบายตามคุณสมบัติของวงจร รูปที่ 8.2 แสดงแรงดันรบกวนสวิตช์ตัวบนและตัวล่าง ซึ่งมีเฟสต่างกัน 180 องศาไฟฟ้า คาบเวลาการสวิตช์  $3.5 \times 10^{-6}$  วินาที มีช่วงเวลาดำเนิน

กระแส  $1 \times 10^{-6}$  วินาที มีค่าเวลาที่สวิตช์ทั้งสองไม่น่ากระแสอยู่  $0.75 \times 10^{-6}$  วินาที  
 ซึ่งในส่วนของสวิตช์ทั้งสองนั้น ค่าเวลาในการสวิตช์จะมีค่าเวลาในการนำกระแสมากกว่านี้  
 เพราะมีช่วงกระแสกว้างเป็นลบ

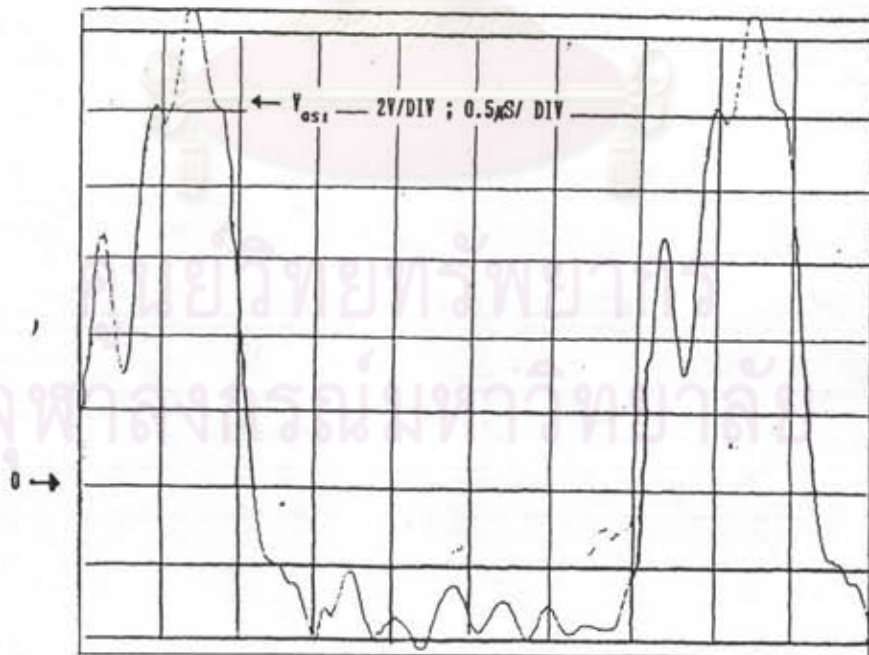


รูปที่ 8.2 แรงดันรับนำสวิตช์ตัวบนและตัวล่าง

รูปที่ 8.3 และ 8.4 แสดงแรงดันรับนำสวิตช์ ในรูปที่ 8.3 ยังไม่มีกระแสไหลใน  
 สวิตช์ ส่วนในรูปที่ 8.4 จะมีผลของกระแสที่ไหลในสวิตช์ ซึ่งเกิดจากตัวเก็บประจุที่เกิดขึ้น  
 ระหว่าง เกต-เดรน ของสวิตช์มอสเฟต ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Miller Effect [15]

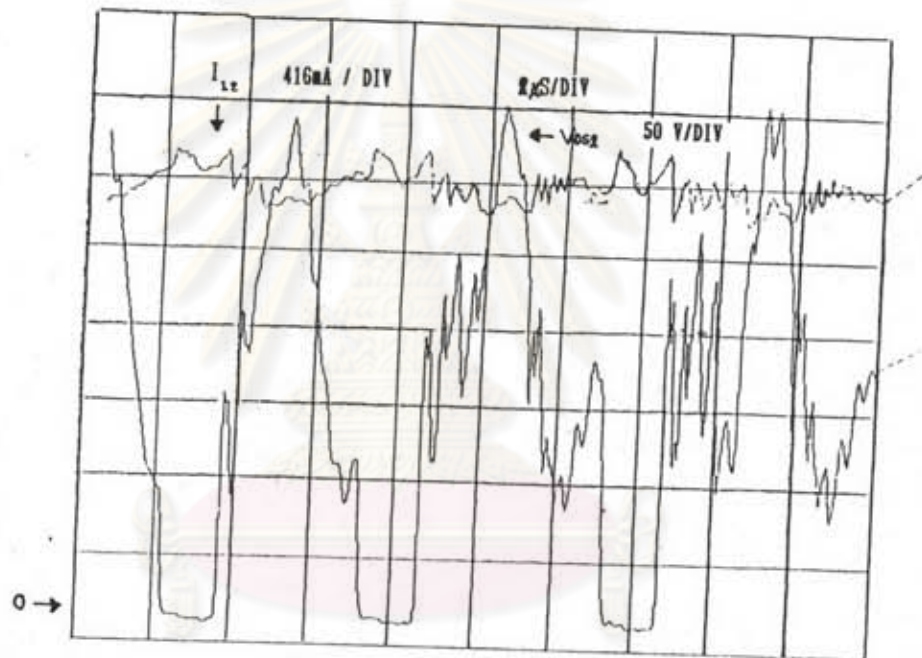


รูปที่ 8.3 แรงดันขั้วนำสวิตช์ขณะไม่มีกระแสไหลในสวิตช์



รูปที่ 8.4 แรงดันขั้วนำสวิตช์ ขณะมีกระแสไหลในสวิตช์

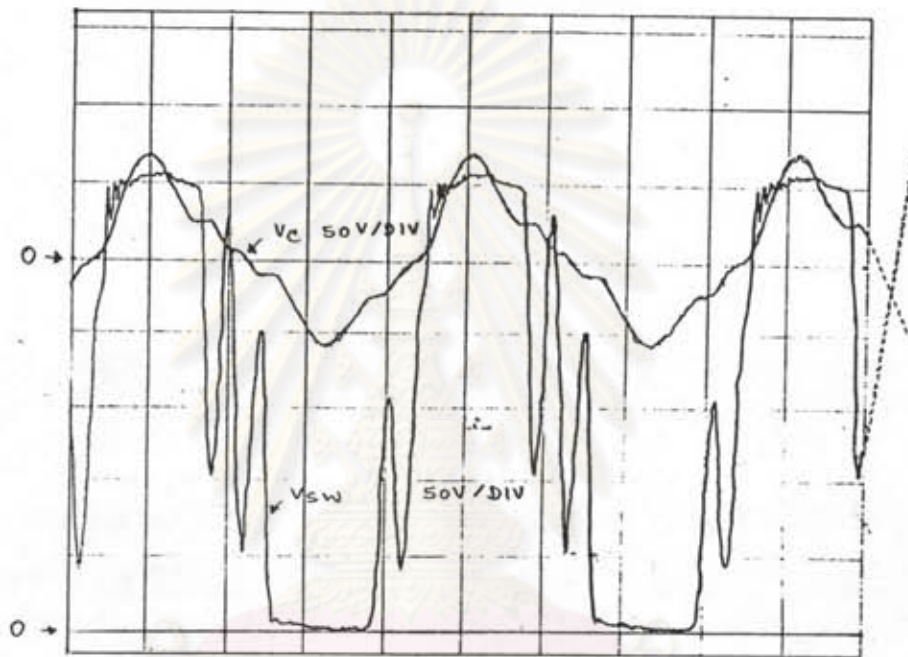
รูปที่ 8.5 แสดงแรงดันตกคร่อมสวิตช์ วัตตรวมไดโอด MBR 1045 กับกระแสใน ตัวเหนี่ยวนำ ขณะที่มีความถี่แรงดันเข้าวงจรแปลงผันกำลัง 220 V มีภาระค่ออยู่ที่แรงดันออก 5 V อยู่ 12 A รูปคลื่นกระแสในตัวเหนี่ยวนำมีการรบกวนจากผลการวัดซึ่งจะไม่พิจารณา สำหรับแรงดันที่เกิดขึ้นที่สวิตช์มีค่ายอดสูงสุด 350 V สูงกว่าแรงดันแหล่งจ่ายที่มีค่าประมาณ 310 V อยู่ 40 V เนื่องจากการพันตัวเหนี่ยวนำให้มีการเชื่อมโยงแม่เหล็กยังไม่ดีพอ แรงดันที่สวิตช์จะมีค่าสูงกว่านี้ ถ้าพิกัดไหลดต่ำลง



รูปที่ 8.5 แรงดันตกคร่อมสวิตช์วัตตรวมไดโอด MBR 1045 กับกระแสในตัวเหนี่ยวนำ กรณีตัวเหนี่ยวนำมีการเชื่อมโยงแม่เหล็กไม่ดี



รูปที่ 8.6 แสดงแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ และแรงดันตกคร่อมสวิตช์วัดรวมไดโอด MBR 1045 กรณีตัวเหนี่ยวนำมีการเชื่อมโชนแม่เหล็กดี มีแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุเป็นไปตามทฤษฎี มีพิกัดแรงดันตกคร่อมสวิตช์มอสเฟตวัดรวมไดโอด MBR 1045 มีค่าประมาณ 310V ซึ่ง เป็นไปตามทฤษฎีในบทที่ 5

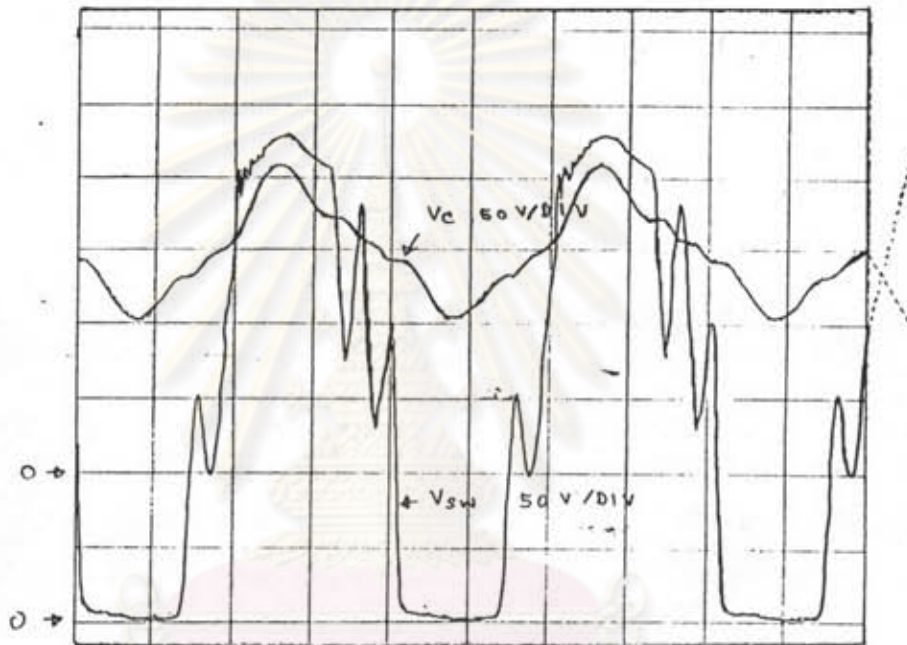


รูปที่ 8.6 แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ และแรงดันตกคร่อมสวิตช์ วัดรวมไดโอด MBR 1045 กรณีตัวเหนี่ยวนำมีการเชื่อมโชนแม่เหล็กดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8.7 แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุและแรงดันตกคร่อมสวิตช์เกิด - เคน

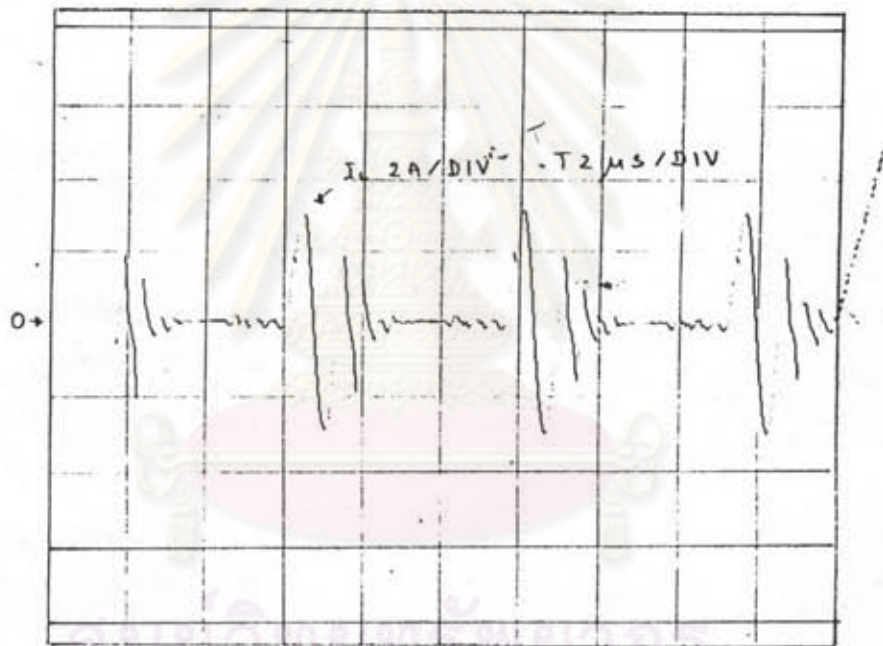
กรณีตัวเหนี่ยวนำมีการเชื่อมโชนงแม่เหล็กดี รูปที่ 8.7 นี้คล้ายกับรูปที่ 8.6 ต่างกันที่การวัดแรงดันสวิตช์วัดตกคร่อมสวิตช์อย่างเฉิว จะมีแรงดันในไดโอด MBR 1045 เสริมกับแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุในวงรอบที่วัด



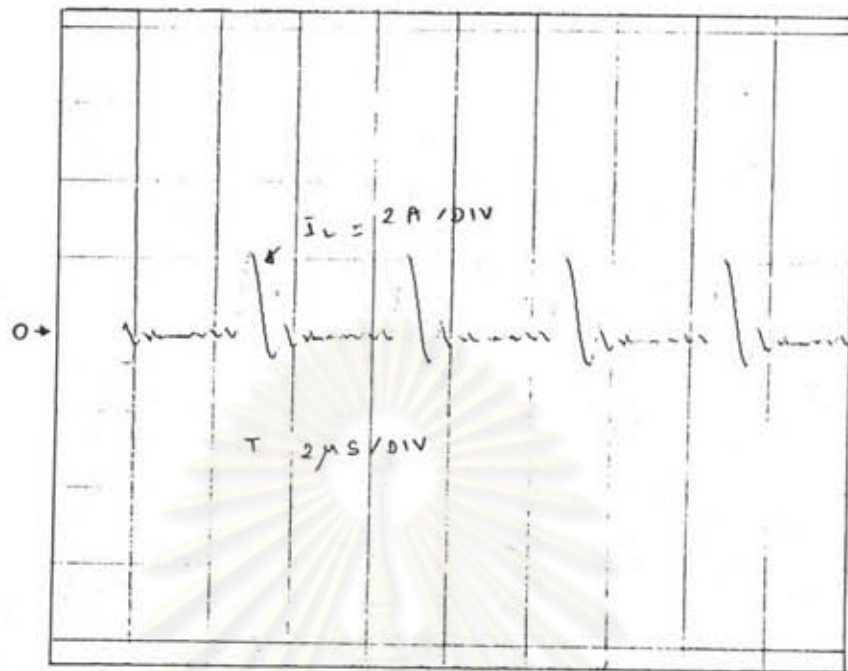
รูปที่ 8.7 แสดงแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุและแรงดันตกคร่อมสวิตช์เกิด - เคน กรณีตัวเหนี่ยวนำมีการเชื่อมโชนงแม่เหล็กดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8.8 แสดงกระแสในตัวเหนี่ยวนำในช่วงภาวะต่ำ ๆ ส่วนในรูปที่ 8.9 จะเป็นกระแสในตัวเหนี่ยวนำในภาวะมีค่าสูง จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอยู่สองประการด้วยกันคือในช่วงภาวะต่ำ ๆ กระแสที่แกว่งจะมีช่วงของกระแสบนล่าง 6 Ap-p ในขณะที่ ในช่วงภาวะมีค่าสูงกระแสแกว่งมีช่วงของกระแสบนล่างเพียง 2.6 Ap-p ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงมีภาวะมากแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุจะมีค่าแรงดันเริ่มต้นต่ำกว่า อีกสิ่งหนึ่งที่พบคือ กระแสที่แกว่งในรูปที่ 8.8 มีระดับกระแสเฉลี่ยต่ำกว่า ส่วนรูปที่ 8.9 จะมีระดับกระแสเฉลี่ยมากกว่า ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี

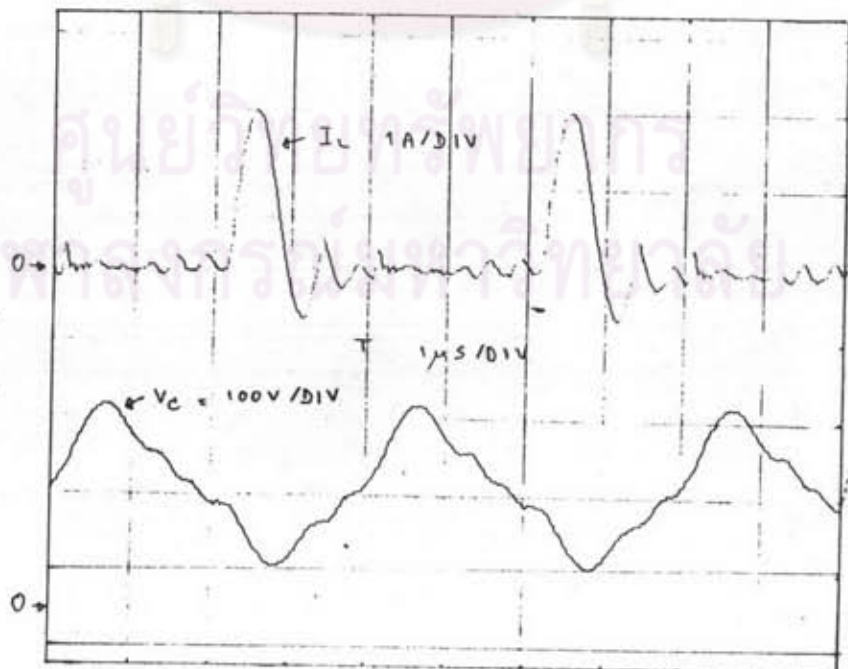


รูปที่ 8.8 กระแสในตัวเหนี่ยวนำในช่วงภาวะต่ำ ๆ



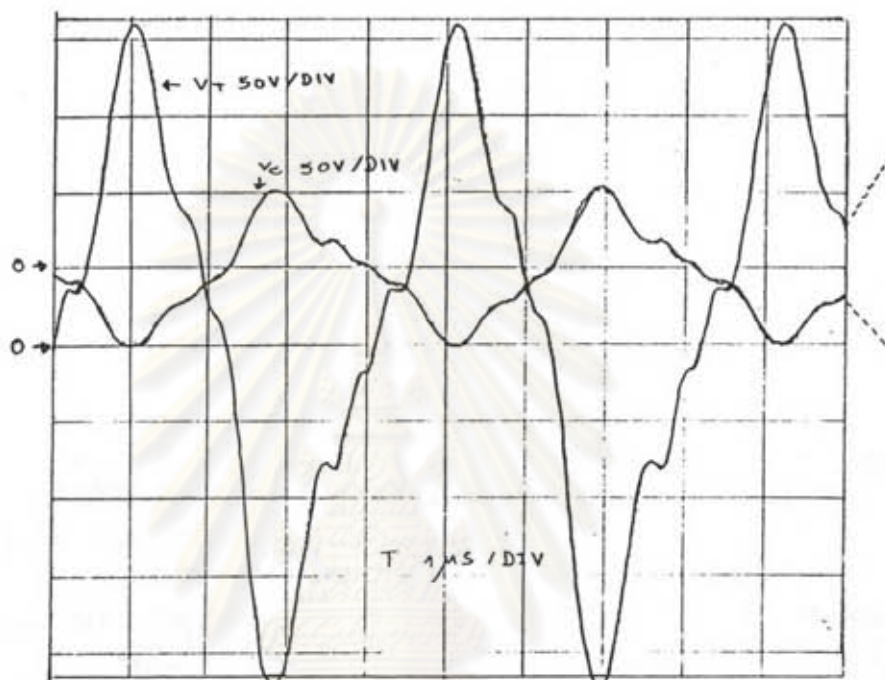
รูปที่ 8.9 กระแสในตัวเหนี่ยวนำในช่วงโพลมีค่าสูง

รูปที่ 8.10 แสดงกระแสในตัวเหนี่ยวนำและแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุค่ากระแสในตัวเหนี่ยวนำ มีค่าเท่ากับในรูปที่ 8.9 เพราะการมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ จะมีระดับค่าเฉลี่ย 150 V และมีแรงดันแกว่งประมาณ 200 Vp-p



รูปที่ 8.10 กระแสในตัวเหนี่ยวนำและแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

รูปที่ 8.11 แสดงแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุเทียบกับแรงดันตกคร่อมหม้อแปลง  
แรงดันตกคร่อมหม้อแปลงมีแรงดันเฉลี่ยมีค่าเป็นศูนย์ ไม่มีองค์ประกอบไฟตรงผ่านหม้อแปลง  
ขนาดแรงดันขอดีงขอดีมีค่าประมาณ 400 V

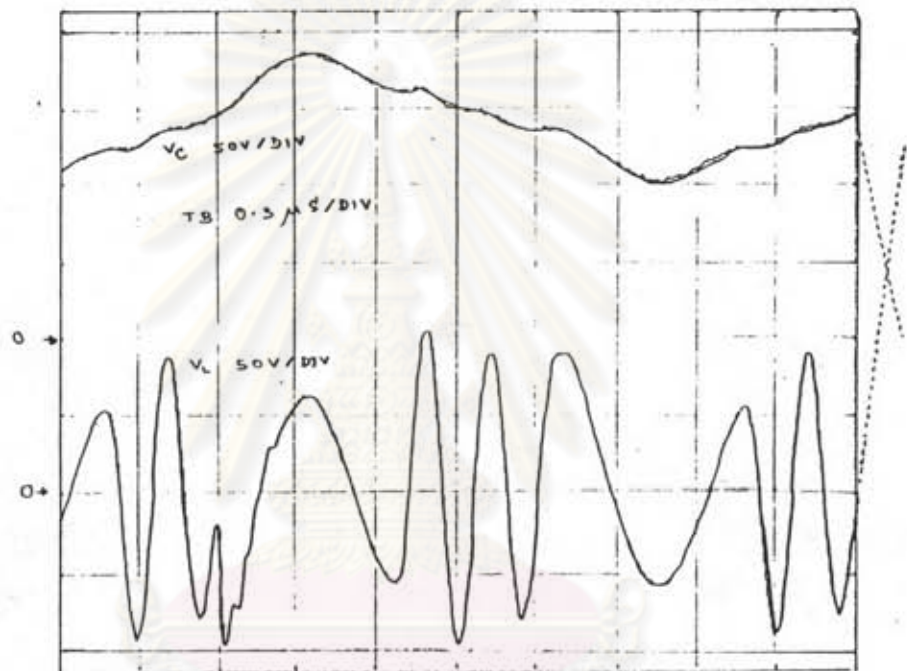


รูปที่ 8.11 แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุเทียบกับแรงดันตกคร่อมหม้อแปลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

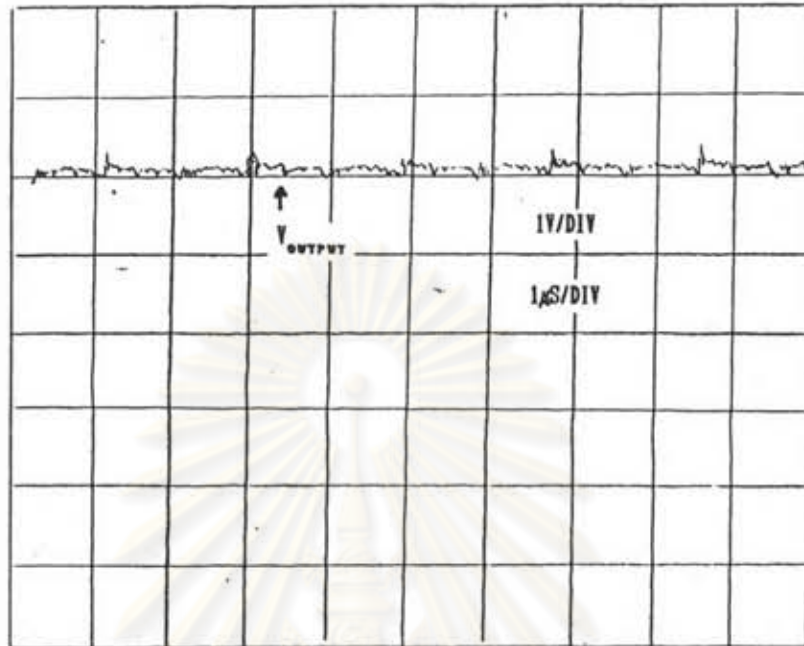
รูปที่ 8.12 แสดงแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำเทียบกับแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ จะเห็นว่าแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำในช่วงสวิตช์ไม่ทำงานจะมีแรงดันเหนี่ยวนำจากตัวเหนี่ยวนำในสวิตช์อีกชุดหนึ่งมาหักล้างให้แรงดันตกคร่อมสวิตช์มีค่าไม่เกินแรงดันแหล่งจ่าย

ในรูปที่ 8.12 จะมีรูปคลื่นใกล้เคียงกับผลการซิมูเลตในรูปที่ 5.17 ส่วนที่ต่างจากรูปที่ 5.17 คือแรงดันในช่วงแกว่งอันเกิดจากตัวเก็บประจุในไดโอดขนานกลับทางในสวิตช์

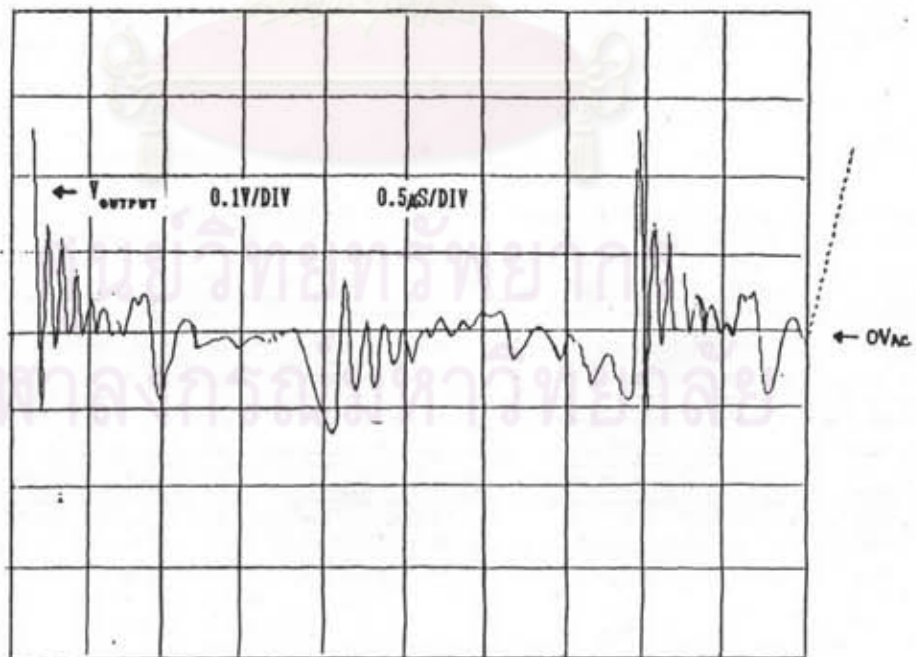


รูปที่ 8.12 แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำเทียบกับแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

รูปที่ 8.13 แสดงแรงดันทางด้านออกของแหล่งจ่าย 5 V ส่วนในรูปที่ 8.14 แสดงแรงดันทางด้านออกของแหล่งจ่าย 5 V พิจารณาเฉพาะองค์ประกอบไฟส์ลับมีค่าสอดคล้องด้านบวก 0.25 Vp และสอดคล้องด้านลบประมาณ 0.1 Vp ที่โหลด 5 V กินกระแส 12 A เพียงชุดเดียว



รูปที่ 8.13 แรงดันทางด้านออกของแหล่งจ่าย 5 V



รูปที่ 8.14 แรงดันทางด้านออกของแหล่งจ่าย 5 V พิจารณาเฉพาะองค์ประกอบไฟสลับ