

## บทที่ 4

### การออกแบบการทดลอง

การทดสอบการเกิดครอสเรกกูเลชันในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาท์พุท สำหรับงานวิจัยนี้ จะศึกษาวิเคราะห์หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบการวัดค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง การทดสอบกับวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ และการทดสอบการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจำลอง และเปรียบเทียบกับผลการทดลอง เพื่อดูพฤติกรรมผลการเกิดครอสเรกกูเลชันในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาท์พุท

#### 4.1 การทดสอบชนิดแกนหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงต่อการเกิดครอสเรกกูเลชัน

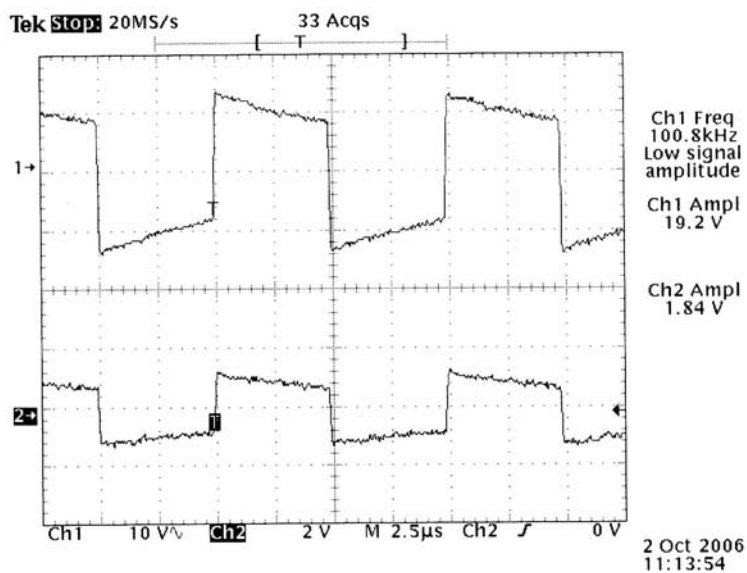
การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงเพื่อใช้ในการศึกษาการเกิดครอสเรกกูเลชันในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิดหลายเอาท์พุท ได้เลือกใช้แกนเฟอร์ไรต์ (Ferrite Cores) จากโครงสร้างแกนชนิด EI40, ETD39 และ Pot36 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงสำหรับนำไปสร้างแบบจำลอง Extended Cantilever เพื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม N-port ส่วนการวิเคราะห์ค่าครอสเรกกูเลชันในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิดหลายเอาท์พุท จะแบ่งการทดสอบการวัดค่าพารามิเตอร์เป็น 2 ส่วน ได้แก่ อัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลง และค่าความเหนี่ยวนำรั่วที่เกิดขึ้นระหว่างขดลวดที่วางอยู่ในตัวหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง

การวัดค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจะทดสอบการทำงานของวงจรที่พิกัดแรงดันอินพุท ( $W_1$ ) 40V แรงดันเอาท์พุทหลัก ( $W_2$ ) 5V แรงดันเอาท์พุทย่อย ( $W_3$ ) 12V และ ( $W_4$ ) เท่ากับ -12V

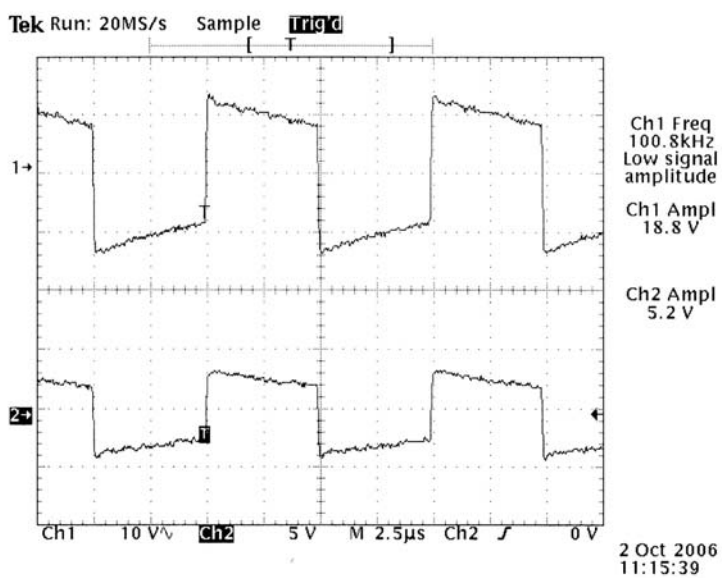
##### 4.1.1 ผลการทดสอบวัดค่าพารามิเตอร์อัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง

ผลการทดสอบการวัดค่าพารามิเตอร์อัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง จากแกนชนิด EI40, ETD39 และ Pot36 ที่แรงดันอินพุท  $20 V_{p-p}$  และที่ความถี่ 100kHz

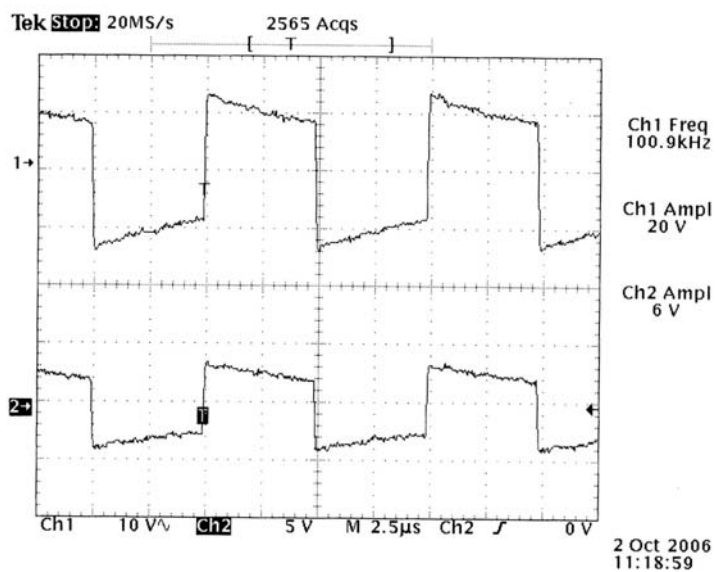
#### 4.1.1.1 ผลการทดสอบสัญญาณของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แคน EI 40



ภาพประกอบ 4-1 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_2$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แคน EI 40

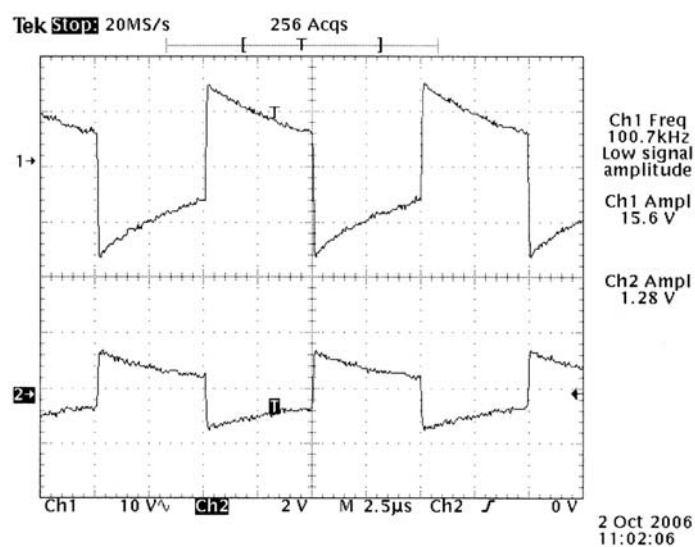


ภาพประกอบ 4-2 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_3$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แคน EI 40

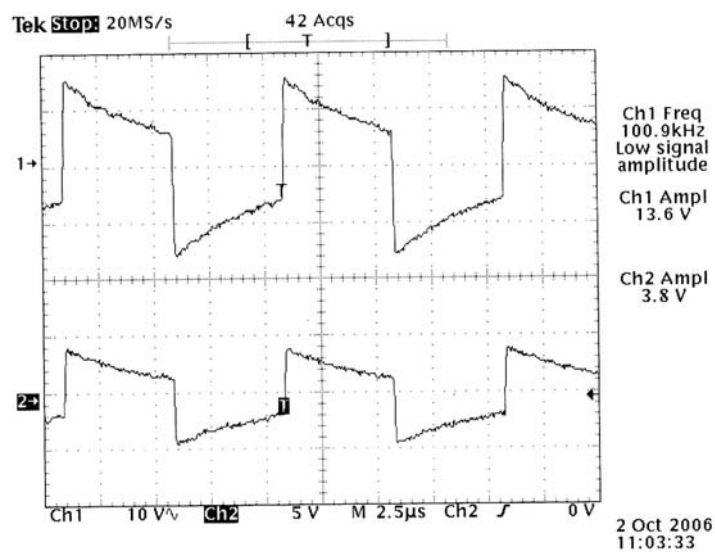


ภาพประกอบ 4-3 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_4$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน EI 40

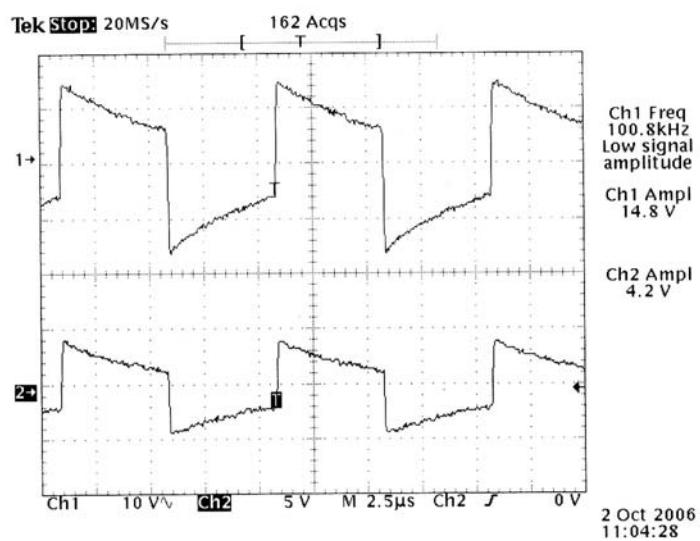
#### 4.1.1.2 ผลการทดสอบสัญญาณของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน ETD 39



ภาพประกอบ 4-4 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_2$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน ETD 39

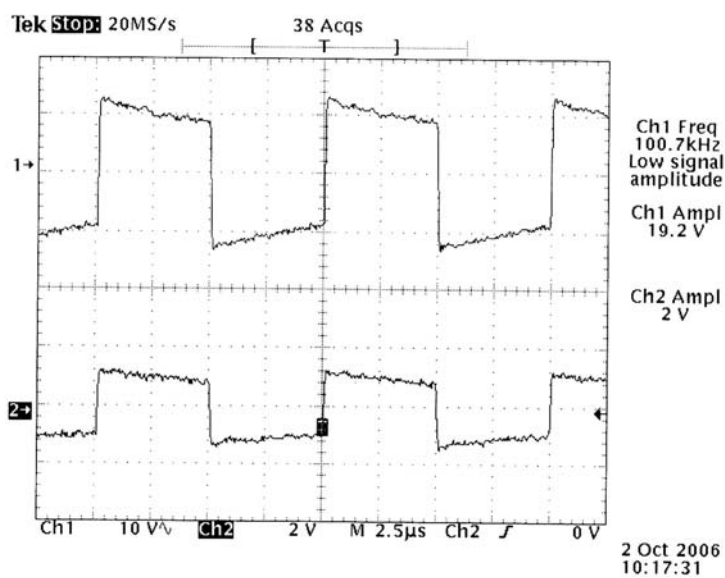


ภาพประกอบ 4-5 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_3$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน ETD39

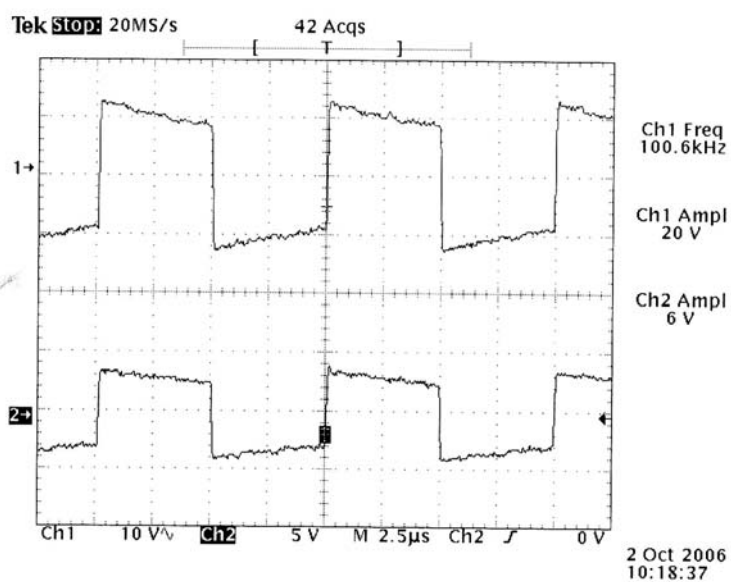


ภาพประกอบ 4-6 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_4$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน ETD39

#### 4.1.1.2 ผลการทดสอบสัญญาณของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน Pot 36



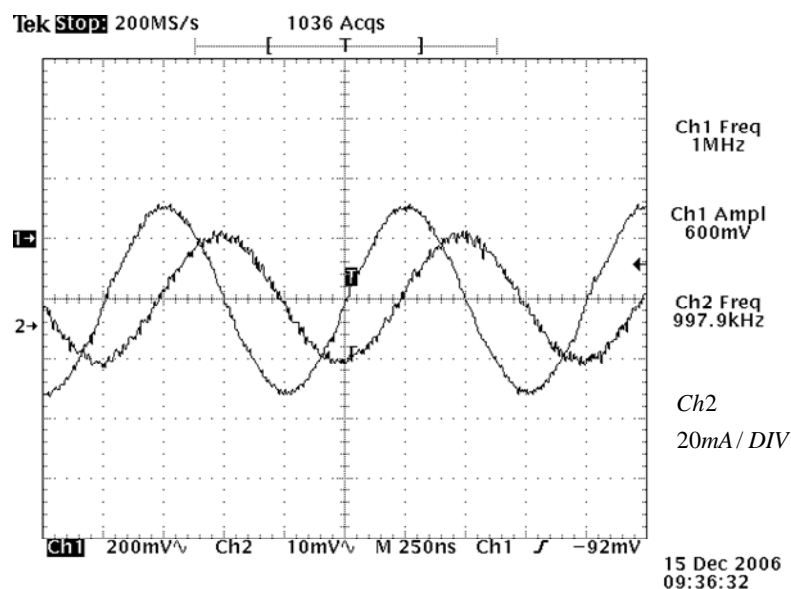
ภาพประกอบ 4-7 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_2$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน Pot 36



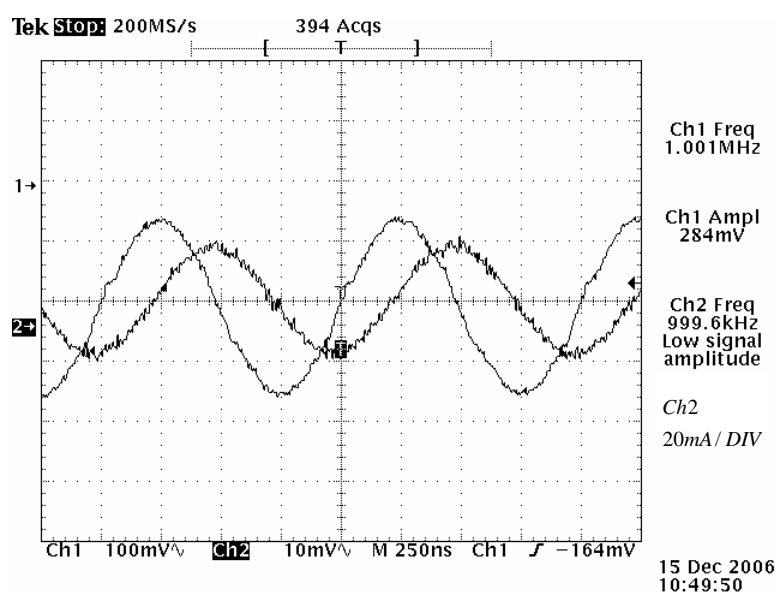
ภาพประกอบ 4-8 สัญญาณแรงดัน  $N_1$  และ  $N_3$  ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน Pot36

#### 4.1.2 การวัดค่าความเหนี่ยวนำรั่วของชนิดแกนหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง

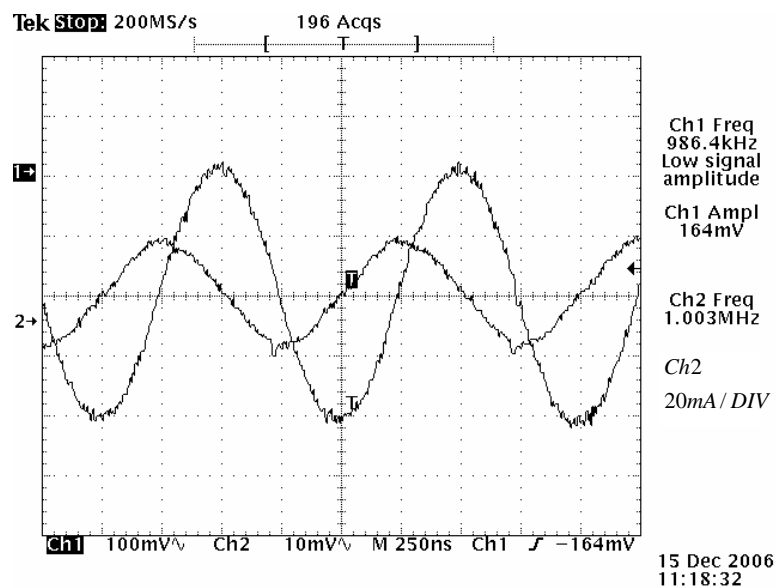
การวัดค่าความเหนี่ยวนำรั่วที่เกิดขึ้นจากหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจากโครงสร้างของแกนแต่ละชนิด เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง Extended Cantilever แล้วแปลงเป็นแบบจำลอง N-port เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมเกิดการครอสเรกกูเลชัน ซึ่งใช้วิธีการวัดแบบ Two port โดยการปรับค่าแรงดัน และความถี่อินพุท ที่ความต่างเฟส  $-90^\circ$  องศา ค่ารูปคลื่นของแรงดันและกระแสที่เกิดขึ้น ดังภาพประกอบ 4-9 ถึง 4-12



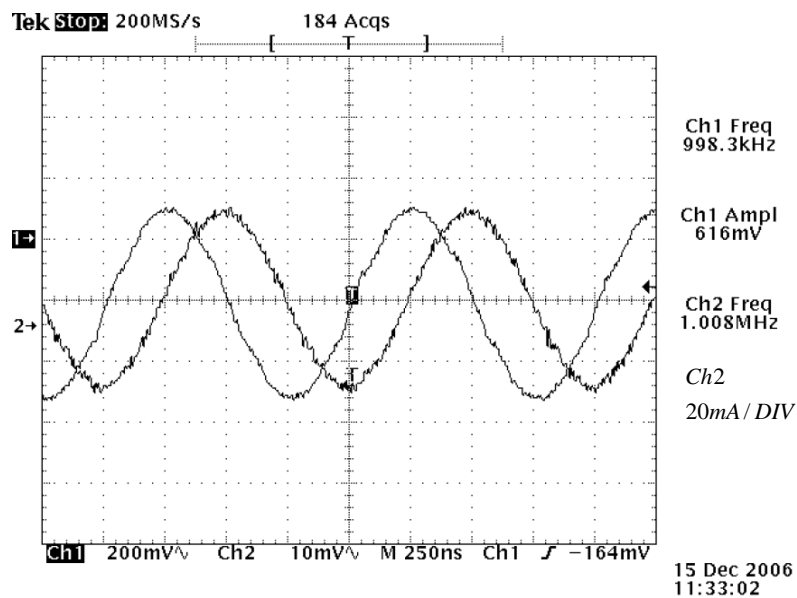
ภาพประกอบ 4-9 คลื่นสัญญาณแรงดัน และกระแสจากการทดสอบหาค่าความเหนี่ยวนำรั่ว  $L_{12}$



ภาพประกอบ 4-10 คลื่นสัญญาณแรงดัน และกระแสจากการทดสอบหาค่าความเหนี่ยวนำรั่ว  $L_{13}$



ภาพประกอบ 4-11 คลื่นสัญญาณแรงดัน และกระแสจากการทดสอบหาค่าความเหนี่ยวนำรั่ว  $I_{23}$

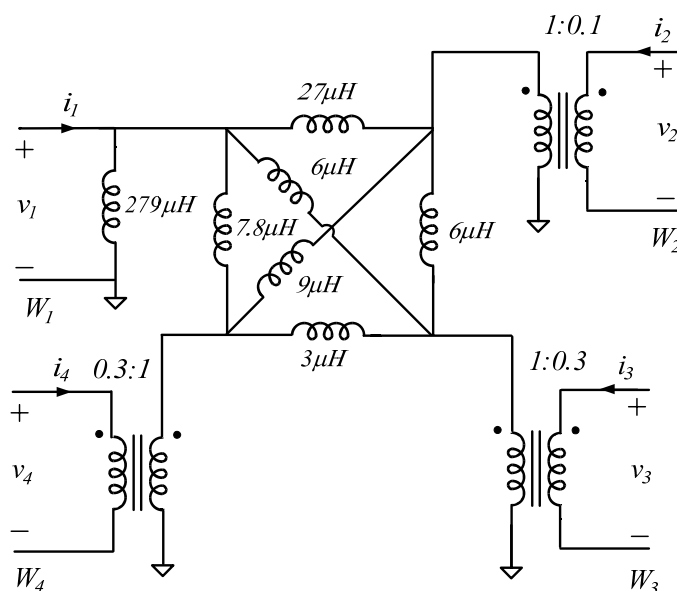


ภาพประกอบ 4-12 คลื่นสัญญาณแรงดัน และกระแสจากการทดสอบหาค่าความเหนี่ยวนำรั่ว  $I_{34}$

### 4.1.3 ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของชนิดแกนหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง

ตาราง 4-1 ค่าพารามิเตอร์จากการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน EI40

<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.1
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	279 $\mu H$
$l_{12}$	27 $\mu H$
$l_{13}$	6 $\mu H$
$l_{14}$	7.8 $\mu H$
$l_{23}$	6 $\mu H$
$l_{24}$	9 $\mu H$
$l_{34}$	3 $\mu H$

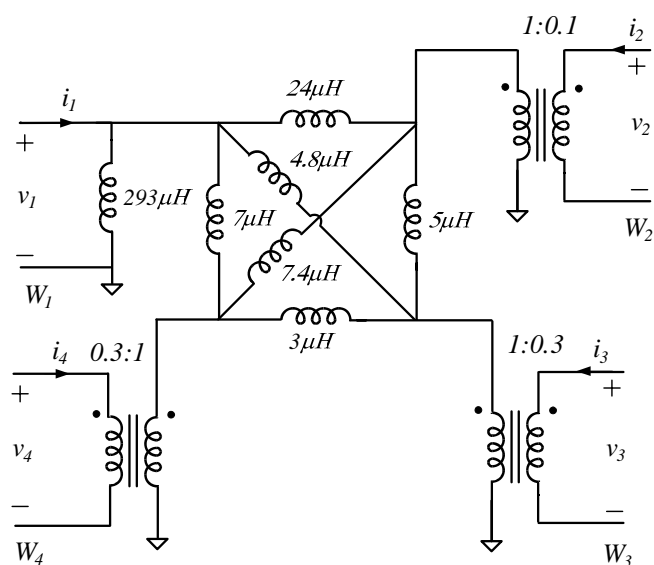


ภาพประกอบ 4-13 แบบจำลอง Extended Cantilever ในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน EI40



ตาราง 4-2 ค่าพารามิเตอร์จากการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน ETD39

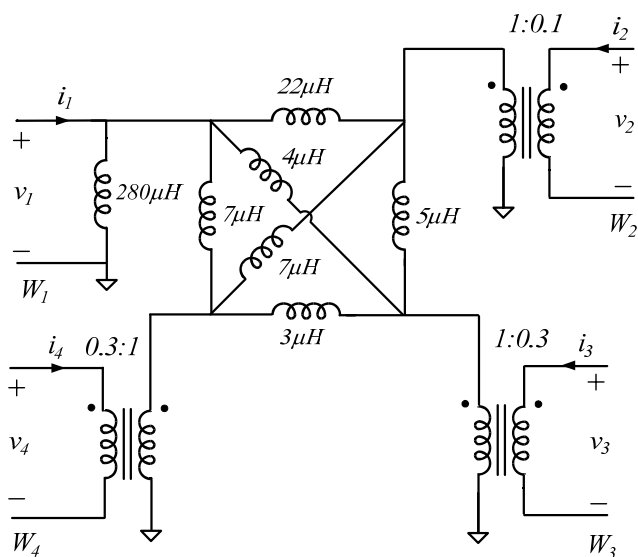
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.1
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	293 $\mu H$
$l_{12}$	24 $\mu H$
$l_{13}$	4.8 $\mu H$
$l_{14}$	7 $\mu H$
$l_{23}$	5 $\mu H$
$l_{24}$	7.4 $\mu H$
$l_{34}$	3 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-14 แบบจำลอง Extended Cantilever ในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน ETD39

ตาราง 4-3 ค่าพารามิเตอร์จากการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน Pot36

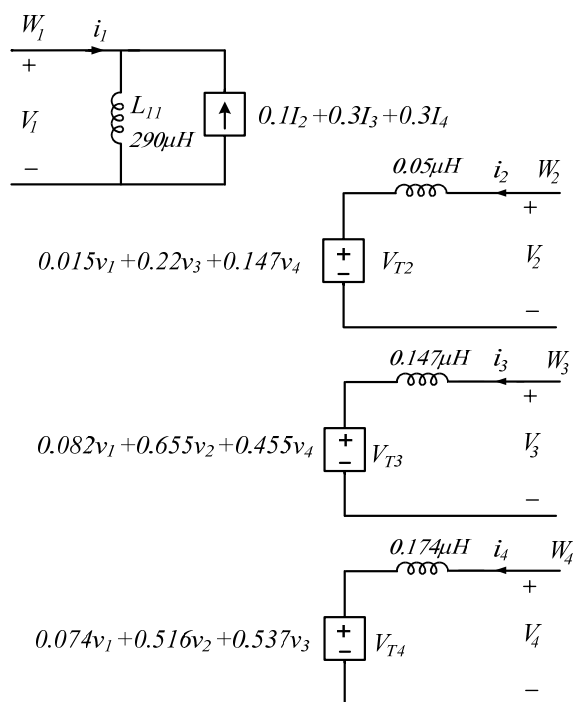
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.1
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	280 $\mu H$
$l_{12}$	22 $\mu H$
$l_{13}$	4 $\mu H$
$l_{14}$	7 $\mu H$
$l_{23}$	5 $\mu H$
$l_{24}$	7 $\mu H$
$l_{34}$	3 $\mu H$



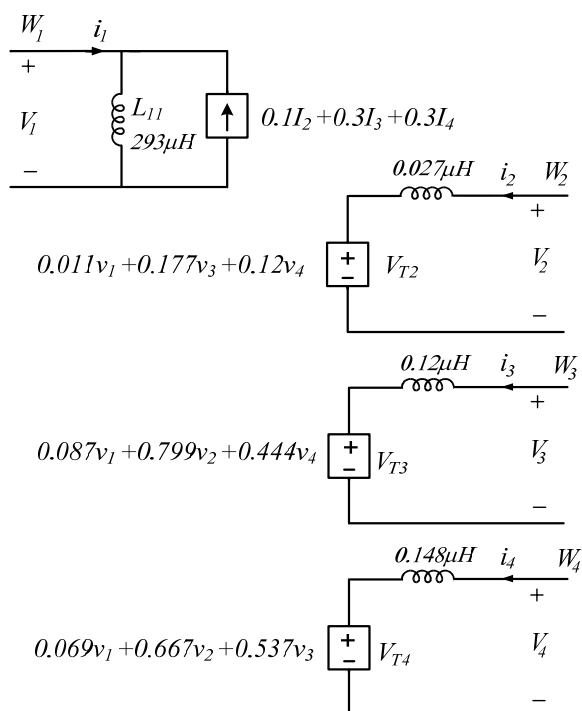
ภาพประกอบ 4-15 แบบจำลอง Extended Cantilever ในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน ETD39

#### 4.1.4 ผลการจำลองโปรแกรมการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง N-port

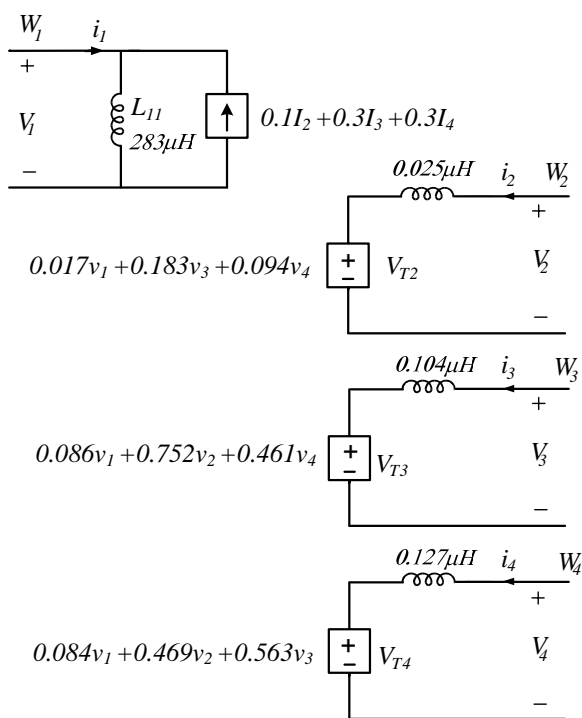
จากค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงของแบบจำลอง Extended Cantilever สามารถนำมาแปลงเป็นแบบจำลอง N-port ในการวิเคราะห์วงจรด้วยโปรแกรมPspice เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ แสดงในรูปแบบจำลอง ดังภาพประกอบ 4-16 ถึง 4-18



ภาพประกอบ 4-16 แบบจำลอง N-port ในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน EI40

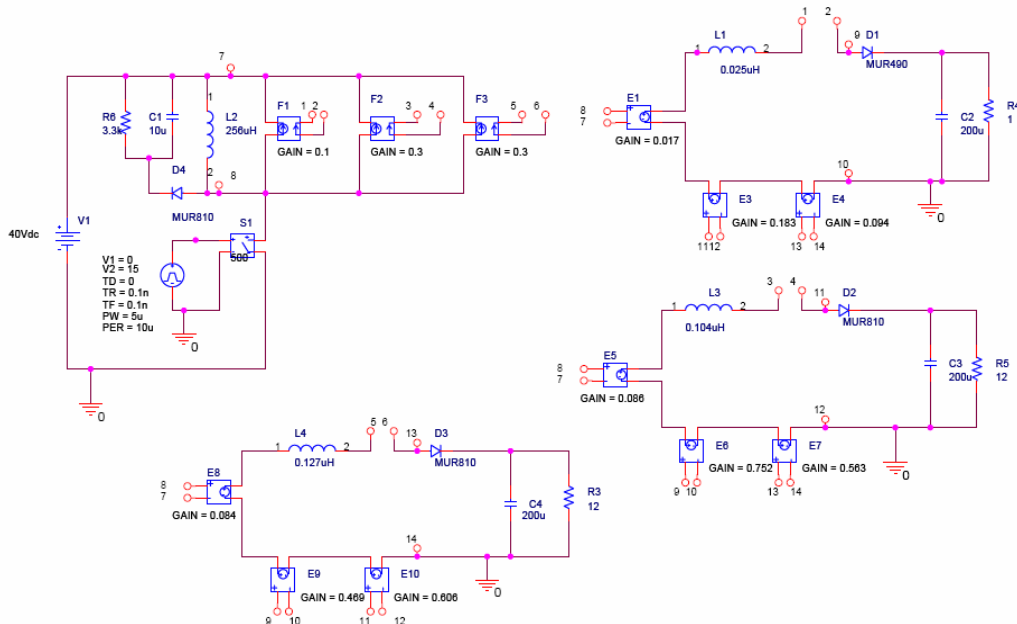


ภาพประกอบ 4-17 แบบจำลอง N-port ในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน ETD39

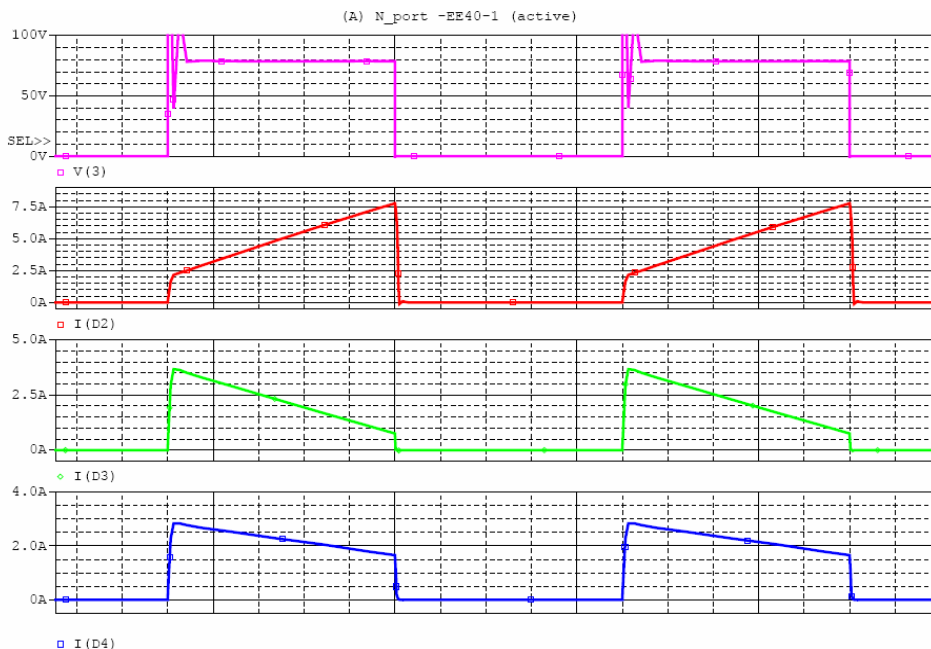


ภาพประกอบ 4-18 แบบจำลอง N-port ในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน Pot36

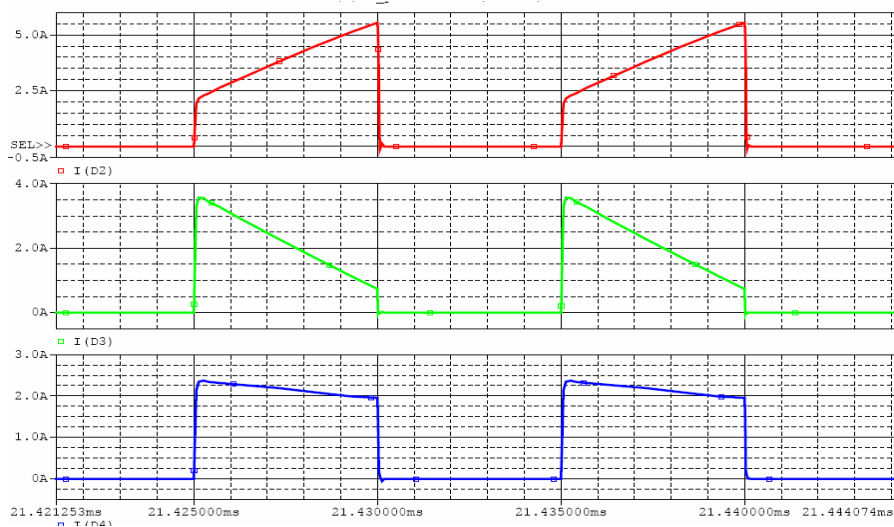
ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง N-port ด้วยโปรแกรม Pspice ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาท์พุท ดังภาพประกอบ 4-19



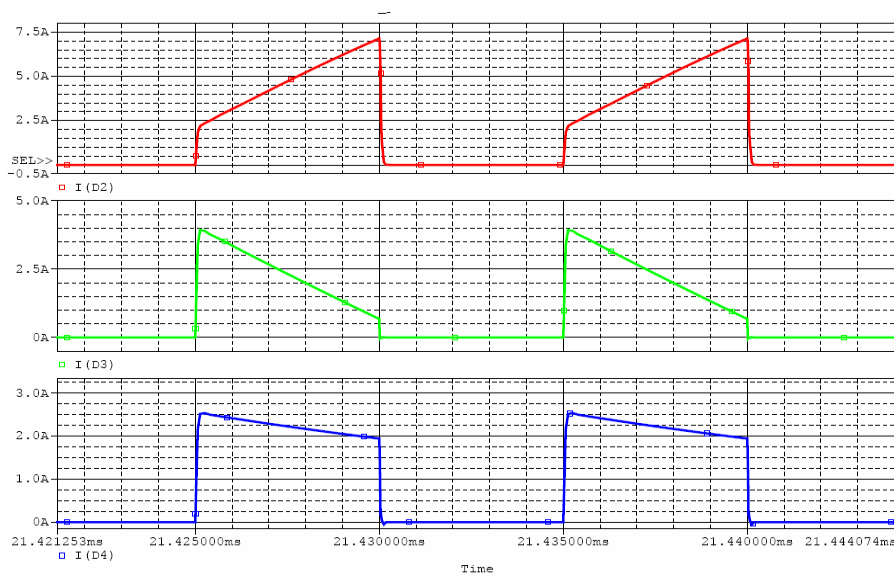
ภาพประกอบ 4-19 แบบจำลองวงจร N-port ชนิด 4 ขดลวดในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PSpice



ภาพประกอบ 4-20 คลื่นสัญญาณแรงดัน  $V_{ds}$  และกระแสเอาต์พุทของหม้อแปลงแกน EI40



ภาพประกอบ 4-21 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน ETD39



ภาพประกอบ 4-22 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน Pot36

#### 4.1.5 ผลการทดสอบค่ากระแสแรงกูล์ชันของแกนหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต

ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจากแกน EI40, ETD39 และ Pot36 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดกระแสแรงกูล์ชัน ที่พิกัดกระแสไหลที่เอาต์พุตหลัก ( $I_2$ ) มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.5-4A และกระแสไหลที่เอาต์พุตย่อย ( $I_3$ ) และ ( $I_4$ ) มีค่าคงที่เท่ากับ 1A

ตาราง 4-4 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน EI 40 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.46	2.15	7.78	-7.85	0	0
0.82	1.97	7.68	-7.74	0.12	-0.06
1.66	1.61	7.38	-7.47	0.38	-0.82
3.21	1.12	7.02	-7.17	0.75	-0.67
3.91	0.88	6.7	-6.96	0.9	-0.88
4.31	0.75	6.65	-6.87	1.13	-0.98

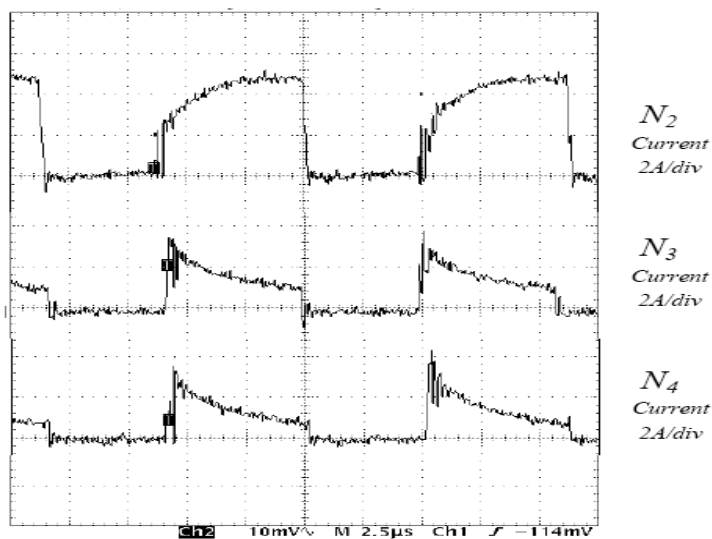
ตาราง 4-5 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน ETD 39 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.44	2.06	7.44	-7.51	0	0
0.78	1.87	7.34	-7.41	0.32	-0.10
2.07	1.43	7.10	-7.25	0.33	-0.26
3.08	1.11	6.89	-7.18	0.55	-0.33
3.77	0.90	6.20	-6.92	0.63	-0.59
4.19	0.78	6.70	-6.85	0.73	-0.66

ตาราง 4-6 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน Pot36 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

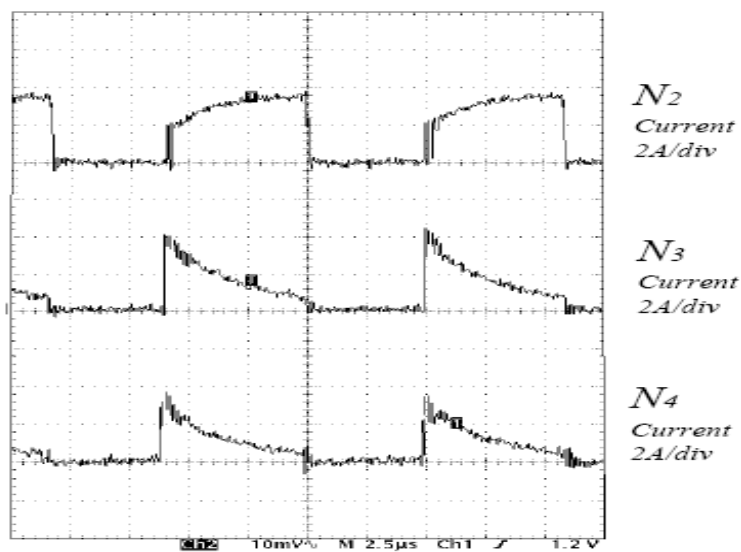
$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.7	2.15	7.93	-7.91	0	0
0.83	1.97	7.86	-7.80	0.07	-0.10
2.26	1.45	7.65	-7.63	0.28	-0.27
3.34	1.17	7.50	-7.47	0.43	-0.43
4.36	0.93	7.41	-7.44	0.51	-0.47
4.78	0.81	7.40	-7.3	0.52	-0.57

แสดงค่ารูปคลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจากแกน EI40 , ETD39 และ Pot36 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต ที่กระแสโหลดที่เอาต์พุตหลัก ( $I_2$ ) เท่ากับ 4A และกระแสโหลดที่เอาต์พุตย่อย ( $I_3$ ) และ ( $I_4$ ) เท่ากับ 1A

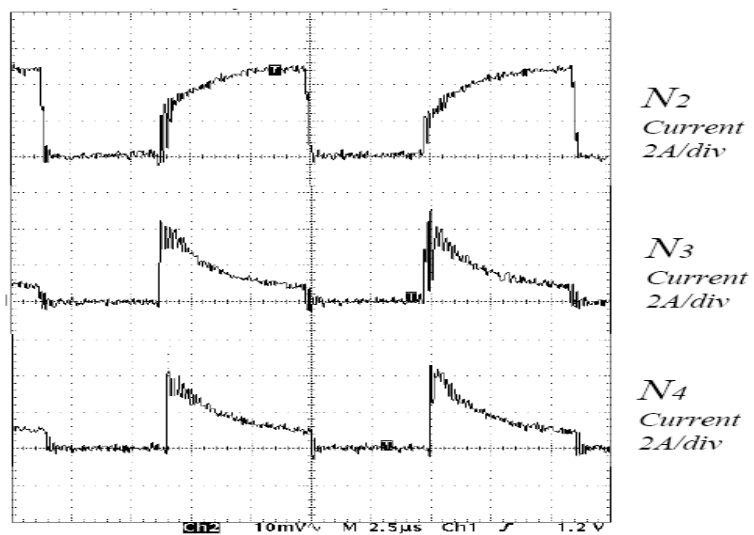


ภาพประกอบ 4-23 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน EI40





ภาพประกอบ 4-24 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแกน ETD39



ภาพประกอบ 4-25 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แกน Pot36

## 4.2 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack

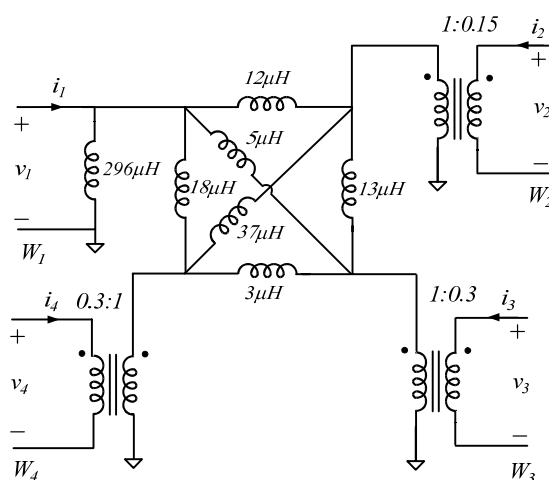
การศึกษาลักษณะการนำความเหนี่ยวนำไว้ เพื่อทดสอบการเกิดครอสเรกกูเลชันในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง จากการออกแบบการพันหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1 ถึง Stack4 ดังภาพประกอบ 4-2 ถึง 4-29

### 4.2.1 ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack

ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1 ถึง Stack4 แสดงได้ดังตาราง 4-7 ถึง 4-10

ตาราง 4-7 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1

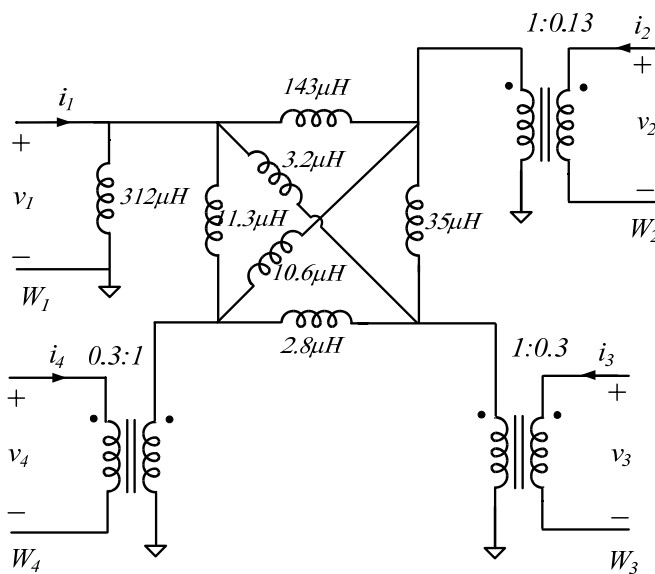
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.15
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	296 $\mu H$
$l_{12}$	12 $\mu H$
$l_{13}$	5 $\mu H$
$l_{14}$	18 $\mu H$
$l_{23}$	13 $\mu H$
$l_{24}$	37 $\mu H$
$l_{34}$	3 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-26 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1

ตาราง 4-8 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack2

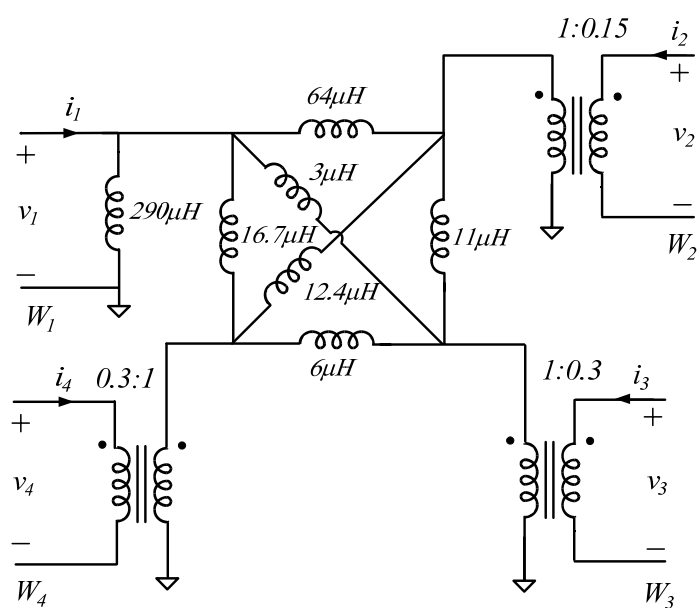
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.13
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	312 $\mu$ H
$l_{12}$	143 $\mu$ H
$l_{13}$	3.2 $\mu$ H
$l_{14}$	11.3 $\mu$ H
$l_{23}$	35 $\mu$ H
$l_{24}$	10.6 $\mu$ H
$l_{34}$	2.8 $\mu$ H



ภาพประกอบ 4-27 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack2

ตาราง 4-9 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack3

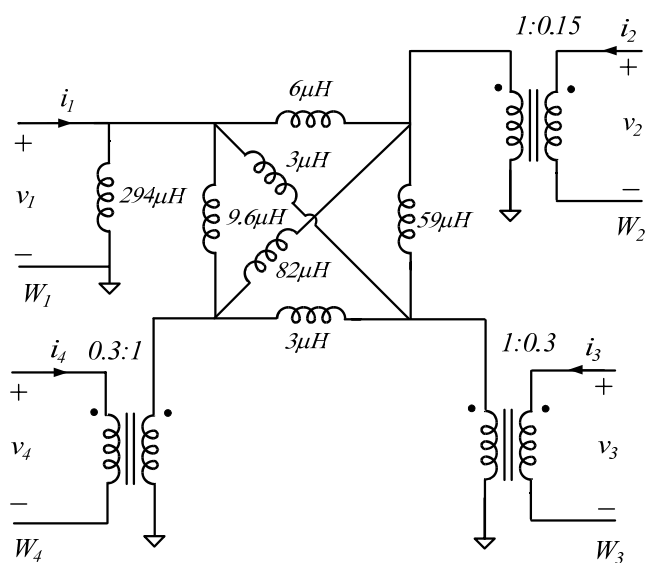
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.15
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	290 $\mu H$
$l_{12}$	64 $\mu H$
$l_{13}$	3 $\mu H$
$l_{14}$	16.7 $\mu H$
$l_{23}$	11 $\mu H$
$l_{24}$	12.4 $\mu H$
$l_{34}$	6 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-28 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack3

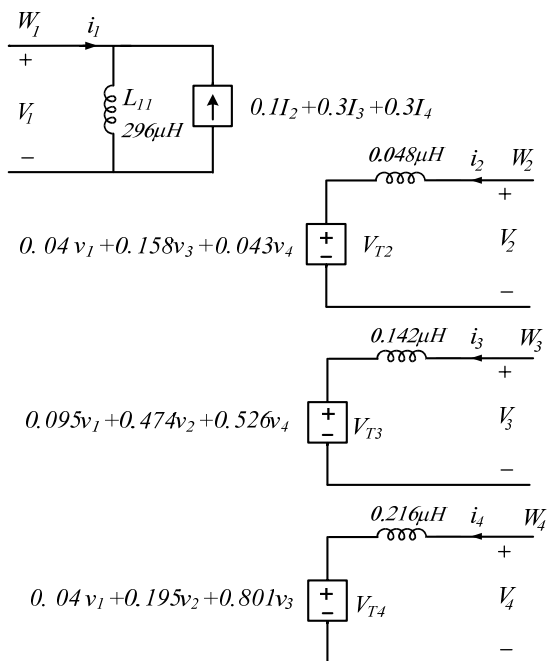
ตาราง 4-10 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack4

<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.15
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	294 $\mu H$
$l_{12}$	6 $\mu H$
$l_{13}$	3 $\mu H$
$l_{14}$	9.6 $\mu H$
$l_{23}$	59 $\mu H$
$l_{24}$	82 $\mu H$
$l_{34}$	3 $\mu H$

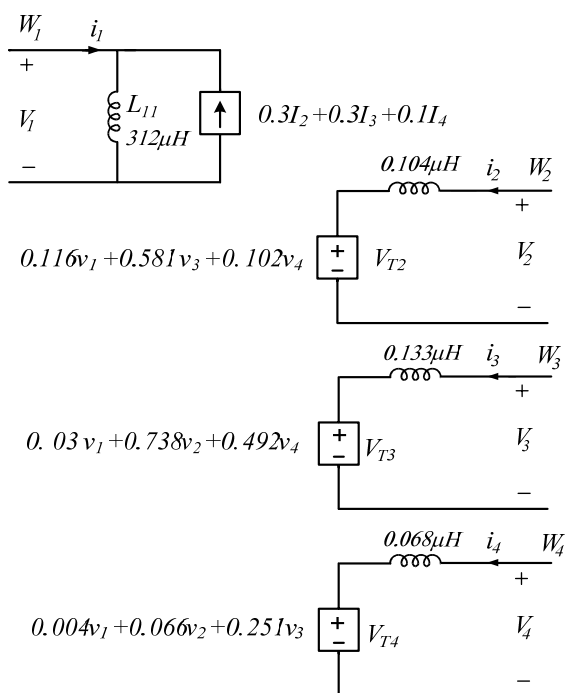


ภาพประกอบ 4-29 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack4

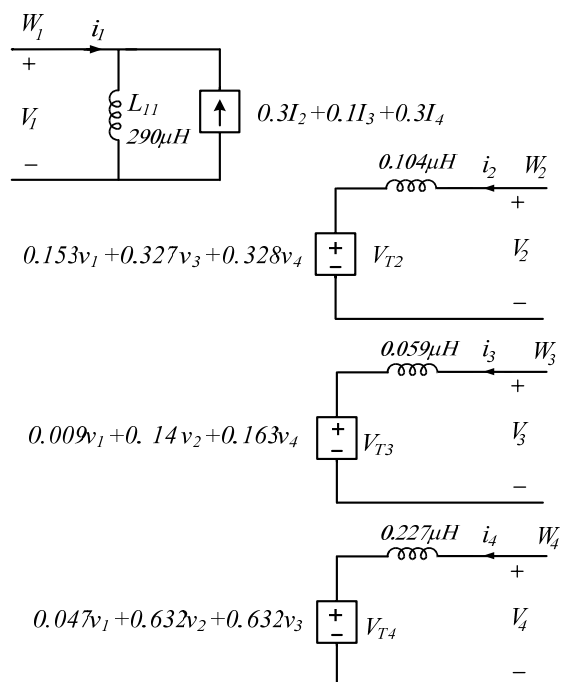
#### 4.2.2 ผลการจำลองโปรแกรมการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้า ความถี่สูงแบบ Stack



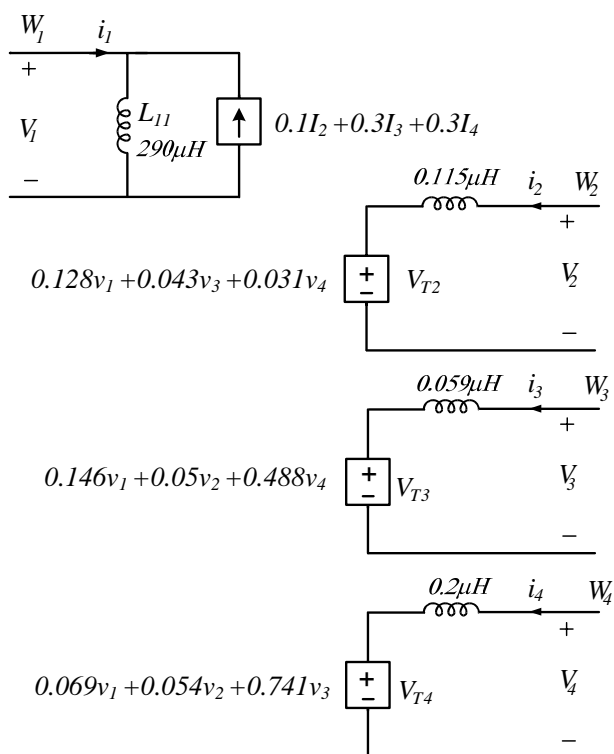
ภาพประกอบ 4-30 แบบจำลอง N-port หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1



ภาพประกอบ 4-31 แบบจำลอง N-port หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack2

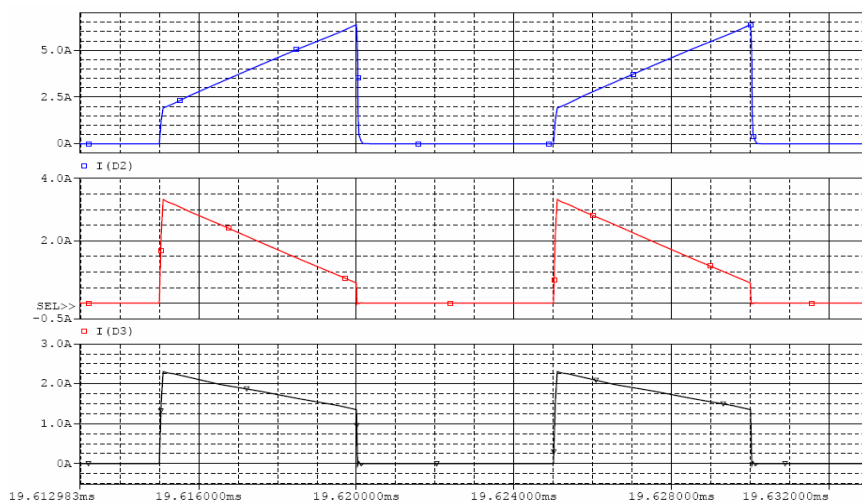


ภาพประกอบ 4-32 แบบจำลอง N-port หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack3

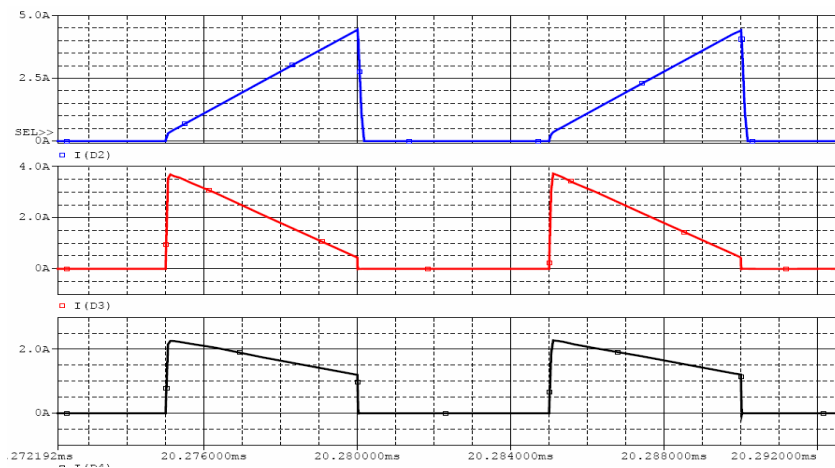


ภาพประกอบ 4-33 แบบจำลอง N-port หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack4

รูปคลื่นของกระแสเอาท์พุทจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง N-port จะมีความสัมพันธ์กับแบบจำลอง Extended Cantilever ที่เกิดจากการแปลงค่าพารามิเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าพฤติกรรมเกิดการครอสเรกกูเลชันของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แบบStack1 ถึง Stack4

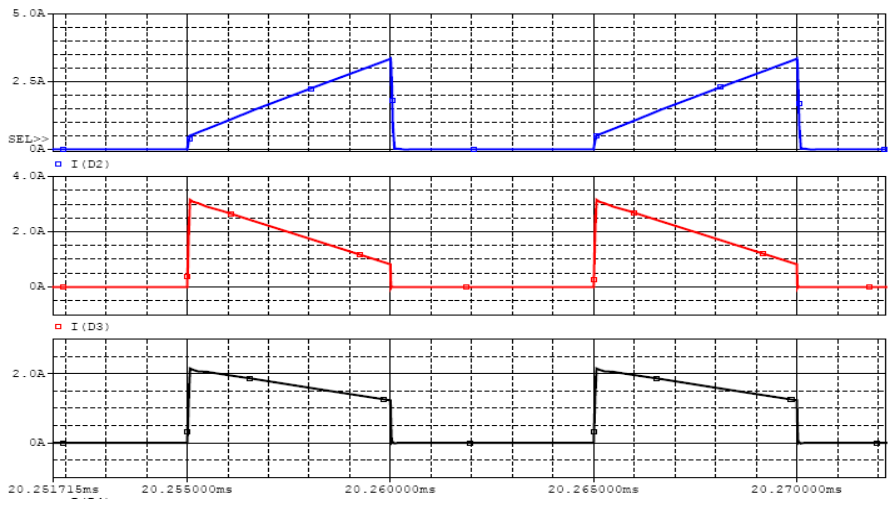


ภาพประกอบ 4-34 คลื่นสัญญาณกระแสเอาท์พุทจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Stack1

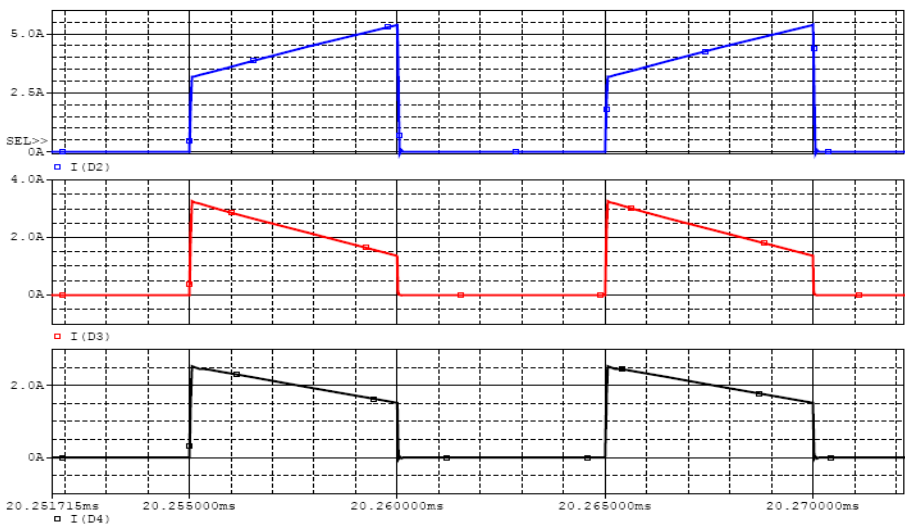


ภาพประกอบ 4-35 คลื่นสัญญาณกระแสเอาท์พุทจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Stack2





ภาพประกอบ 4-36 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Stack3



ภาพประกอบ 4-37 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Stack4

### 4.2.3 การทดสอบค่าครอสเรกกูเลชันหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack ใน วงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต

ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจากการพันขดลวดแบบ Stack1 ถึง Stack4 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดครอสเรกกูเลชันในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ ที่กระแสโหลด เอาต์พุตหลัก ( $I_2$ ) มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.5-3.5A และมีกระแสโหลดที่เอาต์พุตย่อย ( $I_3$ ) และ ( $I_4$ ) มีค่าคงที่เท่ากับ 1A แสดงได้ดังตาราง 4-11 ถึง 4-14

ตาราง 4-11 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	3.04	8.73	-8.71	0	0
1.09	2.84	8.65	-8.6	0.08	-0.11
2.13	2.62	8.53	-8.45	0.20	-0.26
3.07	2.23	8.33	-8.26	0.40	-0.45
3.42	1.93	8.02	-7.96	0.71	-0.75

ตาราง 4-12 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack2 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	2.95	8.79	-8.94	0	0
1.11	2.85	8.67	-8.8	0.10	-0.05
1.84	2.59	8.58	-8.64	0.36	-0.13
3.09	2.18	8.37	-8.43	0.77	-0.42
3.4	1.88	8.07	-8.13	1.07	-0.72

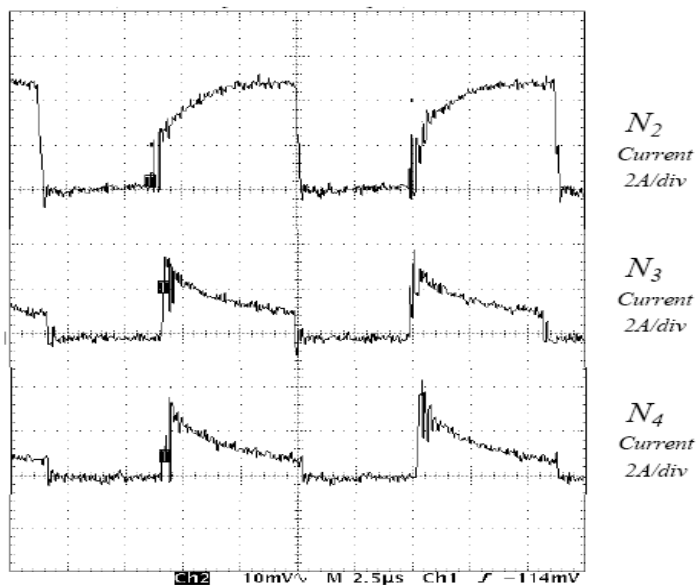
ตาราง 4-13 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack3 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I2(A)$	$V2(V)$	$V3(V)$	$V4(V)$	$\Delta V3$	$\Delta V4$
0.6	3	8.72	-8.67	0	0
1.08	2.84	8.67	-8.63	0.05	-0.04
1.79	2.59	8.59	-8.54	0.13	-0.13
3.11	2.13	8.34	-8.25	0.38	-0.42
3.4	1.83	8.04	-7.95	0.68	-0.72

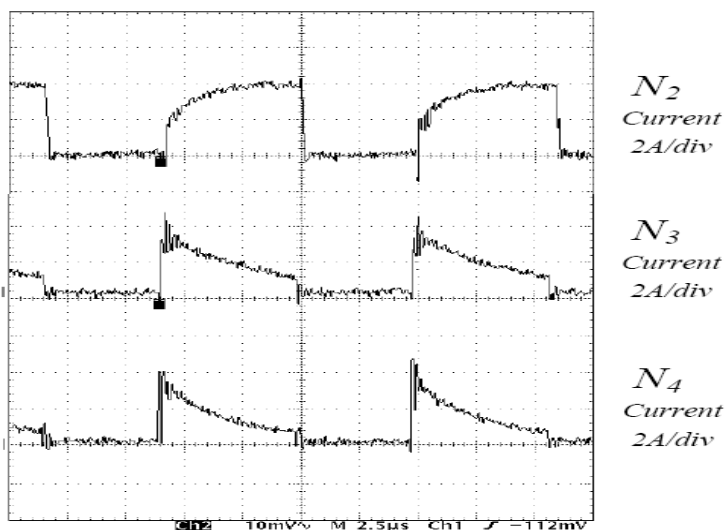
ตาราง 4-14 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack4 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I2(A)$	$V2(V)$	$V3(V)$	$V4(V)$	$\Delta V3$	$\Delta V4$
0.5	3.04	8.73	-8.71	0	0
1.09	2.91	8.69	-8.68	0.04	-0.03
2.13	2.62	8.6	-8.58	0.13	-0.13
3.02	2.19	8.46	-8.43	0.27	-0.28
3.5	1.89	8.16	-8.13	0.57	-0.58

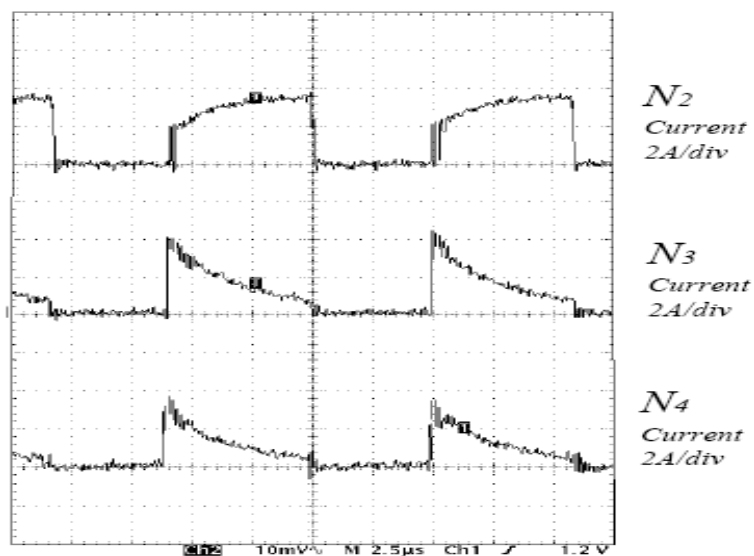
การทดสอบการวัดค่ากระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1 ถึง Stack4 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต เมื่อค่าสัญญาณกระแสโหลดที่เอาต์พุตหลัก ( $I_{L2}$ ) เท่ากับ 3.5A และมีกระแสโหลดที่เอาต์พุตย่อย ( $I_{L3}$ ) และ ( $I_{L4}$ ) เท่ากับ 1A แสดงได้ดังภาพประกอบ 4-39 ถึง 4-42



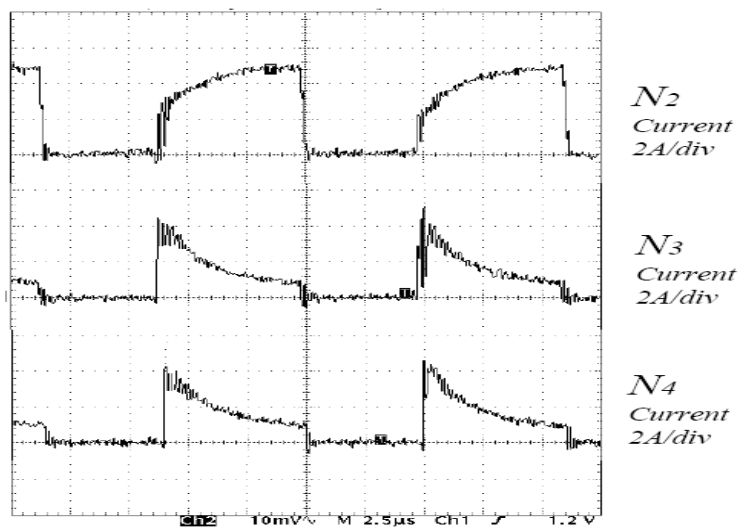
ภาพประกอบ 4-38 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack1



ภาพประกอบ 4-39 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack2



ภาพประกอบ 4-40 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack3



ภาพประกอบ 4-41 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Stack4

### 4.3 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich

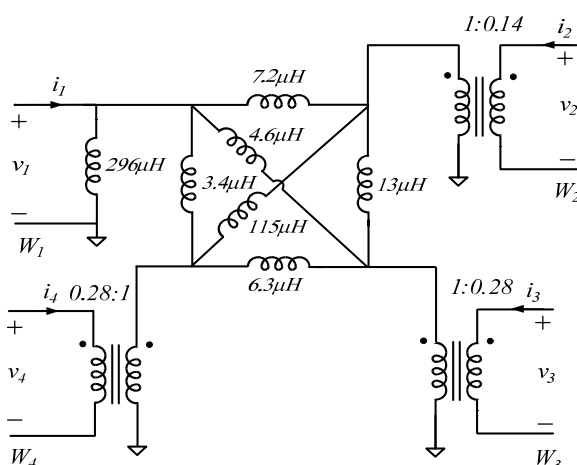
การศึกษาลักษณะการกระจายความเหนี่ยวนำรั่ว เพื่อทดสอบการเกิดครอสเรกกูเลชันในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง จากการออกแบบการพันหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1 ถึง Sandwich5 ดังภาพประกอบ 4-43 ถึง 4-47

#### 4.3.1 ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich

ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1 ถึง Sandwich5 แสดงได้ดังตาราง 4-15 ถึง 4-19

ตาราง 4-15 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1

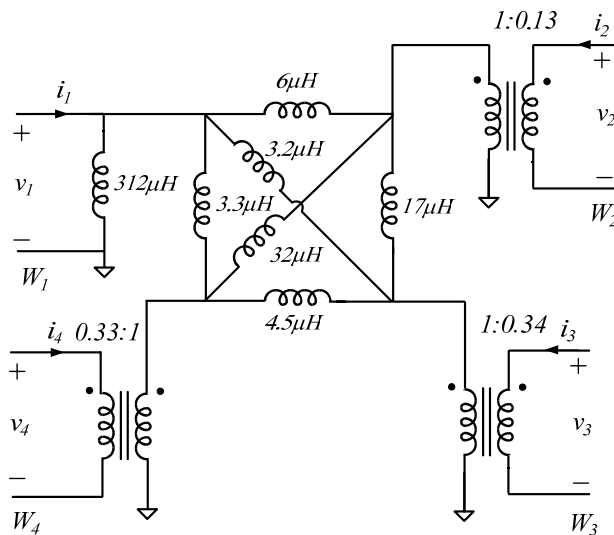
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.14
$n_3$	0.28
$n_4$	0.28
$L_{11}$	296 $\mu H$
$l_{12}$	7.2 $\mu H$
$l_{13}$	4.6 $\mu H$
$l_{14}$	3.4 $\mu H$
$l_{23}$	13 $\mu H$
$l_{24}$	115 $\mu H$
$l_{34}$	6.3 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-42 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1

ตาราง 4-16 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich2

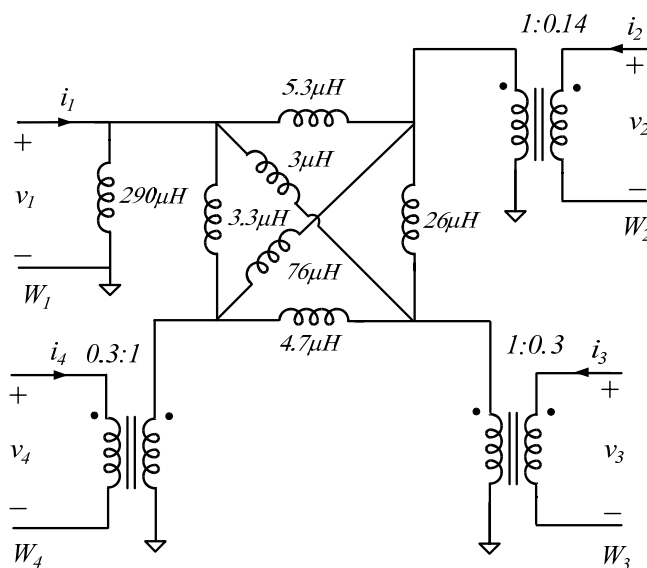
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.132
$n_3$	0.34
$n_4$	0.336
$L_{11}$	312 $\mu$ H
$l_{12}$	6 $\mu$ H
$l_{13}$	3.2 $\mu$ H
$l_{14}$	3.3 $\mu$ H
$l_{23}$	17 $\mu$ H
$l_{24}$	32 $\mu$ H
$l_{34}$	4.5 $\mu$ H



ภาพประกอบ 4-43 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich2

ตาราง 4-17 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich3

<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.14
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	290 $\mu H$
$l_{12}$	5.3 $\mu H$
$l_{13}$	3 $\mu H$
$l_{14}$	3.3 $\mu H$
$l_{23}$	26 $\mu H$
$l_{24}$	76 $\mu H$
$l_{34}$	4.7 $\mu H$

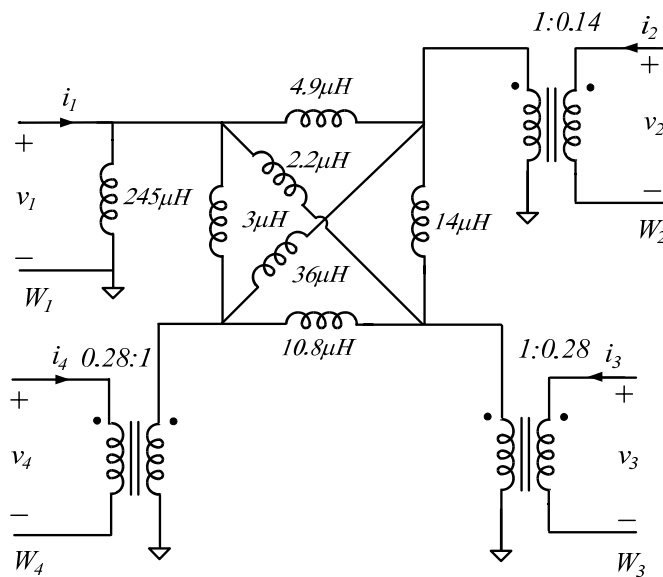


ภาพประกอบ 4-44 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich3



ตาราง 4-18 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich 4

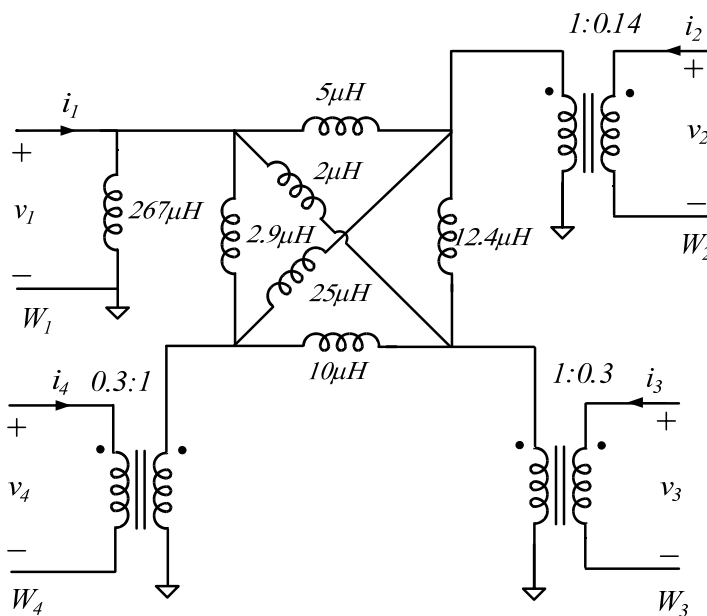
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.142
$n_3$	0.28
$n_4$	0.28
$L_{11}$	245 $\mu H$
$l_{12}$	4.9 $\mu H$
$l_{13}$	2.2 $\mu H$
$l_{14}$	3 $\mu H$
$l_{23}$	14 $\mu H$
$l_{24}$	36 $\mu H$
$l_{34}$	10.8 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-45 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich4

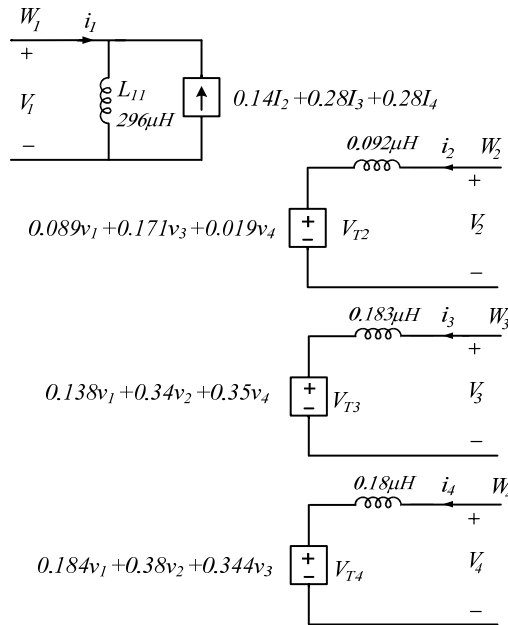
ตาราง 4-19 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich 5

<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.14
$n_3$	0.3
$n_4$	0.3
$L_{11}$	267 $\mu H$
$l_{12}$	5 $\mu H$
$l_{13}$	2 $\mu H$
$l_{14}$	2.9 $\mu H$
$l_{23}$	12.4 $\mu H$
$l_{24}$	25 $\mu H$
$l_{34}$	10 $\mu H$

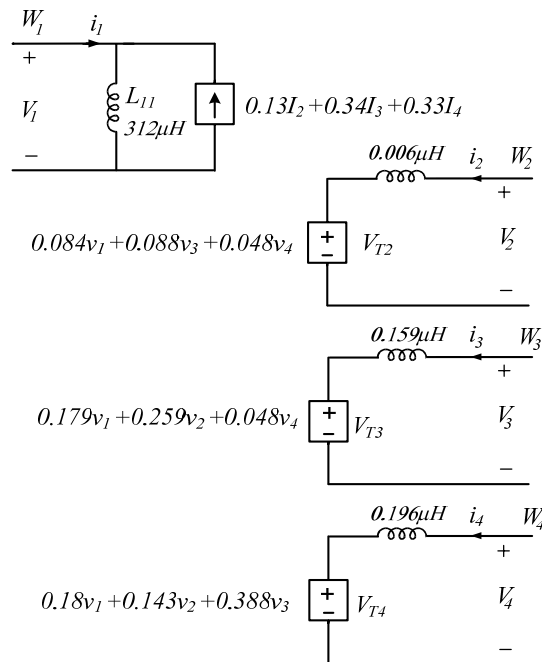


ภาพประกอบ 4-46 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich5

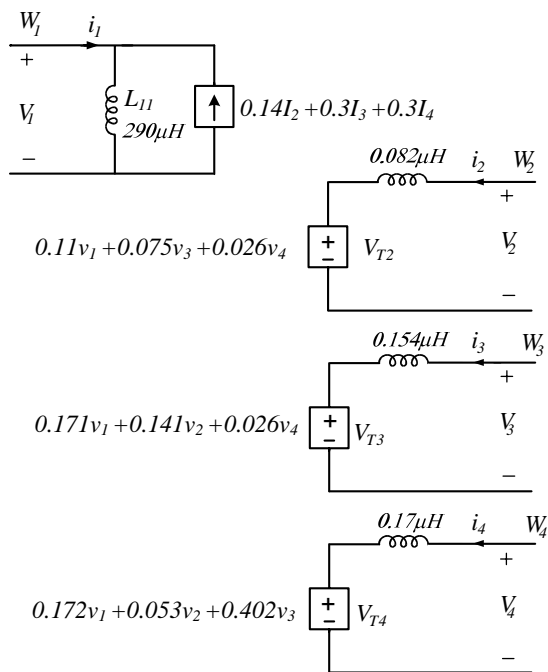
### 4.3.2 ผลการจำลองโปรแกรมการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้า ความถี่สูงแบบ Sandwich



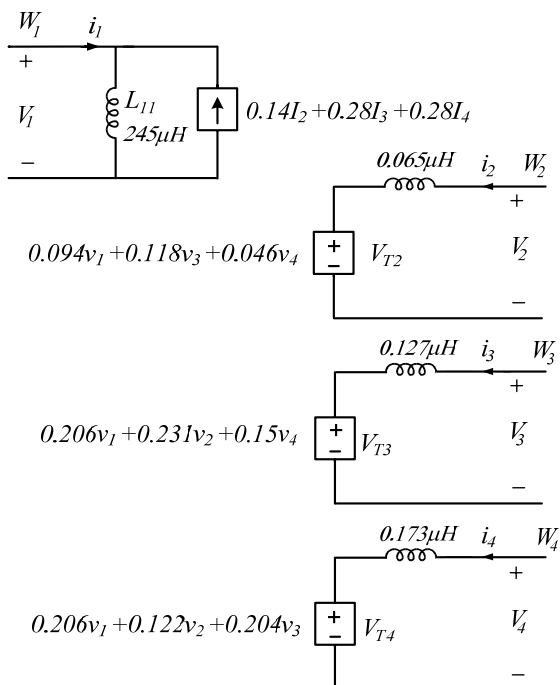
ภาพประกอบ 4-47 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1



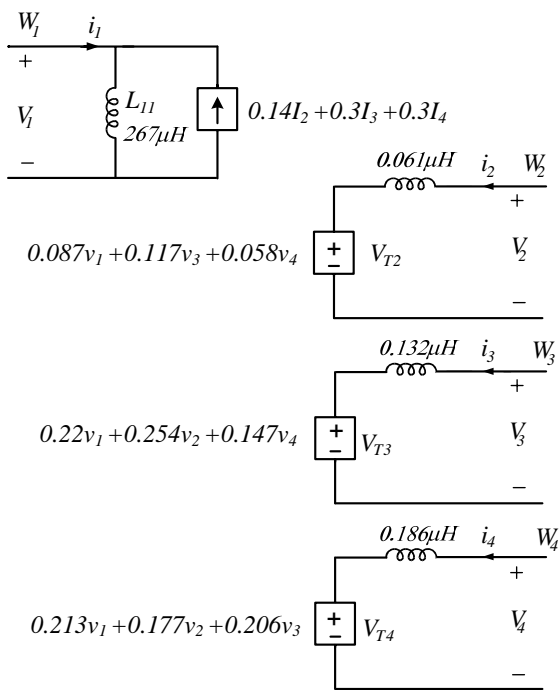
ภาพประกอบ 4-48 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich2



ภาพประกอบ 4-49 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich3

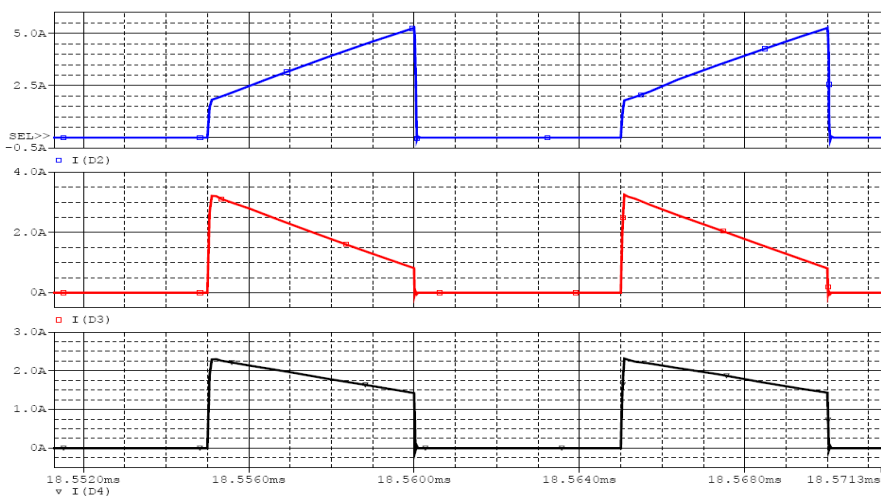


ภาพประกอบ 4-50 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich4

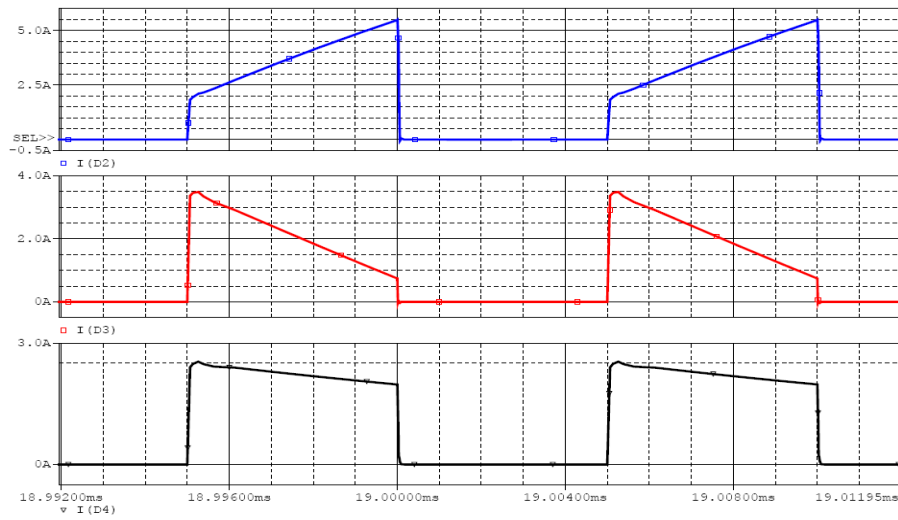


ภาพประกอบ 4-51 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich5

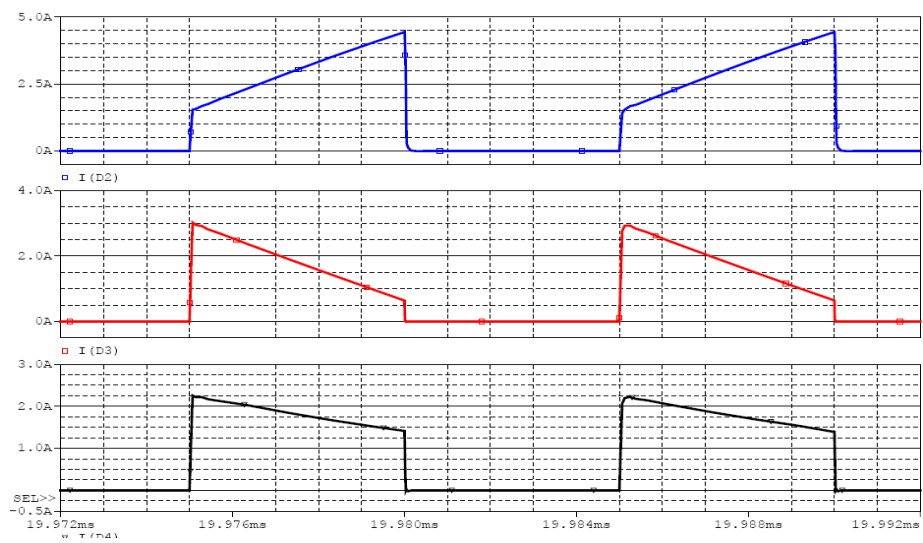
ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง N-port เพื่อวิเคราะห์ค่าพิกัดกรรมาค่าครอสเรกกูเลชันของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แบบSandwich1 ถึง Sandwich5



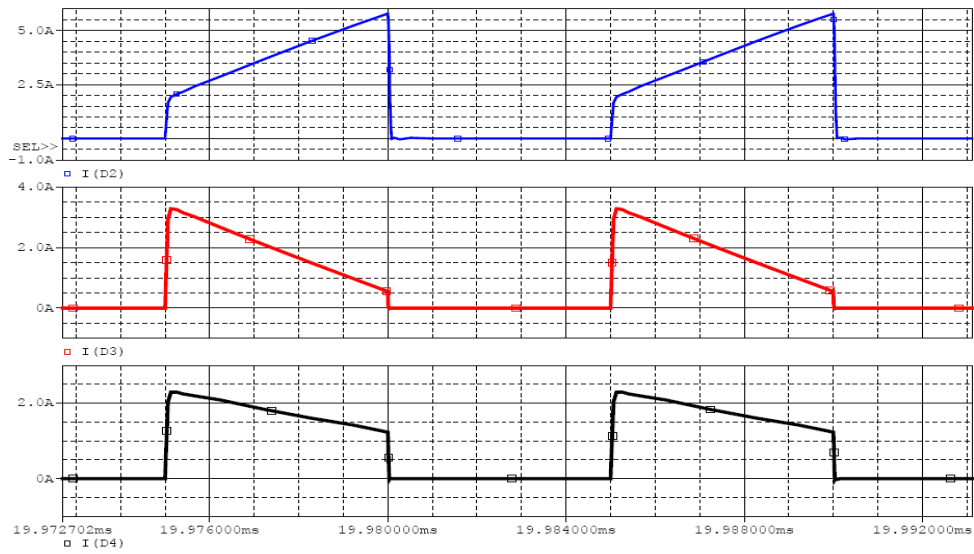
ภาพประกอบ 4-52 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Sandwich1



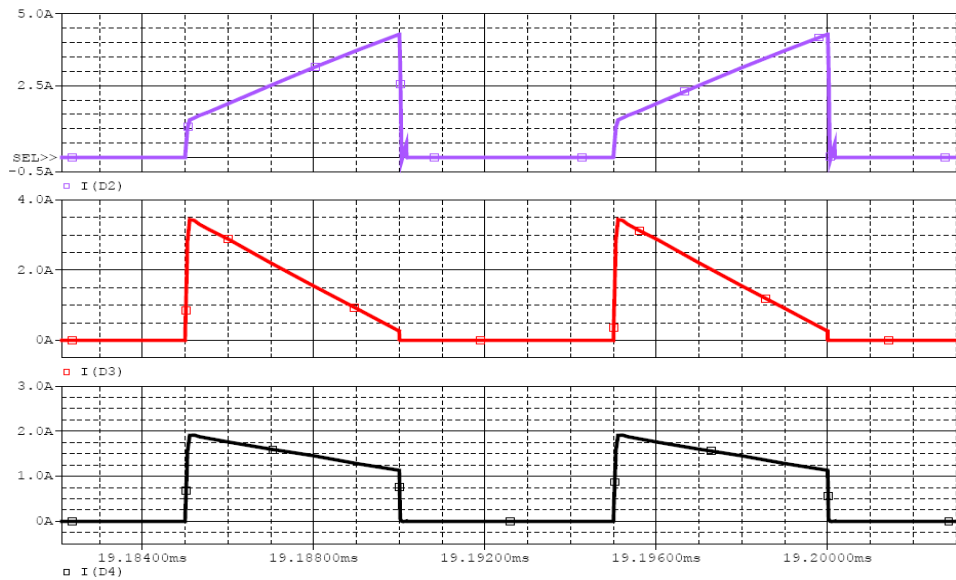
ภาพประกอบ 4-53 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Sandwich2



ภาพประกอบ 4-54 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Sandwich3



ภาพประกอบ 4-55 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Sandwich4



ภาพประกอบ 4-56 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Sandwich 5

### 4.3.3 การทดสอบค่าครอสเรกยูเลชันหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich ใน วงจร ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาท์พุท

ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจากการพันขดลวดแบบ Sandwich 1 ถึง Sandwich 5 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดครอสเรกยูเลชันในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ ที่ กระแสโหลดเอาท์พุทหลัก ( $I_2$ ) มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.5-3.5A และมีกระแสโหลดที่ เอาท์พุทย่อย ( $I_3$ ) และ ( $I_4$ ) มีค่าคงที่เท่ากับ 1A แสดงได้ดังตาราง 4-20 ถึง 4-24

ตาราง 4-20 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	3.34	7.35	-7.71	0.00	0.00
1.2	3.10	7.19	-7.59	0.16	-0.12
1.96	2.81	7.07	-7.53	0.28	-0.18
2.52	2.07	6.93	-7.50	0.42	-0.21
3.45	2.33	6.71	-7.46	0.64	-0.25

ตาราง 4-21 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich2 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	3.45	7.49	-7.75	0	0
1.41	3.13	7.21	-7.52	0.28	-0.25
2.03	2.74	6.93	-7.36	0.59	-0.39
2.47	2.32	6.87	-7.31	0.62	-0.44
3.51	1.97	6.78	-7.22	0.71	-0.53



ตาราง 4-22 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich 3 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.6	3.29	7.28	-7.53	0	0
1.22	3.05	7.14	-7.43	0.14	-0.10
2.16	2.72	6.91	-7.36	0.38	-0.17
2.49	2.48	6.72	-7.31	0.56	0.22
3.50	2.17	6.67	-7.23	0.61	-0.30

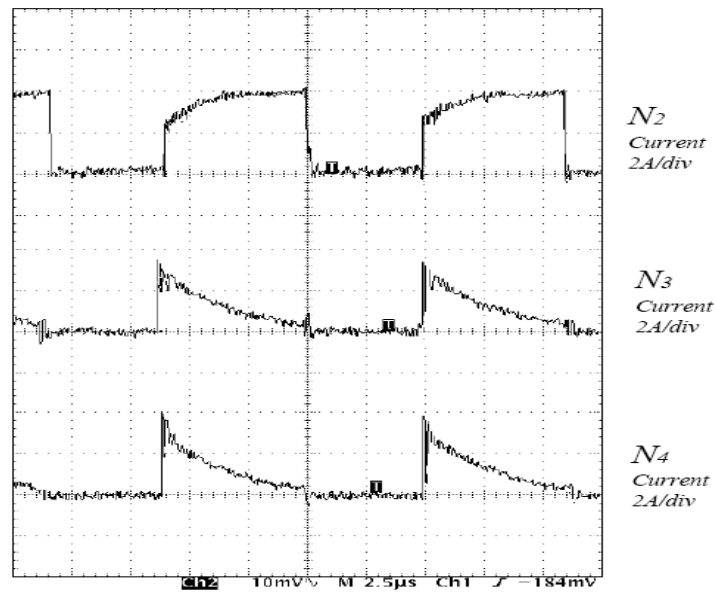
ตาราง 4-23 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich 4 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.6	3.58	7.74	-8.11	0	0
1.41	3.36	7.62	-8.03	0.12	-0.08
2.16	2.93	7.32	-7.84	0.42	-0.27
2.52	2.53	7.02	-7.69	0.72	-0.42
3.51	2.29	6.73	-7.5	1.01	-0.61

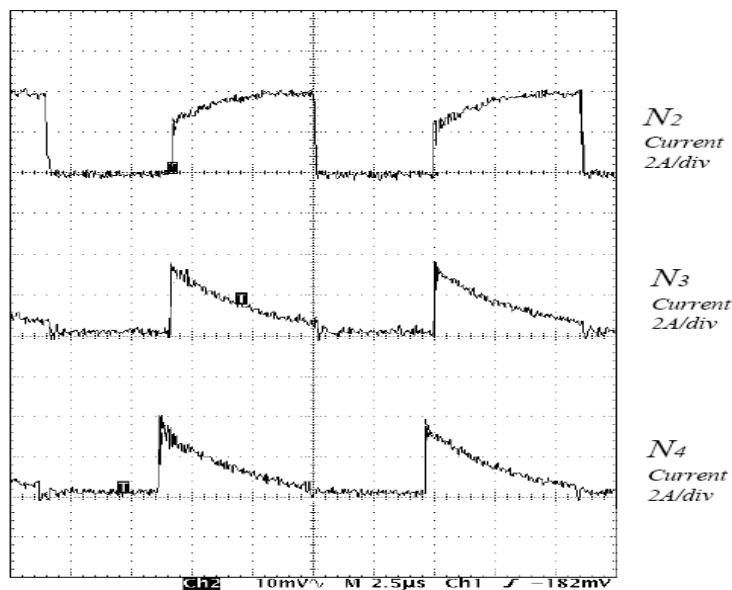
ตาราง 4-24 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich 5 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.6	3.61	7.80	-8.21	0	0
1.48	3.35	7.63	-8.13	0.17	-0.08
2.22	2.89	7.17	-8.06	0.63	-0.15
2.56	2.59	6.75	-7.92	1.05	-0.29
3.60	1.98	6.59	-7.78	1.21	-0.42

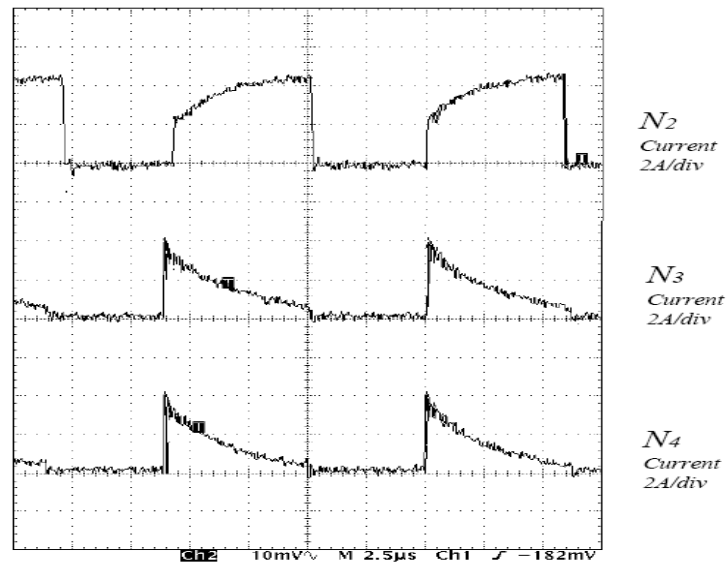
ผลการทดสอบการวัดค่ากระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1 ถึง Sandwich5 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต เมื่อค่าสัญญาณกระแสโหลดที่เอาต์พุตหลัก ( $I_2$ ) เท่ากับ 3.5A และมีกระแสโหลดที่เอาต์พุตย่อย ( $I_3$ ) และ ( $I_4$ ) เท่ากับ 1A แสดงได้ดังภาพประกอบ 4-57 ถึง 4-61



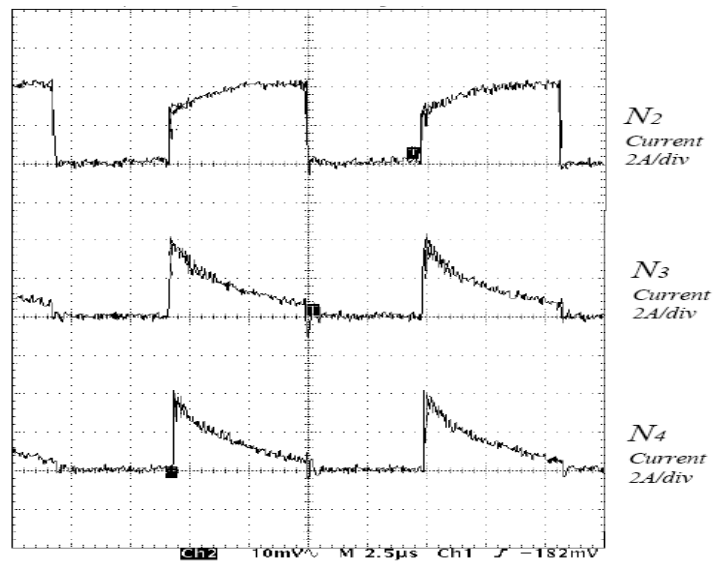
ภาพประกอบ 4-57 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich1



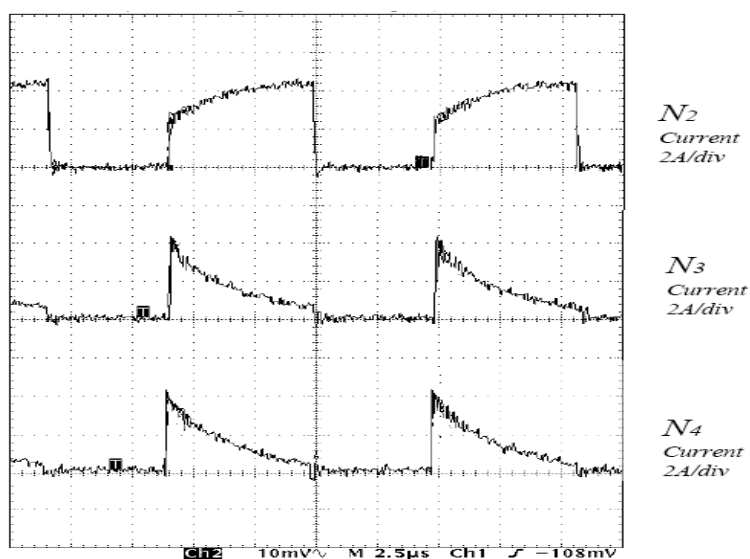
ภาพประกอบ 4-58 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich2



ภาพประกอบ 4-59 คลื่นสัญญาณกระแสเอาท์พุทในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich3



ภาพประกอบ 4-60 คลื่นสัญญาณกระแสเอาท์พุทในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich4



ภาพประกอบ 4-61 คลื่นสัญญาณกระแสเอาท์พุทในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Sandwich5

#### 4.4 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave

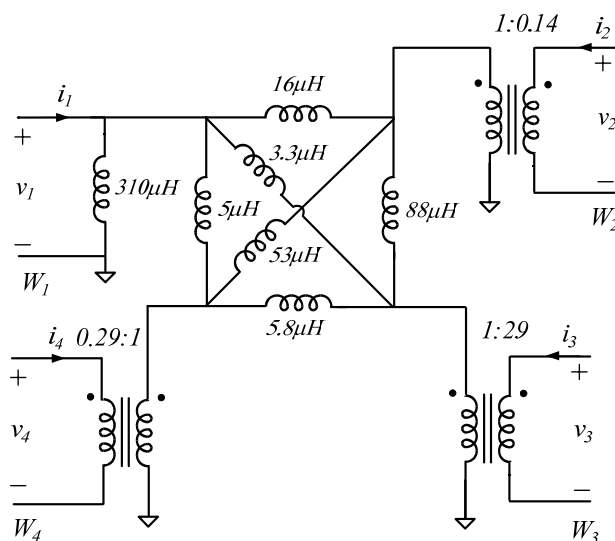
การศึกษาลักษณะค่าความเหนี่ยวนำรั่ว เพื่อทดสอบการเกิดครอสเรกกูเลชันในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง จากการออกแบบการพันหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1 ถึง Interleave4

##### 4.4.1 ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave

ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1 ถึง Interleave4 แสดงได้ดังตาราง 4-25 ถึง 4-28

ตาราง 4-25 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1

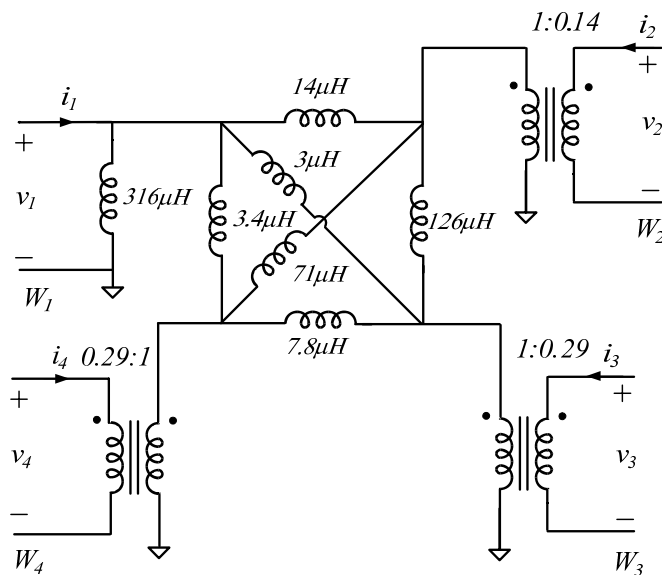
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.144
$n_3$	0.29
$n_4$	0.29
$L_{11}$	310 $\mu H$
$l_{12}$	16 $\mu H$
$l_{13}$	3.3 $\mu H$
$l_{14}$	5 $\mu H$
$l_{23}$	88 $\mu H$
$l_{24}$	53 $\mu H$
$l_{34}$	5.8 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-62 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1

ตาราง 4-26 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave2

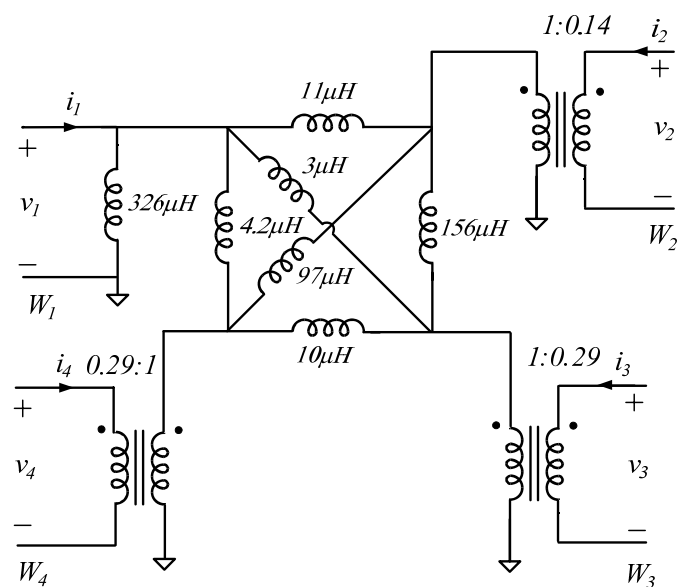
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.144
$n_3$	0.29
$n_4$	0.29
$L_{11}$	316 $\mu H$
$l_{12}$	14 $\mu H$
$l_{13}$	3 $\mu H$
$l_{14}$	3.4 $\mu H$
$l_{23}$	126 $\mu H$
$l_{24}$	71 $\mu H$
$l_{34}$	7.8 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-63 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave2

ตาราง 4-27 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave3

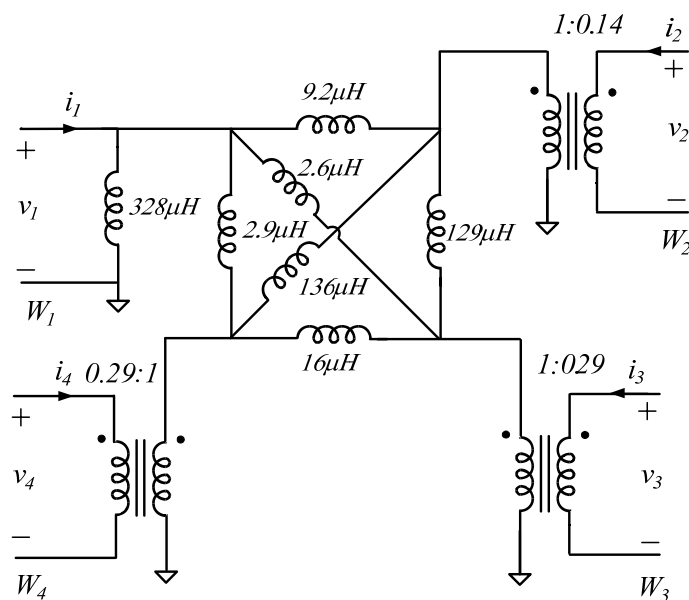
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.144
$n_3$	0.29
$n_4$	0.29
$L_{11}$	326 $\mu H$
$l_{12}$	11 $\mu H$
$l_{13}$	3 $\mu H$
$l_{14}$	4.2 $\mu H$
$l_{23}$	156 $\mu H$
$l_{24}$	97 $\mu H$
$l_{34}$	10 $\mu H$



ภาพประกอบ 4-64 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave3

ตาราง 4-28 ค่าการทดสอบพารามิเตอร์จากรูปแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave4

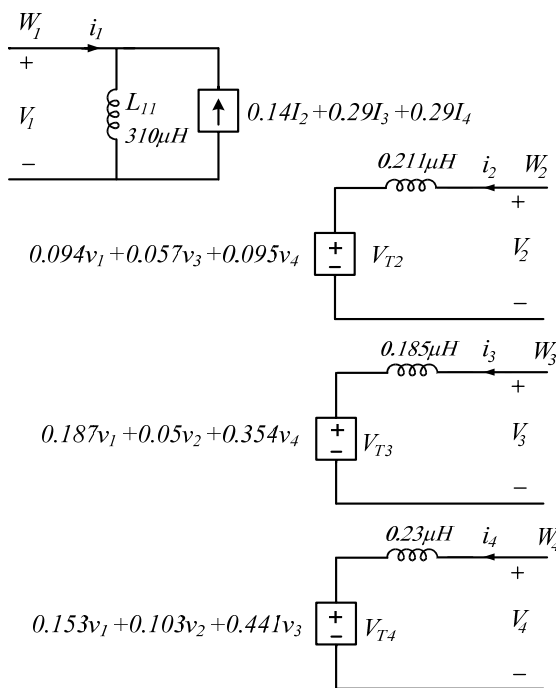
<i>Inductance parameter</i>	<i>Measure values</i>
$n_2$	0.14
$n_3$	0.29
$n_4$	0.29
$L_{11}$	328 $\mu H$
$l_{12}$	9.2 $\mu H$
$l_{13}$	2.6 $\mu H$
$l_{14}$	2.9 $\mu H$
$l_{23}$	129 $\mu H$
$l_{24}$	136 $\mu H$
$l_{34}$	16 $\mu H$



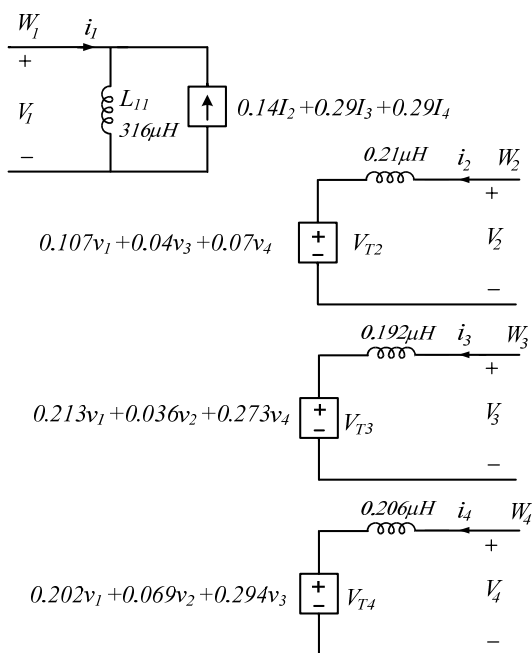
ภาพประกอบ 4-65 แบบจำลอง Extended Cantilever หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave4



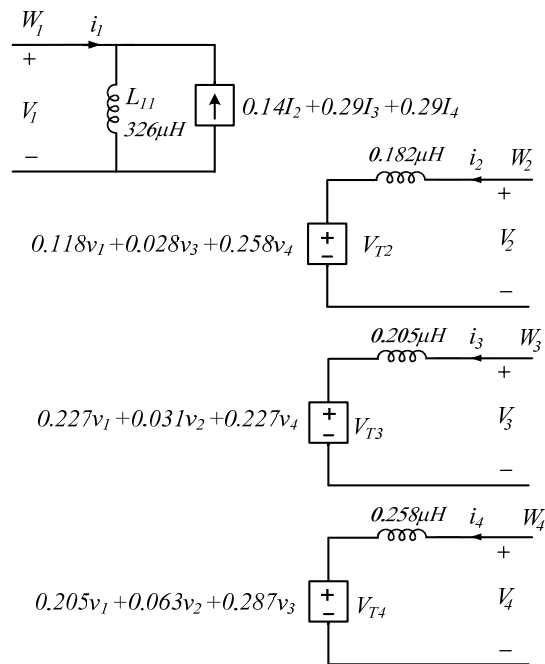
4.4.2 ผลการจำลองโปรแกรมการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง N-port ของ หม้อแปลงไฟฟ้า ความถี่สูงแบบ Interleave



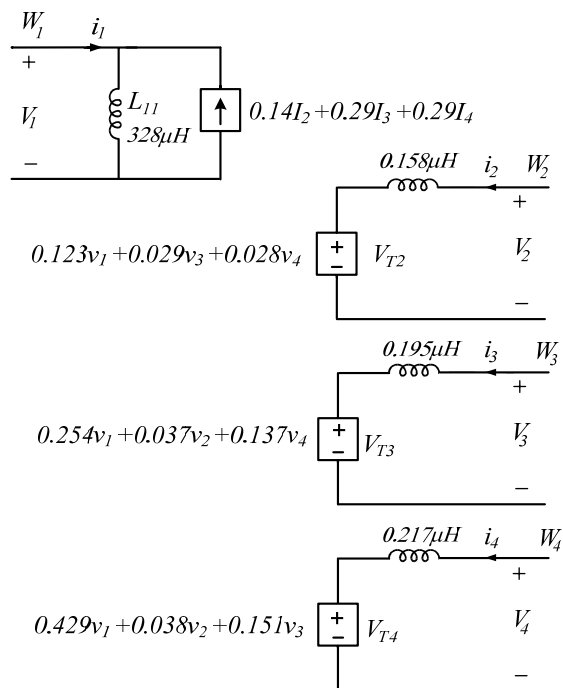
ภาพประกอบ 4-66 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1



ภาพประกอบ 4-67 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave2

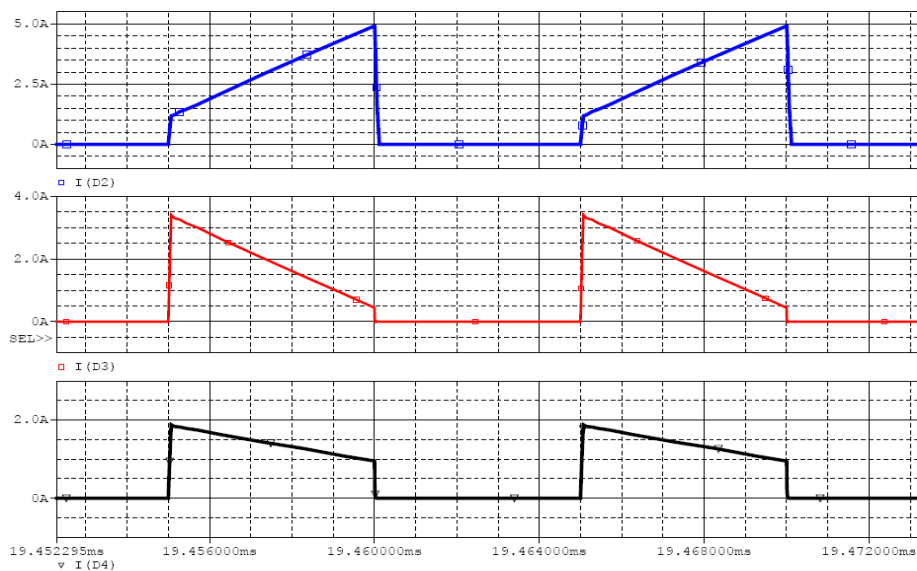


ภาพประกอบ 4-68 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave3

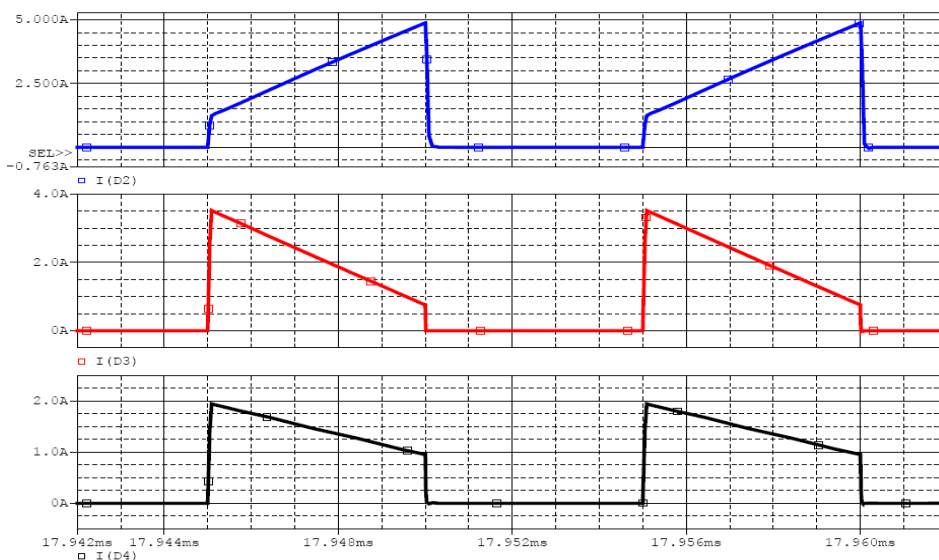


ภาพประกอบ 4-69 แบบจำลอง N-port ของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave4

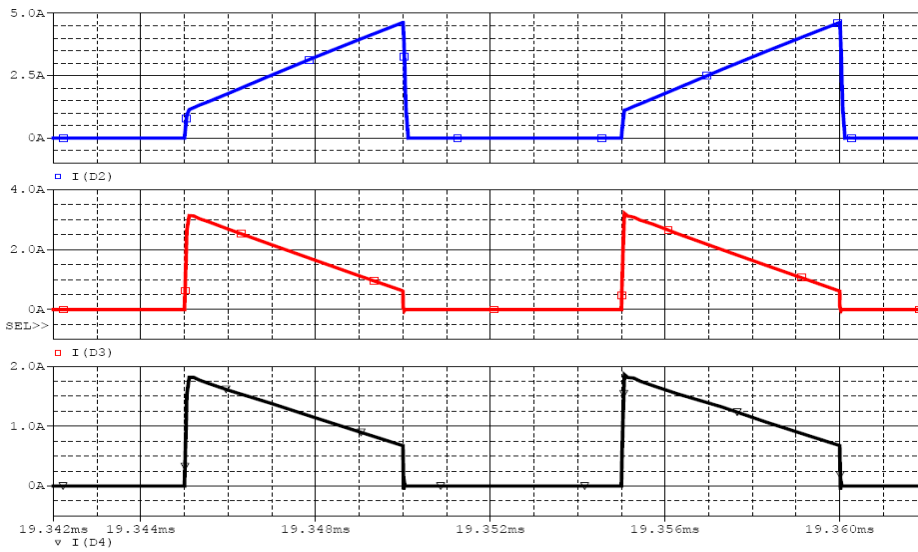
ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง N-port จะมีความสัมพันธ์กับแบบจำลอง Extended Cantilever ที่เกิดจากการแปลงค่าพารามิเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าพฤติกรรมค่าครอสเรกกูเลชันของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง แบบInterleave1 ถึง Interleave4



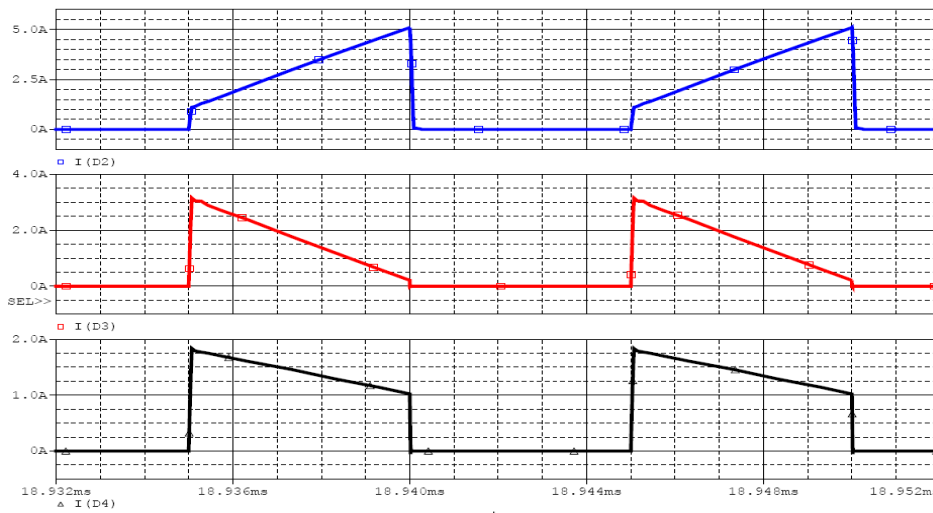
ภาพประกอบ 4-70 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Interleave1



ภาพประกอบ 4-71 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Interleave2



ภาพประกอบ 4-72 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Interleave3



ภาพประกอบ 4-73 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตจากโปรแกรมการวิเคราะห์ Interleave4

#### 4.4.3 การทดสอบค่าครอสเรกกูเลชันหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave ใน วงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต

ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจากการพันขดลวดแบบ Interleave1 ถึง Interleave 4 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดครอสเรกกูเลชันในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ ที่ กระแสโหลดเอาต์พุตหลัก ( $I_2$ ) มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.5-3.5A และมีกระแสโหลดที่ เอาต์พุตย่อย ( $I_3$ ) และ ( $I_4$ ) มีค่าคงที่เท่ากับ 1A แสดงได้ดังตาราง 4-25 ถึง 4-28

ตาราง 4-29 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	3.52	7.69	-8.01	0.00	0.00
1.23	3.26	7.56	-7.95	0.13	-0.06
2.04	2.86	7.26	-7.79	0.43	-0.22
3.00	2.34	6.71	-7.39	0.98	-0.62
3.51	2.16	6.37	-7.18	1.32	0.83

ตาราง 4-30 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave2 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	3.51	7.81	-7.95	0	0
1.2	3.23	7.6	-7.77	0.21	-0.18
2.03	2.76	7.13	-7.33	0.68	-0.62
3.00	2.36	6.92	-7.29	0.89	-0.66
3.51	2.10	6.61	-7.05	1.2	-0.90

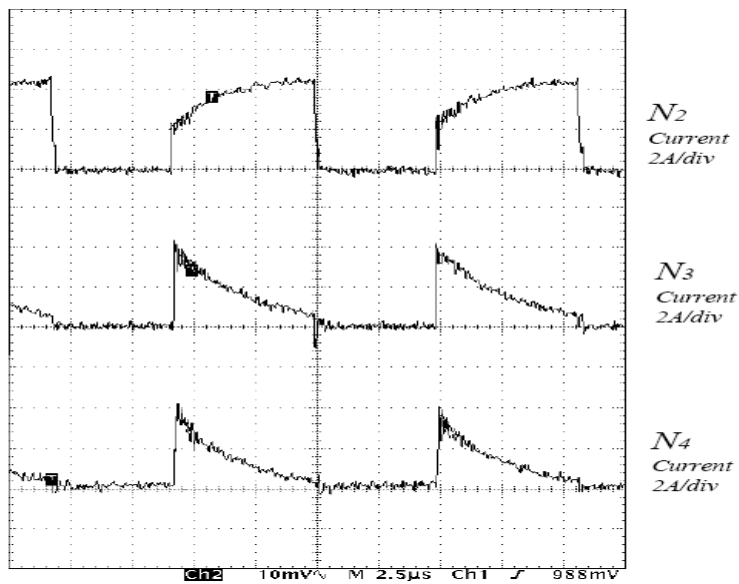
ตาราง 4-31 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave3 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	3.52	7.58	-8.02	0	0
1.24	3.28	7.39	-7.90	0.19	-0.12
2.04	2.88	6.99	-7.65	0.59	-0.37
3.02	2.39	6.51	-7.56	1.07	-0.46
3.52	2.14	6.22	-7.42	1.36	-0.60

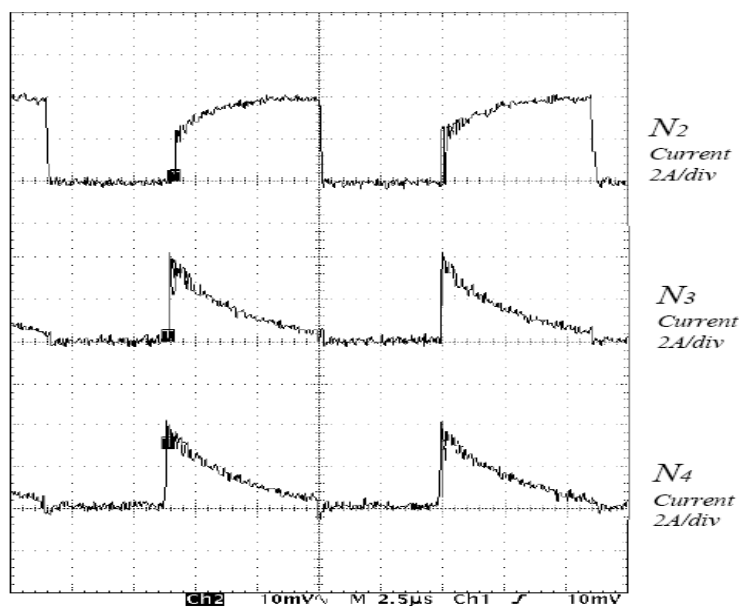
ตาราง 4-32 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave 4 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

$I_2(A)$	$V_2(V)$	$V_3(V)$	$V_4(V)$	$\Delta V_3$	$\Delta V_4$
0.5	3.58	7.71	-8.16	0	0
1.4	3.25	7.52	-7.99	0.19	-0.17
2.1	2.93	7.16	-7.91	0.55	-0.25
3	2.45	6.87	-7.73	0.84	-0.43
3.5	2.14	6.60	-7.64	1.11	-0.52

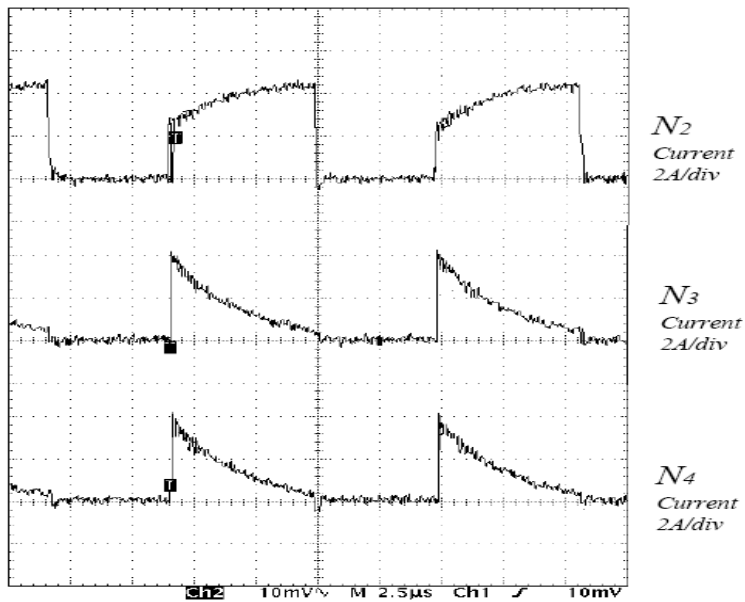
ผลการทดสอบการวัดค่ากระแสเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1 ถึง Interleave4 ในวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เอาต์พุต เมื่อค่าสัญญาณกระแสโหลดที่เอาต์พุตหลัก ( $W_2$ ) เท่ากับ 3.5A และมีกระแสโหลดที่เอาต์พุตย่อย ( $W_3$ ) และ ( $W_4$ ) เท่ากับ 1A แสดงได้ดังภาพประกอบ 4-76 ถึง 4-79



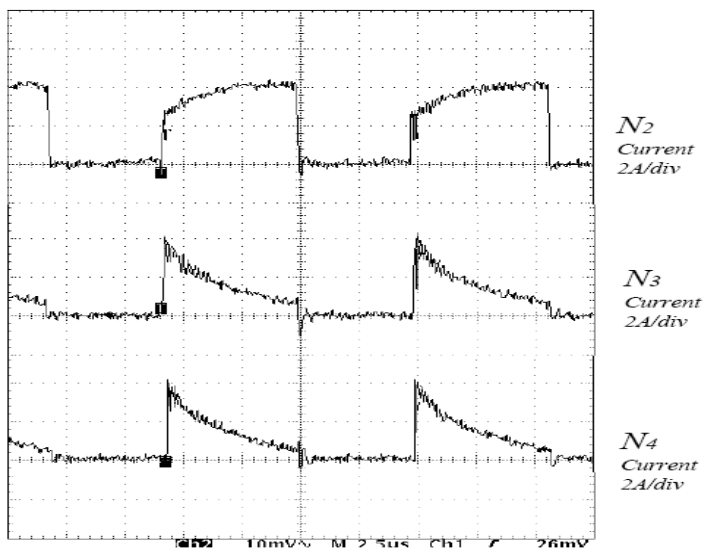
ภาพประกอบ 4-74 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave1



ภาพประกอบ 4-75 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave2



ภาพประกอบ 4-76 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave3



ภาพประกอบ 4-77 คลื่นสัญญาณกระแสเอาต์พุตในหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแบบ Interleave4