



บทที่ 4

การสร้างและการทดสอบ

การสร้าง

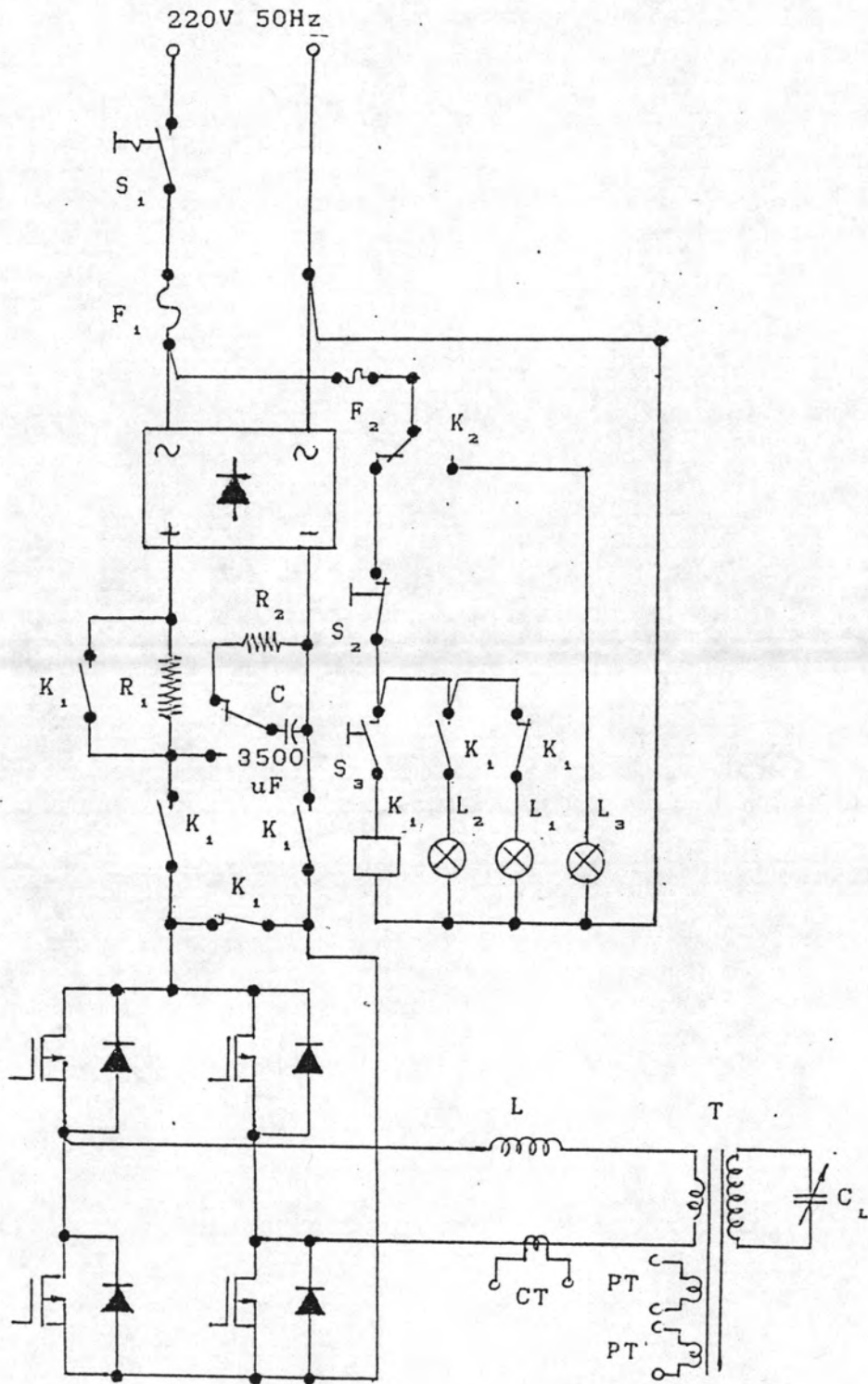
ในการสร้างแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูงเป็นผลิตภัณฑ์นั้น จะต้องออกแบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพของสถานที่ใช้งานและผู้นำไปใช้งาน การออกแบบสามารถพิจารณาแยกออกเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้ คือ ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า การติดตั้งองค์ประกอบ แผ่นวงจรควบคุม ระบบระบายความร้อน และกล่องผลิตภัณฑ์ เป็นต้น เราจะกล่าวถึงการออกแบบแต่ละส่วนโดยสังเขปดังนี้

1. ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า

ในการจ่ายกำลังไฟฟ้าเพื่อสร้างประจุไฟฟ้าโคโรนา ที่ใช้ในการปรับผิวฟิล์มพลาสติก ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานและองค์ประกอบทั้งหมด โดยมีเงื่อนไขของการทำงานว่า ก่อนที่จะสร้างประจุไฟฟ้าโคโรนา ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับระบบของวงจรควบคุม และ เมื่อเลิกใช้งานจะต้องไม่มีไฟฟ้าค้างอยู่ ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าตามเงื่อนไขดังกล่าว แสดงดังรูปที่ 71

2. การติดตั้งองค์ประกอบ

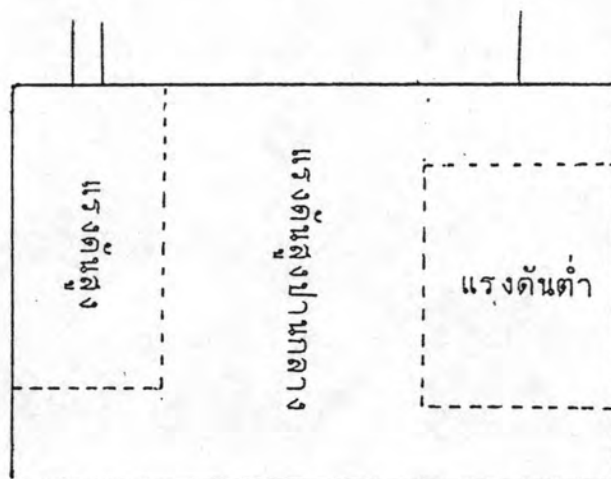
การออกแบบ การติดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งหมด ลงในกล่องผลิตภัณฑ์จะต้องคำนึงถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ต่อผู้ใช้งานหรือผู้ซ่อมบำรุง ในการออกแบบได้แบ่งแรงดันออกเป็น 3 ระดับ ตามระดับของอันตรายได้แก่แรงดันขนาดต่ำ แรงดันขนาดสูงปานกลาง และแรงดันขนาดสูง โดยที่ระดับแรงดันขนาดต่ำประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ที่มีระดับแรงดันไม่เกิน 50 โวลต์ ได้แก่ วงจรควบคุมทั้งหมด สำหรับระดับแรงดันสูงขนาดปานกลางประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีระดับแรงดันไม่เกิน 350 โวลต์ และระดับแรงดันขนาดสูง



รูปที่ 71

ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูง

ประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีระดับแรงดันสูงกว่า 350 โวลต์ ลักษณะของการติดตั้งองค์ประกอบจะแบ่งเป็นส่วน ๆ ตามระดับแรงดันดังกล่าว แสดงดังรูปที่ 72

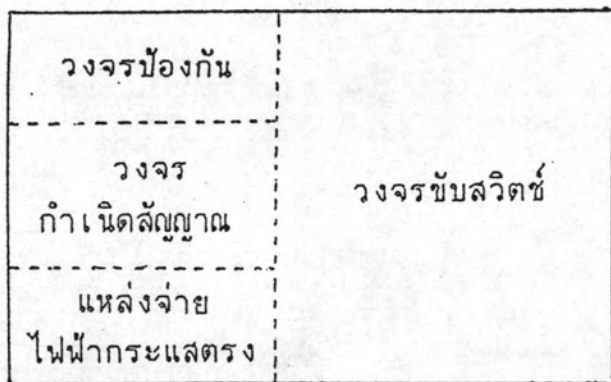


รูปที่ 72

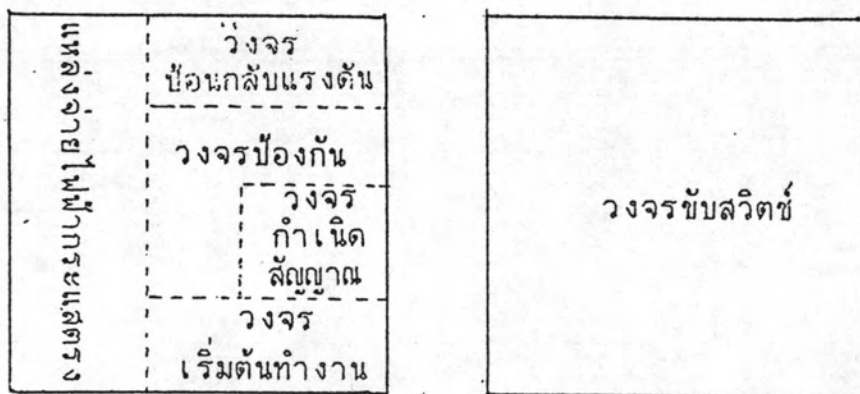
ส่วนต่าง ๆ ของการติดตั้งองค์ประกอบตามระดับแรงดัน

3. แผ่นวงจรควบคุม

การออกแบบแผ่นวงจรควบคุมที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ต้องคำนึงถึงความสำคัญในเรื่องการซ่อมบำรุง เพื่อเกิดความสะดวกและใช้เวลาน้อย ทำให้งานของการปรับผิวฟิล์มพลาสติกไม่หยุดชะงัก ตลอดจนในเรื่องของระดับสัญญาณที่มีความถี่สูง ที่มีผลรบกวนสัญญาณควบคุมระดับต่ำ จึงต้องกำหนดตำแหน่งของตัวนำให้เหมาะสม ในการออกแบบแผ่นวงจรควบคุมได้แบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามลักษณะของวงจร ได้แก่ วงจรกำเนิดสัญญาณ วงจรป้องกัน วงจรขับสวิตช์เฟต และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้น การแบ่งส่วนแผ่นวงจรควบคุมแสดงดังรูปที่ 73 ก และ ข



ก. วงจรควบคุมแบบวงรอบเปิด



ข. วงจรควบคุมแบบวงรอบปิด

รูปที่ 73

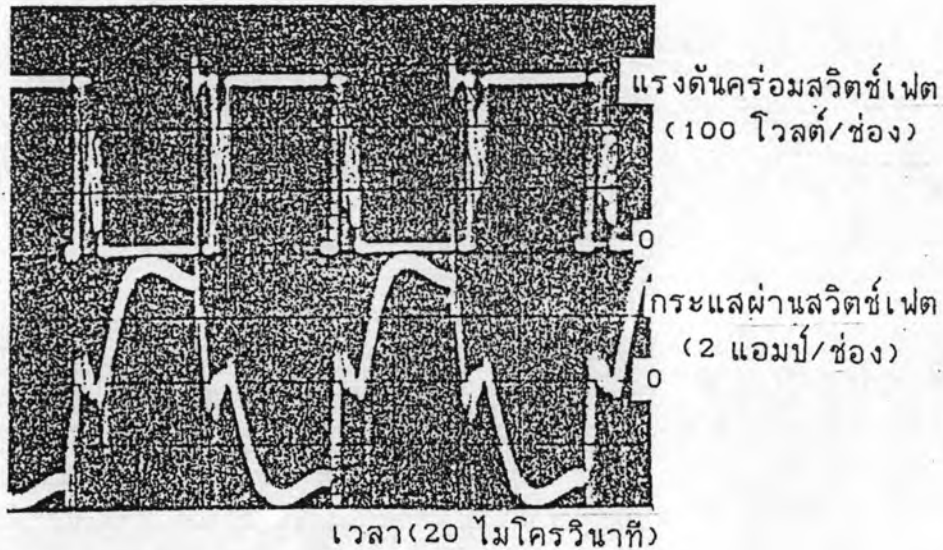
ส่วนต่าง ๆ ของแผ่นวงจรควบคุม

4. ระบบระบายความร้อน

การระบายความร้อนในผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น มีความจำเป็นอย่างมาก เพราะความร้อนมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวลดลง ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ก็ลดลงด้วย หรืออาจทำให้เกิดความเสียหายได้ ในแหล่งกำเนิดแรงดันสูงนั้นความร้อนที่ต้องระบายความร้อนออก ได้แก่ (ก) สวิตช์เฟตของวงจรอินเวอร์เตอร์ ความร้อนที่เกิดขึ้นมีผลมาจากการตัด-ต่อของสวิตช์ แต่มีค่าน้อยเนื่องจากขนาดของกระแสที่ไหลผ่านมีค่าต่ำ ทำให้สามารถระบายความร้อน ด้วยแผ่นอะลูมิเนียมระบายความร้อนที่ใช้ติดตั้งสวิตช์เฟตดังกล่าวได้ ลักษณะแรงดันคร่อมสวิตช์เฟตและกระแสผ่านสวิตช์เฟตแสดงดังรูปที่ 74 (ข) วงจรขับสวิตช์เฟต ความร้อนที่เกิดขึ้นมีค่าน้อย (ค) หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูงความร้อนเกิดขึ้นเพราะหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูงมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าเนื่องจากแกนของหม้อแปลง โดยรายละเอียดของแกนหม้อแปลงดังกล่าวระบุว่าถ้าใช้งานที่ความถี่ 16 กิโลเฮิรตซ์ จะเกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 5 วัตต์ต่อคู่ ฉะนั้นความร้อนสูงสุดทั้งหมดที่เกิดขึ้นมีประมาณ 20 วัตต์ ซึ่งมีค่าสูงไม่สามารถระบายความร้อนโดยวิธีการพาดด้วยอากาศรอบ ๆ ได้ จึงใช้พัดลมขนาด 5 x 5 นิ้ว 1 ตัว ดูดอากาศภายในกล่องผลิตภัณฑ์ออกเป็นการระบายความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้น พัดลมนี้สามารถระบายความร้อนได้มากกว่านี้อีกมาก แต่ที่เลือกใช้พัดลมนี้ก็เนื่องจากมีราคาถูก และมีความเหมาะสมกับการติดตั้ง

5. กล่องผลิตภัณฑ์

กล่องผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุและติดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ จะต้องมีความเหมาะสม สวยงาม และคงทนต่อสภาพการใช้งาน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงกรรมวิธีการผลิตกล่องผลิตภัณฑ์อีกด้วย โดยกรรมวิธีการผลิตจะต้องง่ายเพื่อประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ลักษณะของกล่องผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 89 ก. ข. และ ค. ในภาคผนวก



รูปที่ 74

แรงดันคร่อมสวิตช์เฟตและกระแสไหลผ่านสวิตช์เฟต

ผลการวิจัยและทดลอง

ผลการวิจัยและทดลองทั้งหมดนี้ กล่าวเฉพาะแหล่งกำเนิดแรงดันสูง ที่ความถี่สูง ที่มีการควบคุมแบบวงรอบปิดเท่านั้น เพราะเนื่องจากผลของการวิจัยและทดลองในกรณีแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูงที่มีการควบคุมแบบวงรอบเปิดมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่ก็นำมาเพียงบางส่วนที่สำคัญ ผลของการวิจัยและทดลองมีดังนี้

1. ผลของการปรับผิวฟิล์มพลาสติก

ในการทดลองเพื่อหาผลของการปรับผิวฟิล์มพลาสติกในครั้งนี้ ใช้วิธีทดสอบโดยใช้ปากกาทดสอบที่มีหมึกเป็นสารเคมี ขนาด 38 mN/M ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบที่นิยมใช้โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมปัจจุบัน กรรมวิธีทดสอบทำได้โดย ขีดปากกาลงบนผิวฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการปรับผิวแล้ว และที่ยังไม่ได้

ผ่านการปรับผิว เพื่อเปรียบเทียบ ผลของการทดสอบพบว่าฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการปรับผิว หมึกจะติดบนผิวฟิล์มพลาสติก แต่กรณีฟิล์มพลาสติกที่ไม่ผ่านการปรับผิว หมึกจะไม่ติดบนผิวฟิล์มพลาสติก ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 75 ก. และ ข. และ



ก. ฟิล์มพลาสติกที่ไม่ผ่านการปรับผิว

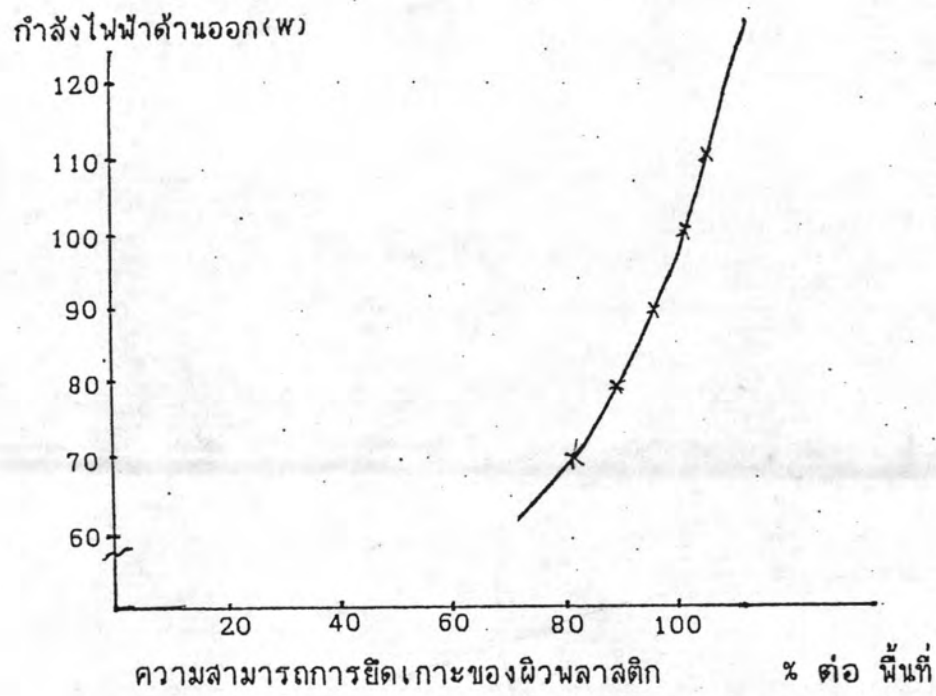


ข. ฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการปรับผิว

รูปที่ 75

ผลการทดสอบการปรับผิวฟิล์มพลาสติกโดยพิจารณารอยหมึกที่ขีดลงบนผิว

ความสามารถของการยึดเกาะของผิวฟิล์มพลาสติก เมื่อผ่านการปรับผิวด้วยกำลังไฟฟ้าโคโรนาระดับต่าง ๆ กัน แสดงได้ดังกราฟรูปที่ 76



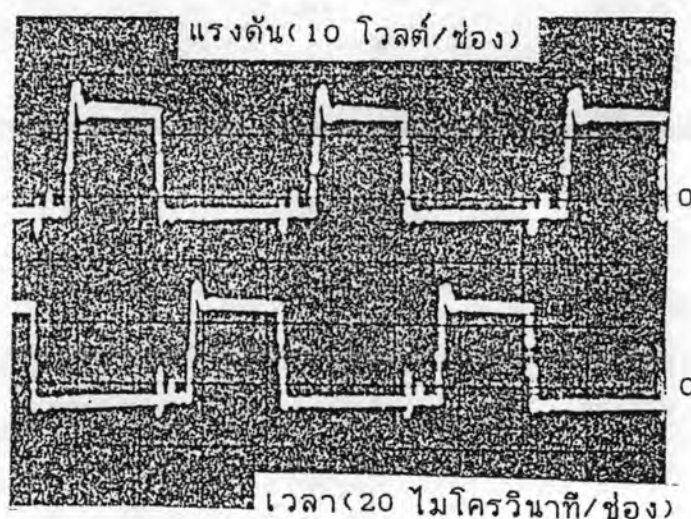
รูปที่ 76

ผลการทดสอบความสามารถของการยึดเกาะผิวฟิล์มพลาสติก

2. สัญญาณแรงดันและกระแสในส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ

สัญญาณแรงดันและกระแสในส่วนต่าง ๆ ที่จะกล่าวนี้ได้แก่ในส่วน
 ของไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันขั้วสวิตช์เฟด ไฟฟ้ากระแสสลับด้านออก และด้าน
 ขดปฐมภูมิของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูง โดยนำผลการทดลองในแต่ละ
 เงื่อนไขมาเปรียบเทียบว่าเป็นไปตามที่ออกแบบเอาไว้หรือไม่ และยังนำข้อมูลที่
 ได้ไปใช้ในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ อีก ด้วย

2.1 แรงดันขับสวิตช์เฟต เป็นสัญญาณแรงดันที่ป้อนให้กับขาเกตของสวิตช์เฟต เพื่อบังคับให้สวิตช์เฟตทำงาน ในรูปที่ 77 เป็นแรงดันขับสวิตช์เฟตในสภาวะการทำงานอยู่ตัว โดยมีเงื่อนไขของตัวถาระ คือ มีความยาวอิเล็คโทรด 540 มิลลิเมตร ความกว้างช่องว่างอากาศ 3 มิลลิเมตร ความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก 1000 เซนติเมตรต่อนาที ซึ่งเป็นช่วงของความเร็วที่ใช้งานอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม และแอมพลิจูดของแรงดันด้านออก 11.3 กิโลโวลต์ (แรงดันขดปฐมภูมิของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูงเท่ากับ 300 โวลต์)

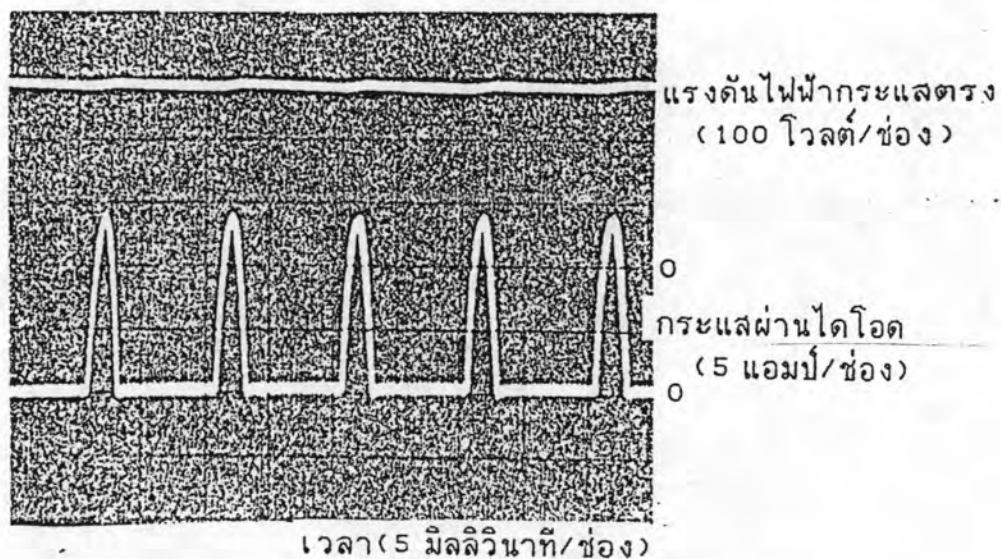


รูปที่ 77

แรงดันขับสวิตช์เฟตของวงจรอินเวอร์เตอร์

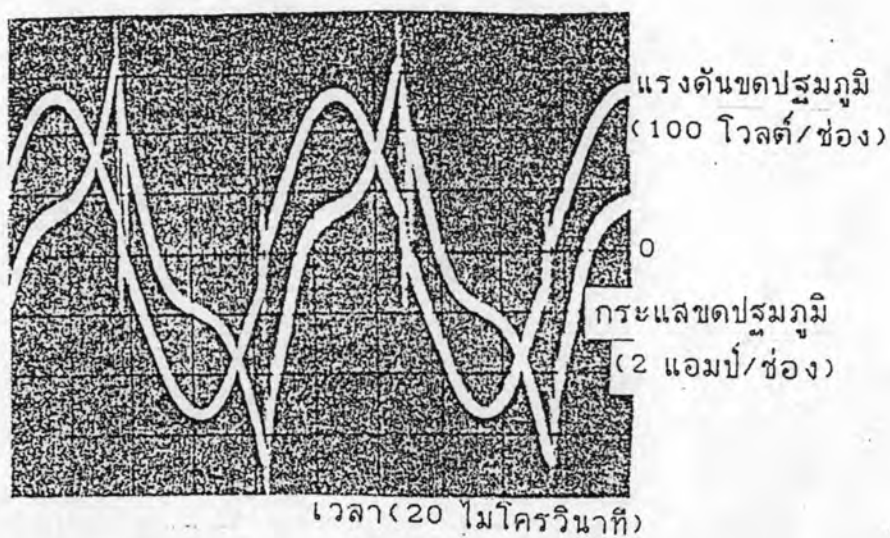
2.2 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสผ่านไดโอด ลักษณะของสัญญาณทั้งสอง แสดงดังรูปที่ 78 โดยมีเงื่อนไขของตัวถาระ เช่นเดียวกับแรงดันขับสวิตช์เฟตในข้อ 2.1 จากรูปที่ 78 พบว่าลักษณะและขนาดของแรงดันและกระแสเป็นไปตามที่ออกแบบเอาไว้ในตอนต้น

2.3 แรงดัน และกระแสขดปฐมภูมิของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่
ความถี่สูง เหตุที่พิจารณาลักษณะของสัญญาณทั้งสองเนื่องจากหม้อแปลงแรงดันไฟ
 ฟ้าที่ความถี่สูงมีการปรับช่องว่างของแกนหม้อแปลง เพื่อให้ลักษณะสัญญาณกระแสขด
 ปฐมภูมิของหม้อแปลงดังกล่าวมีความเหมาะสม เป็นเหตุให้ลักษณะสัญญาณกระแส
 ขดปฐมภูมิ กับ ลักษณะสัญญาณกระแสขดทุติยภูมิของหม้อแปลงไม่เหมือนกัน และยัง
 ทำให้อัตราส่วนของขนาดแรงดันขดปฐมภูมิกับขนาดแรงดันขดทุติยภูมิของหม้อแปลง
 ลดลงอีกด้วย ลักษณะสัญญาณทั้งสองของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูงใน
 สถานะเงื่อนไขต่าง ๆ ของตัวภาระ แสดงดังรูปที่ 79 ก. ข. ค. และ ง.
 ซึ่งมีความกว้างช่องอากาศ 3 มิลลิเมตร และความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก
 1000 เซนติเมตรต่อนาที

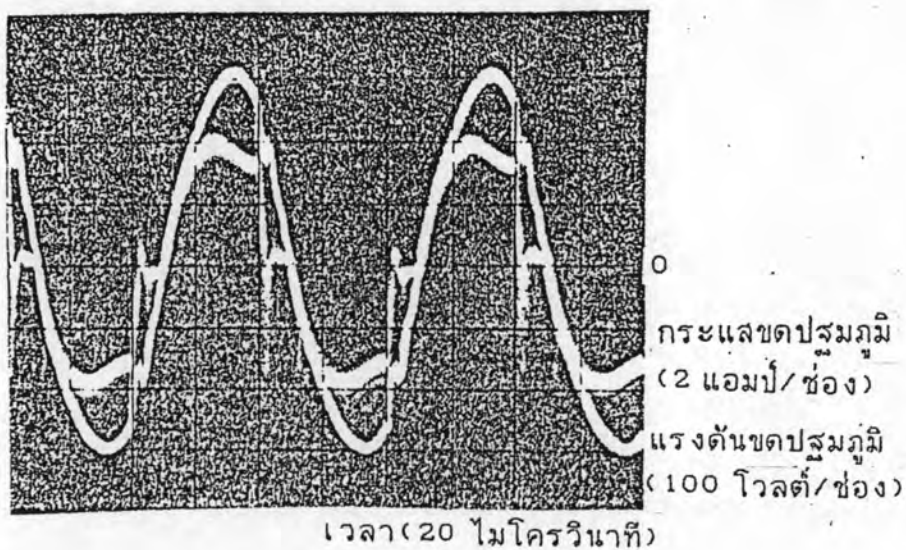


รูปที่ 78

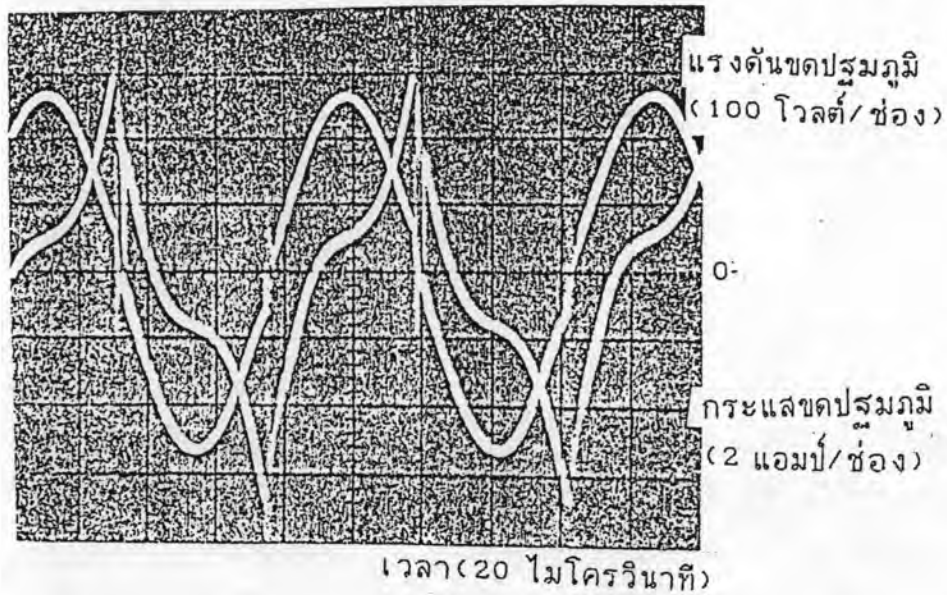
สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสไฟฟ้าผ่านไดโอด



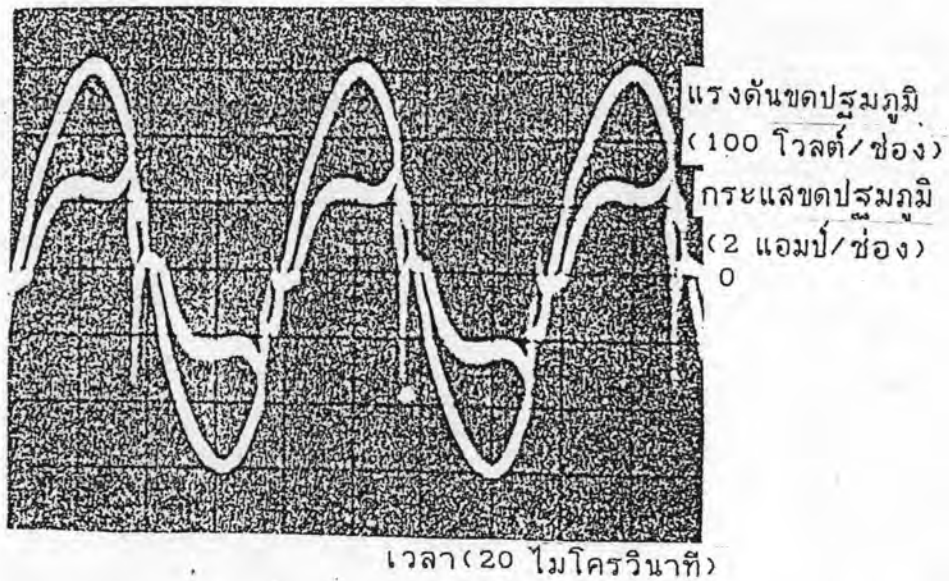
ก. ความยาวคลื่นโทรด 540 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 260 โวลต์



ข. ความยาวคลื่นโทรด 540 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 300 โวลต์



ค. ความยาวคลื่นโทรด 280 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 260 โวลต์



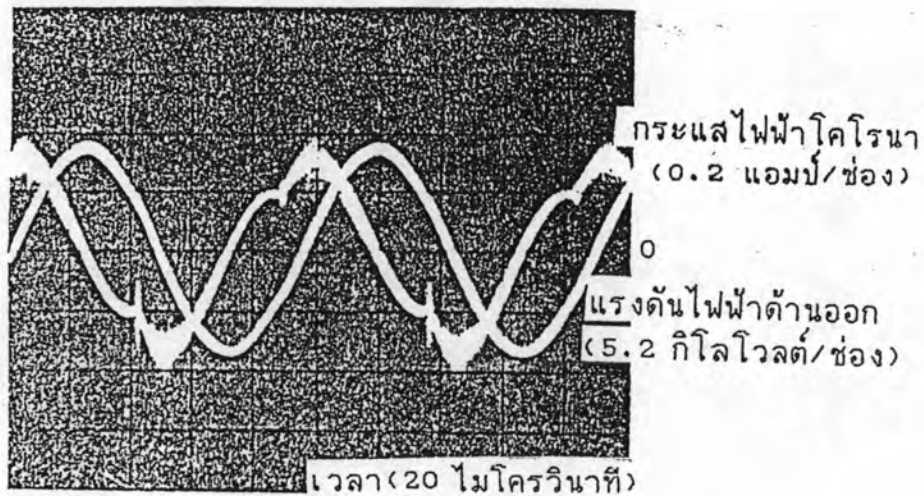
ง. ความยาวคลื่นโทรด 280 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 300 โวลต์

รูปที่ 79

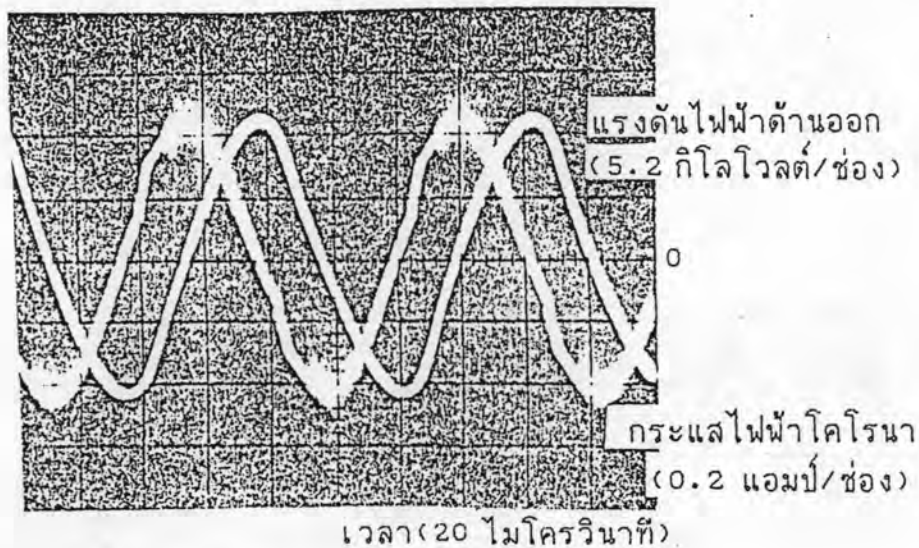
สัญญาณแรงดันและกระแสขดปฐมภูมิของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูง

จากรูปที่ 79 ก. ข. ค. และ ง. ในกรณีแรงดันปฐมภูมิ มีขนาดเท่ากัน ลักษณะของสัญญาณแรงดันด้านปฐมภูมิจะเหมือนกันแต่คาบเวลาแตกต่างกัน และลักษณะของสัญญาณกระแสปฐมภูมิและความต่างเฟสของสัญญาณทั้งสองจะเปลี่ยนไป ส่วนในกรณีที่ความยาวอิเล็กทรอนิกส์มีขนาดเท่ากัน ขนาดแรงดันปฐมภูมิไม่เท่ากัน ลักษณะของสัญญาณแรงดันปฐมภูมิจะเหมือนกัน แต่ขนาดและคาบเวลาจะเปลี่ยนไป และ ลักษณะของสัญญาณกระแสปฐมภูมิและความต่างเฟสของสัญญาณทั้งสองก็จะเปลี่ยนไปด้วย เนื่องจากค่าความต้านทานของตัวภาวลดลง ซึ่งเป็นไปตามที่ออกแบบเอาไว้

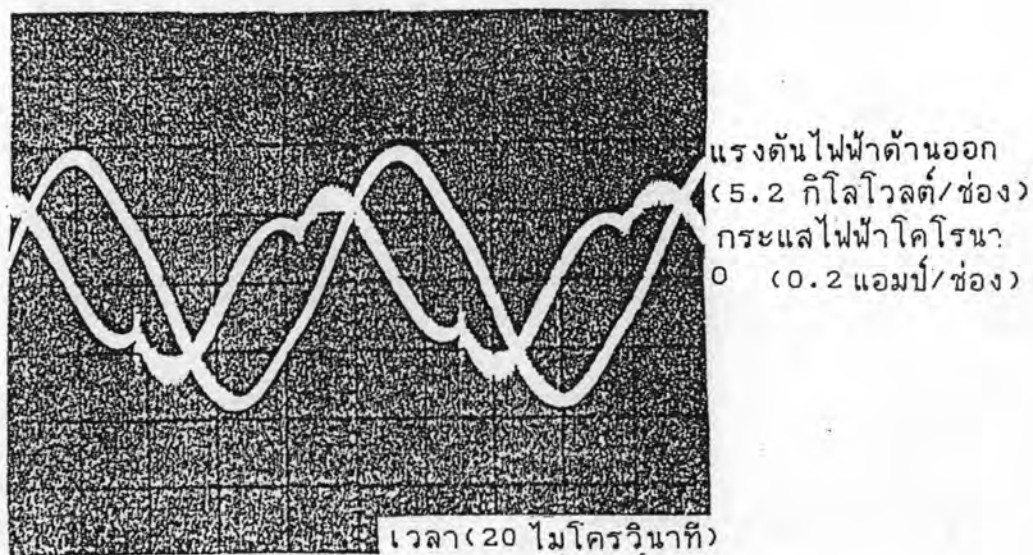
2.4 สัญญาณแรงดันด้านออกและกระแสไฟฟ้าโคโรนา สัญญาณทั้งสองแสดงดังรูปที่ 80 ก. ข. ค. และ ง. โดยมีเงื่อนไขเช่นเดียวกับสัญญาณแรงดันและกระแสขดปฐมภูมิของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูง ในข้อที่ 2.3 และ สัญญาณทั้งสองก็เป็นสัญญาณแรงดันและกระแสขดทุติยภูมิของหม้อแปลงดังกล่าวด้วย ตามลำดับ



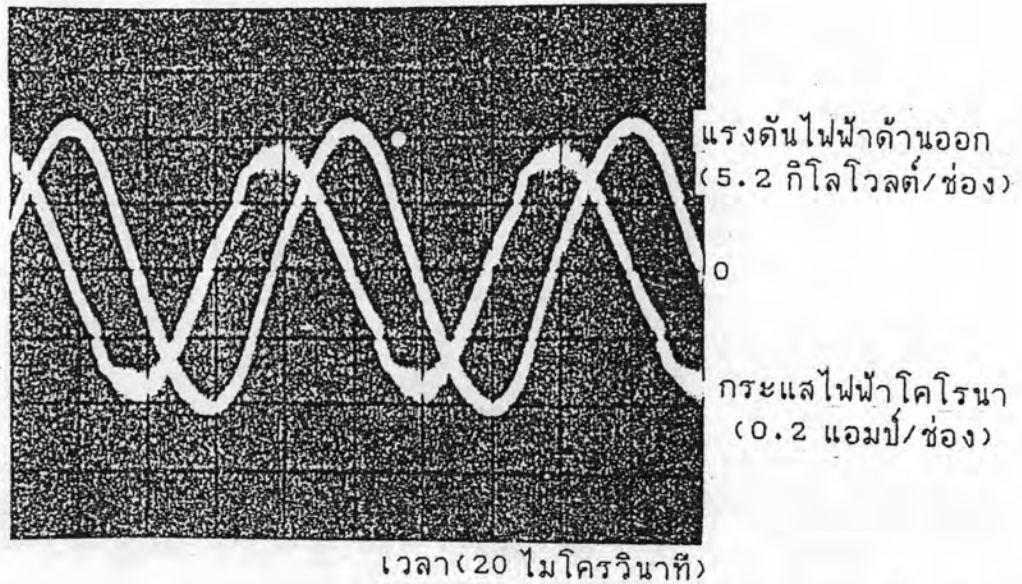
ก. ความยาวอิเล็กทรอนิกส์ 540 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 260 โวลต์



ข. ความยาวอิเล็กโทรด 540 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 300 โวลต์



ค. ความยาวอิเล็กโทรด 280 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 260 โวลต์



ง. ความยาวคลื่นโทรด 280 ม.ม. แรงดันขดปฐมภูมิ 300 โวลต์

รูปที่ 80

สัญญาณแรงดันด้านออกและกระแสไฟฟ้าโคโรนา

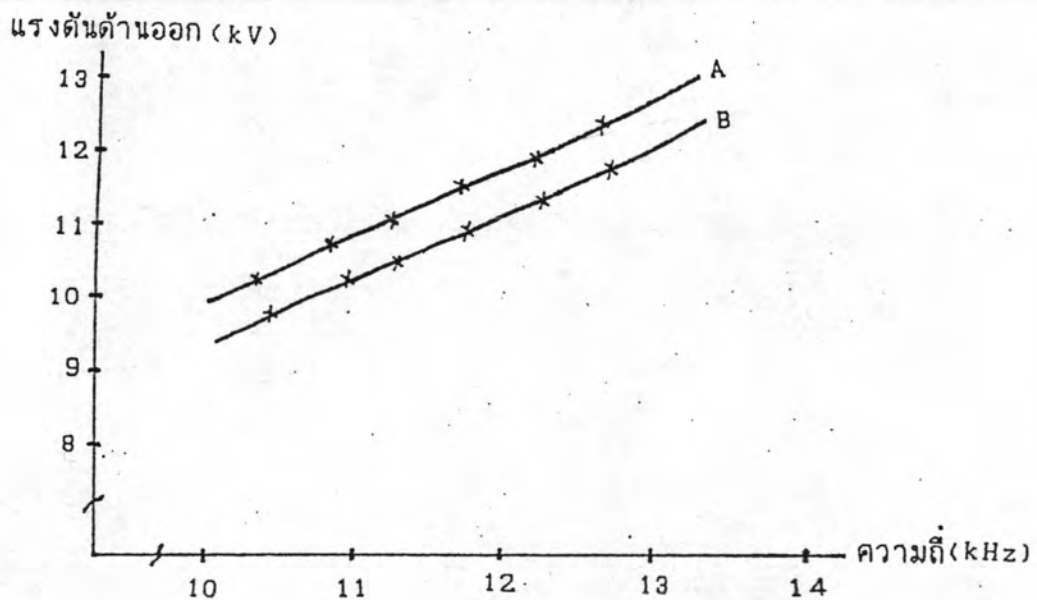
จากรูปที่ 80 ก. ข. ค. และ ง. ในกรณีแรงดันขดปฐมภูมิต่างกัน ลักษณะของสัญญาณแรงดันด้านออกและกระแสไฟฟ้าโคโรนาจะเหมือนกันแต่ขนาดและคาบเวลาเปลี่ยนไป สำหรับกรณีที่ความยาวคลื่นโทรดต่างไม่เท่ากันและขนาดแรงดันขดปฐมภูมิไม่เท่ากันลักษณะของสัญญาณแรงดันด้านออกจะเหมือนกันแต่มีขนาดเปลี่ยนไป และลักษณะของสัญญาณกระแสไฟฟ้าโคโรนาเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นไปตามที่ออกแบบเอาไว้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของวงจร

ได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ แรงดันด้านออกกับความถี่การสวิตช์ (ในกรณีมีการควบคุมแบบวงรอบเปิด) แรง

ดันด้านนอกกับแรงดันอ้างอิง กำลังไฟฟ้าด้านนอกกับแรงดันด้านนอก กำลังไฟฟ้าด้านนอกกับความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก และ ความถี่การสวิตช์กับความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก โดยทำการทดลองที่ตัวภาวะเมื่อมีความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติกและความยาวอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ กัน ซึ่งผลการวัดได้นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

3.1 แรงดันด้านนอกกับความถี่การสวิตช์ สำหรับแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่มีความถี่สูงที่มีการควบคุมแบบวงรอบเปิด (ไม่มีการป้อนกลับเพื่อคงค่าแรงดันด้านนอก) การปรับขนาดของแรงดันด้านนอกทำได้โดยการปรับความถี่การสวิตช์ ซึ่งผลของการปรับความถี่การสวิตช์ต่อแรงดันด้านนอก แสดงดังกราฟรูปที่ 81



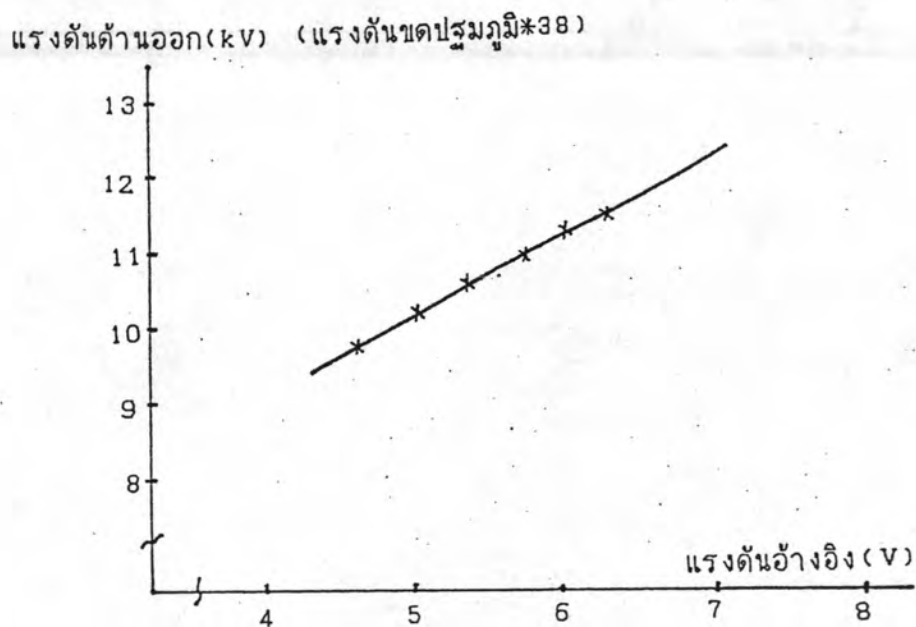
รูปที่ 81

ความสัมพันธ์ของแอมพลิจูดของแรงดันด้านนอกกับความถี่การสวิตช์

จากรูปที่ 81 พบว่า ที่ความถี่คงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

ความยาวอิเล็กโทรด แรงดันด้านนอกก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย เนื่องจากพื้นที่ของอิเล็กโทรดของตัวภาวะ ซึ่งมีลักษณะเป็นตัวเก็บประจุนั้นเปลี่ยนแปลงไปตรงตามสมการที่ (2.2) โดยที่กราฟ A และ B ณ. ที่ความยาวอิเล็กโทรด 540 และ 280 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.2 แรงดันด้านนอกกับแรงดันอ้างอิง การป้อนกลับมีผลทำให้แรงดันด้านนอกของแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูงคงที่ เมื่อตัวภาวะมีการเปลี่ยนแปลงนั้น เราปรับค่าแรงดันด้านนอกได้โดยปรับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งใช้เปรียบเทียบกับแรงดันด้านนอกที่วัดมา ได้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันด้านนอกกับแรงดันอ้างอิงแสดงดังกราฟรูปที่ 82

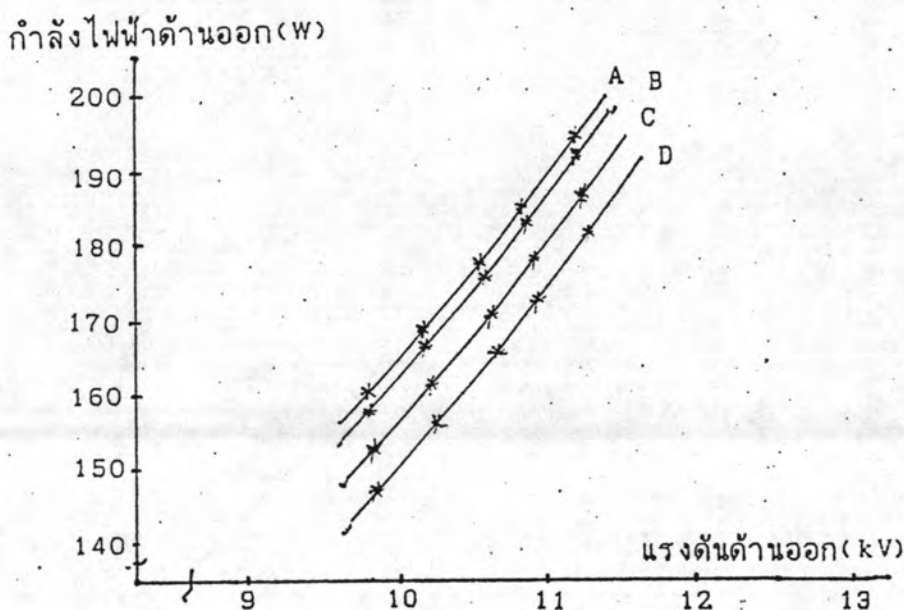


รูปที่ 82

ความสัมพันธ์ของแรงดันด้านนอกกับแรงดันอ้างอิง

3.3 กำลังไฟฟ้านอกกับแรงดันด้านนอก ที่ความยาวอิเล็กโทรดของตัวภาวะคงที่ เมื่อเปลี่ยนแรงดันอ้างอิงเพื่อเปลี่ยนแรงดันด้านนอก

กำลังไฟฟ้าด้านออกก็เปลี่ยนไปด้วย ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงได้ดังกราฟรูปที่ 83 โดยมีความยาวอเล็กโทรดต่าง ๆ กัน (ดูข้อ 4. สำหรับการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าด้านออก)



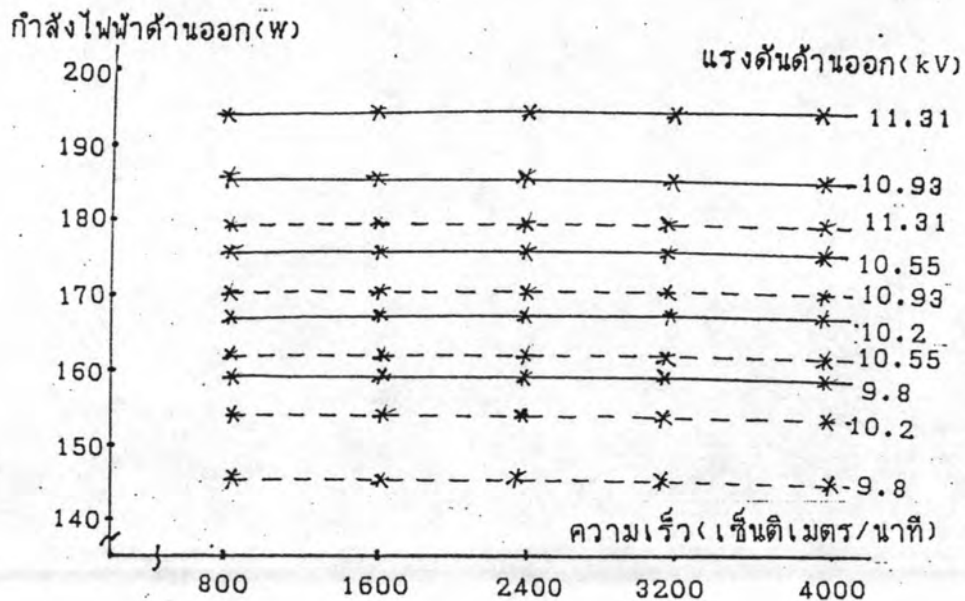
รูปที่ 83

ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าด้านออกกับแอมพลิจูดของแรงดันด้านออก

จากรูปที่ 83 กราฟ A B C และ D ที่ความยาวอเล็กโทรด 540 460 370 และ 280 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.4 กำลังไฟฟ้าด้านออกกับความเร็วกการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก
 ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าด้านออกกับความเร็วกการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก ที่ความยาวอเล็กโทรดคงที่ แสดงได้ดังรูปที่ 84 เพื่อเป็นการแสดงว่า กำลังไฟฟ้าด้านออกจะคงที่เสมอ ไม่ว่าความเร็วกการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็ตาม ในรูปที่ 84 กราฟเส้นปะและเส้นทึบเป็นกรณีความยาว

อิเล็กโทรด 280 และ 540 มิลลิเมตร ตามลำดับ

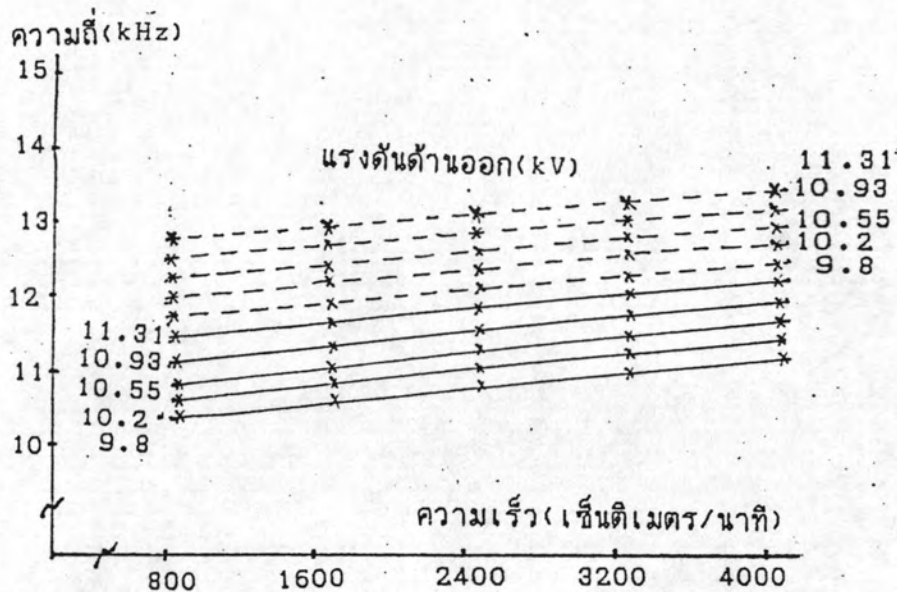


รูปที่ 84

ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้านอกกับความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก

3.5 ความถี่การสวิตช์กับความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก

ในการทดลองที่ความยาวอิเล็กโทรดและแรงดันด้านออกคงที่ แต่เปลี่ยนความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก พบว่าความถี่การสวิตช์ของสวิตช์เฟดเปลี่ยนไปทำให้ความถี่ของแรงดันและกระแส ด้านขดปฐมภูมิ และด้านออกเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 85 และจากรูปดังกล่าวกราฟเส้นประและเส้นทึบเป็นกรณีความยาวอิเล็กโทรด 280 และ 540 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ระดับแรงดันด้านออกต่าง ๆ คงที่



รูปที่ 85

ความสัมพันธ์ของความถี่การสวิตช์กับความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก

4. กำลังไฟฟ้าด้านนอก

กำลังไฟฟ้าด้านนอกเป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับผิวฟิล์มพลาสติก เพื่อให้เกิดการยึดเกาะที่ดีของผิวพลาสติก ซึ่งหาได้ดังนี้

จากรูปที่ 80 ข. ได้ว่า

$$\begin{aligned}
 \text{แรงดันด้านนอก } v(t) &= 11400 \sin 23810 \omega t && \text{โวลต์} \\
 \text{มุมต่างเฟส} &= 85.4 && \text{องศาทางไฟฟ้า} \\
 \text{กระแสไฟฟ้าโคโรนา } i(t) &= 0.42 \sin(23810 \omega t + 85.4) && \text{แอมป์}
 \end{aligned}$$

แต่

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้า } P &= VI \cos \phi && \text{วัตต์} \\
 \text{แรงดัน } V &= 11400/\sqrt{2} && \text{โวลต์}
 \end{aligned}$$

กระแส I = $0.42/\sqrt{2}$ แอมป์
 มุม θ = 85.4 องศาทางไฟฟ้า
 ฉะนั้น กำลังไฟฟ้าด้านออก = $(11400 \times 0.42 \cos 85.4)/2$ วัตต์
 = 192 วัตต์
 ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้านออก = 0.0802

จากรูปที่ 79 ข. ได้ว่า
 แรงดันขดปฐมภูมิ = $300 \sin 23810 \omega t$ โวลต์
 มุมต่างเฟส = 70 องศาทางไฟฟ้า
 กระแสขดปฐมภูมิ = $4 \sin (32810 \omega t + 70)$ แอมป์
 กำลังไฟฟ้าด้านขดปฐมภูมิ = $(300 \times 4 \cos 70)/2$ วัตต์
 = 205 วัตต์

ฉะนั้น กำลังสูญเสียเนื่องจากแกนหม้อแปลง = 13 วัตต์

ในการทดลองที่เงื่อนไขนี้ วัตต์แรงดันไฟฟ้าสลับด้านเข้าได้ 215 โวลต์ กระแสสลับด้านเข้า 2 แอมป์ และกำลังไฟฟ้าสลับด้านเข้า 220 วัตต์

ฉะนั้น ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบ = 0.522
 กำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมด = 28 วัตต์
 ประสิทธิภาพของแหล่งกำเนิด = 89 %

แต่การปรับผิวฟิล์มพลาสติกที่ใช้แหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูง ที่มีผู้ผลิตขายเครื่องหนึ่ง ทดลองที่เงื่อนไขเดียวกันนี้ใช้กำลังไฟฟ้าด้านเข้า 400 วัตต์

ฉะนั้นในการออกแบบวิจัยและสร้างแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูงดังกล่าว สามารถลดการใช้กำลังไฟฟ้าได้เกือบ 2 เท่า โดยที่ให้ผลของการปรับผิวฟิล์มพลาสติกเท่ากัน

5. พลังงานประจุไฟฟ้าโคโรนาต่อพื้นที่

การเคลื่อนที่ฟิล์มพลาสติก ทำให้เกิดการปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนาลงบนผิวฟิล์มพลาสติก ซ้ำ ๆ พื้นที่เดิม จำนวนครั้งขึ้นอยู่กับความหนาและจำนวนอิเล็กโทรด การประมาณพลังงานประจุไฟฟ้าโคโรนาต่อพื้นที่ เป็นดังนี้ จากกำลังไฟฟ้านอกปรับผิวด้านเดียว = 192/2

กำลังไฟฟ้านอกปรับผิวด้านเดียว = 192/2

วัตต์

แต่

พลังงาน W	= P x T	จูล
T	= คาบเวลาสัญญาณแรงดัน	วินาที
พลังงาน	= 96x0.000084	จูล
ความเร็วการเคลื่อนที่ฟิล์ม	= 1000	เซนติเมตรต่อนาที
	= 0.014	เซนติเมตรต่อคาบเวลา
พื้นที่ปรับผิวฟิล์ม	= 0.014x54	

ตารางเซนติเมตรต่อคาบเวลา

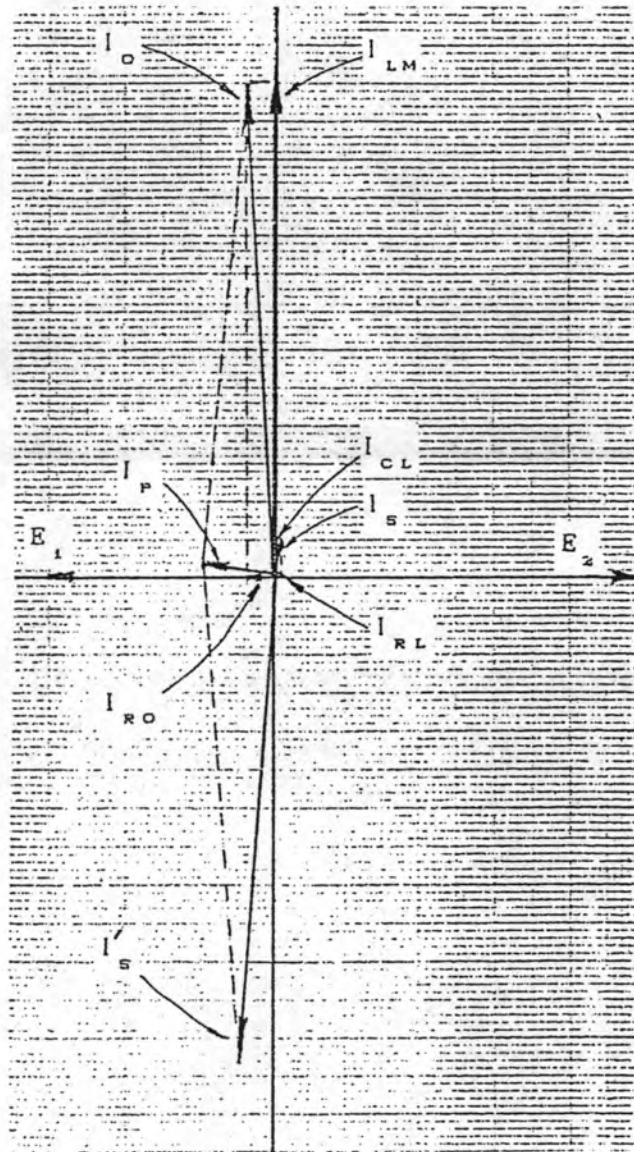
ฉะนั้น

$$\begin{aligned} \text{พลังงานประจุไฟฟ้าโคโรนาต่อพื้นที่} &= 96 \times 0.000084 / (0.014 \times 54) \\ &= 1067 \end{aligned}$$

จูลต่อตารางเมตร

แต่พลังงานประจุไฟฟ้าโคโรนาต่อพื้นที่ ที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนมากกว่านี้เนื่องจากการปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนาซ้ำ ๆ กันตามที่กล่าวมาแล้ว ฉะนั้นจำนวนประจุดังกล่าวที่เกิดขึ้นก็เป็นไปตามข้อกำหนด (ในทฤษฎีที่กล่าวในบทที่ 2)

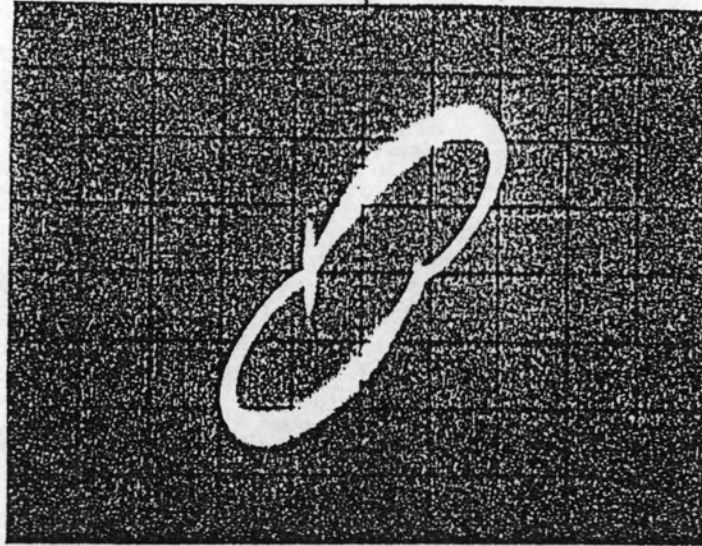
และรูปที่ 86 แสดงเฟสเซอร์ของกระแสเมื่อเกิดประจุไฟฟ้าโคโรนา และรูปที่ 87 แสดงวงรอบการเกิดไฟฟ้าโคโรนา



รูปที่ 86

แสดงเฟสเซอร์ของกระแสเมื่อเกิดประจุไฟฟ้าโคโรนา

แรงดันไฟฟ้าต้านออก(5.2 กิโลโวลต์/ช่อง)



กระแสไฟฟ้าโคโรนา(0.2 แอมป์/ช่อง)

รูปที่ 87

แสดงวงรอบการเกิดไฟฟ้าโคโรนา