

<http://journal.rmutp.ac.th/>

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่งกำลังไฟฟ้าระหว่างหม้อแปลงแกน อากาศและหม้อแปลงแกนเหล็กของวงจรรขยายกำลังคลาสอี

มุหัมมัด มั่นศรีธา และ รชต เรืองกาญจน์*

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
99 หมู่ 8 ตำบลโคกเคียน อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส 96000

รับบทความ 4 ธันวาคม 2560 ; ตอรับบทความ 4 มิถุนายน 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการจำลองและทดลองของวงจรรขยายสัญญาณคลาสอี ซึ่งวงจรรขยายสัญญาณคลาสอี จะถูกออกแบบใช้ในงานวงจรความถี่สูงที่มีแหล่งจ่ายเป็นกระแสสลับ เพราะวงจรรขยายสัญญาณคลาสอีสามารถแปลง กระแสไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ทำงานที่ย่านความถี่สูงๆ และสามารถลดอัตราการสูญเสียที่เกิดจาก การสวิตชิงได้ งานวิจัยนี้เปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพการส่งกำลังไฟฟ้าของขดลวดทั้งสองชนิดที่มีค่าแรงดัน ทางด้านขาเข้าเท่ากันของทั้งสองขดลวดที่แรงดันกระแสสลับ 50 โวลต์ และหม้อแปลงทั้งสองที่ออกแบบมา มีแรง เคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มที่มีอัตราเพิ่มอยู่ที่ 1:4.5 วงจรรขยายสัญญาณคลาสอีที่ออกแบบจะทำงานที่ย่านความถี่ 3.74 กิโลเฮิรตซ์ โดยมีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ และใช้ไอซี TC4422 ซึ่งเป็นวงจร ขับมอสเฟต IRF510 จากผลการทดลองการสูญเสียกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงแกนอากาศมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้า ร้อยละ 75 และหม้อแปลงแกนเหล็กมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าร้อยละ 0.2 และผลการทดลองหาระยะทาง สูงสุดที่หม้อแปลงแกนอากาศสามารถส่งกำลังไฟฟ้าได้คือ 9.3 เซนติเมตร

คำสำคัญ : หม้อแปลงแกนเหล็ก; หม้อแปลงแกนอากาศ; วงจรรขยายสัญญาณคลาสอี; ส่งกำลังไฟฟ้า

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 6604 4948, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: m.ruangkarn@gmail.com

<http://journal.rmutp.ac.th/>

A Comparative Power Transmission Between Air Core Transformer and Iron Core Transformer of Class-E Power Amplifier

Muhammad Mansattha and Rachata Ruangkarn*

Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University
99 Moo 8, Khok Khian, Mueang, Narathiwat 96000

Received 4 December 2017; Accepted 4 June 2018

Abstract

This paper presents the simulation and experimental result of class-E power amplifier. It is often used in designing a high frequency ac power source because its ability to perform the conversion efficiently even at high frequencies with significant reduction of switching losses. This paper aims to compare the transmission performance of electrical power between the air core transformer and iron core transformer which the identical input voltage of 50 VAC. Both transformers are designed to step voltage up (step up transformer) ratio of 1:4.5. The Arduino microcontroller arduino was used to generate a pulse width modulation (PWM) with operating frequency of 3.74 kHz. IC gate drive TC4422 was used to drive the IRF510 MOSFET. Based on the simulation and experimental results, the power loss in air core transformer is 75 percent while power loss in iron core transformer is 0.2 percent. The maximum distance that can transmit electric power of air core transformer is 9.3 centimeters.

Keywords : Air Core Transformer; Iron Core Transformer; Class-E Power Amplifier; Power Transmission

* Corresponding Author. Tel.: +668 6604 4948, E-mail Address: m.ruangkarn@gmail.com

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าสามารถส่งผ่านพลังงานไปยังสถานที่ห่างไกลจากแหล่งผลิตพลังงานได้ โดยผ่านระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง อย่างไรก็ตาม ระบบสายส่งพลังงานผ่านสายไฟอาจไม่สามารถกระทำได้อีกเนื่องจากข้อจำกัดบางประการเช่น บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีสารพิษอันตราย เป็นต้น นอกจากนี้การใช้สายไฟในการส่งผ่านพลังงานดังกล่าวอาจสร้างความยุ่งยากในชีวิตประจำวันได้

งานวิจัยที่ผ่านมาได้ [1] นำเสนอการออกแบบจำลอง และทดลองจริงของวงจรขยายสัญญาณคลาสซีที่มีกำลังไฟฟ้า 10 วัตต์ โดยมีชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ SK40C และ PIC16F877A เพื่อสร้างสัญญาณแบบ PWM (Pulse Width Modulation) ที่ความถี่ 1 เมกกะเฮิร์ตซ์ เพื่อขับมอสเฟต IRF510 ผลจากงานวิจัยนี้สามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณพบว่ากำลังไฟฟ้าฝั่งออกมีค่าเท่ากับ 9.45 วัตต์ และมีประสิทธิภาพร้อยละ 94 ซึ่งผลการทดลองผ่านโปรแกรมจำลองและการทดลองจริงสอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ งานวิจัยนี้ [2] นำเสนอการส่งพลังงานโดยใช้การเหนี่ยวนำแบบปิด Inductive Power Transfer (IPT) ระบบมีการควบคุมความถี่เรโซแนนซ์ในวงจรขยายสัญญาณคลาสซี และเป็นวงจรแบบป้อนกลับไปยังระบบ IPT ด้วยวิธีการนี้สามารถที่จะหลีกเลี่ยงปัญหาการแปรผันของความถี่ในอุปกรณ์ที่ต่อกับตัวเหนี่ยวนำ การวิเคราะห์ระบบ IPT การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์และผลการจำลองการทำงานพบว่าเอาต์พุตมีค่าดีดขึ้นถึงร้อยละ และมีประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.8 งานวิจัย [3] วิเคราะห์กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดพบว่าประสิทธิภาพกำลังไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับค่าปัจจัย Q ของขดลวด พร้อมกันนี้ได้คำนวณค่าโหลดที่เหมาะสม เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุด งานวิจัย [4] นำเสนอหลักการออกแบบอุปกรณ์ชาร์จแบบไร้สายรวมถึงหลักการส่งพลังงานแบบ

ไร้สาย โดยการสร้างชุดเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์แบบไร้สาย ซึ่งโครงสร้างของอุปกรณ์นั้นแบ่งออกเป็นสามส่วนด้วยกันคือ (1) DC Power Supply (2) Transmitter (3) Receiver DC Power Supply ออกแบบให้ทำงานกับระบบไฟฟ้า 220 Vrms, ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดัน 12 Vdc ส่วนวงจรภาคส่ง (Transmitter) ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ณ ความถี่ 2 เมกกะเฮิร์ตซ์ ส่วนวงจรภาครับ (Receiver) ทำหน้าที่รับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างจากวงจรภาคส่งแล้วแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แรงดัน 5 โวลต์ กระแส 450 มิลลิแอมป์ เพื่อชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ ผลสรุปว่าวงจรที่สร้างขึ้นนั้นสามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์แบบไร้สายได้ โดยมีประสิทธิภาพร้อยละ 4.12 งานวิจัยที่ผ่านมาเสนอหลักการออกแบบวงจรขยายสัญญาณ และออกแบบขดลวดเหนี่ยวนำการส่งกำลังไฟฟ้าไร้สาย โดยใช้รูปแบบที่คล้ายกัน โดยจะแตกต่างกันในด้านรูปแบบและวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกรณี งานวิจัยนี้นำเสนอหลักการออกแบบขดลวดหม้อแปลงแกนอากาศ และขดลวดหม้อแปลงแกนเหล็กหม้อแปลงทั้งสองที่ออกแบบมามีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step Up) ที่มีอัตราเพิ่มอยู่ที่ 1:4.5 ที่ต่อกับวงจรขยายสัญญาณคลาสซี เพราะเป็นวงจรขยายสัญญาณที่มีประสิทธิภาพในการทำงานในช่วงความถี่สูง เหมือนคลาสซีแต่คลาสซีมีศักยภาพในการขยายถึง ร้อยละ 100 แม้ว่าคลาสซีจะใช้อุปกรณ์เพียงตัวเดียวจึงไม่มีโอกาสที่จะเกิดการลัดวงจรของกระแสที่ทำให้ประสิทธิภาพลดน้อยลง และออกแบบโดยทำงานที่ย่านความถี่ 3.74 กิโลเฮิร์ตซ์ และเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพการส่งกำลังไฟฟ้าของขดลวดทั้งสองชนิด

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1.1 อุปกรณ์วงจรขยายสัญญาณเสียงคลาสซี

1. มอสเฟต (IRF510)

2. บอร์ดอาduino (Arduino)
3. ตัวเหนี่ยวนำ 2.2 mH
4. ตัวเก็บประจุ 1.2 uF
5. ตัวเก็บประจุอนุกรม 680 nF
6. ตัวเหนี่ยวนำอนุกรม 2.65 mH
7. ตัวต้านทานอนุกรม 6.8 Ohm

2.1.2. อุปกรณ์หม้อแปลงแกนอากาศ

1. ขดลวดทองแดง เบอร์ 22
2. แผ่นอะคริลิก

2.1.3 อุปกรณ์หม้อแปลงแกนเหล็ก

1. แผ่นเหล็กอ่อนรูปทรงตัว E กับ ตัว I
2. ขดลวดทองแดง เบอร์ 22

2.1.4 เครื่องมือวัด

1. มัลติมิเตอร์ Fluke รุ่น 115
2. แอนาล็อกออสซิลโลสโคป รุ่น Hameg 100 MHz
3. LCR มิเตอร์

2.2 วิธีการวิจัย/ทดลอง

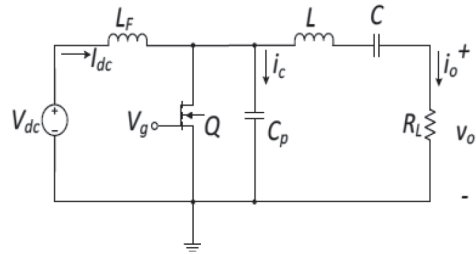
ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังไฟฟ้าประกอบด้วย 2 ส่วนประกอบหลัก คือ

- 2.2.1 วงจรขยายสัญญาณคลาสิค
- 2.2.2 ขดลวดเหนี่ยวนำทั้งภาคส่งและภาครับ

2.2.1 วงจรขยายสัญญาณคลาสิค

หลักการทำงานวงจรขยายสัญญาณคลาสิค โมสเฟตถูกเชื่อมต่อกับวงจร LC อนุกรมไปที่โหลด และถูกเชื่อมต่อกับ L เมื่อโมสเฟตนำ กระแสหรืออยู่ในสถานะทำงาน กระแสจะไหลผ่านวงจรอนุกรม LC ไปยังโหลดจากนั้น วงจรอนุกรม LC จะสวิงกลับและไปชดเชยกระแสในวงจรขนาน LC เมื่อกระแสผ่านโมสเฟตเป็นศูนย์หรืออยู่ในสถานะไม่ทำงาน วงจร LC ทั้งสองวงจรตอนนี้ จะถูกเพิ่มพลังงานใน C_p และ L โดยโหลดได้รับการปรับ เพื่อเวลาต่อมาพลังงานจาก

L ทุกตัวจะถูกส่งไปที่โหลด แต่พลังงานใน C จะขึ้นสูงสุด จะมีผลกับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมโมสเฟตเป็นศูนย์และจะสามารถถูกทำให้อยู่ในสถานะการทำงานได้ใหม่ จากหลักการทำงานดังกล่าวได้แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจร Class-E Power Amplifier

ในการออกแบบวงจรขยายสัญญาณคลาสิค นั้น สิ่งแรกที่เราต้องการทราบค่าคือ ความถี่เรโซแนนซ์ ค่าความต้านทาน ค่าความเหนี่ยวนำ และค่าตัวเก็บประจุ ดังสมการคำนวณต่อไปนี้

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{1}$$

โดยที่

- f คือ ความถี่เรโซแนนซ์ (Hz)
- L คือ ค่าเหนี่ยวนำของขดลวด (H)
- C คือ ค่าเก็บประจุ (F)

สมการคำนวณวงจรเรโซแนนซ์ RLC แบบอนุกรมโดยที่ L คือ หม้อแปลงไฟฟ้า

$$R_L = \frac{8V_{cc}^2}{(\pi^2 + 4)p} \tag{2}$$

$$L = \frac{QR_L}{\omega} \tag{3}$$

$$C = \frac{1}{\omega R(Q - \frac{\pi(\pi^2 - 4)}{16})} \tag{4}$$

โดยที่

P คือ กำลังไฟฟ้าในวงจร (วัตต์) กำหนด 10 วัตต์

V_{cc} คือ แรงดันที่ป้อนให้กับวงจร (VDC) กำหนด 18 โวลต์

สมการคำนวณกระแสเอาต์พุต

$$I_o = \frac{P}{V_{cc}} \quad (5)$$

กำหนดให้

I_o คือ กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานเรโซแนนซ์ (A)

สมการคำนวณตัวเก็บประจุที่กรองสัญญาณต่ำผ่าน

$$C_p = \frac{I_o}{\omega \pi V_{cc}} \quad (6)$$

โดยที่

C_p คือ ตัวเก็บประจุที่ (F)

ผลจากการคำนวณ จะได้

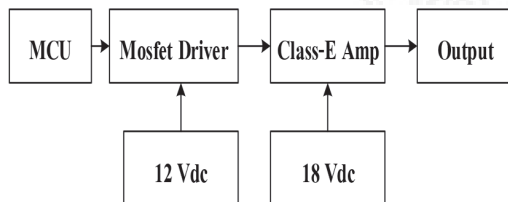
$R_L = 6.8\Omega, C_p = 1.2\mu F, C = 680nF,$

$L = 2.65mH$ และ $f = 3.74kHz$

ผลจากการคำนวณและจำลองจะได้วงจรขยาย

สัญญาณคลาสอี พร้อมการทำงานของวงจรขยาย

สัญญาณคลาสอี



รูปที่ 2 โดอะแกรมการทำงานของภาคส่ง

เริ่มต้นจากป้อนสัญญาณ PWM ที่ความถี่ 3.74 กิโลเฮิร์ตซ์และมีแรงดัน 5 โวลต์ โดยสร้างจาก

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno ป้อนไปยัง ไอซี TC4422 ที่มีแรงดันแหล่งจ่าย 12 VDC เพื่อขยาย สัญญาณ PWM ให้แรงดันสูงขึ้น เพื่อไปขับ มอสเฟต IRF 510 ที่ทำหน้าที่สวิตชิง (Switching) ในวงจรขยาย สัญญาณคลาสอี และป้อนแรงดันให้กับมอสเฟต IRF 510 ที่แรงดัน 18 โวลต์ โดยสัญญาณที่ผ่านจาก Mosfet IRF 510 จะได้เป็นสัญญาณในรูป PWM เช่นกันแต่จะมี ขนาด แอมพลิจูดที่สูงขึ้น หลังจากนั้นสัญญาณจะผ่าน ตัวเก็บประจุที่ต่อขนานกับมอสเฟต IRF 510 ที่ทำหน้าที่กรองสัญญาณต่ำผ่าน ที่แรงดันฝั่งเอาต์พุตจะเป็นสัญญาณไซน์ (Sine Wave) แบบครึ่งคลื่นฝั่งบวก จากนั้นสัญญาณจะผ่านอุปกรณ์ RLC ที่ต่ออนุกรมกัน สัญญาณคลื่นที่ได้จะอยู่ในรูปสัญญาณไซน์

2.2.2 ขดลวดเหนี่ยวนำทั้งภาคส่งและภาครับ

1. การออกแบบหม้อแปลงแกนอากาศ

ผลจากการคำนวณวงจรขยายสัญญาณคลาสอี นำมาซึ่งการออกแบบหม้อแปลงแกนอากาศที่มีค่า ความเหนี่ยวนำ 2.65 มิลลิเฮนรี่ ขนาดแรงดันไฟฟ้า 50 โวลต์ สมการการคำนวณค่าความเหนี่ยวนำดัง สมการที่ 7

$$L(H) = \frac{d^2 n^2}{18d + 40l} \quad (7)$$

$$L(H) = 31.79mH$$

โดยที่

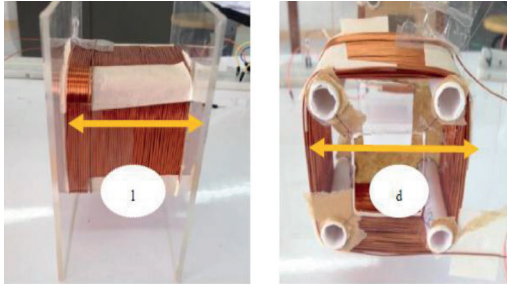
L คือ ค่าความเหนี่ยวนำแกนอากาศ (uH)

กำหนดให้เท่ากับ 2.65 มิลลิเฮนรี่

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด (นิ้ว)

n คือ จำนวนรอบของการพันหม้อแปลง

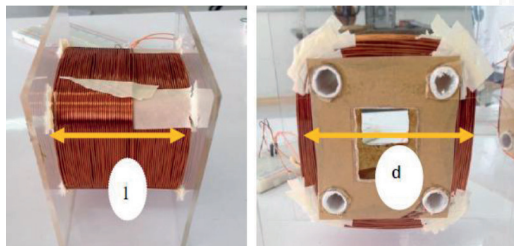
l คือ ความยาวของขดลวด มีหน่วยเป็นนิ้ว



รูปที่ 3 ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดของหม้อแปลงแกนอากาศฝั่งส่ง

$$L(H) = \frac{(2.7^2)(215^2)}{18(2.7) + 40(2)}$$

$$L(H) = 2.65mH$$



รูปที่ 4 ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดของหม้อแปลงแกนอากาศฝั่งรับ

2 การออกแบบหม้อแปลงแกนเหล็ก

เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบการส่งกำลังไฟฟ้าระหว่างหม้อแปลงแกนเหล็กกับแกนอากาศ จึงได้ออกแบบให้ขนาดค่าแรงทางด้านปฐมภูมิเท่ากับแรงดันอินพุทของหม้อแปลงแกนอากาศโดยวิธีการคำนวณจำนวนรอบของหม้อแปลงแกนเหล็กดังสมการต่อไปนี้

$$N = \frac{(E)(10^8)}{4.44(f)(Bm)A} \tag{8}$$

โดยที่

A คือ พื้นที่หน้าตัดของแกนหม้อแปลง 4.56 ตารางนิ้ว

N คือ จำนวนรอบการพันขดลวด

E คือ แรงดันไฟฟ้า

f คือ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์

Bm คือ ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก (เวเบอร์/ตารางนิ้ว) เท่ากับ 80,000 เส้นต่อตารางนิ้ว

โดยที่ แรงดันและจำนวนรอบด้านปฐมภูมิ

E_p คือ แรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิเท่ากับ 50 โวลต์

N_p คือ จำนวนรอบการพันขดลวดด้านปฐมภูมิ

ดังนั้นจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิเท่ากับ

$$N_p = \frac{(E_p)(10^8)}{4.44(f)(Bm)A}$$

$$N_p = \frac{(50)(10^8)}{4.44(50)(80000)(4.56)}$$

$$N_p = 62 \text{ รอบ}$$

โดยที่ แรงดันและจำนวนรอบด้านทุติยภูมิ

E_s คือ แรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิเท่ากับ 164.17 โวลต์

N_s คือ จำนวนรอบการพันขดลวดด้านทุติยภูมิ

ดังนั้นจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิเท่ากับ

$$N_s = \frac{(E_s)(10^8)}{4.44(f)(Bm)A}$$

$$N_s = \frac{(164.17)(10^8)}{4.44(50)(80000)(4.56)}$$

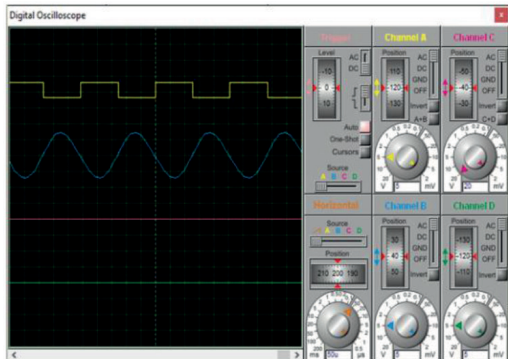
$$N_s = 203 \text{ รอบ}$$

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการจำลองวงจรขยายสัญญาณคลาสอี

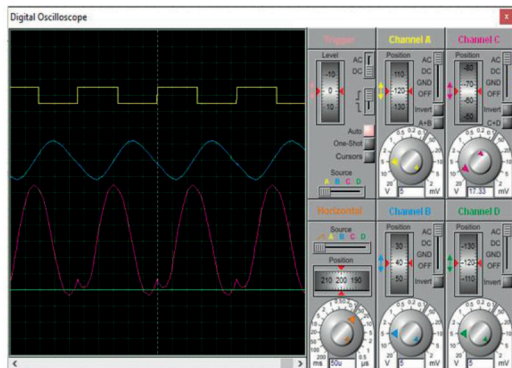
งานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม Proteus เพื่อจำลอง

การทำงานของวงจรคลาสิ โดยกำหนดให้ ช่องสัญญาณที่ 1 (สัญญาณ PWM) และช่องสัญญาณที่ 2 (สัญญาณอินพุท) เท่ากับ 5 Volts/DIV เท่ากัน



รูปที่ 5 สัญญาณอินพุทของหม้อแปลงแกนอากาศ

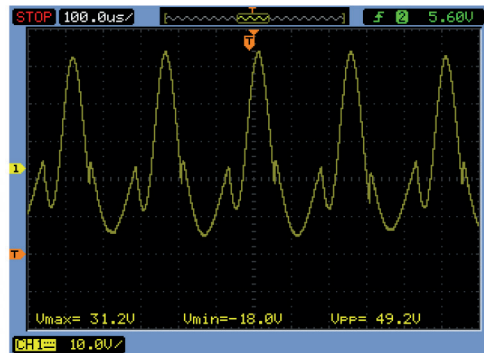
จากผลการจำลอง พบว่าสัญญาณเอาต์พุทของหม้อแปลงแกนอากาศมีแรงดัน 141.42 Vpp



รูปที่ 6 สัญญาณอินพุท และเอาต์พุทของหม้อแปลงแกนเหล็ก

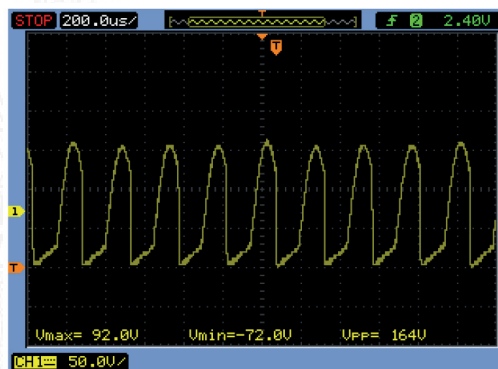
จากผลการจำลอง พบว่าสัญญาณเอาต์พุทของหม้อแปลงแกนอากาศมีแรงดันด้านปฐมภูมิเท่ากับ 140.12 Vpp และแรงดันด้านทุติยภูมิเท่ากับ 467.65 Vpp

3.2 ผลการทดลองวงจรขยายสัญญาณคลาสิ



รูปที่ 7 แรงดันเอาต์พุทของหม้อแปลงแกนอากาศ

จากผลการทดลอง พบว่าแรงดันเอาต์พุทของหม้อแปลงแกนอากาศมีแรงดัน 138.54 Vpp จะทำให้เกิดความถี่เรโซแนนซ์ขึ้น



รูปที่ 8 แรงดันเอาต์พุทของหม้อแปลงแกนเหล็ก

จากผลการทดลอง พบว่าแรงดันเอาต์พุทของหม้อแปลงแกนเหล็กมีแรงดัน 471.25 Vpp จากผลการจำลอง และทดลองการส่งกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงทั้งสองที่มีแรงดันภาคส่งที่ 50 โวลท์ เท่ากัน พบว่า กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียของหม้อแปลงอากาศมีค่าเท่ากับร้อยละ 75.52 เมื่อเทียบกับหม้อแปลงแกนเหล็ก ที่มีค่าสูญเสียร้อยละ 0.2

3.3 ผลการทดลองจริงของหม้อแปลงแกนอากาศและหม้อแปลงแกนเหล็ก

ตารางที่ 1 การส่งและรับแรงดันของหม้อแปลงแกนต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองจริง

หม้อแปลงแกนอากาศ (V)		หม้อแปลงแกนเหล็ก (V)	
แรงดันด้านส่ง (Vpp)	แรงดันด้านรับ (Vpp)	แรงดันด้านส่ง (Vpp)	แรงดันด้านส่ง (Vpp)
50	36	50	164

จากการทดลองวัดค่าแรงทางภาคส่งและภาคของหม้อแปลงแกนอากาศและหม้อแปลงแกนเหล็กโดยการป้อนแรงดันให้กับวงจรเท่ากันที่กระแส 0.39 A เท่ากัน หม้อแปลงแกนอากาศและหม้อแปลงแกนเหล็กมีค่าแรงดันทางภาคส่งเท่ากันที่ 50 Vpp โดยที่ภาครับหม้อแปลงแกนอากาศรับแรงดันเฉลี่ยได้ที่ 36 Vpp และหม้อแปลงแกนเหล็กรับแรงดันได้ 164 Vpp หม้อแปลงแกนอากาศมีแรงดันภาครับเกิดการสูญเสียในอากาศเป็นจำนวนมากเนื่องจากในอากาศมีสัญญาณรบกวนอยู่ เช่น มีสนามแม่เหล็กรอบๆ ความถี่รบกวน เป็นต้น จึงทำประสิทธิภาพของการส่งแรงดันของหม้อแปลงแกนอากาศลดน้อยลง

4. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบวงจรขยายสัญญาณคลาสอีและเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพการส่งกำลังไฟฟ้าระหว่างหม้อแปลงแกนอากาศ และหม้อแปลงแกนเหล็กที่มีแรงดันทางด้านปฐมภูมิเท่ากัน 50 โวลต์ และหม้อแปลงทั้งสองมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step Up) ที่มีอัตราเพิ่มอยู่ที่ 1:4.5 จากผลการจำลองและทดลองการส่งกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงทั้งสอง พบว่า กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียของหม้อแปลงอากาศมีค่าเท่ากับร้อยละ 75.52 เมื่อเทียบกับหม้อแปลงแกนเหล็ก ที่มีค่าสูญเสียร้อยละ 0.2 และระยะทางสูงสุดที่หม้อแปลง

แกนอากาศสามารถส่งกำลังไฟฟ้า คือ 9 เซนติเมตร

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย (งบรายได้ปี 2559) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Y. Yusmarnita, S. Saat, A.H. Hamidon, H. Husin, N. Jamal, KH. Kamarudin, I. Hindustan and S.K. Nguang, "Design and Analysis of 1MHz Class-E Power Amplifier," *WSEAS TRANSACTIONS on CIRCUITS and SYSTEMS*, vol. 14, pp. 373-379, 2015.
- [2] N. Jamal, S. Saat, Y. Yusop, T. Zaid, and H. Husin. Simulation Study on "Self-Frequency Tracking Control Strategy for Inductive Power Transfer System," *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, vol. 7, pp. 97-102, 2015.
- [3] F.Z.Shen, W.Z.Cui, W.Ma, J.T. Huangfu, and L.X.Ran, "Circuit Analysis of Wireless Power Transfer by "Couple Magnetic Resonance", " *IEEE Power Engineering, IEEE/ASME*, pp. 602-605, 2009.
- [4] K. Suttiwut, "Wireless charger," M.S. thesis, Dept. Electrical. Eng., Khon Kaen Univ., Khon Kaen, Thailand, 2012.