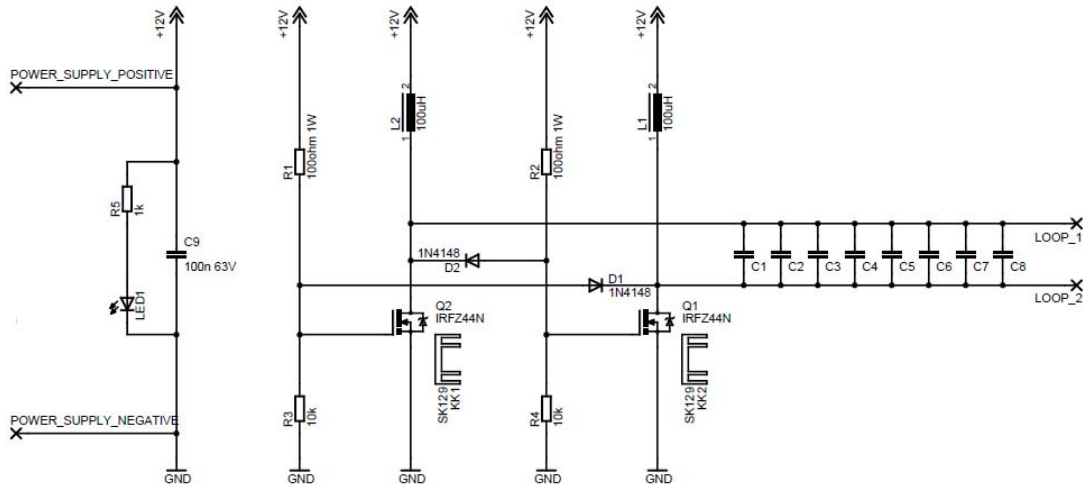
บทที่ 3
การออกแบบและการสร้างเครื่องส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย

ในขั้นตอนการออกแบบนั้น ได้ยกนำเอาวงจรเครื่องส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สายแบบสำเร็จมาศึกษาโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนภาคส่งพลังงาน และภาครับพลังงานซึ่งแสดงรูปวงจรดังนี้

3.1 วงจรเครื่องส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย ภาคส่งพลังงานไฟฟ้า [8]

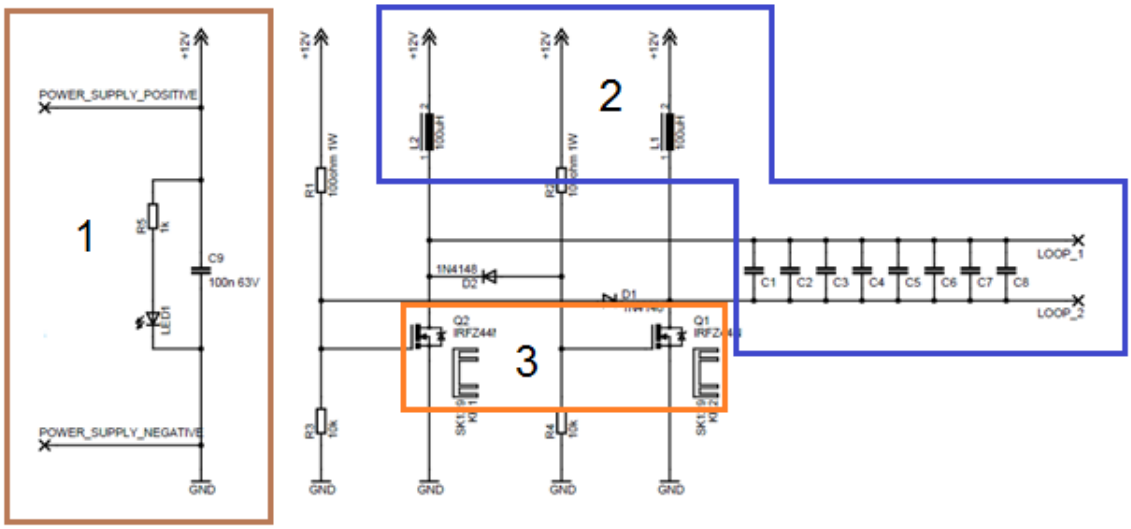


ภาพที่ 3.1 วงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย

จากรูปวงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย ภายในวงจรประกอบไปด้วยค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

- R 10k ohm 2 ตัว
- R 100 ohm 2 ตัว
- L 100μH 2 ตัว
- C 6.8nF 8 ตัว
- Diode 1N4148 2 ตัว
- MOSFET(IRFZ44NZ) 2 ตัว

จากวงจรดังภาพที่ 3.1 แสดงวงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย โดยอุปกรณ์ MOSFET จะทำหน้าที่ในการทริกคลื่นสัญญาณไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ และภายในวงจร จะเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานไฟฟ้าให้สามารถส่งผ่านโดยการเรโซแนนซ์แบบอนุกรมของอุปกรณ์คาปาซิเตอร์(C) และ รีแอคเตอร์(L) เมื่อเกิดความถี่สูงมากๆ สัญญาณไฟฟ้าสลับความถี่หนึ่งจะส่งผ่านได้ดีที่สุด



ภาพที่ 3.2 แสดงหลักการทำงานของวงจร

(1) คือ ชุดแสดงสถานของวงจร

(2) คือ ชุดที่สร้างความถี่เรโซแนนซ์

(3) คือ MOSFET เป็นตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. หาค่าความเหนี่ยวนำของลวดทองแดงได้จาก สมการที่ 3.1

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C} \qquad (3.1)$$

จากสมการที่ 3.1 หาค่าความเหนี่ยวนำของลวดทองแดงสำหรับภาคส่ง และภาครับกำลังงานไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ
โดยกำหนด ความถี่ส่งผ่านสูงที่ f = 1MHz

$$L = \frac{1}{(2\pi x 1MHz)^2 54.4nF} = 465.63 \text{ nH}$$

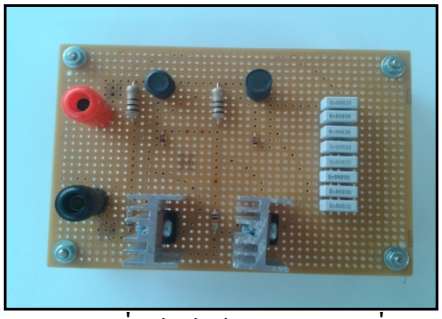
2. คำนวณหาค่าความถี่เรโซแนนซ์หาได้จาก สมการที่ 3.2

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3.2)$$

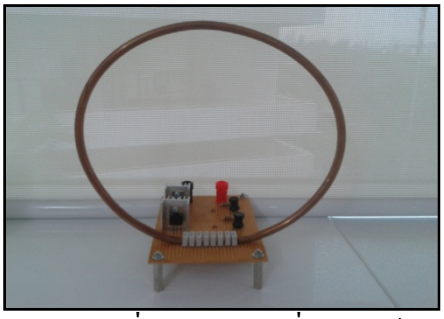
จากสมการที่ 3.1 หาค่าความถี่เรโซแนนซ์ของอุปกรณ์ภาคส่งพลังงานไร้สายนี้ มีค่าเท่ากับ

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(465.63nH\ x 54.4nF)}} = 1MHz$$

3. ทำการสร้างวงจรภาคส่งกำลังงานไฟฟ้าโดยนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวงจรศึกษา และพารามิเตอร์ขดลวดเหนี่ยวนำที่คำนวณได้ มาใช้ประกอบการสร้างและออกแบบเครื่องส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย ภาคส่งพลังงาน



ก.ภาพวงจรที่ยังไม่ได้ใส่ขดลวดเหนี่ยวนำ

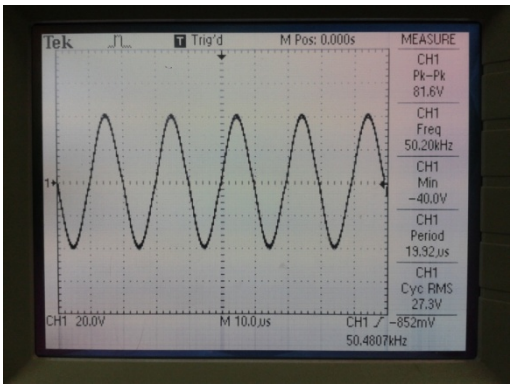


ข.ภาพวงจรที่ใส่ขดลวดเหนี่ยวนำแล้ว

ภาพที่ 3.3 วงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้า โดยมีลวดทองแดงเป็นอุปกรณ์เหนี่ยวนำ

4. ทดสอบจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงโดยผ่าน Switching Power Supply 12V, 2A, DC Line เข้าสู่วงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้า (วงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้าโดยไม่มีขดลวดเหนี่ยวนำ) และ

ทำการทดสอบวัดค่าด้วยเครื่อง Oscilloscope ซึ่งได้รูปสัญญาณ และค่าจากการวัด ดังภาพที่ 3.4



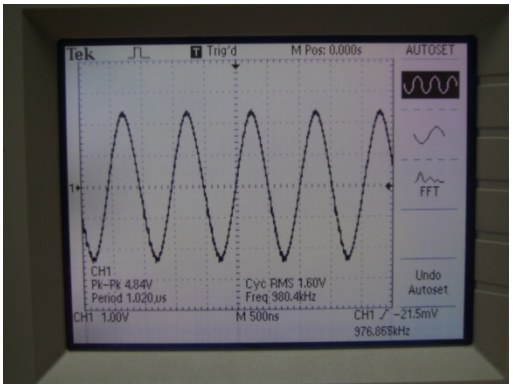
ภาพที่ 3.4 ผลจากการทดสอบวงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้า ด้วยออสซิลโลสโคป
(ไม่มีขดลวดเหนี่ยวนำ)

ผลจากการทดสอบจ่ายพลังไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่วงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย (โดยไม่มีขดลวดเหนี่ยวนำ) ซึ่งทำการวัดค่าด้วยเครื่องออสซิลโลสโคป จะได้รูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่

แรงดันระหว่างยอดคลื่น (V_{p-p})	ประมาณ	81	V
แรงดันอาร์เอ็มเอส (V_{rms})	ประมาณ	27	V
ความถี่	ประมาณ	50	kHz

จากผลการทดสอบ ได้ขอสรุปว่า อุปกรณ์ภาคส่งพลังไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้ากระสตรงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับได้ ที่ความถี่ 50 kHz และแรงดันไฟฟ้า 27 V โดยไม่มีขดลวดเหนี่ยวนำ

5. ทำการประกอบขดลวดเหนี่ยวนำที่ได้ค่าตามค่าที่ได้จากการคำนวนที่ 465.63 nH สำหรับเครื่องส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย ภาคส่งพลังไฟฟ้า ทดสอบจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงโดยผ่าน Switching Power Supply 12V, 2A, DC Line เข้าสู่วงจรภาคส่งกำลังงานไฟฟ้า (วงจรภาคส่งกำลังงานไฟฟ้าโดยมีขดลวดเหนี่ยวนำ) และทำการทดสอบวัดค่าด้วยเครื่อง ออสซิลโลสโคป ซึ่งได้รูปสัญญาณ และค่าจากการวัด ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ผลจากการทดสอบวงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้า ด้วยออสซิลโลสโคป

(โดยประกอบขดลวดเหนี่ยวนำ)

ผลจากการทดสอบจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่วงจรภาคส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย (โดยประกอบขดลวดเหนี่ยวนำ) ซึ่งทำการวัดค่าด้วยเครื่องออสซิลโลสโคป จะได้รูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่

แรงดันระหว่างยอดคลื่น (V_{p-p})	ประมาณ	35	V
แรงดันอาร์เอ็มเอส (V_{rms})	ประมาณ	11	V
ความถี่	ประมาณ	980	kHz

จากผลการทดสอบ ได้ขอสรุปว่า อุปกรณ์ภาคส่งพลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้ากระสตรงเป็นกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับได้ ที่ความถี่ 980 kHz และแรงดันไฟฟ้า 11 V โดยมีขดลวดเหนี่ยวนำ

ค่าที่ได้จากการคำนวณและการวัดด้วยออสซิลโลสโคป ได้ผลการแสดงค่าผิดพลาดเปรียบเทียบได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความผิดพลาดจากการวัดและคำนวณค่าตามทฤษฎี

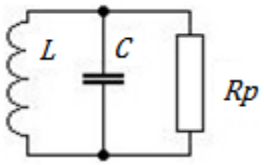
ค่าที่พิจารณา	ค่าตามทฤษฎี	ค่าจากการวัดจริง	ความผิดพลาด
ความถี่ *(f)*	1 MHz	980 kHz	2.00 %
ค่าความเหนี่ยวนำ *(L)*	465.63 nH	484.8 nH	4.11 %

3.2 วงจรเครื่องส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย ภาครับพลังงานไฟฟ้า

การศึกษาทดลองนั้นอ้างอิงถึงหลังการทำงานด้วยทฤษฎีบทของขดลวดเทสลา(Tesla Coil)ซึ่งขดลวดในภาคส่งพลังงานนั้นสร้างความถี่สูงแรงดันต่ำซึ่งให้สามารถส่งผ่านกำลังให้ภาครับพลังงานไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำจากลวดทองแดงทั้งภาครับและภาคส่งซึ่งมีอากาศเป็นตัวนำ

ในส่วนของภาครับพลังงานไฟฟ้านั้น ทางผู้จัดทำได้สร้างวงจรภาครับพลังงานไฟฟ้าไร้สายโดยง่าย เพื่อให้สามารถทดสอบกับโหลดที่นำมาทดสอบ คือ หลอดไฟไส้ขนาด 3W, 6.2V

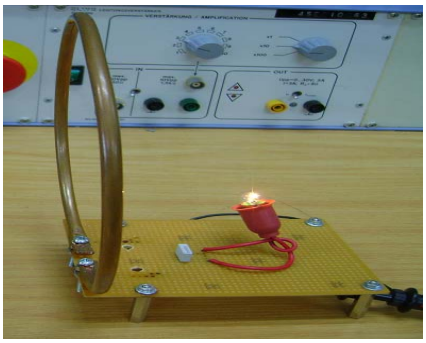
วงจรภาครับพลังงานไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำโดยตัวรับและส่งพลังงานไฟฟ้า โดยได้รับพลังงานไฟฟ้า เป็นรูปพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีอากาศเป็นตัวนำ ให้ผลของรูปสัญญาณตามรูปวงจรภาครับสัญญาณดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 วงจรภาครับพลังงานไฟฟ้าไร้สาย

ในส่วนภาครับพลังงานไฟฟ้าไร้สาย ทางผู้จัดทำได้นำหลอดไส้ ขนาด 3W, 6.2V มาทดลองศึกษาการส่งพลังงานไฟฟ้าของวงจรที่ทางผู้จัดทำได้สร้างขึ้นประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังนี้

- *L* 465.63 nH จำนวน 1 ตัว
- *C* 680 nF จำนวน 1 ตัว
- *Rp* 3 W, 6.2V จำนวน 1 ตัว



ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์ภาครับกำลังงานไฟฟ้าไร้สาย