บทที่ 2

โครงสร้างและหลักการทำงาน

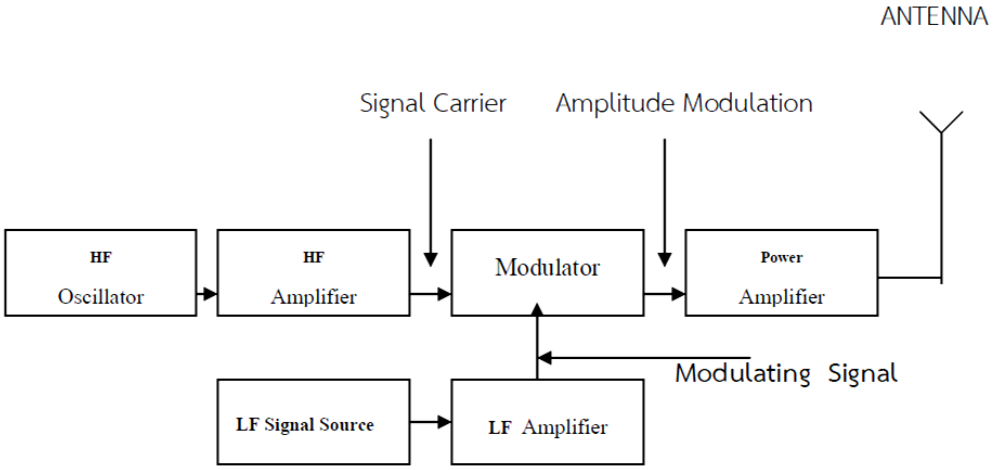
2.1 การส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงระบบเอเอ็ม (Amplitude Modulation) [7]

การส่งสัญญาณวิทยุระบบ AM เป็นวิธีการผสมคลื่นหรือการมอดูเลต (Modulation) ที่ทำให้แอมพลิจูด (Amplitude) ของคลื่นพาหะเปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดของความถี่เสียงหรือสัญญาณข่าวสารที่เข้ามา ซึ่งโดยปกติแล้วก็จะทำให้อัตราการขยาย (Gain) ของภาคขยายความถี่วิทยุ (RF Amplifier) นั้นเปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดของสัญญาณความถี่เสียงนั่นเอง การผสมคลื่นแบบ AM จะนิยมใช้ในการส่งวิทยุกระจายเสียงย่านความถี่กลาง (Medium Frequency) หรือเรียกว่า คลื่นกลาง (Medium Wave: MW) และย่านความถี่สูง (High Frequency) หรือเรียกว่า คลื่นสั้น (Short Wave: SW)การส่งวิทยุกระจายเสียง AM ในประเทศไทย กำหนดใช้งานในช่วงความถี่ประมาณ 530 kHz – 1,600 kHz โดยมีลักษณะการแพร่กระจายคลื่นวิทยุที่เดินทางไปบนพื้นผิวโลกที่เรียกว่า คลื่นดิน ซึ่งมีความยาวคลื่นที่ยาวมากจึงทำให้เดินทางไปได้ไกลกว่า คลื่นดินที่ความถี่สูง ๆ ความยาวคลื่นก็จะสั้นลงจะไปไม่ได้ไกล เพราะถูกลดทอนมากเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศและสิ่งกีดขวาง เช่น ภูเขาจึงมีผลต่อการแพร่กระจายคลื่น ที่ความถี่30 kHz ความยาวคลื่นจะเท่ากับ 10 กิโลเมตร เมื่อเทียบกับภูเขาแล้ว ภูเขายังเล็กกว่าความยาวคลื่น ดังนั้นการลดทอนจึงมีน้อย แต่ที่ความถี่ 3 MHzความยาวคลื่นเท่ากับ 100 เมตร วัตถุที่ใหญ่กว่าความยาวคลื่น เช่น เนินเขา ตึก อาคาร บ้านพักอาศัยจะมีผลในการลดทอนสัญญาณ และเราสามารถใช้ประโยชน์คลื่นดินได้เฉพาะย่าน LF และ MF เท่านั้น

2.2 หลักการทำงานของเครื่องส่งวิทยุระบบเอเอ็ม [8]

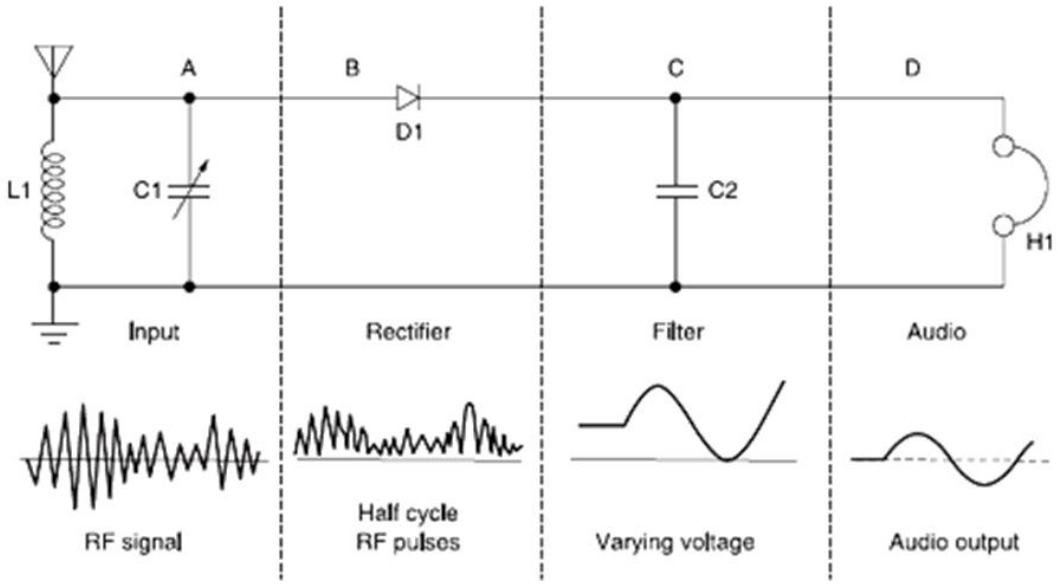
การส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียง จะมีเครื่องส่งเป็นตัวส่งสัญญาณเสียงผ่านสายอากาศซึ่งจะรับสัญญาณวิทยุกระจายเสียงผ่านทางเครื่องรับวิทยุกระจายเสียง โดยเสียงพูด เสียงดนตรี หรือคลื่น AF (Mixer) จะถูกส่งเข้ามารวมกับสัญญาณ RF โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ สัญญาณคลื่น RF จะผลิตคลื่นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เมื่อได้คลื่น RF แล้วก็จะเอาคลื่นทั้งสองนี้มารวมกัน (Mixer) ซึ่งเรียกว่า การมอดูเลท

สาเหตุที่ต้องเอาคลื่นที่มีความถี่สูงมามอดูเลทเข้าไปก็เพื่อที่จะให้คลื่นความถี่สูงนี้เป็นพาหะหรือแคเรียร์ (Carrier) พาคลื่นความถี่ต่ำไปได้ระยะทางไกลขึ้น เมื่อรวมสัญญาณเสร็จแล้วก็จะส่งออกผ่านสายอากาศส่งออกไปในบรรยากาศได้



ภาพที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องส่งวิทยุ AM

2.3 เครื่องรับวิทยุเอเอ็มแบบแร่



ภาพที่ 2.2 วงจรเครื่องรับวิทยุเอเอ็มแบบแร่อย่างง่าย

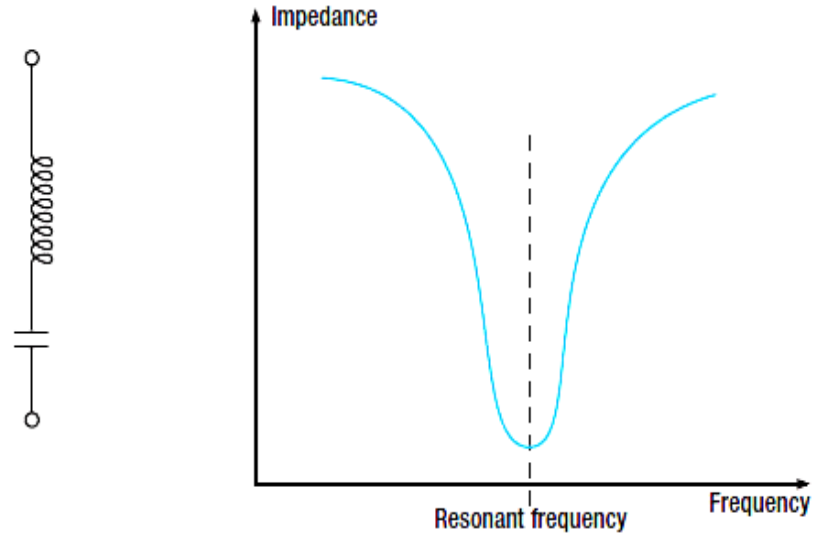
เครื่องรับวิทยุแบบแร่ ถือเป็นวงจรเบื้องต้นของเครื่องรับวิทยุ สามารถประกอบได้ง่ายที่สุด ราคาถูก ไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้า “Free-Power Radio” (บางรุ่นอาจจะดัดแปลงให้มีเสียงออกทางลำโพง จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้า)เมื่อสายอากาศ และสายดิน ถูกต่อเข้า กับวงจร จะมีสัญญาณไฟฟ้าขนาดเล็ก ๆ ผ่านมายังวงจรจูน (Tuned Circuit) ที่ประกอบด้วย L1 และ C1 จุดที่เราต้องการเราเรียกว่าความถี่เรโซแนนซ์เป็นการเลือกรับความถี่ และถ้าเราต้องการที่จะเปลี่ยนความถี่ที่จะรับ เราก็เปลี่ยนค่าของ C1 (วงจร A) ความถี่ที่เลือกรับมาแล้วนั้น จะถูกส่งมายัง D1 เพื่อทำหน้าที่ Detector ไดโอดที่ใช้จะเป็น ที่มีแรงดันตกคร่อมต่ำ ถ้ามองเข้าไปจะเห็นเส้นลวดเล็ก ๆ หรือเรียกว่า "Cat’s Whisker" ซึ่งคล้ายหนวดแมวจากคุณสมบัติของไดโอด คือยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว สัญญาณที่ผ่านวงจรนี้ไปได้ ก็จะมีเพียงแค่ ซีกเดียว (วงจร B) C2 ทำหน้าที่ Bypass ความถี่วิทยุลงกราวด์ เหลือเฉพาะคลื่นเสียง เท่านั้นที่ผ่านไปยังหูฟัง H1

2.4 การเลือกคลื่นความถี่ของวิทยุ

หลักการเบื้องต้นของวงจรเลือกความถี่คือการใช้คุณสมบัติการกำทอน (Resonance) ของวงจร RLC การตอบสนองความถี่ของ RLC จะสูงสุดที่ความถี่กำทอน (Resonance Frequency: RF) นั่นหมายถึงว่าวงจรนี้จะเป็นวงจรกรองความถี่ ณ. ความถี่นั้น ดังนั้นจึงเรียกวงจร LC นี้ว่าวงจรจูน (Tune Circuit) โดยความถี่ของการกำทอนนี้จะขึ้นอยู่กับ L และ C ถ้าปรับค่า L หรือ C ก็จะเป็นการเลือกความถี่ให้ผ่านไปได้ ค่า R จะเป็นภาระโหลดของวงจรและเป็นตัวกำหนดค่า Q หรือ ความกว้างของแถบความถี่ผ่าน

วงจร Resonance Frequency เป็นวงจรที่นำ C และ L มาต่อร่วมกัน สามารถต่อได้สองแบบคือ แบบอนุกรม และ แบบขนาน จะมีความถี่หนึ่งที่ทำให้ค่า X_C และ X_L เท่ากัน ค่าความถี่นั้นเราเรียกว่า Resonant Frequency

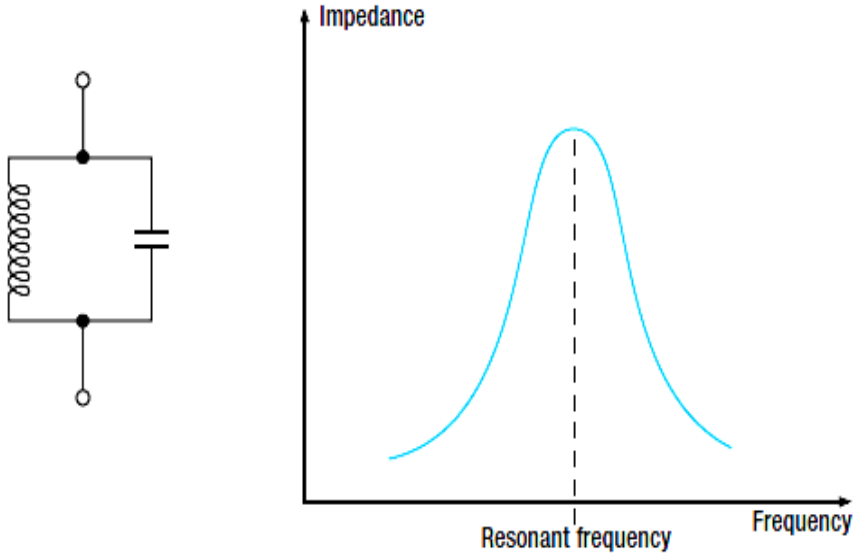
2.4.1 วงจรแบบ อนุกรม (Series Resonant)



ภาพที่ 2.3 แสดงความถี่เรโซแนนท์ของวงจรอนุกรมระหว่าง C และ L

คุณสมบัติของวงจรคือจะมีค่าอิมพิแดนซ์ต่ำที่ความถี่เรโซแนนท์ทำให้กระแสไหลได้สูงสุด

2.4.2 วงจรแบบ ขนาน (Parallel Resonant)



ภาพที่ 2.4 แสดงความถี่เรโซแนนท์ของวงจรขนานระหว่าง C และ L

คุณสมบัติของวงจรคือจะมีค่าอิมพีแดนซ์สูงที่ความถี่เรโซแนนท์ทำให้กระแสไหลได้ต่ำสุด ค่าความถี่เรโซแนนท์จะเกิดขึ้นเมื่อค่า X_L เท่ากับ

โดย $$x_L = \omega_L = 2\pi fL \quad (2.1)$$

และ $$x_C = \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{2\pi fC} \quad (2.2)$$

นั่นคือ $$\omega_L = \frac{1}{\omega_c}$$

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2.3)$$

$$2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

เพราะฉะนั้น $$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2.4)$$

สามารถคำนวณหาค่าได้จาก $$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} \quad (2.5)$$

และ $$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} \quad (2.6)$$

X_L = ความต้านทานของขดลวดเหนียวนำ (Ohms)

X_C = ความต้านทานตัวเก็บประจุ (Ohms)

f_0 = ความถี่เรโซแนนซ์ (Hz)

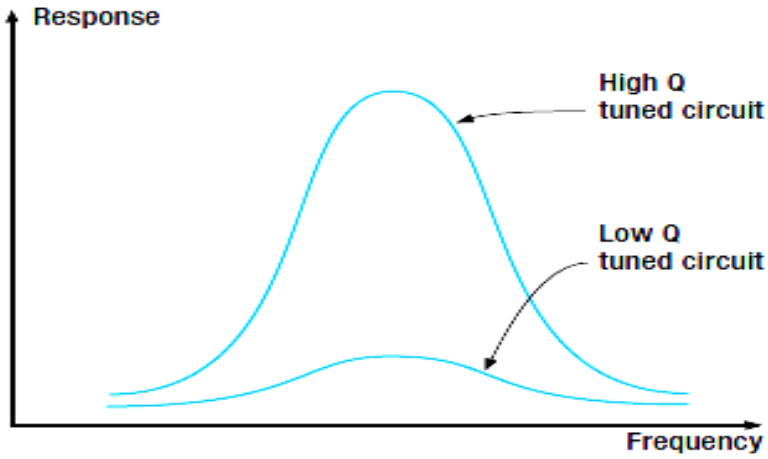
C = ค่าความจุของคาปาซิเตอร์ (F)

L = ค่าความเหนี่ยวนำ (H)

ω = ค่าความถี่เชิงมุม (rad/s)

ω_L = ค่าความถี่เชิงมุมของตัวเหนี่ยวนำ (rad/s)

ω_C = ค่าความถี่เชิงมุมของตัวเก็บประจุ (rad/s)



ภาพที่ 2.5 เปรียบเทียบระหว่าง วงจรที่มีค่า Q มากและ ค่า Q น้อย

คุณสมบัติหนึ่งของวงจรเรโซแนนท์ก็คือค่า Q (Quality) ของวงจรค่านี้จะเป็นการบอกถึง Bandwidth ของวงจรถ้าค่า Q มีค่ามากแสดงว่าวงจรจะมี Bandwidth น้อย มีความคมของสัญญาณสูงกว่าการหาค่า Q สามารถคำนวณได้จาก

$$Q = \frac{f_o}{\text{Bandwidth}} \tag{2.7}$$

f_o = ความถี่เรโซแนนซ์

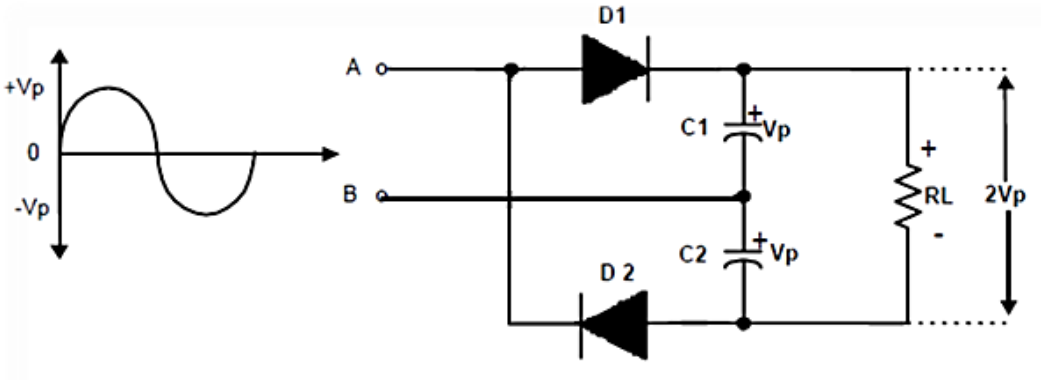
Bandwidth = ความกว้างของคลื่นความถี่

2.5 วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier) [4]

เป็นวงจรที่ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุ (C) และไดโอด (D) ต่อร่วมกัน ทำหน้าที่เพิ่มทวีแรงดันให้แรงดันเอาท์พุทสูงขึ้นกว่าแรงดันอินพุทที่ป้อนเข้ามา อาจจะเป็น 2 เท่า, 3 เท่า, 4 เท่า เป็นต้น แรงดันที่ได้นี้จะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นตามค่าการทวีแรงดัน แต่จะจ่ายกระแสได้ต่ำ ดังนั้นวงจรที่จะนำวงจรทวีแรงดันไปใช้งานได้ จะต้องเป็นวงจรที่กินกระแสต่ำ และต้องการแรงดันสูง โดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันที่ได้มากนัก

หลักการทำงานของวงจรทวีแรงดัน จะใช้ตัวเก็บประจุ (C) ทำหน้าที่ประจุและคายประจุในแต่ละครึ่งไซเกิลของแรงดันไฟสลับ และใช้ไดโอด (D) ทำหน้าที่เรียงกระแสป้อนผ่านแรงดันที่เรียงกระแสแล้ว ไปจ่ายให้ตัวเก็บประจุ (C) ประจุแรงดัน ผลลัพธ์ของแรงดันไฟตรงที่เอาท์พุต คือ ผลลัพธ์ของแรงดัน ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ (C) ที่ต่อออกเอาท์พุต

2.5.1 วงจรเพิ่มแรงดันสองเท่า (Voltage Doublers) วงจรเพิ่มแรงดันสองเท่า จะเป็นวงจรที่ใช้ไดโอด (D) และตัวเก็บประจุ (C) ในการทำงานอย่างละ 2 ตัว แรงดันไฟตรงที่ออกเอาท์พุต เกิดจากแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุทั้ง 2 ตัวรวมกัน ดังภาพที่ 2.6

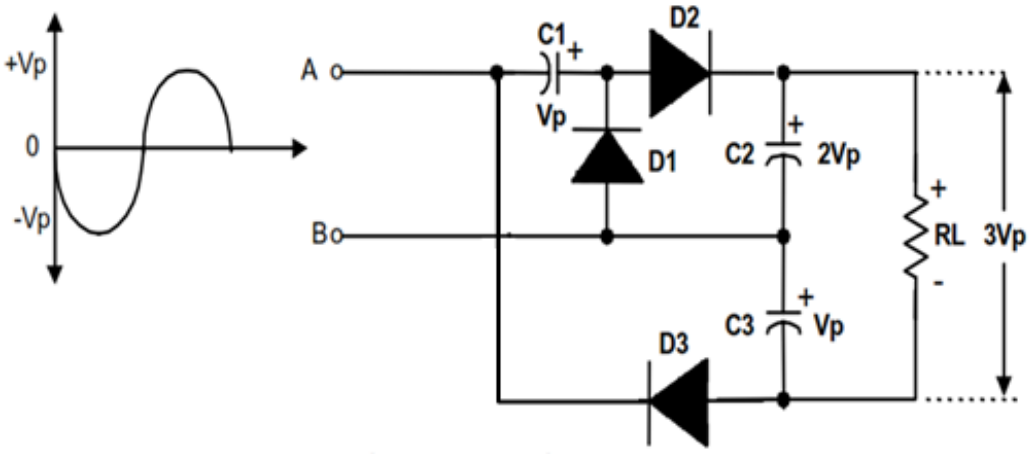


ภาพที่ 2.6 วงจรเพิ่มแรงดันสองเท่า

การทำงานของภาพที่ 2.6 วงจรเพิ่มแรงดันสองเท่า คือ เมื่อแรงดันไฟสลับซีกบวกป้อนให้ขั้ว A ไดโอด D_1 จะนำกระแสจ่ายแรงดันไปประจุที่ C_1 บนบวกล่างลบ มีค่า Vp และเมื่อแรงดันไฟสลับซีกลบป้อนให้ขั้ว A ไดโอด D_2 จะนำกระแสจ่ายแรงดันไปประจุที่ C_2 บนบวกล่างลบมีค่า Vp แรงดันที่ประจุใน C_1, C_2 มีขั้วเสริมกัน และต่ออันดับกันแรงดันที่จ่ายไปตกคร่อมโหลด R_L จึงมีค่า 2Vp มีขั้วบวกล่างลบ
ดังนั้นแรงดันมีค่าเท่ากับ

$$V_o = 2V_p \tag{2.8}$$

2.5.2 วงจรเพิ่มแรงดันสามเท่า (Voltage Triple) วงจรเพิ่มแรงดันสามเท่า เป็นวงจรที่ใช้ไดโอด (D) และตัวเก็บประจุ (C) ในการทำงานอย่างละ 3 ตัว จัดวงจรให้ถูกต้อง แรงดันที่ออกเอาท์พุต คือแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุตัวที่ต่อขนานกับเอาท์พุต วงจรแสดงดังภาพที่ 2.7



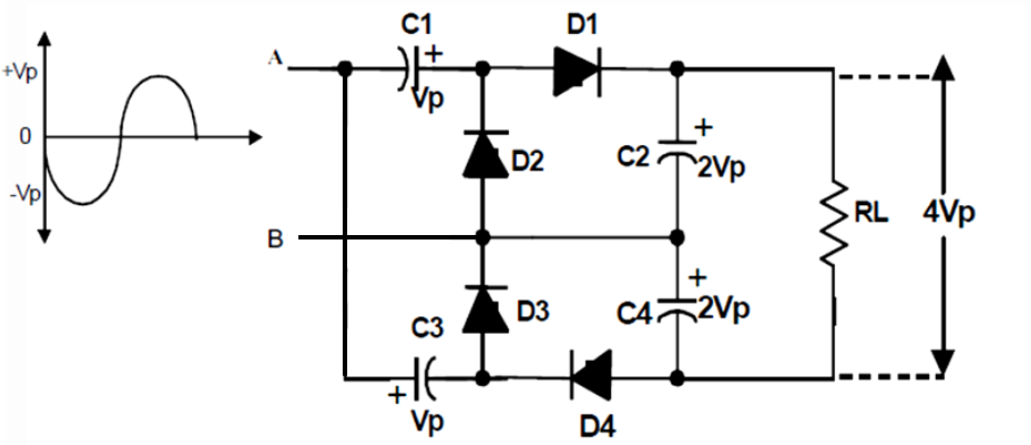
ภาพที่ 2.7 วงจรเพิ่มแรงดันสามเท่า

การทำงานของภาพที่ 2.7 วงจรเพิ่มแรงดันสามเท่า คือ เมื่อแรงดันไฟสลับซีกลบป้อนให้ขั้ว A ซีกบวกป้อนให้ขั้ว B ไดโอด D_1 และไดโอด D_3 นำกระแสมีแรงดันไปประจุที่ C_1 และ C_3 ตัวละ Vp C_1 มีแรงดันตกคร่อมซ้ายลบขวาบวก C_3 มีแรงดันตกคร่อมบนบวกล่างลบ และเมื่อแรงดันไฟสลับซีกบวกป้อนให้ขั้ว A ทำให้ไดโอด D_2 นำกระแสแรงดันที่จะป้อนผ่านไปประจุที่ C_2 มาจากแรงดันไฟสลับอินพุต Vp และแรงดันที่ประจุใน C_1 อีก Vp แรงดันทั้งสองค่ามีขั้วเสริมกัน ส่งไปประจุที่ C_2 ทำให้ C_2 ประจุแรงดันไว้ 2 Vp แรงดันที่จ่ายไปตกคร่อมโหลด R_L ได้จากแรงดันที่ประจุใน C_2 2 Vp และแรงดันประจุใน C_3 อีก Vp โดยแรงดันทั้งสองมีขั้วเสริมกัน ได้แรงดันตกคร่อมโหลด R_L 3 Vp

ดังนั้นแรงดันมีค่าเท่ากับ

$$V_o = 3V_p \tag{2.9}$$

2.5.3 วงจรเพิ่มแรงดันสี่เท่า (Voltage Quadruple) วงจรเพิ่มแรงดันสี่เท่าเป็นวงจรที่ใช้ไดโอด (D) และตัวเก็บประจุ (C) ในการทำงานอย่างละ 4 ตัว จัดวงจรให้ถูกต้อง แรงดันที่ออกเอาท์พุต คือ แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุตัวที่ต่อขนานกับเอาท์พุต วงจรแสดงดังภาพที่ 2.8

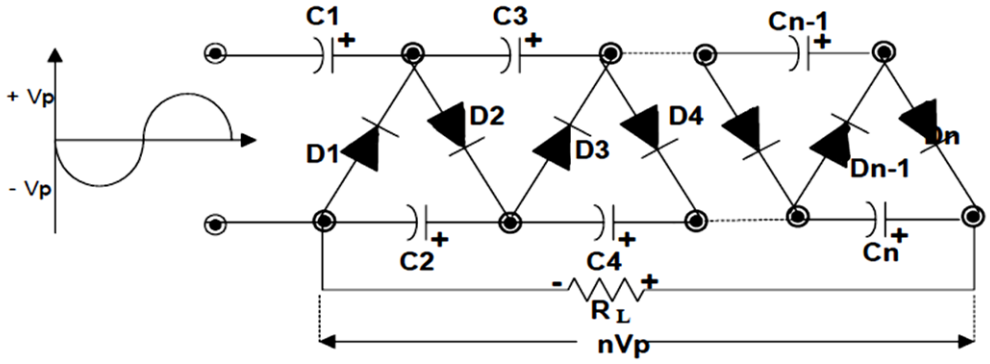


ภาพที่ 2.8 วงจรเพิ่มแรงดันสี่เท่า

การทำงานของภาพที่ 2.8 วงจรเพิ่มแรงดันสี่เท่า คือ เมื่อแรงดันไฟสลับซีกลบป้อนให้ขั้ว A ไดโอด D_2 นำกระแส มีแรงดันไปประจุที่ C_1 Vp มีแรงดันตกคร่อมซ้ายลบขวาบวก เมื่อแรงดันไฟสลับซีกบวกป้อนให้ขั้ว A ไดโอด D_1 และไดโอด D_3 นำกระแสมีแรงดันไปประจุที่ C_3 Vp และประจุที่ C_2 2 Vp มาจากแรงดันอินพุต Vp และแรงดันที่ประจุใน C_1 อีก Vp แรงดันทั้งสองค่ามีขั้วเสริมกันส่งไปประจุ C_2 2 Vp บนบวกล่างลบ เมื่อแรงดันไฟสลับซีกลบครั้งที่สองป้อนให้ขั้ว A ไดโอด D_2 และไดโอด D_4 นำกระแสมีแรงดันไปประจุที่ C_1 อีกครั้ง Vp และมีแรงดันประจุที่ C_4 2 Vp มาจากแรงดันอินพุต Vp และแรงดันที่ประจุใน C_3 อีก Vp แรงดันทั้งสองค่ามีขั้วเสริมกัน ส่งไปประจุ C_4 2 Vpบนบวกล่างลบ แรงดันที่จ่ายไปตกคร่อมโหลด R_L ได้จากแรงดันที่ประจุใน C_2 2 Vp และแรงดันประจุใน C_4 อีก 2 Vp โดยแรงดันทั้งสองมีขั้วเสริมกัน ได้แรงดันตกคร่อมโหลด R_L 4 Vp
ดังนั้นแรงดันมีค่าเท่ากับ

$$V_o = 4V_p \tag{2.10}$$

2.5.4 วงจรเพิ่มแรงดัน n เท่า จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าสามารถเพิ่มแรงดันออกเอาท์พุตได้มากขึ้นตามต้องการ โดยต่อไดโอด และตัวเก็บประจุให้สอดคล้องกันในการทำงาน ก็สามารถเพิ่มแรงดันออกเอาท์พุตได้ แต่โหลดที่จะนำมาต่อต้องกินกระแสน้อย ๆ เช่นนำไปใช้เป็นตัวเพิ่มแรงดันไฟสูงจ่ายให้หลอดภาพ หรือใช้เป็นตัวฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.9 วงจรเพิ่มแรงดัน n เท่า

การทำงานของภาพที่ 2.9 วงจรเพิ่มแรงดัน n เท่าคือ C_1 ประจุแรงดัน Vp ตั้งแต่ C_2 เป็นต้นไปประจุแรงดันตัวละ 2Vp จนถึง C_n ทำให้มีแรงดันจ่ายออกมาตกคร่อม R_L มีค่า nVp แรงดันจาก C_2+C_4+.....C_n รวมกัน
ดังนั้นแรงดันมีค่าเท่ากับ

$$V_o = nV_p \tag{2.11}$$

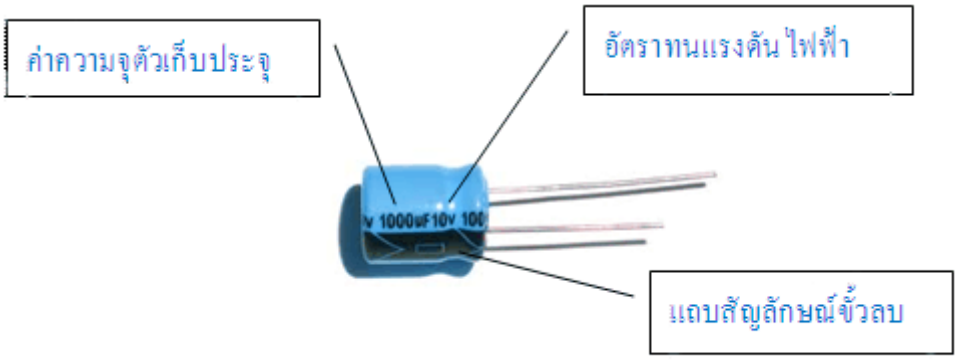
โดยที่ n คือ จำนวนของตัวเก็บประจุที่ต่ออยู่กับวงจร

2.6 ชนิดของตัวเก็บประจุที่ใช้ในการทดลอง

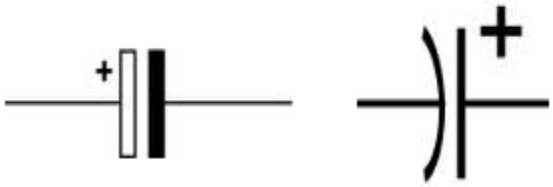
2.6.1 ตัวเก็บประจุ แทนทาลัม (Tantalum Capacitor) ตัวเก็บประจุแบบแทนทาลัมจะให้ค่าความจุสูงในขณะที่ตัวถังที่บรรจุมีขนาดเล็กและมีอายุในการเก็บไว้เฉยๆดีมาก. ตัวเก็บประจุแบบแทนทาลั่มนี้มีหลายชนิดให้เลือกใช้เช่นชนิดโซลิต (Solid Type) ชนิด ซินเทอร์สลัก(Sintered Slug) ชนิดฟอลย์ธรรมดา (Plain Foil) ชนิดเอ็ชฟอยล์ (Etched Foil) ชนิดเว็ทสลัก (Wet Slug) และ ชนิดชิ้นสี่เหลี่ยม (Chip) การนำไปใช้งานต่างๆ ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่ต่ำ วงจรส่งผ่านสัญญาณชนิด โซลิตนั้นไม่ไวต่ออุณหภูมิ และ มีค่าคุณ สมบัติระหว่างค่าความจุอุณหภูมิต่ำกว่า ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กทรอไลติกชนิดใด ๆ

สำหรับงานที่ตัวเก็บประจุแบบแทนทาลัม ไม่เหมาะ ได้แก่ วงจรตั้งเวลาที่ใช้ RC ระบบกระตุ้น (Triggering System) หรือ วงจรเลื่อนเฟส (Phase - Shift Network) เนื่องจากตัวเก็บประจุแบบนี้ มีค่าคุณสมบัติของการดูดกลืนของไดอิเล็กตริก สูง ซึ่งหมายถึงเมื่อตัวเก็บประจุถูกคายประจุ สารไดอิเล็กตริกยังคงมีประจุหลงเหลืออยู่ ดังนั้นแม้ว่าตัวเก็บประจุที่มีคุณสมบัติของ การดูดกลืนของสารไดอิเล็กตริกสูงจะถูกคายประจุประจุจนเป็นศูนย์แล้วก็ตาม จะยังคงมีประจุเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก

2.6.2 ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลท์ (Electrolytic Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความผิดพลาดสูงแต่มีค่าความจุมากที่สุด มีขั้วบวกและขั้วลบ โครงสร้างใช้แผ่นอลูมิเนียมอาบน้ำยาเป็นแผ่นตัวนำ ใช้กระดาษเป็นไดอิเล็กตริก และต่อขาออกมาใช้งาน แผ่นตัวนำที่เป็นขั้วบวกทำจากอะลูมิเนียมอาบน้ำยาบอแร็กซ์ (Borax Solution) ขั้วลบเป็นแผ่นตัวนำอาบน้ำยาอะลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminum Oxide) มีรูปร่างหลายขนาดขึ้นอยู่กับค่าความจุและอัตราการทนแรงดันไฟฟ้า ใช้ทำหน้าที่ต่างๆ เช่น การฟิลเตอร์ การคับปลิ้ง การบายพาส เป็นต้น ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโตรไลติกนิยมใช้ในวงจรฟิลเตอร์ หรือ คับปลิ้ง มีค่าตั้งแต่ 0.1ไมโครฟารัด จนถึง 100,000 ไมโครฟารัด ตัวเก็บประจุอิเล็กโตรไลติคที่มีค่ามากจะเก็บประจุได้มากใช้เวลาในการเก็บนาน ส่วนตัวเก็บประจุอิเล็กโตรไลติคที่มีค่าน้อยจะเก็บประจุได้น้อยใช้เวลาในการเก็บเร็ว ดังนั้นตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโตรไลติก จึงมีสภาพเหมือนแบตเตอรี่ก้อนหนึ่งนั่นเอง



ภาพที่ 2.10 ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลท์ (Electrolyte Capacitor)



ภาพที่ 2.11 สัญลักษณ์ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโตรไลต์

2.6.3 ตัวเก็บประจุชนิดไมลาร์ (Mylar Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่ไม่มีขั้ว เหมือนตัวเก็บประจุชนิดเซรามิกตัวเก็บประจุชนิดไมลาร์มีความทนทานต่อการใช้งานสูงและทนความชื้นได้ดี มักไม่เปลี่ยนค่าความจุตามสภาพความชื้น

ภาพที่ 2.12 ตัวเก็บประจุชนิดไมลาร์ (Mylar Capacitor)

2.7 เสาอากาศที่ใช้ในการรับสัญญาณ

ภาพที่ 2.13 สายอากาศวงรอบ (Loop Antennas)

2.7.1 สายอากาศวงรอบ (Loop Antennas) สายอากาศแบบลูปเป็นสายอากาศแบบ ปิดปลายสายทั้งสอง จะถูกต่อเข้าด้วยกัน ครบรอบวงจรพอดี สายอากาศแบบลูปจะมีรอบเดียว หรือหลายรอบก็ได้มีทั้งแบบลูปขนาดเล็กมีความยาวรวมน้อยอาจจะน้อยกว่า 0.18 ของความยาวคลื่น และแบบลูปขนาดใหญ่มีความ ยาวรวมมากกว่า 0.5 ของความยาวคลื่น อาจจะมากถึง 1 หรือ 2 ความยาวคลื่นก็สามารถเป็นไปได้รูปร่างของสายอากาศแบบลูปอาจจะทำเป็นวงกลมสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมก็ได้โดยการจัดวางแบบวงกลมจะได้อัตราการขยายดีที่สุดแต่ก็มีข้อเสียคือจะจับยึดยาก โดยเฉพาะสายอากาศในย่านความถี่ต่ำซึ่งมีขนาดใหญ่โตทำให้แบบสามเหลี่ยมและแบบสี่เหลี่ยมได้รับความนิยมมากกว่าข้อดีของสายอากาศแบบลูปอีกอย่างคือมีกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีไม่ต้องมีต้องมีแผ่นกราวด์ให้ยุ่งยาก

การคำนวนค่าความเหนี่ยวนำจากแกนเฟอร์ไรต์

$$L = \frac{N^2 \times A \times \mu}{l} \tag{2.12}$$

โดยที่ L = ค่าความเหนี่ยวนำ มีหน่วยเป็นเฮนรี่ (H)

N = จำนวนของขดลวด

A = พื้นที่ของขดลวด มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

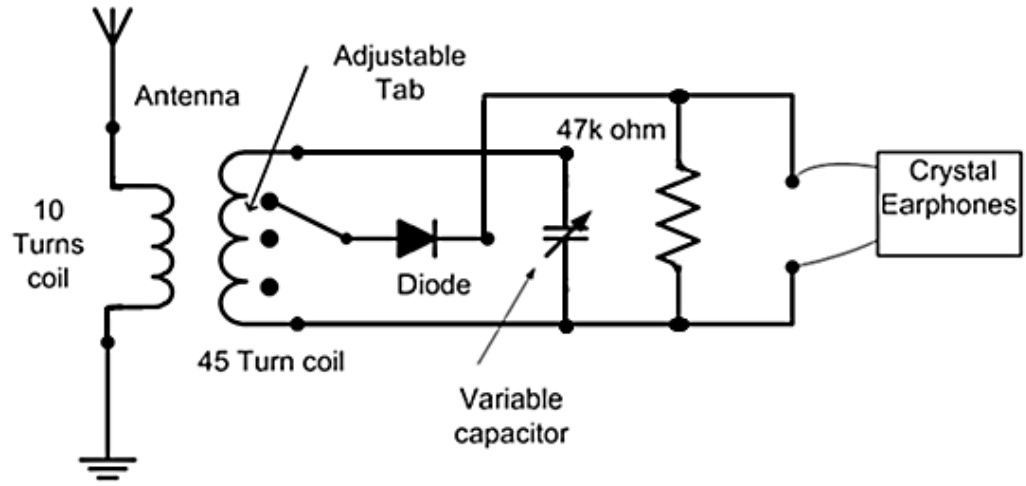
μ = ค่าความซาบซึมได้ (Permeability)

l = ความยาวของวัสดุที่นำมาทำแกน มีหน่วยเป็น เมตร (m)

2.8 วงจรของวิทยุแร่ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

- Variable Capacitor 365 pf
- ตัวต้านทาน 47 k Ω
- Ge Diode Ln34, Ln34a หรือ Ln60
- ลวดเบอร์ 22, 24 หรือ 30
- เสาอากาศ AM Loop Antenna



ภาพที่ 2.14 วงจรวิทยุแร่ที่ใช้ในการทดลอง

การทำงานของวิทยุแร่นี้ใช้การเหนี่ยวนำของขดลวดที่ต่ออยู่กับเสาอากาศกับขดลวดที่ต่ออยู่กับวงจรทำให้เกิดการเหนี่ยวนำสัญญาณมายังวงจรจูนซึ่งมีตัวเก็บประจุปรับค่าได้และตัวเหนี่ยวนำประกอบอยู่ โดยตัวเก็บประจุปรับค่าได้เป็นตัวเปลี่ยนคลื่นความถี่ที่ต้องการให้ชัดเจนที่สุด และมีแท็บของตัวเหนี่ยวนำที่สามารถเปลี่ยนค่าของความเหนี่ยวนำได้ และสัญญาณจะถูกส่งมายังไดโอดเพื่อทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณ ไดโอดที่ใช้จะเป็นที่มีแรงดันตกคร่อมต่ำยอมให้กระแสไหลผ่านได้โดยไดโอดจะตัดคลื่นสัญญาณออกไปครึ่งหนึ่งซึ่งจะเปลี่ยนจากสัญญาณจาก AC เป็น DC ทำให้หูฟังแร่สามารถทำงานได้