หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

คลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

2.1 บทนำ

คลื่นรบกวนวิทยุสามารถเกิดจากอุปกรณ์ทั้งที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง และอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงต่ำ เช่น คลื่นรบกวนวิทยุเกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้าของจักรเย็บผ้าในขณะใช้งาน หรือกระทั่งการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายในก็ก่อให้เกิดคลื่นรบกวนวิทยุได้ด้วย แต่ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะกล่าวถึงเฉพาะคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงที่ทำงานกับระบบตลอดเวลา ได้แก่ หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น ไม่รวมอุปกรณ์ที่ใช้งานบางเวลา เช่น สวิทช์ตัดตอน รีเลย์ ฯลฯ นอกจากนั้นจะไม่กล่าวถึงคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากสายส่ง และอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแรงสูงกระแสตรง ฉะนั้นหากไม่ระบุว่าคลื่นรบกวนวิทยุเกิดจากอุปกรณ์ประเภทใด คำว่า "คลื่นรบกวนวิทยุ" ที่จะใช้ต่อไปนี้ให้ถือว่าหมายถึงคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงดังกล่าวเพียงอย่างเดียว

การเกิดคลื่นรบกวนวิทยุนั้นอาจเกิดได้ทั้งในการใช้งานปกติ และเกิดจากความผิดพร่องของระบบไฟฟ้าแรงสูงหรืออุปกรณ์ [24] คลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดในขณะใช้งานปกติเป็นผลจากความเครียดของสนามไฟฟ้าสูงมากในบริเวณรอบอุปกรณ์ส่วนที่เป็นปลายแหลม หรือยื่นออกมาจากตัวอุปกรณ์ จนอากาศรอบๆ อุปกรณ์ส่วนนั้นแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า แล้วประจุไฟฟ้านี้จะถูกสนามไฟฟ้าผลักให้เคลื่อนที่เข้าหาส่วนของอุปกรณ์ เมื่อประจุไฟฟ้ากระทบกับอุปกรณ์แล้วก็จะคายอิเลคตรอนออกทำให้มีประจุบวกเกิดขึ้นรอบๆ บริเวณนั้น ขณะที่ประจุไฟฟ้าลบเคลื่อนที่ออกจากบริเวณไป เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า โคโรน่าดีสชาร์จ (Corona Discharge) [10, 11, 19, 22, 23, 24, 25] หรือบางครั้งอากาศซึ่งแทรกอยู่ระหว่างผิวของอุปกรณ์ที่ใกล้ๆ กันเกิดปรากฏการณ์เช่นเดียวกับที่กล่าวข้างต้น [22] ก็จะมีประจุไฟฟ้าวิ่งระหว่างผิวของอุปกรณ์ เรียกว่า ดีสชาร์จระหว่างช่องว่าง (Gap Discharge) หรืออาจเกิดจากสาเหตุทั้งสองประการพร้อมกัน คลื่นรบกวนที่เกิดขึ้นลักษณะนี้จะเกิดตลอดเวลา แต่ขนาดของคลื่นรบกวนวิทยุขึ้นกับประจุไฟฟ้าที่กระจายไปในอากาศ หรือวิ่งระหว่างช่องว่าง

คลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากความผิดพร่องของระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ เช่น จุดต่อทางไฟฟ้าหลุดหลวม (loose clamps) ซึ่งถือว่าเป็นความผิดพร่องของระบบไฟฟ้า และในกรณีผิวของลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าเกิดรอยแยกขึ้นก็ถือว่าเป็นความผิดพร่องของอุปกรณ์ เป็นต้น ความผิดพร่องนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของช่องว่างระหว่างอีเลคโตรด โดยจะมีการเกิดคลื่นรบกวนวิทยุแบบเป็นครั้งคราว

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าคลื่นรบกวนวิทยุเกิดจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการ คือ โคโรน่าดีสชาร์จ และดีสชาร์จระหว่างช่องว่าง ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของดีสชาร์จบางส่วน (Partial Discharge) และเพื่อให้เข้าใจการเกิดคลื่นรบกวนวิทยุดีขึ้น จะขออธิบายการเกิดดีสชาร์จบางส่วนไว้โดยสังเขปดังนี้

ดีสชาร์จบางส่วนเป็นการดีสชาร์จทางไฟฟ้าซึ่งเกิดระหว่างอีเลคโตรดที่ไม่ต่อกัน ดีสชาร์จนี้จะเกิดระหว่างอีเลคโตรด 2 อัน หรืออีเลคโตรดเพียงอันเดียว และอาจเกิดในฉนวนไฟฟ้าที่เป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซก็ได้ เช่น การเกิดดีสชาร์จในโพรงอากาศในฉนวนไฟฟ้าที่เป็นของแข็ง (อีเลคโตรดทั้งสองจะถูกป้องกันจากดีสชาร์จโดยฉนวนไฟฟ้าของแข็ง) การเกิดดีสชาร์จบนผิว (อีเลคโตรดอย่างน้อย 1 อัน จะถูกป้องกันด้วยฉนวนไฟฟ้าของแข็ง และการเกิดดีสชาร์จรอบปลายแหลม หรือส่วนที่ยื่นออกมาจากส่วนอื่นมากที่ศักย์ไฟฟ้าสูง

ดีสชาร์จบางส่วนนี้เป็นประเภทของก๊าซดีสชาร์จ การเกิดดีสชาร์จนั้นเกิดจากการที่อีเลคตรอนกระแทกกับโมเลกุลของก๊าซ และโมเลกุลของก๊าซจะแตกออกเป็นอีเลคตรอนใหม่ในสนามไฟฟ้า เมื่อโมเลกุลมีการแตกออกเป็นอีเลคตรอนมากขึ้น จะเกิดการรวมอีเลคตรอนแบบอะวาเลนเช่เคลื่อนที่ไปยังผิวอีเลคตรอน ดังนั้นจะเกิดกระแสผ่านไปยังอีเลคโตรดด้วย

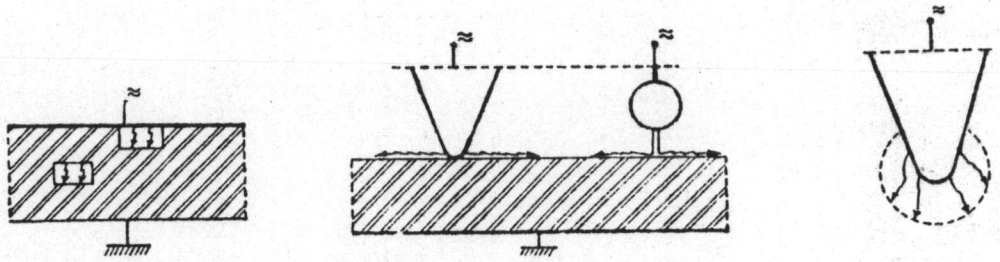
ดีสชาร์จบางส่วนแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

ก) ดีสชาร์จภายใน

ข) ดีสชาร์จบริเวณผิว

ค) โคโรน่าดีสชาร์จ

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะดีสชาร์จบริเวณผิวและโคโรน่าดีสชาร์จ ซึ่งจะก่อให้เกิดคลื่นรบกวนวิทยุเท่านั้น [22]



ก ข ค

รูป 2.1 การเกิดดีสชาร์จบางส่วนแบบต่างๆ

ดีสชาร์จบริเวณผิว (Surface Discharge)

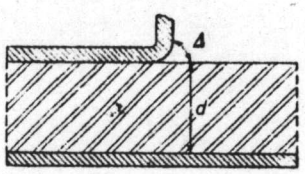
ดีสชาร์จบริเวณผิวนี้จะเกิดขึ้นถ้ามีส่วนของสนามความเครียดในทิศทางที่ขนานกับผิวของฉนวนไฟฟ้า จะใช้กับ บูสชิ่ง, ปลายของเคเบิล, สายไฟแขวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และถ้าดีสชาร์จจากภายนอกมากระทบที่ผิว ดีสชาร์จนี้จะมีผลต่อสนามไฟฟ้า ดังนั้นบริเวณดีสชาร์จจะขยายออกไปจากจุดที่เกิดดีสชาร์จเริ่มแรกของสนามไฟฟ้าที่มีศักย์สูงเพียงพอที่จะเกิดดีสชาร์จ บางกรณีสามารถจะคำนวณแรงดันอินเซฟชั่นได้ เช่น ดังในภาพเป็นปลายของระนาบ และมีช่องว่าง Δ ระหว่างระนาบกับฉนวนไฟฟ้าของแข็งซึ่งมีความหนา d จะได้ว่า

แรงดันอินเซฟชั่น $$V_i = U_i + \frac{d}{\varepsilon} E_i$$

เมื่อ E_i = ความเครียดเบรคดาวน์ของช่องว่าง

U_i = แรงดันเบรคดาวน์ของช่องว่าง

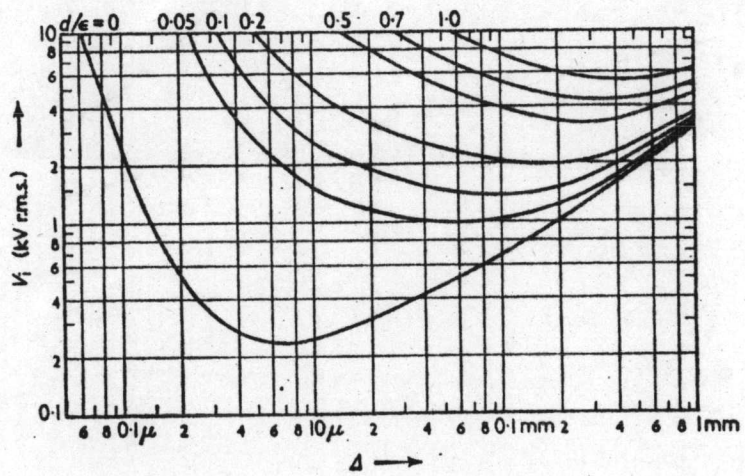
$$V_i = U_i\left(1 + \frac{d}{\varepsilon\Delta}\right) \qquad \ldots\ldots (2.1)$$



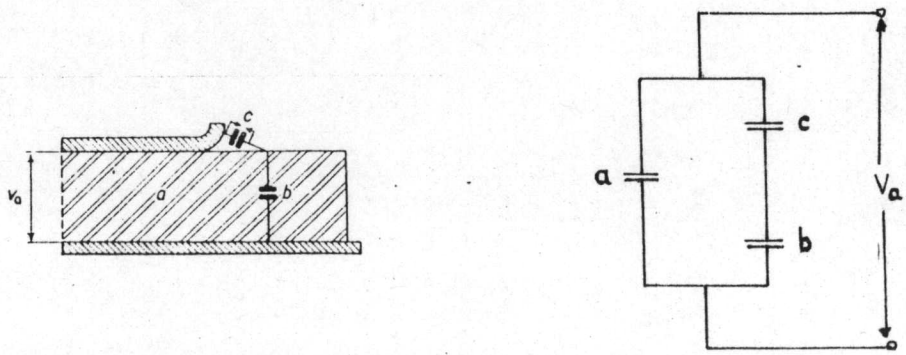
รูป 2.2 ลักษณะการเกิดช่องว่างที่ปลายระนาบกับฉนวน

จากสมการ (2.1) เมื่อเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง V_i และ Δ แล้วจะได้ตามรูป 2.3 ซึ่ง Mason ได้ทำการเปรียบเทียบกับผลการทดลองแล้วพบว่าตรงกัน นอกจากนั้น Hallecle ได้พบอีกว่า ถ้ารัศมีความโค้งน้อยกว่า 1 มม. แรงดันอินเซฟชั่นจะต่ำกว่าค่าที่อ่านได้จากรูป 2.3 ประมาณร้อยละ 10-20 เนื่องจากมีสนามความเข้มมาก

การเกิดดีสชาร์จบริเวณผิวในวงจรของแรงดันไฟฟ้าสลับ จะสามารถเขียนวงจรทางไฟฟ้าแทนรูป 2.2 ได้ดังรูป 2.4 อัตราการเกิดดีสชาร์จบริเวณผิวในเมื่ออีเลคโตรดชั้นบนมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบและบวกอยู่ระหว่าง 1:1 และ 1:10 ซึ่งจะขึ้นกับประจุไฟฟ้าบริเวณผิว



รูป 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_i และ Δ



รูป 2.4 แสดงวงจรทางไฟฟ้าของการเกิดดีสชาร์จบริเวณผิว

โคโรน่าดีสชาร์จ (Corona Discharge)

โคโรน่าดีสชาร์จจะเกิดบ่อยครั้งในครึ่งลบของสัญญาณรูปซายเท่านั้น หรือกล่าวว่าโคโรน่าดีสชาร์จจะเกิดในช่วงที่จุดนั้นมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบมากกว่าในขณะที่จุดนั้นมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก

โคโรน่าจะเกิดขึ้นในช่วงลบ เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าบวกปรากฏขึ้นใกล้ๆ กับจุดแหลมที่มีศักย์ไฟฟ้าลบ และประจุจะถูกสนามไฟฟ้าดึงให้เคลื่อนที่เข้าหาจุดแหลมนั้น เมื่อประจุไฟฟ้ากระทบกับอิเลคโตรดก็จะคายอีเลคตรอนโดยที่ประจุบวกจะเกิดขึ้นรอบๆ จุดแหลมในขณะที่ประจุลบเคลื่อนที่ออกจากจุดแหลม เมื่ออิเลคโตรดมีศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้นประจุลบจะเคลื่อนจากอิเลคโตรดทำให้เกิดคลื่นความถี่สูง ซึ่งจะก่อการรบกวนกับคลื่นวิทยุได้

2.2 ประเภทของคลื่นรบกวนวิทยุ

ในหัวข้อที่แล้วได้กล่าวถึงสาเหตุการเกิดคลื่นรบกวนวิทยุ และก่อนจะกล่าวในหัวข้ออื่นต่อไป จะขอกล่าวถึงการแบ่งประเภทของคลื่นรบกวนวิทยุและลักษณะของแต่ละประเภท เพื่อเป็นแนวทางว่าคลื่นรบกวนวิทยุประเภทใดควรเลือกวงจรเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุแบบใด ซึ่งการแบ่งประเภทของคลื่นรบกวนวิทยุ ได้มีการแบ่งประเภทที่ยังคงแตกต่างกันในแต่ละประเทศ โดยยึดหลักการแบ่งประเภทที่แตกต่างกันออกไป เช่น แบ่งประเภทตามผลที่แสดงออกมาที่ขั้วขาออกของเครื่องมือวัด (output of detectors) [26] แบ่งตามลักษณะของคลื่นรบกวนวิทยุ [4] เป็นต้น สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งประเภทของคลื่นรบกวนวิทยุโดยแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ แบ่งตามลักษณะของคลื่นรบกวนวิทยุในเชิงเวลา และเชิงความถี่

ก. การแบ่งคลื่นรบกวนวิทยุในเชิงเวลา สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท [4] คือ

ก.1 คลื่นรบกวนวิทยุแบบต่อเนื่อง เป็นคลื่นรบกวนที่มีลักษณะการเกิดแบบซ้ำๆ กัน และเกิดต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งกำหนดคุณลักษณะของคลื่นรบกวนวิทยุประเภทนี้ไว้คือ คลื่นรบกวนวิทยุที่มีช่วงเวลาการเกิดคลื่นซ้ำ (time duration) มากกว่า $\frac{1}{5}$ วินาที หรือมีความถี่ตั้งแต่ 5 แฮร์ตซ์ ขึ้นไป หรือคลื่นที่เกิดซ้ำเกินกว่า 1 ครั้ง ในช่วงเวลาทุกๆ 2 วินาที คลื่นรบกวนวิทยุประเภทนี้จะได้แก่ คลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากการใช้งานของอุปกรณ์ปกติ

ก.2 คลื่นรบกวนวิทยุแบบไม่ต่อเนื่อง คุณลักษณะของคลื่นรบกวนแบบนี้ คือ มีช่วงเวลาการเกิดคลื่นซ้ำ (time duration) น้อยกว่า $\frac{1}{5}$ วินาที และเกิดคลื่นน้อยกว่า 1 ครั้งในทุกๆ 2 วินาที

คลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากความผิดปกติของอุปกรณ์หรือวงจรจะเป็นคลื่นรบกวนวิทยุประเภทนี้

ข. การแบ่งคลื่นรบกวนวิทยุในเชิงความถี่ [8] การแบ่งคลื่นรบกวนในเชิงความถี่นี้จะยึดถือแถบความถี่ปกติของเครื่องวัด (norminal bandwidth) และระยะห่างของคลื่นรบกวนวิทยุที่เครื่องวัดสามารถตามค่าได้ (resolve) แบ่งออกได้เป็น

ข.1 คลื่นรบกวนวิทยุแบบแถบความถี่แคบ คือ คลื่นรบกวนวิทยุที่มีขนาดความถี่สูงมากกว่า 1 ความถี่ ในช่วงความถี่น้อยกว่าช่วงกว้างของแถบความถี่ปกติของเครื่องวัด และสเปรคตรัมนี้อยู่ห่างกันพอที่เครื่องวัดสามารถจะตามค่าได้ทัน

ข.2 คลื่นรบกวนวิทยุแบบแถบความถี่กว้าง คือ คลื่นรบกวนวิทยุที่มีสเปรคตรัมของคลื่นในช่วงความถี่กว้างกว่าช่วงกว้างของแถบความถี่ปกติของเครื่องวัด และระยะห่างของสเปรคตรัมใกล้กันและสม่ำเสมอจนเครื่องวัดไม่สามารถตามค่าได้ทันทีที่คลื่นรบกวนวิทยุมีการเปลี่ยนแปลง

ข.3 คลื่นรบกวนวิทยุแบบอิสระ คลื่นรบกวนวิทยุแบบนี้จะประกอบด้วยทรานเซี้ยนที่เกิดขึ้นแบบอิสระตลอดช่วงความถี่ซึ่งมีแถบความถี่กว้าง คลื่นรบกวนวิทยุแบบอิสระนี้ส่วนมากจะใช้กับคลื่นรบกวนแบบที่มีทรานเซี้ยนจำนวนมากใน 1 หน่วยของเวลา

ข.4 คลื่นรบกวนแบบอิมพัลส์ คลื่นรบกวนวิทยุแบบนี้คล้ายกับคลื่นรบกวนวิทยุแบบอิสระมาก กล่าวคือ ประกอบด้วยทรานเซี้ยนในแถบความถี่กว้าง แต่จะเกิดทรานเซี้ยนไม่ซ้อนกัน และช่วงเวลาการเกิดทรานเซี้ยนไม่สม่ำเสมอ

2.3 การวัดคลื่นรบกวนวิทยุ

ดังได้กล่าวแล้วว่าคลื่นรบกวนวิทยุนั้นมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ กระแสที่ไหลผ่านช่องว่าง และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และค่าคลื่นรบกวนวิทยุทั้งสองหาความสัมพันธ์กันไม่ได้ อันเนื่องมา จากสาเหตุการเกิดคลื่นรบกวนวิทยุที่แตกต่างกัน ฉะนั้นการวัดค่าคลื่นรบกวนวิทยุจึงแยกวัดเป็น 2 วิธี คือ

1) การวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ คือ การวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุที่ต่อยู่ในวงจรไฟฟ้าเดียวกับอุปกรณ์ในขณะที่เกิดดีสชาร์จที่อุปกรณ์ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุนี้จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุเพื่อแสดงค่าคลื่นรบกวนวิทยุ

2) การวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุเป็นการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกจากอุปกรณ์ในขณะเกิดโคโรน่าดีสชาร์จ โดยใช้เสาอากาศ (antenna) เป็นตัวรับคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อส่งไปยังเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ

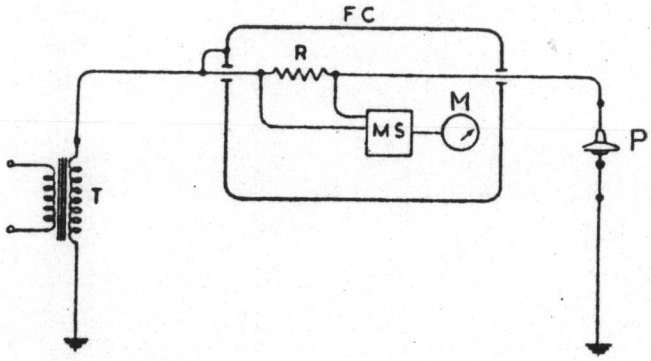
แม้ว่าการวัดคลื่นรบกวนวิทยุจะได้ค่าคลื่นรบกวนวิทยุไม่สัมพันธ์กัน แต่ก็ไม่จำเป็นที่จะวัดคลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์หนึ่งๆ ทั้งสองวิธี ซึ่งโดยปกติจะเลือกวิธีการวัดคลื่นรบกวนวิธีใดวิธีหนึ่งตามความเหมาะสม หรือตามที่มาตรฐานสากลได้กำหนดไว้ เช่น การวัดคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูง นิยมใช้การวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ หรือค่าคลื่นรบกวนวิทยุสำหรับลูกถ้วยก้านตรงที่กำหนดในมาตรฐาน [1] เป็นค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ (ไมโครโวลต์) จึงต้องใช้การวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ เป็นต้น ส่วนวิธีการวัดคลื่นรบกวนวิทยุวิธีใดกับการวัดคลื่นรบกวนวิทยุกับอุปกรณ์ใดที่มาตรฐานไม่ได้ระบุไว้ ผู้ทดสอบสามารถเลือกวิธีการวัดคลื่นรบกวนวิทยุแบบใดก็ได้

2.3.1 การวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ

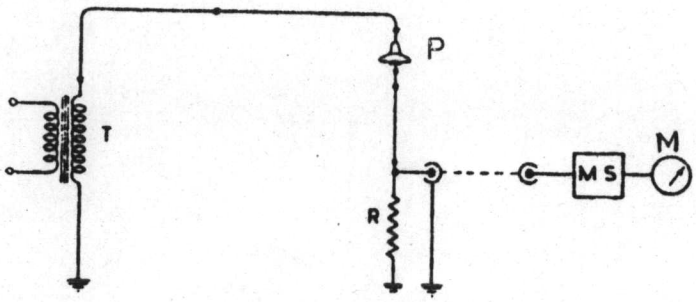
ดังที่กล่าวแล้วว่าการวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุเป็นการวัดแรงดันตกคร่อมตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุที่ต่อในวงจรไฟฟ้าเดียวกับอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ ซึ่งจะสามารถต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุได้ถึง 3 วิธี คือ การต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุอนุกรมหน้าอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ การต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุหลังอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ และการต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุขนานกับอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ ดังแสดงไว้ในรูป 2.5

วงจรการวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุตามวิธีต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุซึ่งเป็นตัวความต้านทานในรูป 2.5 ก. นั้นไม่เป็นที่นิยมใช้ ถึงแม้ว่าจะใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรน้อยเท่ากับการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ เนื่องจากอุปกรณ์การวัดทั้งหมด คือ ตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุ เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุซึ่งต่อกับมิเตอร์วัดค่า ต้องอยู่ภายในกรงฟาราเดย์ และความผิดพร่องที่เกิดในระบบไฟฟ้าแรงสูงหรืออุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ ซึ่งอาจก่อความเสียหายให้กับเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุได้ นอกจากนั้นวงจรนี้ไม่นิยมใช้ตัวกรองสัญญาณความถี่วิทยุ และคับปลิ้งคะแปซิเตอร์ ดังนั้นหม้อแปลงป้อนแรงดันทดสอบจึงต้องเป็นแบบขดลวดแยก(isolate transformer) เพราะหากไม่ใช้หม้อแปลงพิเศษนี้คลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้าเดียวกับหม้อแปลงป้อนแรงดันทดสอบ สามารถที่จะก่อให้แรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดได้ผิดไปจากที่ควร

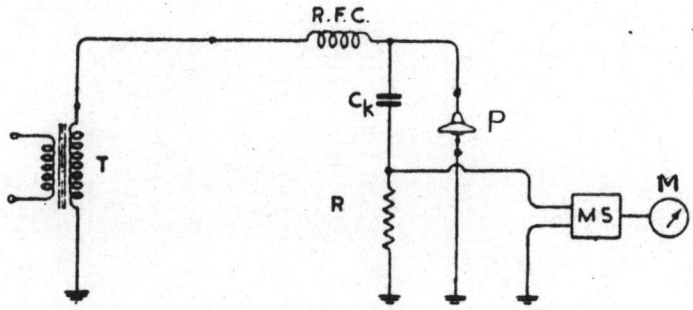
วงจรการวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุตามรูป 2.5 ข. จะได้ปรับปรุงโดยการต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุอนุกรมหลังอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ ซึ่งแก้ปัญหาการที่ต้องใช้กรงฟาราเดย์ไปได้ และการใส่ตัวกรองสัญญาณความถี่วิทยุทำให้หม้อแปลงป้อนแรงดันทดสอบไม่จำเป็นต้องเป็นหม้อแปลงแบบพิเศษ คือ แบบขดลวดแยก. เพราะตัวกรองสัญญาณความถี่วิทยุสามารถลดคลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์อื่นที่มาทางแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงป้อนแรงดันทดสอบ และหากใส่ตัวกรองสัญญาณความถี่วิทยุแล้วจะต้องใช้คับปลิ้ง



ก



ข



ค

T – หม้อแปลงป้อนแรงดันทดสอบ RFC – ตัวกรองสัญญาณความถี่วิทยุ C_k – คับปลิ้งคะแปซิเตอร์

R – ตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุ MS – เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ M – มิเตอร์วัดค่า

FC – กรงฟาราเดย์ P – อุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ

รูป 2.5 แสดงการต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุในการวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ

ก. การต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุอนุกรมหน้าอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ

ข. การต่อตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุอนุกรมหลังอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ

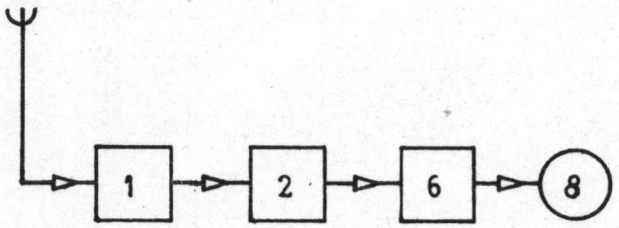
ค. การต่อตัวดักสัญญาณวิทยุขนานกับอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ

007272

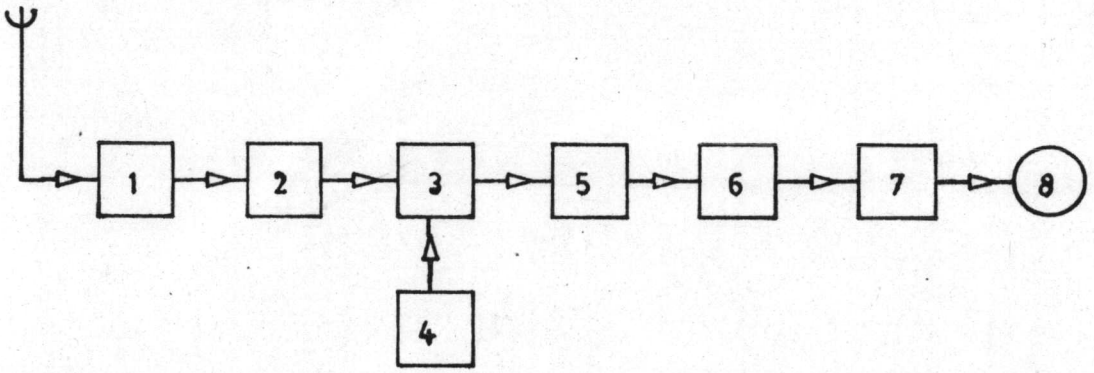
คะแปซิเตอร์ทุกครั้ง เพื่อให้วงจรไฟฟ้าสำหรับคลื่นรบกวนวิทยุครบวงจร ส่วนข้อเสียอื่นของวงจรในรูป 2.5 ก. ยังคงมีอยู่สำหรับวงจรในรูป 2.5 ข. เพราะลักษณะการต่อตัวตักสัญญาณความถี่วิทยุเป็นแบบอนุกรมกับอุปกรณ์เหมือนกัน

ในรูป 2.5 ค. ตัวตักสัญญาณความถี่วิทยุต่อขนานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงโดยคับปลิ้งคะแปซิเตอร์ ซึ่งทำให้วงจรไฟฟ้าสำหรับคลื่นรบกวนวิทยุครบวงจรแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นตัวคับปลิ้งตัวตักสัญญาณความถี่วิทยุเข้ากับระบบไฟฟ้าแรงสูงด้วย วงจรนี้เป็นวงจรวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่ NEMA Standard ได้แนะนำให้ใช้ตั้งแต่ปี คศ.1940 ซึ่งเป็นวงจรวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่นิยมใช้กันมาก เพราะสามารถขจัดข้อเสียของ 2 วงจรแรกได้หมด กล่าวคือ ไม่ต้องใช้กรงฟาราเดย์ในการวัดและการมีตัวกรองสัญญาณความถี่วิทยุ เพื่อการลดคลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่มาทางแหล่งจ่ายไฟฟ้า นอกจากนั้นการต่อตัวตักสัญญาณความถี่วิทยุขนานกับอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบทำให้ความผิดพร่องของระบบไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบไม่ก่อความเสียหายต่อเครื่องวัดมากนัก เพราะมีความต้านทานของคับปลิ้งคะแปซิเตอร์และความต้านทานในวงจรไฟฟ้าเดียวกันด้วย

สำหรับเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุนี้ได้นำเอาวงจรเครื่องรับวิทยุแบบอัมปลิจูดมอดูเลชั่น (amplitude modulation) ซึ่งพัฒนาวงจรเรื่อยมาตั้งแต่เครื่องรับวิทยุแบบเลือกความถี่วิทยุ (tuned-radio-frequency receiver) จนกลายมาเป็นเครื่องรับวิทยุแบบซุปเปอร์เฮทเทโรดายน์ (Superheterodyne receiver)และตั้งแต่การใช้หลอดสูญญากาศในระยะแรกจนถึงใช้ทรานซิสเตอร์ในปัจจุบัน โดยมีส่วนประกอบของวงจรทั้งสองแบบดังในรูป 2.6 เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุในปัจจุบันนี้ใช้วงจรเครื่องรับวิทยุแบบซุปเปอร์เฮทเทโรดายน์ ส่วนที่ว่าจะใช้หลอดสูญญากาศหรือทรานซิสเตอร์นั้นขึ้นกับบริษัทผู้ผลิต เช่น บริษัท MESSWANDLER-BAU GMBH,BAMBERG ใช้หลอดสูญญากาศในเครื่องวัด Corona Meter HFM สำหรับวงจรเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุได้เพิ่มและแก้ไขส่วนประกอบจากวงจรเครื่องรับวิทยุแบบซุปเปอร์เฮทเทโรดายน์ คือ แสดงในรูป 2.7 โดยมีหลักการทำงานของวงจรดังนี้



ก.



ข.

1 - วงจรเลือกความถี่วิทยุ

2 - วงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ

3 - วงจรผสมสัญญาณ

4 - วงจรผลิตความถี่โลคัล

5 - วงจรขยายสัญญาณความถี่กลาง

6 - วงจรดีเทคเตอร์

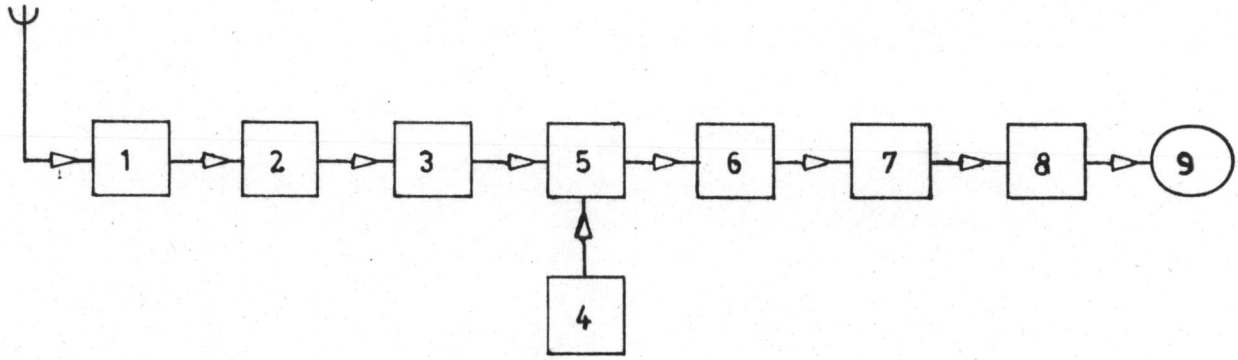
7 - วงจรขยายสัญญาณความถี่เสียง

8 - ลำโพง

รูป 2.6 แสดงส่วนประกอบของเครื่องรับวิทยุ

ก. แบบเลือกความถี่วิทยุ (tuned-radio-frequency receiver)

ข. แบบซุปเปอร์เฮทเทโรดายน์ (superheterodyne receiver)



1 – วงจรลดขนาด 2 – วงจรเลือกความถี่ 3 – วงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ

4 – วงจรผลิตความถี่โลคัล 5 – วงจรผสมความถี่ 6 – วงจรขยายสัญญาณความถี่กลาง

7 – วงจรดีเทคเตอร์ 8 – วงจรขยายสัญญาณกระแสตรง 9 – มิเตอร์วัดค่า

รูป 2.7 วงจรเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ

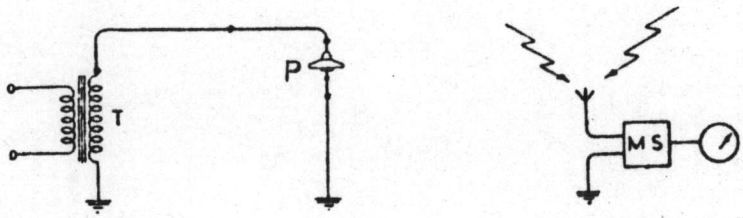
สัญญาณความถี่วิทยุส่งมาจากเสาอากาศจะถูกส่งเข้าวงจรลดขนาดซึ่งเป็นวงจรเพิ่มเติมจากวงจรเครื่องรับวิทยุแบบซุปเปอร์เฮทเทโรดายน์ เพื่อลดขนาดของสัญญาณความถี่วิทยุให้พอเหมาะกับวงจรต่อๆ ไป เพราะสัญญาณคลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์ต่างๆ มีอัตราส่วนระหว่างค่าคลื่นรบกวนวิทยุสูงสุดต่อค่าคลื่นรบกวนวิทยุต่ำสุด สูงถึง 100–1000 และเพื่อให้การออกแบบวงจรต่อไปสะดวกและได้ประสิทธิภาพสูงทุกๆ ค่าคลื่นรบกวนวิทยุ เมื่อสัญญาณความถี่วิทยุผ่านวงจรลดขนาดแล้ว จะผ่านเข้าวงจรเลือกความถี่ให้ได้ความถี่คลื่นรบกวนวิทยุที่ต้องการทราบขนาด และก่อนที่สัญญาณจะเข้าวงจรผสมความถี่ สัญญาณจะถูกขยายขนาดด้วยวงจรขยายสัญญาณคลื่นวิทยุ เพื่อให้เหมาะสมกับวงจรผสมสัญญาณซึ่งจะรับสัญญาณความถี่โลคัลจากวงจรผลิตความถี่โลคัลมาผสมกับสัญญาณความถี่วิทยุ แล้วให้ความถี่ของสัญญาณออกจากวงจรผสมสัญญาณ มีความถี่กลาง (ประมาณ 455 กิโลแฮร์ตซ์) ไม่ว่าวงจรเลือกความถี่จะเลือกสัญญาณความถี่เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้วงจรขยายสัญญาณต่อๆ ไปทำได้สะดวกและให้ได้อัตราขยายคงที่ วงจรขยายความถี่กลางจะขยายสัญญาณความถี่กลางให้สูงขึ้น และวงจรนี้ได้ออกแบบเป็นวงจรขยายแบบเลือกความถี่ คือ มีอัตราขยายที่ความถี่กลางสูงกว่าอัตราขยายที่ความถี่อื่นมาก

วงจรดีเทคเตอร์ของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุนี้ทำหน้าที่เหมือนกับวงจรดีเทคเตอร์ของเครื่องรับวิทยุ คือ เป็นวงจรดีเทคเตอร์ขนาดของสัญญาณความถี่กลางที่ได้จากวงจรขยายความถี่กลางซึ่งขนาด

ของสัญญาณความถี่กลางนี้จะแปรตามขนาดของสัญญาณความถี่วิทยุที่ตัวดักสัญญาณความถี่วิทยุ (คือสายอากาศสำหรับการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ) รับได้แต่การดีเทคของวงจรดีเทคเตอร์ของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุนั้นมีการออกแบบให้ดีเทคขนาดคลื่นรบกวนวิทยุหลายค่า เช่น ให้ดีเทคค่ายอด (peak value) หรือค่ากึ่งค่ายอด (quasi-peak value) เป็นต้น ซึ่งมีข้อกำหนดสำหรับวงจรดีเทคเตอร์แต่ละวงจรบางประการแตกต่างกันออกไป และสัญญาณที่ออกจากวงจรดีเทคเตอร์มีความถี่น้อย เนื่องจากวงจรดีเทคเตอร์ต้องคงค่าคลื่นรบกวนวิทยุไว้นานพอที่มาตรวัดสามารถทำงานและอ่านค่าได้ ดังนั้นวงจรขยายสัญญาณต่อไปจึงใช้วงจรขยายกระแสตรงขยายสัญญาณให้มีขนาดเหมาะสมที่มาตรวัดค่าทำงานได้

2.3.2 การวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ

การวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ เป็นวิธีแรกที่ใช้วัดคลื่นรบกวนวิทยุ และยังนิยมใช้วัดคลื่นรบกวนวิทยุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะใช้งานจริง จากรูป 2.8 ซึ่งแสดงวิธีการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์สำคัญของการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุมี 2 ส่วน คือ เสาอากาศ และเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ (MS)



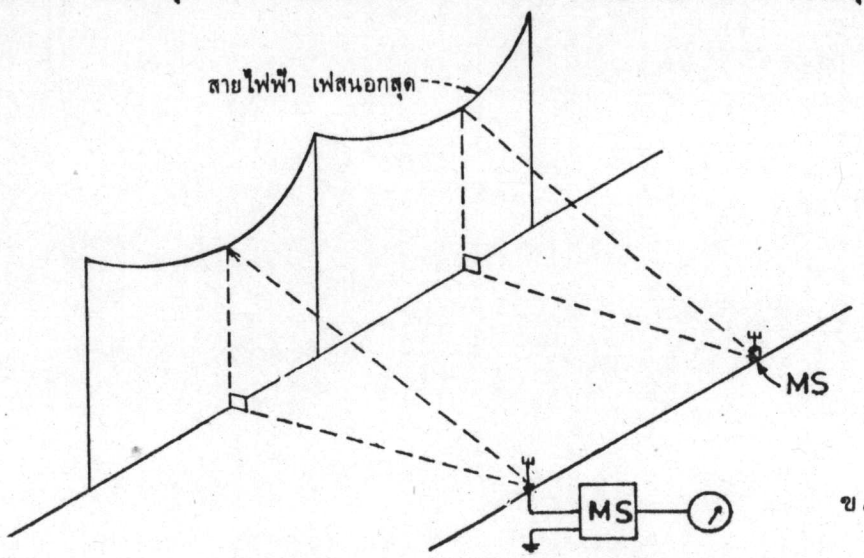
รูป 2.8 แสดงวิธีการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุจากลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้า

1) เสาอากาศ เป็นตัวรับสัญญาณสนามคลื่นรบกวนวิทยุ โดยการตั้งเสาอากาศไว้ห่างจากอุปกรณ์เป็นระยะทางที่มาตรฐานกำหนด ในระยะแรกๆ เสาอากาศที่ใช้เป็นเสาอากาศที่ใช้กับเครื่องรับวิทยุ คือ เสาอากาศแบบเสาเดี่ยว (rod antenna) ต่อมาได้ทำการทดลองใช้เสาอากาศแบบบวง (loop antenna) ทั้งแบบสี่เหลี่ยมและวงกลม เพื่อหาแบบของเสาอากาศที่มีประสิทธิภาพในการรับได้ดียิ่งขึ้น แต่ผลการทดลองปรากฏว่าประสิทธิภาพของเสาอากาศแบบเสาเดี่ยวยังสามารถใช้งานได้ดีกว่า

เสาอากาศกับเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุอาจจะติดอยู่ด้วยกันหรือไม่ก็ได้ และในกรณีที่แยกกันจะใช้สายเคเบิลเป็นสายนำสัญญาณ

2) เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ ในวงจรนี้มีวงจรและส่วนประกอบเหมือนกับเครื่องวัดคลื่นรบกวนในวงจรการวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ จึงจะไม่ขอกล่าวซ้ำอีกในที่นี้

วิธีการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุทำได้สะดวก และเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุไม่มีอัตราเสี่ยงต่อการเสียหายจากวงจรเลย เนื่องจากมีอุปกรณ์ต้องใช้น้อยและการวัดคลื่นรบกวนวิทยุด้วยวิธีนี้ไม่มีความจำเป็นต้องเข้าไปแตะต้องกับอุปกรณ์ทดสอบซึ่งอยู่ในวงจรไฟฟ้าแรงสูง รวมทั้งเครื่องวัดคลื่นรบรบกวนวิทยุและอุปกรณ์ทดสอบไม่อยู่ในวงจรไฟฟ้าเดียวกัน นอกจากนั้นยังสามารถเลือกกระทำการวัดคลื่นรบกวนวิทยุได้ในสภาพอากาศต่างๆ กัน แต่การวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุมีข้อเสียคือ ในขณะทำการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์หนึ่งอยู่ คลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากอุปกรณ์อื่นที่ไม่ต้องการ เสาอากาศซึ่งเป็นตัวดักสัญญาณก็จะรับเข้ามาด้วย ดังนั้นวิธีวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุนี้จึงนิยมใช้วัดคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูงที่ติดตั้งใช้งานเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูงส่วนใหญ่อยู่ไกลจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ก่อให้เกิดคลื่นรบกวนวิทยุอันจะทำให้การวัดคลื่นรบกวนวิทยุจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูงผิดพลาดไปได้ การตั้งเสาอากาศและเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ สำหรับการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูงได้แสดงไว้ในรูป 2.9 โดยที่จุด ก. นั้นเสาอากาศและเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุติดอยู่ด้วยกัน และที่จุด ข. เป็นการตั้งเสาอากาศและเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุที่ต่อกันด้วยสายเคเบิล



รูป 2.9 แสดงการตั้งเสาอากาศและเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุสำหรับการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูง

2.4 การกำหนดค่าคลื่นรบกวนวิทยุ

ถึงแม้ว่าคลื่นรบกวนวิทยุจะมีสาเหตุมาจากการดีสชาร์จบางส่วน (partial discharge) แต่การวัดระดับความรุนแรงของคลื่นรบกวนวิทยุวัดเป็นไมโครโวลต์ แทนการวัดเป็นพิโคคูลอมบ์เหมือนกับการวัดความรุนแรงของการเกิดดีสชาร์จบางส่วน เพราะเมื่อพูดถึงความรุนแรงของคลื่นรบกวนวิทยุนั้น จะพูดถึงผลกระทบต่ออุปกรณ์ข้างเคียง ในขณะที่ความรุนแรงของการดีสชาร์จบางส่วน จะวิเคราะห์เป็นผลเสียหายต่ออุปกรณ์ที่เกิดดีสชาร์จเอง และจากที่การวัดคลื่นรบกวนวิทยุแบ่งเป็นการวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ และการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ จึงได้แบ่งกล่าวตามการวัดดังต่อไปนี้

2.4.1 ค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ

1) ไมโครโวลต์เฉลี่ย (Average Microvolt) โดยปกติคลื่นรบกวนวิทยุแบบช่วงความถี่แคบ (narrow band) และคลื่นรบกวนแรนดอมหรือสุ่มๆ (random) ไม่สามารถวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบอิมพัลส์ได้เนื่องจากค่าเฉลี่ยจะเป็นส่วนน้อยของค่าพีค จะกำหนดเป็นค่าไมโครโวลต์เฉลี่ย และวงจรที่วัดเป็นแบบที่ออกแบบไว้ใช้วัดค่าเฉลี่ย [6, 8, 25, 27]

2) ไมโครโวลต์กึ่งค่ายอด (Quasi Peak Microvolt) วงจรดีเทคเตอร์ที่วัดค่าไมโครโวลต์กึ่งค่ายอดของแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ จะต้องมีคุณสมบัติที่มาตรฐานกำหนด ถ้าไมโครโวลต์กึ่งค่ายอดจะใช้วัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบอิมพัลส์ [6, 8, 13, 16, 25, 27]

3) ไมโครโวลต์ค่ายอด (Peak Microvolt) ค่านี้จะได้จากวงจรที่ออกแบบไว้แสดงค่ายอด ใช้วัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบอิมพัลส์ [6, 8, 13, 25, 27]

4) ไมโครโวลต์เฉลี่ยต่อความถี่ 1 กิโลแฮร์ตซ์ (Average Microvolt KH_z Band) ใช้วัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบแรนดอม ด้วยวงจรวัดค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับความถี่กว้าง 1 กิโลแฮร์ตซ์ ถ้าไมโครโวลต์เฉลี่ยต่อความถี่ 1 กิโลแฮร์ตซ์นี้จะหาได้จากการหารไมโครโวลต์เฉลี่ยที่อ่านได้ด้วยกรณฑ์ที่สองของแถบความถี่ประสิทธิผล (effective bandwidth) ของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ สำหรับแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบแรนดอมซึ่งจะหาได้จากการเขียนกราฟระหว่างกำลังสองของผลตอบสนองสัมพัทธ์ และความถี่เป็นกิโลแฮร์ตซ์ (relative response squared against frequency in KH_z) ผลตอบสนองสัมพัทธ์มีค่า = 1.0 ที่ความถี่หนึ่งของวงจร ความกว้างของความถี่ที่ประมาณว่าพื้นที่ใต้เส้นกราฟเท่ากับพื้นที่ใต้เส้นกราฟจริง และแถบความกว้างของความถี่นี้คือ ช่องกว้างความถี่

ประสิทธิผล [8]

5) ไมโครโวลต์ต่อกิโลแฮร์ตซ์ (Microvolt in a KH_z Band) หน่วยวัดนี้จะใช้กับแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบช่วงความถี่กว้าง (broad-band) ซึ่งจะแสดงถึงความหนาแน่นของแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่กระจายอยู่ [8]

6) ไมโครโวลต์พีคต่อกิโลแฮร์ตซ์ (Peak Microvolt in a KH_z Band) เป็นหน่วยวัดแรงดันคลื่นรบกวนแบบอิมพัลส์ โดยวงจรวัดค่าพีคเทียบกับช่วงกว้างความถี่ 1 กิโลแฮร์ตซ์ ค่าไมโครโวลต์พีคต่อกิโลแฮร์ตซ์นี้คำนวณได้จากอัตราส่วนของค่าไมโครโวลต์พีคที่อ่านได้ต่อช่วงกว้างความถี่หวังผลของเครื่องวัดสำหรับแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบอิมพัลส์ ช่วงกว้างความถี่หวังผลนี้หากผู้ผลิตเครื่องวัดไม่ระบุไว้ สามารถจะประมาณค่าได้โดยเอา 1.07 คูณกับช่วงกว้างความถี่ที่จุด 6 dB [8]

7) เดซิเบลเหนือค่า 1 ไมโครโวลต์ (dB above 1 μV) การวัดค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุแบบนี้เป็นการเปรียบเทียบค่ากับค่าแรงดัน 1 ไมโครโวลต์ ซึ่งอาจจะเทียบกับค่า 1 ไมโครโวลต์เฉลี่ย หรือค่า 1 ไมโครโวลต์ใดๆ ก็ได้ และค่าเดซิเบลที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยหรือค่าพีคขึ้นกับค่า 1 ไมโครโวลต์ที่ใช้เป็นฐานเทียบ [3]

2.4.2 ค่าสนามคลื่นรบกวนวิทยุ [8]

หน่วยของสนามคลื่นรบกวนวิทยุนี้จะคล้ายกับหน่วยวัดของแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ แต่เนื่องจากการวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุจะขึ้นกับระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นรบกวนวิทยุ และเครื่องรับซึ่งจะต่อไปยังเครื่องวัด ดังนั้นหน่วยที่วัดได้จึงแสดงเป็นขนาดของคลื่นรบกวนวิทยุต่อระยะทาง เช่น ไมโครโวลต์เฉลี่ยต่อเมตร หรือไมโครโวลต์เฉลี่ยต่อกิโลแฮร์ตซ์ต่อเมตร เป็นต้น

2.5 การกำหนดลักษณะสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ

ตามที่กล่าวแล้วระดับของคลื่นรบกวนวิทยุอาจวัดเป็นค่ายอด ค่ากึ่งค่ายอด ฉะนั้นเครื่องวัดจึงต้องระบุไว้ว่าใช้วัดค่ายอดหรือวัดค่ากึ่งค่ายอด หรือสามารถวัดได้ทั้งค่ายอดและค่ากึ่งค่ายอด โดยการเปลี่ยนแปลงวงจรดีเทคเตอร์เพื่อให้ดีเทคค่าที่ต้องการได้ ลักษณะสมบัติของเครื่องวัดคลื่นรบกวนกำหนดได้ในช่วงความถี่ 0.15 เม็กกะแอร์ตซ์ ถึง 30 เม็กกะแฮร์ตซ์ [3, 5, 16, 28] ดังนี้

1) ลักษณะสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุแบบวัดค่าเฉลี่ย

เวลาชาร์จ มากกว่า 1/5 x ความกว้างแถบความถี่ตอบสนองของวงจร

เวลาดีสชาร์จ มากกว่า 1/5 x ความกว้างแถบความถี่ตอบสนองของวงจร

หรือสามารถแสดงค่าเฉลี่ยของสัญญาณรูปซายน์ที่ความถี่วิทยุได้

โอเวอร์โหลดแฟคเตอร์ของวงจรก่อนถึงวงจรดีเทคเตอร์ 30 dB

โอเวอร์โหลดแฟคเตอร์ของวงจรขยายสัญญาณกระแสตรงที่อยู่ระหว่างวงจรดีเทคเตอร์กับมิเตอร์วัดค่า 12 dB

2) ลักษณะสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุแบบวัดค่ากึ่งค่ายอด

ความกว้างแถบความถี่ตอบสนอง	9 กิโลแฮร์ตซ์ ± 10 เปอร์เซนต์
เวลาชาร์จ	1/1000 ± 0.5/1000 วินาที
เวลาดีสชาร์จ	160/1000 ± 20/1000 วินาที
เวลากลองมิเตอร์วัดค่า	160/1000 วินาที
โอเวอร์โหลดแฟคเตอร์ของวงจรก่อนถึงวงจรดีเทคเตอร์	30 dB
โอเวอร์โหลดแฟคเตอร์ของวงจรขยายสัญญาณกระแสตรงที่อยู่ระหว่างวงจรดีเทคเตอร์กับมิเตอร์วัดค่า	12 dB

3) ลักษณะสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุแบบวัดค่ายอด

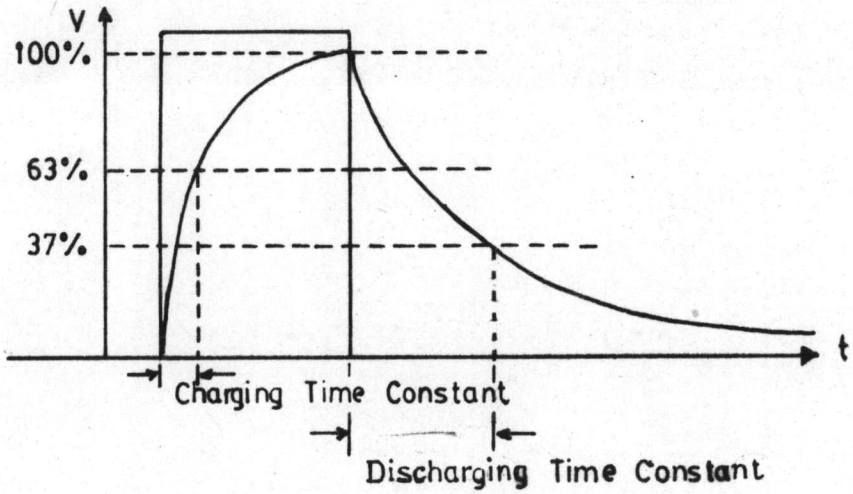
ความกว้างแถบความถี่ตอบสนอง	9 ± 1 กิโลแฮร์ตซ์
โอเวอร์โหลดแฟคเตอร์ของวงจรก่อนถึงวงจรดีเทคเตอร์	6 dB
โอเวอร์โหลดแฟคเตอร์ของวงจรขยายสัญญาณกระแสตรงที่อยู่ระหว่างวงจรดีเทคเตอร์กับมิเตอร์วัดค่า	6 dB

4) คำจำกัดความ

4.1) ความกว้างแถบความถี่ตอบสนองของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ (Band - width) คือ ความกว้างของ selectivity curve ของเครื่องรับ โดยวัดความกว้างของความถี่จากระดับต่ำกว่าจุดกึ่งกลาง 6 dB

4.2) เวลาชาร์จ (Charging time constant) หมายถึงเวลาที่วงจรใช้เพื่อให้ผลตอบสนองขาออกของวงจร (output) มีค่า 63 เปอร์เซนต์ของค่าสูงสุดของผลตอบสนองขาออก (Final value) (ดูรูป 2.10)

4.3) เวลาดีสชาร์จ (Discharging time constant) คือ ช่วงเวลาที่นับตั้งแต่พรากสัญญาณ โดยทันทีจนถึงเมื่อค่าผลตอบสนองขาออกเหลือ 37 เปอร์เซนต์ ของค่าสูงสุดของผลตอบสนองขาออก (Final value) (ดูรูป 2.10)



รูป 2. 10 แสดงเวลาชาร์จและเวลาดีสชาร์จ

4.4) เวลากลของมิเตอร์วัดค่า (Mechanical time constant of the indicating instruments) เป็นเวลาที่เครื่องชี้แกว่งก่อนจะหยุดเมื่อเอาตัวหน่วงทั้งหมดออกหรือเทียบเท่ากับความกว้างของสัญญาณรูปคลื่นพัลส์ที่ทำให้เครื่องชี้สามารถชี้ที่ค่า 35 เปอร์เซนต์ ของค่าที่เครื่องชี้ ชี้ได้เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าคงที่ ซึ่งมีขนาดเดียวกันกับสัญญาณรูปรูปคลื่นพัลส์ [5, 16]

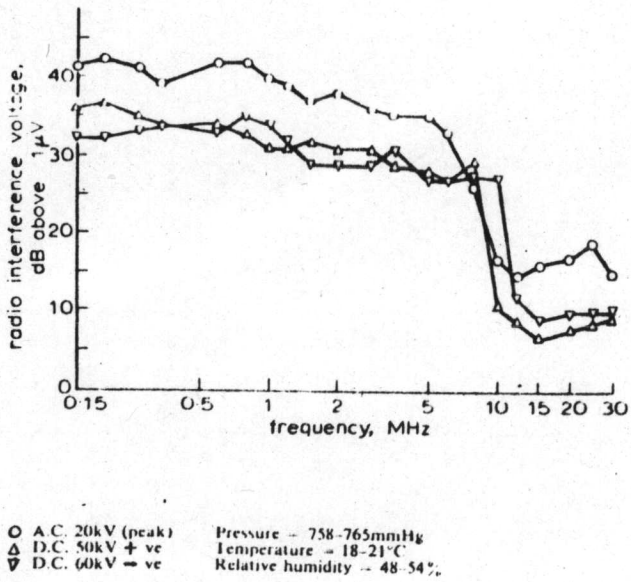
4.5) โอเวอร์โหลดแฟคเตอร์ (overload factor) หมายถึง อัตราส่วนของแรงดันสูงสุดที่ทำให้อัตราส่วนระหว่างสัญญาณเข้าต่อสัญญาณขาออกเปลี่ยนแปลงไปจากเชิงเส้นตรงไม่เกินกว่า 1 dB ต่อแรงดันซึ่งทำให้มิเตอร์วัดค่าชี้ค่าสูงสุดของสเกล

เนื่องจากคลื่นรบกวนวิทยุอยู่ในช่องความถี่กว้างมาก และในแต่ละประเทศได้กำหนดค่ามาตรฐานพิกัดค่าสูงสุดของคลื่นรบกวนวิทยุไว้ ดังนั้นเพื่อให้การกล่าวอ้างถึงอยู่ที่ความถี่เดียวกับมาตรฐานต่างๆ จึงกำหนดพิกัดค่าสูงสุดของคลื่นรบกวนวิทยุไว้ที่ความถี่ 1.0 เม็กกะแฮร์ตซ์ โดยมีเหตุผล 3 ประการ คือ

ก. ความถี่ 1 เม็กกะแฮร์ตซ์ อยู่ในช่วงความถี่ที่ใช้ในการสื่อสาร

ข. แหล่งกำเนิดคลื่นรบกวนวิทยุส่วนใหญ่มีสเปคตรัมต่อเนื่อง และสเปคตรัมจะลดลงอย่างรวดเร็วที่ความถี่สูงกว่า 7 เม็กกะแฮร์ตซ์ ซึ่งจะเห็นได้จากสเปคตรัมของคลื่นรบกวนวิทยุ จากอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ string insulator ดังแสดงในรูป 2.11

ค. ที่ความถี่สูงขึ้น การวัดจะมีความยุ่งยากตามไปด้วย



รูป 2.11 แสดงสเปคตรัมของคลื่นรบกวนวิทยุ