บทที่ 3

ระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

เป้าหมายของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือการพัฒนาระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงเพื่อนำมาใช้กับปัญหาการแยกประเภทพืชไร่ การวัดคลื่นกระเจิงจากพืชไร่แต่ละชนิด จะต้องสร้างระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงขึ้นมาจริง ๆ เพื่อนำมาใช้วัดและบันทึกข้อมูลจากพืชไร่ที่ปลูกตามธรรมชาติ ดังนั้นการออกแบบและสร้างระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง จึงต้องเป็นไปตามความต้องการของการใช้งานจริง โดยอยู่บนพื้นฐานและหลักการของระบบวัด ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วบางส่วนในท้ายบทที่ 2 อย่างกว้าง ๆ

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดในการออกแบบระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง ปัจจัยที่พิจารณาในการออกแบบ โครงสร้างของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงที่ใช้จริง ซึ่งแบ่งองค์ประกอบของระบบวัดนี้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ส่วนแรกเป็นระบบจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด ส่วนที่สองเกี่ยวกับการจ่ายพลังงานให้กับสายอากาศส่งและรับ รวมถึงการวัดและบันทึกข้อมูล และส่วนสุดท้ายเกี่ยวกับเสาจับสายอากาศและอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ จากนั้นจะกล่าวถึงรายละเอียดของพืชไร่ทุกชนิดที่ดำเนินการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ ท้ายสุดจะกล่าวถึงขั้นตอนในการดำเนินการวัด ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทดลอง

<u>แนวคิดในการออกแบบระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง</u>

การออกแบบระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงให้เป็นไปตามการใช้งาน ต้องศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบวัดนี้ทั้งหมด ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่พิจารณาประกอบด้วยสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ ปัจจัยในการออกแบบตามหลักการของระบบวัด และปัจจัยในการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบวัดทางกายภาพ กลุ่มแรกได้กล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ แล้ว ในส่วนท้ายของบทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึงปัจจัยเหล่านั้นอีกครั้งหนึ่งโดยมีแนวคิดและเหตุผลประกอบ กลุ่มที่สองเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อนำระบบวัดนี้ไปใช้งาน เช่น มีระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด สามารถเคลื่อนที่ไปตามที่ต่าง ๆ ได้ เป็นต้น

1. ปัจจัยในการออกแบบตามหลักการของระบบวัด

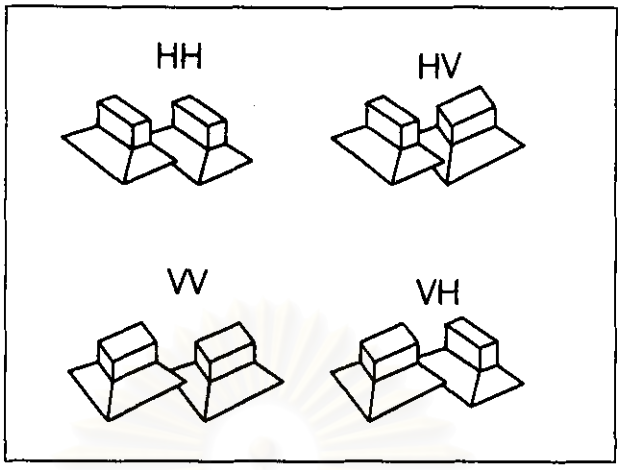
ความถี่

จากที่กล่าวถึงในส่วนท้ายของบทที่ 2 ย่านความถี่ของระบบวัดที่ใช้งาน คือย่าน C X และ L จากงานวิจัย[4 6] ถ้าเป้าหมายของระบบวัดเป็นแปลงพืชไร่ ย่านความถี่ที่ให้ข้อมูลของพืชด้วยการวัดคลื่นกระเจิงมากที่สุด คือความถี่ย่าน X และ C เพราะจะมีผลของดินน้อยกว่าการวัดด้วยความถี่ย่าน L ห้องปฏิบัติการวิจัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีสายอากาศย่านความถี่ C S และ L ระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงจึงออกแบบด้วยการใช้สายอากาศย่านความถี่ C

โพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

การวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง ให้ได้ครบตามที่กล่าวในบทที่ 2 ต้องออกแบบให้สามารถปรับโพลาไรเซชันของสายอากาศส่งและรับได้ทั้งสองแนวที่ตั้งฉากกัน แม้ว่าการปรับด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์สามารถควบคุมได้ง่ายและมีความละเอียดสูงกว่าการปรับทางกล แต่ในการวัดนี้ต้องการข้อมูลจากการวัดคลื่นกระเจิงที่มีแนวโพลาไรเซชันตั้งฉากกันเพียงสองแนวเท่านั้น การปรับด้วยมอเตอร์จึงไม่เหมาะสมเพราะไม่ต้องการให้สามารถปรับแนวโพลาไรเซชันได้ทุกแนว อีกทั้งมอเตอร์มีน้ำหนักมากยากในการติดตั้งบนเสาจับสายอากาศ ดังนั้นการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลของคลื่นกระเจิงกลับจากสองแนวโพลาไรเซชันที่ตั้งฉากกัน จึงใช้วิธีปรับตำแหน่งของสายอากาศส่งและรับให้ตั้งฉากซึ่งกันและกันได้ ด้วยการยึดกับแขนจับสายอากาศที่ออกแบบไว้

สายอากาศส่งและรับของห้องปฏิบัติการฯ เป็นสายอากาศปากแตรทรงพีระมิดที่มีการออกแบบด้วยแบบแผนคลื่นเป็นใหญ่ (TE_{10}) จึงทำให้คลื่นที่ส่งไปตกกระทบมีองค์ประกอบเดียว มีการโพลาไรซ์เชิงเส้น แต่คุณสมบัติการกระเจิงของเป้าหมายทำให้คลื่นกระเจิงมีองค์ประกอบครบทั้งสองแนวโพลาไรเซชัน ดังนั้นการวัดคลื่นกระเจิงเพื่อให้ได้ข้อมูลครบ ต้องวางสายอากาศส่งและรับเป็น 4 กรณี คือ HH HV VH และ VV ดังแสดงในรูป 3.1



รูป 3.1 การวางสายอากาศส่งและสายอากาศรับทั้ง 4 กรณี

มุมของการส่งและรับคลื่นกระเจิง

ระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงที่ออกแบบไว้เป็นระบบวัดเสมือนเอกสติ สามารถออกแบบได้ง่าย เพราะตำแหน่งของสายอากาศทั้งสองอยู่ที่เดียวกัน ถ้าเป็นระบบทวิสถิตจะต้องแยกสายอากาศส่งและรับ ทำให้มีเสาจับสายอากาศสองต้น ยากในการปรับเปลี่ยนมุมตกกระทบและมุมกระเจิงของสายอากาศส่งและรับ ทำให้ขาดความคล่องตัวในการวัดเป็นอย่างมาก นอกจากนี้การที่ไม่สามารถบอกขนาดและทิศทางที่แน่นอนของคลื่นกระเจิงได้ ทำให้ระบบทวิสถิตจะต้องตั้งสายอากาศรับหลายตำแหน่งเพื่อวัดข้อมูลจากหลายทิศทางให้ได้เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ ดังนั้นถ้าจะนำไปใช้งานจริงจะเป็นระบบที่ยุ่งยากและไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ

ตำแหน่งของสายอากาศส่งและรับในระบบวัดโพลาไรเซชันที่ออกแบบไว้ ทำมุมศูนย์องศากับแนวดิ่ง เพราะพืชไร่ปลูกอยู่บนพื้นราบทำให้คลื่นที่กระเจิงกลับและคลื่นสะท้อนเป็นทิศเดียวกัน จึงสามารถวัดคลื่นกระเจิงกลับด้วยปริมาณพลังงานที่มากพอสำหรับการวิเคราะห์

เป้าหมาย

พืชไร่ที่เป็นเป้าหมายของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงในวิทยานิพนธ์นี้ เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศทั้งสิ้น และได้รับการปลูกตามธรรมชาติด้วยกรรมวิธีที่ถูกต้องจากผู้ชำนาญการของสถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร โดยเลือกชนิดของ

พืชไร่ตามที่สถานีทดลองฯ ปลูกอยู่แล้ว เพราะต้องการศึกษาคลื่นกระเจิงจากพืชไร่ที่เจริญเติบโตอย่างปกติ และอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับพืชไร่ที่ปลูกเพื่อการค้า โดยพืชไร่ที่เลือกเป็นพืชเศรษฐกิจเพราะต้องการสร้างเทคโนโลยีการสำรวจที่มีประโยชน์ต่อประเทศ

ข้อมูลที่ได้จากการวัดคลื่นกระเจิงของพืชไร่จะต้องมีความน่าเชื่อถือ เพราะพืชไร่เป็นเป้าหมายกระจายที่มีการกระจายไม่เป็นระเบียบ ระบบวัดจึงออกแบบให้สามารถวัดคลื่นกระเจิงได้หลายตำแหน่งอย่างสะดวก ด้วยการใช้เสาจับสายอากาศที่มีน้ำหนักเบา ประกอบง่าย งบประมาณในการสร้างน้อย และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับแปลงพืชไร่

2. ปัจจัยในการออกแบบที่เกี่ยวกับระบบในทางกายภาพ

ระบบจ่ายไฟฟ้า

จากการไปสำรวจพื้นที่ของสถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี พบว่ามีพื้นที่ในการปลูกพืชไร่กว้างมาก และไกลจากตัวอาคารมากที่สุดประมาณ 300 เมตร จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ไฟฟ้าจากตัวอาคาร เพราะสายไฟฟ้าที่ยาวมากจะทำให้คุณภาพไฟฟ้าไม่ดี และไม่มีความคล่องตัวในการทำงานเนื่องจากการเดินสายไฟฟ้าต้องไม่สร้างความเสียหายให้กับแปลงพืชไร่อื่น ๆ ด้วย การมีระบบจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์และเครื่องมือวัดจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควรพิจารณา ปริมาณของไฟฟ้าที่จ่ายจะต้องเพียงพอตลอดเวลาในการใช้งาน และต้องมีคุณภาพไฟฟ้าดีเพราะอุปกรณ์ของระบบวัดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อน หากได้รับไฟฟ้าที่ด้อยคุณภาพอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้

เคลื่อนที่และขนย้ายง่าย

ระยะทางระหว่างแปลงพืชไร่แต่ละชนิดไกลพอสมควร การวัดคลื่นกระเจิงจากพืชไร่แต่ละชนิดต้องขนย้ายอุปกรณ์วัดอยู่บ่อย ๆ ดังนั้นควรออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก เสียค่าใช้จ่ายและแรงงานน้อย นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความกะทัดรัด น้ำหนักเบา และสามารถถอดประกอบได้ ซึ่งสะดวกในการขนย้ายอุปกรณ์ทั้งหมดมาจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

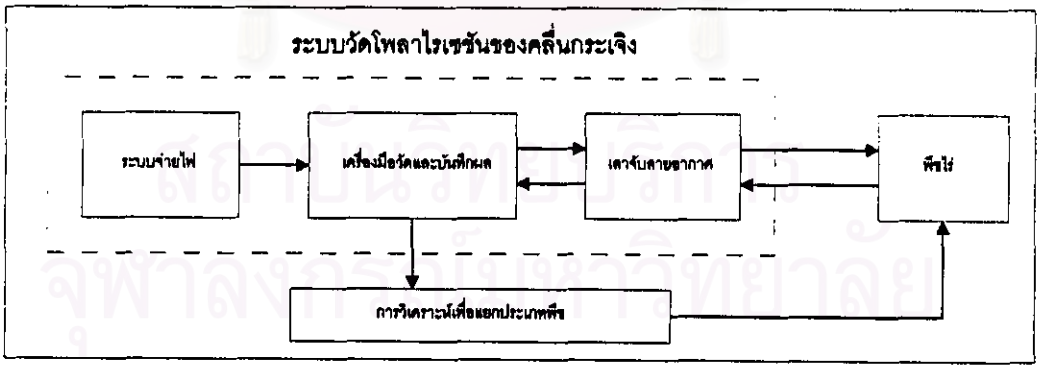
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาพแวดล้อม

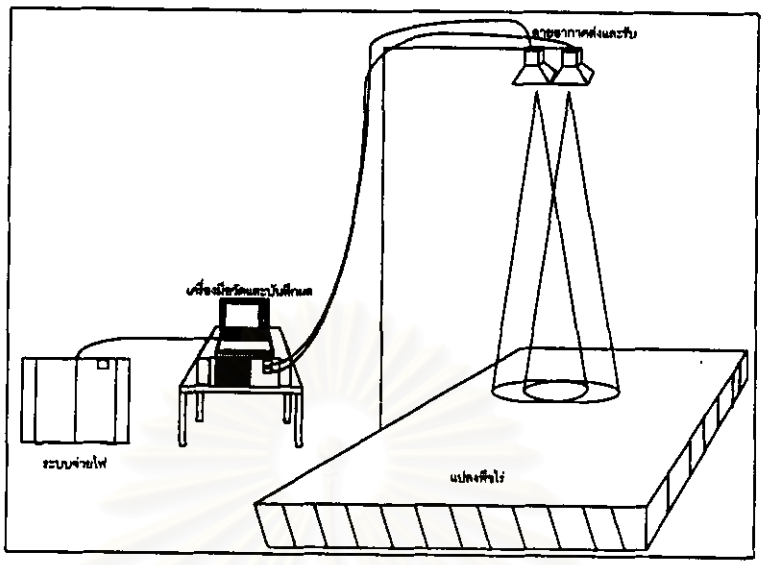
ช่วงที่ไปสถานีทดลองพืชไร่ฯ เพื่อวัดพืชไร่บางชนิดยังอยู่ในฤดูฝน จึงควรเตรียมเต็นท์หรืออุปกรณ์ที่ป้องกันฝนไปด้วยเพราะขณะที่ทำการทดลอง อุปกรณ์ทั้งหมดอยู่กลางแจ้ง เมื่อฝนตกจึงไม่สามารถขนย้ายอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ามาภายในตัวอาคารได้ทัน นอกจากปัญหาเรื่องฝนแล้วความร้อนจากแสงแดดก็เป็นปัจจัยหนึ่ง เพราะเครื่องมือวัดอาจเสียหายถ้าได้รับความร้อนเป็นเวลานาน ทำให้ต้องหยุดพักและเสียเวลาในการทำงาน จึงต้องมีร่มเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงแดดให้กับอุปกรณ์ของระบบวัด ซึ่งจะช่วยเพิ่มช่วงเวลาในการดำเนินการวัดให้มากขึ้นด้วย

<u>โครงสร้างของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง</u>

ระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงที่ออกแบบประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ระบบจ่ายไฟฟ้า เครื่องวัดและบันทึกผล และเสาจับสายอากาศและอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ ดังแสดงในรูป 3.2 ส่วนแรกเป็นเรื่องของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบวัด ส่วนที่สองเกี่ยวกับอุปกรณ์จ่ายพลังงานให้กับสายอากาศส่งและสายอากาศรับ และอุปกรณ์บันทึกผล ส่วนสุดท้ายเกี่ยวกับเสาจับสายอากาศที่สามารถถอดประกอบได้ และปรับสายอากาศส่งและรับเป็นกรณีต่าง ๆ ได้ ซึ่งการออกแบบอุปกรณ์ในแต่ละส่วนต้องคำนึงถึงงบประมาณ และปัจจัยอื่นๆ ร่วมกันด้วย



รูป 3.2ก โครงสร้างอย่างง่ายของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง



รูป 3.2ข อุปกรณ์ของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

ในแต่ละส่วนของระบบวัดมีเงื่อนไขในการสร้างดังนี้

ระบบจ่ายไฟฟ้า

- สามารถจ่ายไฟฟ้า 220V AC ที่มีคุณภาพของไฟฟ้าดี
- สามารถจ่ายไฟฟ้าได้นานประมาณ 5-6 ชั่วโมงต่อวัน
- เคลื่อนที่ได้สะดวก สามารถขนย้ายตามเครื่องวัดและบันทึกผลได้
- ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับแปลงพืชไร่
- เสียค่าใช้จ่ายน้อย

เครื่องมือวัดและบันทึกผล

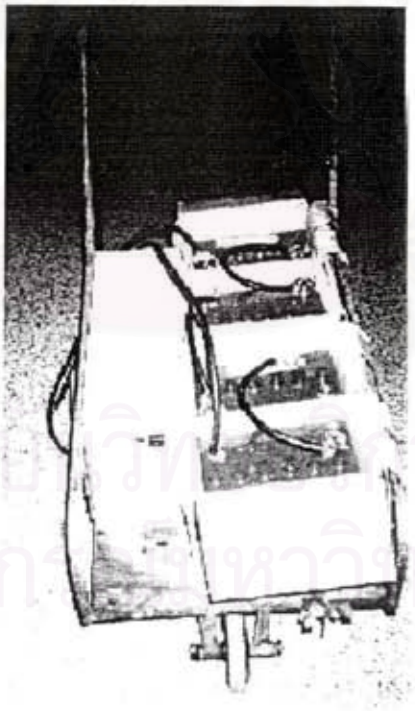
- สามารถจ่ายพลังงานให้กับสายอากาศย่านความถี่ C
- สามารถรับพลังงานจากสายอากาศย่านความถี่ C ได้ทั้งขนาดและมุมเฟส
- สามารถเก็บข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็ว
- เคลื่อนที่และขนย้ายสะดวก
- ใช้ไฟฟ้าน้อย

เสาจับสายอากาศ และอุปกรณ์เสริมอื่นๆ

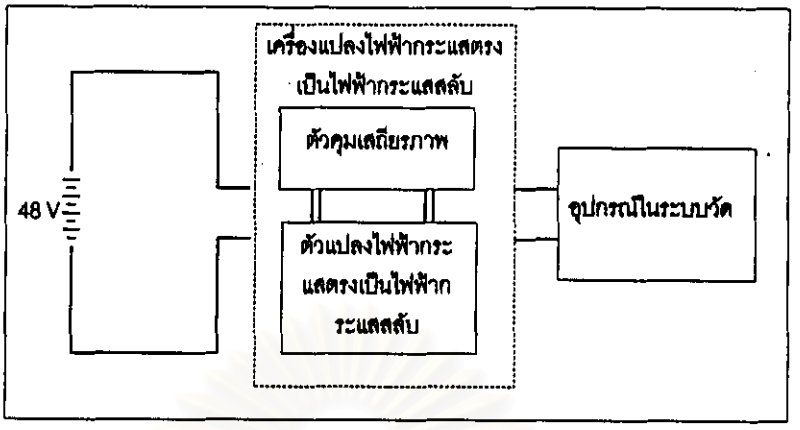
- สามารถปรับโพลาไรเซชันของสายอากาศส่งและรับได้สะดวก
- ถอดประกอบและขนย้ายง่าย
- น้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน กะทัดรัด
- เสียค่าใช้จ่ายน้อย

1. ระบบจ่ายไฟฟ้า

ระบบจ่ายไฟฟ้าของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงในวิทยานิพนธ์นี้ ใช้อุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 1 kVA ที่ต่อร่วมกับแบตเตอรี่ภายนอก 12 V DC 4 ลูก สามารถขนย้ายได้ง่ายด้วยรถเข็นสามล้อ ดังแสดงชุดอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบจ่ายไฟในรูป3.3 และผังแสดงวงจรของระบบจ่ายไฟฟ้าดังรูป 3.4



รูป 3.3 ระบบจ่ายไฟฟ้าของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง



รูป 3.4 ผังวงจรระบบจ่ายไฟฟ้า

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ระบบจ่ายไฟฟ้าดังกล่าวกับระบบจ่ายไฟที่ใช้ UPS ที่มีแบตเตอรี่ภายใน ขนาด 1 kVA เท่ากัน ถ้าต้องการให้จ่ายไฟฟ้าได้เท่ากันระบบ UPS ที่มีแบตเตอรี่ภายในจะมีขนาดใหญ่มาก ประมาณ 1X1X2 ลูกบาศก์เมตร และมีน้ำหนักมาก เคลื่อนย้ายไม่สะดวก นอกจากนี้ราคายังสูงกว่ามากอีกด้วย จึงไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานในระบบวัดนี้

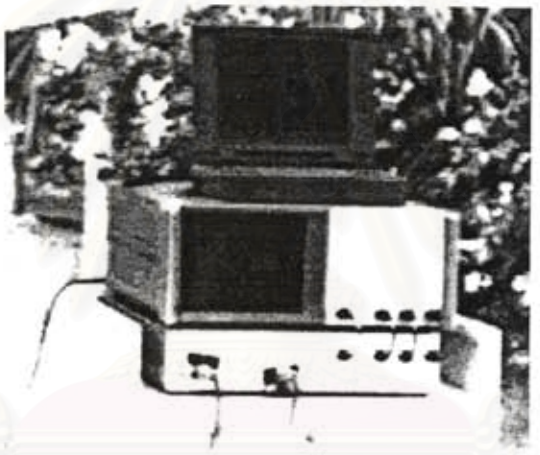
และเมื่อเปรียบเทียบระบบจ่ายไฟฟ้า ที่จ่ายไฟฟ้าด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าซึ่งใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง สามารถให้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลาและมากกว่าก็จริง แต่คุณภาพไฟฟ้าที่ได้ยังมีฮาร์มอนิกอยู่มาก ไม่เหมาะกับเครื่องมือวัดและบันทึกผล นอกจากนี้ในขณะใช้งานมีเสียงดัง และไอน้ำมันซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ จึงไม่เหมาะสมในการใช้งานถึงแม้ว่าจะเสียค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าก็ตาม รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบจ่ายไฟฟ้าแสดงไว้ในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ของระบบจ่ายไฟ

รายการ	จำนวน	รายละเอียด	ขนาด(กว้าง*ยาว*สูง)
1. อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า	1	อุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 1 kVA	18ซม.*30ซม.*50 ซม.
2. แบตเตอรี่	4	แบตเตอรี่ 12 V DC	17ซม.*24ซม.*27 ซม.
3. รถขนย้าย	1	รถเข็นสามล้อ	22ซม.*50ซม.*90ซม.

2. เครื่องมือวัดและบันทึกผล

ในส่วนนี้จะเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้วัดและบันทึกผล การวัดคลื่นที่กระเจิงกลับจากพืชไร่ใช้สายอากาศส่งและรับเป็นสายอากาศปากแตรทรงพีระมิด ปากแตรทำโดยการพับอะลูมิเนียมซึ่งออกแบบไว้ในใช้ในห้องปฏิบัติการฯ[12] (แสดงการคำนวณไว้ในภาคผนวก ก) ส่วนอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับสายอากาศส่ง และรับคลื่นที่กระเจิงกลับมาวิเคราะห์คือ เครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรร่วมกับชุดทดสอบพารามิเตอร์เอส ข้อมูลที่วัดได้จะถูกบันทึกบนคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ก โดยอาศัยการ์ต PCMCIA-GPIB เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจร อุปกรณ์ทั้งหมดนี้จะอยู่บนรถขนย้าย แสดงไว้ในรูป 3.5

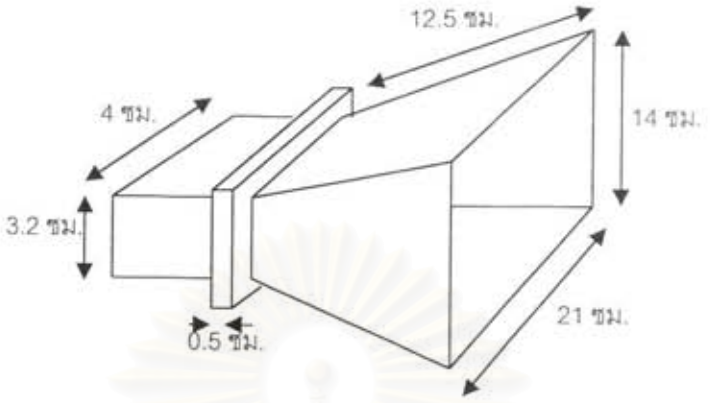


รูป 3.5 เครื่องวัดและบันทึกผลของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ มีดังต่อไปนี้

สายอากาศส่งและสายอากาศรับ

สายอากาศส่งและสายอากาศรับเป็นสายอากาศชนิดปากแตรทรงพีระมิดที่เหมือนกันทุกประการ มีขนาดช่องเปิดกว้าง 14 ซม.และยาว 21 ซม. ออกแบบไว้มีอัตราขยาย 15 เดซิเบล ดังแสดงในรูป 3.6ก และ 3.6ข

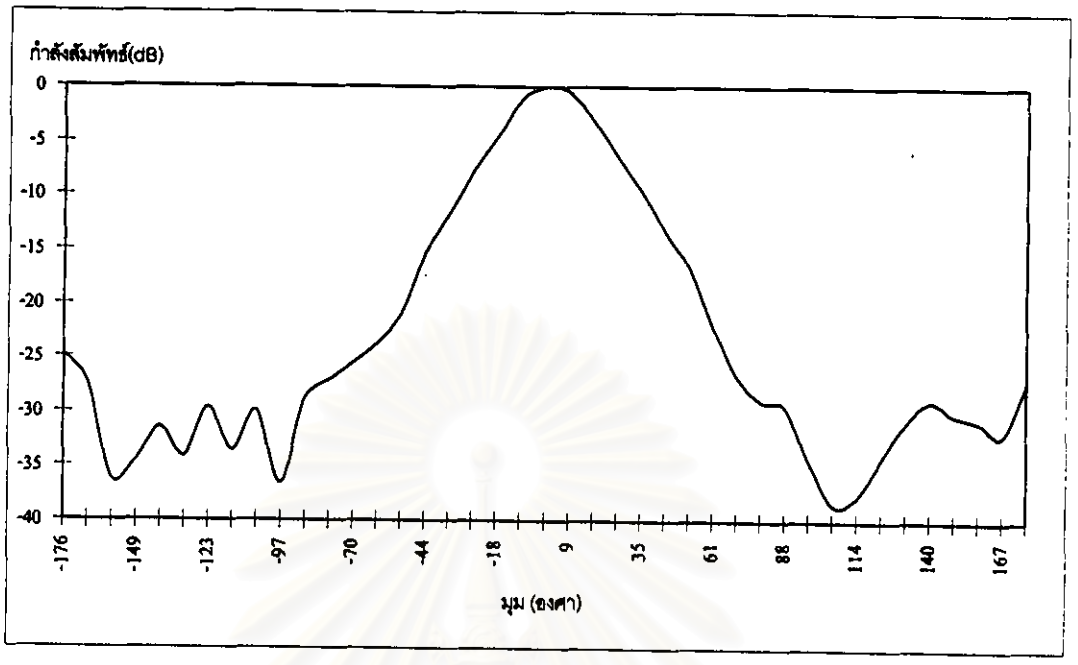


ก.)ขนาดของสายอากาศ

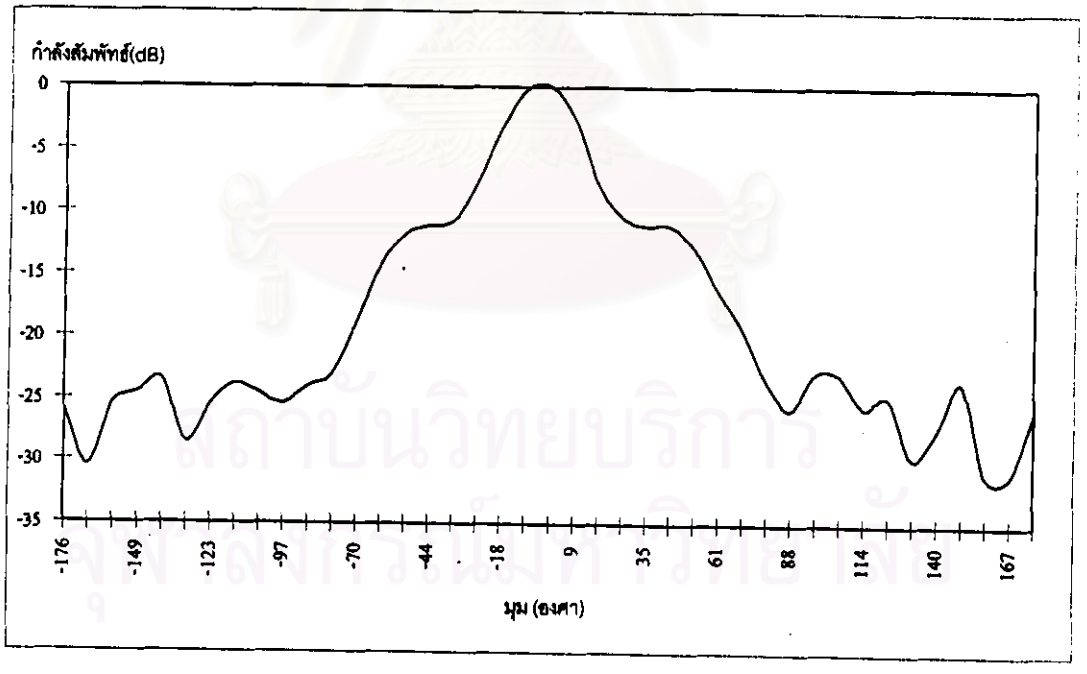
ข.) สายอากาศส่งและสายอากาศรับ

รูป 3.6 สายอากาศส่งและรับในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

นำสายอากาศทั้งสองต้นมาทดสอบหาแบบรูปการแผ่พลังงานในระนาบสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็กและแบบรูปการแผ่พลังงานข้ามขั้ว ดังแสดงในรูป 3.7ก 3.7ข และ3.7ค ตามลำดับ นอกจากนี้ยังหาอัตราขยายด้วยวิธีสายอากาศสองต้น[13] ได้เท่ากับ 13.4 เดซิเบล (แสดงการคำนวณไว้ในภาคผนวก ข.) จากรูป 3.7ก และ 3.7ข แสดงว่าสายอากาศทั้งสองต้นนี้ไม่มีความสมมาตรโดยที่เริ่มไม่สมมาตรตั้งแต่ 40 องศาจนถึง 320 องศา แสดงว่าทางด้านหน้าคือระหว่างมุม -40 องศาจนถึง 40 องศาสายอากาศสองต้นนี้ยังคงมีความสมมาตรอยู่ และมีความกว้างของลำที่ระดับสัญญาณต่ำกว่าค่าสูงสุด 3 เดซิเบลของแบบรูปการแผ่พลังงานในระนาบสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็กมีค่าประมาณ 30 องศา และระดับโพลาไรซ์ข้ามขั้วของสายอากาศมีค่าประมาณ -24 เดซิเบล

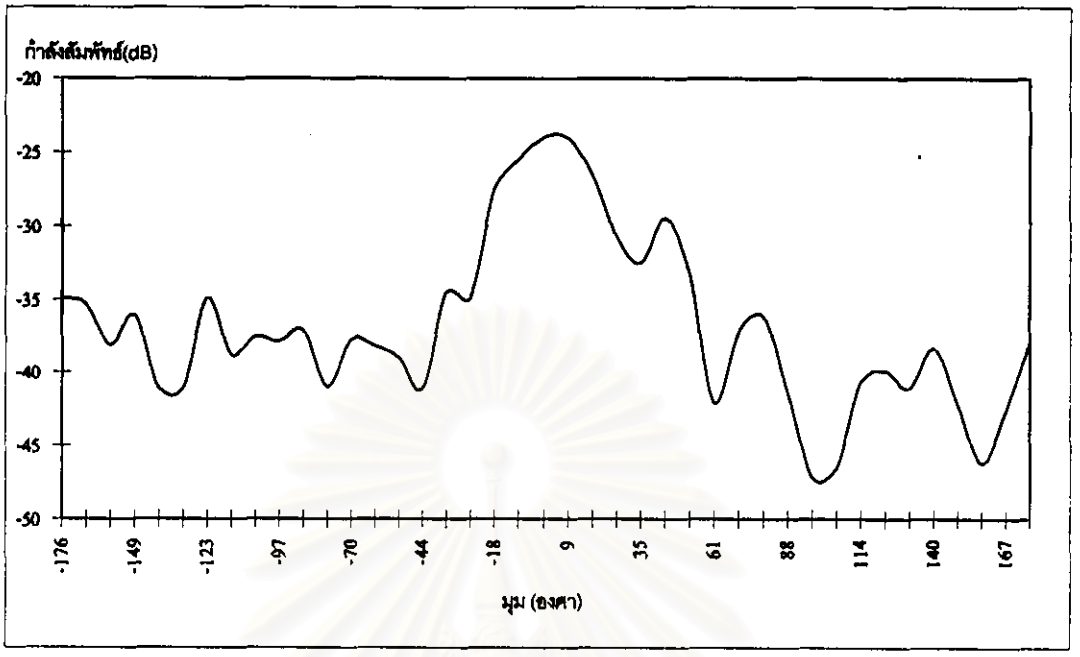


ก.) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้า



ข.) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศในระนาบสนามแม่เหล็ก

รูป 3.7 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ



ค.) แบบรูปการแผ่พลังงานข้ามขั้วของสายอากาศ

รูป 3.7 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

เครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรและชุดทดสอบพารามิเตอร์เอส 6 GHz

เครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรที่ใช้เป็นของ HEWLETT PACKARD รุ่น HP8753C ดังแสดงในรูป 3.8 ทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดและป้อนสัญญาณจ่ายให้กับสายอากาศส่ง และตรวจวัดสัญญาณที่รับได้จากสายอากาศรับโดยแสดงผลการวัดในรูปแบบของขนาดและมุมเฟสของสัญญาณที่รับได้เทียบกับสัญญาณที่จ่ายออกจากเครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจร สำหรับชุดทดสอบพารามิเตอร์เอส รุ่น HP85047A มีฟังก์ชันคูณความถี่เป็น 2 เท่า ถูกนำมาใช้ร่วมกับเครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรโดยใช้ฟังก์ชันคูณความถี่ของชุดทดสอบพารามิเตอร์เอสเพื่อให้เครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรสามารถใช้ในย่านความถี่ C เนื่องจากเครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรเพียงอย่างเดียวใช้งานได้ถึง 3 GHz เท่านั้น

ต้นฉบับไม่มีหน้านี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

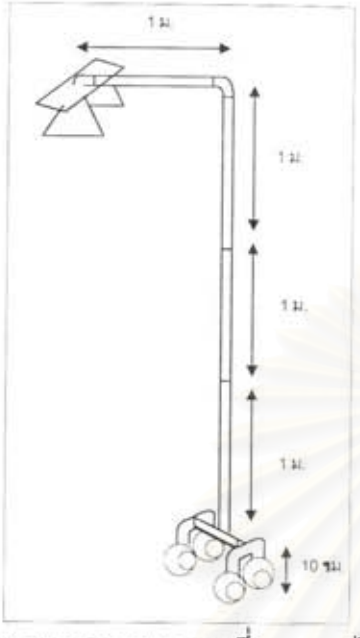
รูป 3.9 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

3. เสาจับสายอากาศและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ

เสาจับสายอากาศ

การสร้างเสาจับสายอากาศตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ มีอยู่ 2 ชุด โดยชุดที่สองได้รับการแก้ไขและปรับปรุงจากชุดแรก เนื่องจากเสาจับสายอากาศชุดแรกเมื่อนำไปใช้งานพบปัญหาที่เกิดขึ้นหลายอย่าง มีรายละเอียดของเสาจับสายอากาศทั้งสองชุดดังนี้

ชุดแรก ออกแบบโดยใช้ท่อเหล็กกลมกลวงหนา 1 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว มีความสูง 3 เมตรโดยแบ่งเป็นท่อนละ 1 เมตร ต่อกันด้วยข้อต่อเกลียวและมีแขนจับสายอากาศยื่นไป 1 เมตร ต่อกับเสาจับด้วยข้องอ ที่ฐานทำเป็น 4 ขาที่มีลูกล้อขาละ 1 ลูก เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้อิสระบนรางเหล็กรูปตัวยู ยาว 2 เมตร ทุกชิ้นถอดประกอบได้ พอนำชุดแรกนี้ไปใช้งาน ปรากฏว่าไม่สามารถวางรางเหล็กเพื่อรองลูกล้อได้ เพราะผิวดินไม่เรียบ ไม่สามารถปรับสภาพให้เรียบในเวลาสั้น ๆ จึงต้องใช้วิธียกเสาจับสายอากาศไปวัดทีละตำแหน่ง ฐานที่เป็นลูกล้อทำให้ไม่สามารถวางเสาจับสายอากาศให้นิ่ง นอกจากนี้เกลียวของข้อต่อไม่สามารถรับน้ำหนักของเสาจับสายอากาศ ต้องใช้เชือกช่วยยึด ทำให้ไม่สะดวกในเวลาย้ายตำแหน่งทีละจุด การวัดเสียเวลานาน เสาจับสายอากาศชุดแรกที่ออกแบบไว้ และที่ใช้งานจริง แสดงในรูป 3.10ก และ 3.10ข ตามลำดับ



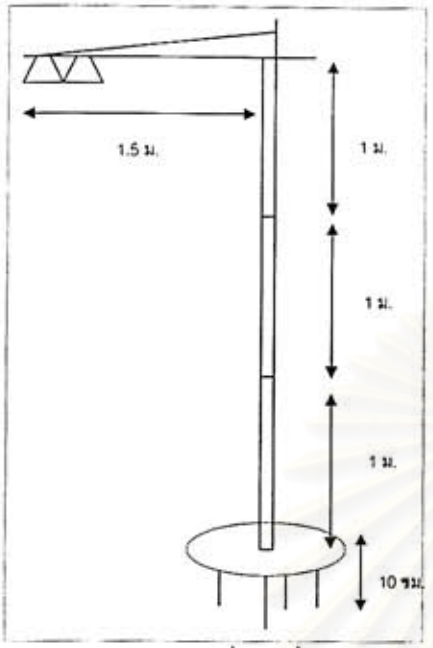
ก.) สายอากาศชุดแรกที่ออกแบบไว้

ข.) สายอากาศชุดแรกที่ใช้งานจริง

รูป 3.10 เสาจับสายอากาศชุดแรก

ชุดที่สอง ปรับปรุงจากปัญหาที่เกิดขึ้นในชุดแรก โดยชุดที่สองนี้ใช้ท่อเหล็กกลวงทรงสี่เหลี่ยมขนาด 2X2 ตารางนิ้ว แทนท่อเหล็กทรงกลม จะต่อกันด้วยท่อเหล็กชั้นในแทนการขันเกลียว มีแขนจับสายอากาศยื่นออกไป 1.5 เมตร ฐานทำเป็นแผ่นวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ซม. ติดด้วยสมอบกที่ปลายเพื่อช่วยยึดดินให้ตั้งได้มั่นคง จึงไม่ต้องใช้เชือกช่วยยึดเหมือนชุดแรก เมื่อนำไปใช้งานสามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการ สะดวกและรวดเร็วกว่าครั้งแรก ทำให้ไม่เสียเวลาในการวัดมาก เสาจับสายอากาศชุดที่สองที่ออกแบบไว้ และที่ใช้งานจริง แสดงในรูป 3.11ก และ 3.11ข ตามลำดับ และในรูป 3.12ก ถึง 3.12ง แสดงลักษณะการวางสายอากาศส่งและรับทั้ง 4 กรณี HH HV VH และ VV ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

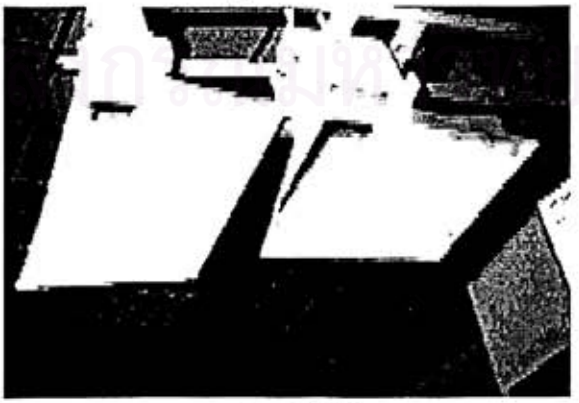


ก.) สายอากาศชุดที่สองที่ออกแบบไว้

ข.) สายอากาศชุดที่สองที่ใช้งานจริง

รูป 3.11 เสาจับสายอากาศชุดที่สอง

ก.) กรณี HH



ข.) กรณี HV

รูปที่ 3.12 ลักษณะการวางสายอากาศส่งและรับแต่ละกรณี

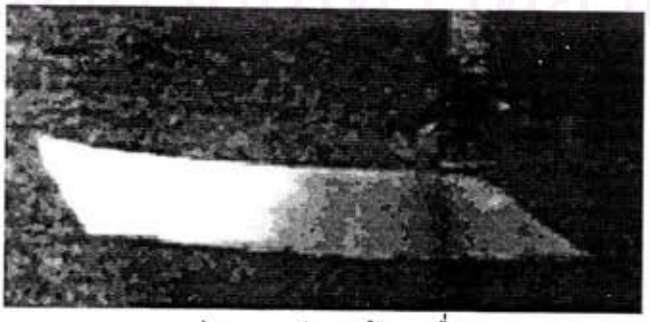
ค.) กรณี VH

ง.) กรณี VV

รูปที่ 3.12 ลักษณะการวางสายอากาศส่งและรับแต่ละกรณี

แผ่นสะท้อนคลื่น

ในการวัดแต่ละครั้งจะมีการปรับเทียบด้วยแผ่นสะท้อนคลื่น เพราะมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนและทิศทางในการสะท้อนที่แน่นอน แผ่นสะท้อนคลื่นทำด้วยอะลูมิเนียมหนา 0.3 มม .ขนาด 2X2 ตารางเมตร ดังแสดงในรูป 3.13



รูป 3.13 แผ่นสะท้อนคลื่น

สายส่งสัญญาณ

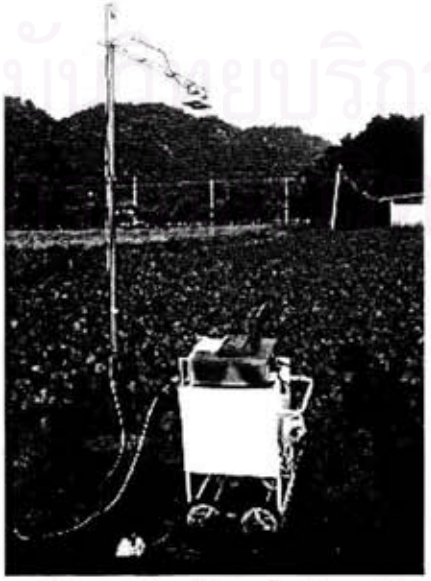
ใช้สายส่งสัญญาณขนาด M17/75-RG214 ที่มีอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม ความยาว 10 เมตร สองเส้น นำมาทดสอบการสูญเสียพบว่า มีการสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับเท่ากับ -22 เดซิเบล ต่อความยาวของสาย 1.8 ม. และมีการสูญเสียเนื่องจากการใส่แทรกเท่ากับ 0.8 เดซิเบลต่อเมตร

เต็นท์และร่ม

ใช้ผ้าพลาสติกขนาด 4X5 ตารางเมตร กางทำเป็นเต็นท์ ขึงไว้กับเสาสี่ด้าน สามารถป้องกันฝนและความร้อนจากแสงแดดได้ แต่จะประสบปัญหาเรื่องลม เพราะลมในขณะทำการวัดแรงมาก ทำให้ไม่สามารถตั้งเต็นท์ได้

<u>รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง</u>

ส่วนประกอบของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงบางส่วนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการฯ บางส่วนขอยืมจากบุคคลภายนอก และบางส่วนได้จัดซื้อและสร้างขึ้นมาใหม่ จึงได้นำรายการทั้งหมดมาแสดง พร้อมทั้งรายละเอียดของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ในตาราง 3.2 และอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ดำเนินการวัดแสดงในรูป 3.14



รูป 3.14 อุปกรณ์ขณะดำเนินการวัด

ตาราง 3.2 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย	
			ราคาต่อหน่วย(บาท)	ราคารวม(บาท)
1	ระบบจ่ายไฟฟ้า			
	1.1 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ต่อแบตเตอรี่ภายนอก ขนาด1 kVA	1	ขอยืมจากบริษัท ลีโออิเล็กทรอนิกส์	
	1.2 แบตเตอรี่ 12V DC	4	1,500	6,000
	1.3 รถเข็น 3 ล้อ			
	-ล้อหน้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว	1	50	50
2	เครื่องมือวัดและบันทึกผล			
	2.1 เครื่องวิเคราะห์ช่ายวงจรและชุดทดสอบพารามิเตอร์เอส	1	ขอยืมจากห้องปฏิบัติการฯ	
	2.2 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก	1	ขอยืมจากนาย พัฒนเกียรติ ณ นคร	
	2.3 การ์ด PCMCIA-GPIB	1	26,482.50	26,482.50
	2.4 สายอากาศส่งและรับ	1	ขอยืมจากห้องปฏิบัติการฯ	
3	เสาจับสายอากาศและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ			
	3.1 เสาจับสายอากาศ ชุดแรก(จ้างประกอบ)	1	1,200	1,200
	3.2 เสาจับสายอากาศ ชุดที่สอง(จ้างประกอบ)	1	1,700	1,700
	3.3 ผ้าพลาสติกขนาด 4 ม.*4 ม.	1	200	200
	3.4 แผ่นอะลูมิเนียม	1	400	400
	3.5 สายส่งสัญญาณ ยาว 10 เมตร	2	ขอยืมจากห้องปฏิบัติการฯ	

<u>พืชไร่ที่ดำเนินการศึกษาในโครงการวิจัยนี้</u>

พืชไร่ที่เลือกเป็นเป้าหมายของระบบวัดนี้เป็นกลุ่มพืชเศรษฐกิจของประเทศ ปลูกที่สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี การวัดและบันทึกคลื่นกระเจิงกลับจากพืชไร่ต้องขนย้ายอุปกรณ์และเครื่องมือวัดไปยังสถานีทดลองฯ ดังนั้นจึงไม่สามารถขนย้ายอุปกรณ์ทั้งหมดไปวัดได้บ่อย ๆ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงศึกษาเฉพาะพืชไร่ที่อยู่ในช่วงเจริญเติบโตเต็มที่ ชนิดต่าง ๆ กัน 7 ชนิด

ดำเนินการวัด 2 ครั้ง ครั้งแรกวันที่ 29 ถึง 31 สิงหาคม 2540 บันทึกผลการวัดคลื่นกระเจิงกลับของพืชทั้ง 3 ชนิดคือ ข้าวโพด งา และทานตะวัน ครั้งที่สองวันที่ 31 ตุลาคม ถึง 2 พฤศจิกายน 2540 บันทึกผลการวัดคลื่นกระเจิงกลับของพืชอีก 4 ชนิดคือ ข้าวฟ่าง ฝ้าย ถั่วเหลือง และถั่วเขียว แต่ละชนิดมีชื่อวิทยาศาสตร์และลักษณะทางพฤกษศาสตร์[14] ดังต่อไปนี้

2179567971

1 ข้าวโพด (corn หรือ maize)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zea mays L.*

อายุที่ทำการวัด 50 วัน ความสูง 150 ซม.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มีใบหยาบ จัดอยู่ในตระกูลหญ้า ทรงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมากระหว่างพันธ์ มีอายุออกดอกประมาณ 55-60 วัน อายุเก็บเกี่ยว 110-120 วัน ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว 200 ซม. มีไส้กลางทำหน้าที่สะสมอาหารจากใบก่อนส่งไปยังเมล็ด มีปริมาณผิวใบมากจึงมีการสังเคราะห์อาหารมาก นอกจากนี้ยังมีคลอโรฟิลล์ในใบมาก

รูปที่ 3.15 แปลงข้าวโพดในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

2 ข้าวฟ่าง (sorghum)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sorghum bicolor (L.) Moench*

อายุที่ทำการวัด 50 วัน ความสูง 140 ซม.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชตระกูลหญ้า มีใบหยาบ ลำต้นแข็ง มีใบงอกออกมาจากแต่ละข้อ อาจจะมีการแตกหน่อจากส่วนโคนของลำต้นมากน้อยแตกต่างกันแล้วแต่พันธุ์ มีดอกเป็นแบบดอกสมบูรณ์ มีอายุออกดอกประมาณ 55-60 วัน อายุเก็บเกี่ยว 95-100 วัน ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว 150-200 ซม.ซึ่งแตกต่างตามพันธุ์

รูป 3.16 ข้าวฟ่างในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

3 ถั่วเขียว (mungbean)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Vigna radiata (L.) Wilzcek*

อายุที่ทำการวัด 55 วัน ความสูง 55 ซม.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชตระกูลถั่ว มีพุ่มตั้งตรงแผ่กว้าง มีใบเป็นแบบสามเส้า มีขนที่ใบ มีดอกสีเหลืองอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ที่ปลายทั้งสองข้างของเมล็ดอาจเป็นรูปกลมมนหรือเหลี่ยมก็ได้ มีระบบรากแก้วและแตกรากแขนงมากมาย สามารถใช้ความชื้นในดินได้ลึก ทนต่อความแห้งแล้งดี ดอกแรกบานเมื่ออายุประมาณ 35 วัน ฝักแรกแก่เมื่ออายุ 50 วัน และเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 65 วัน มีความสูงต้นขนาดเก็บเกี่ยวประมาณ 55-60 ซม.

รูป 3.17 ถั่วเขียวในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

4 ถั่วเหลือง (soybean)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Glycine max (L.) Merr.*

อายุที่ทำการวัด 70 วัน ความสูง 40 ซม.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชอบอากาศร้อน มีลักษณะเป็นพุ่มตรง มีใบมาก เกือบทุกพันธุ์จะมีแกนลำต้นอย่างเห็นได้ชัดและมีกิ่งแตกแขนงออกมาบริเวณข้อล่าง ๆ ใบสองใบแรกเป็นใบเดี่ยว และใบหลัง ๆ เป็นใบแบบสามเส้า พืชทั้งต้นจะปกคลุมด้วยขนค่อนข้างแข็งสีเทา ดอกแรกบานเมื่ออายุประมาณ 30 วัน และทะยอยออกดอกไปเรื่อย ๆ จนเจริญเติบโตทางลำต้นสิ้นสุดลง เริ่มเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 80 วัน แต่ส่วนมากมักจะรอให้ฝักแก่ทั้งต้นก่อนประมาณ 100 วัน ต้นสูงแตกต่างกันตามพันธุ์ระหว่าง 40-70 ซม.

รูป 3.18 ถั่วเหลืองในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

5 งา (sesame)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sesamum indicum L.*

อายุที่ทำการวัด 85 วัน ความสูง 140 ซม.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นตั้งตรง ลำต้นเป็นเหลี่ยมและเป็นร่องตามความยาวของต้น มีขนหนาแน่น ใบมีก้านสั้นๆ มีลักษณะต่าง ๆ ตั้งแต่ยาวเป็นรูปใบหอก หรือกลมรี ฝักตั้งตรงมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ดอกตอนล่างของลำต้นจะบานก่อน ดอกแรกบานประมาณ 30 วัน และเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 85 วัน ความสูงต้นประมาณ 140 ซม.

รูป 3.19 งาในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

6 ทานตะวัน (sunflower)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Helianthus annuus L.*

อายุที่ทำการวัด 70 วัน ความสูง 135 ซม.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มีดอกเพียงหนึ่งดอก ภายในมีเมล็ดมากมาย และที่ขอบดอกจะมีดอกย่อยที่เป็นหมันสีเหลืองหรือแสด มีต้นตรง ลำต้นขรุขระและมีขน มีใบใหญ่และกว้าง ปลายใบแหลม ก้านใบสั้น ลักษณะใบหยาบ มีรากแก้วตื้นใช้ความชื้นบนดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 60 วัน เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 110 วัน ความสูงต้นประมาณ 150 ซม.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 3.20 ทานตะวันในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

7 ฝ้าย (cotton)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Gossypium Spp. L.*

อายุที่ทำการวัด 65 วัน ความสูง 105 ซม.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มีลำต้นเจริญขึ้นเป็นแกนกลาง และมีกิ่งแตกแขนงออกมามากมาย บางกิ่งจะผลิตดอก บางกิ่งไม่มีดอก แต่จะแตกแขนงเป็นกิ่งอีกทีหนึ่ง ดอกฝ้ายจะออกมาในลักษณะสลับบนกิ่งที่ผลิตดอก มีกลีบเลี้ยงค่อนข้างใหญ่ที่ฐานดอก 3 กลีบหุ้มดอกอ่อนไว้ ดอกแรกบานเมื่ออายุประมาณ 50 วันและทะยอยบานจนอายุประมาณ 100 วันเพื่อรอเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 135-150 วัน ความสูงต้นประมาณ 130-140 ซม.

รูป 3.21 ฝ้ายในระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

ตาราง 3.3 ข้อมูลของพืชไร่ทั้ง 7 ชนิด

ลำ	ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	อายุที่เก็บผลการวัด(วัน)	ความสูงที่เก็บผลการวัด(ซม.
1	ข้าวโพด	Zea may L.	Graminease	50	150
2	ข้าวฟ่าง	Sorghum vulgare L.	Graminease	50	140
3	ถั่วเขียว	Vigna vadiata L.	Papilionacease	55	55
4	ถั่วเหลือง	Glycine max L.	Papilionacease	70	30
5	งา	Sesame indicum L.	Pedaliacease	85	140
6	ทานตะวัน	Helianthus annus L.	Compositace	70	135
7	ฝ้าย	Gossypium herbaceum	Malvacease	50	105

ขั้นตอนในการดำเนินการวัด

1 เตรียมอุปกรณ์ทั้งหมด จัดแบ่งเป็นส่วนๆ เพื่อความสะดวกในการขนย้าย

2 ขนย้ายอุปกรณ์ขึ้นรถและเดินทางไปสระบุรี

3 จัดอุปกรณ์ออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ระบบจ่ายไฟฟ้า เครื่องมือวัดและบันทึกผล และเสาจับสายอากาศและอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ

4 ประกอบเสาจับสายอากาศ และชาร์จแบตเตอรี่ด้วย UPS จนเต็ม

5 เคลื่อนย้ายอุปกรณ์ทั้ง 3 ส่วนไปแปลงพืชไร่ที่ต้องการวัด

6 ติดตั้งเสาจับสายอากาศ และวางสายอากาศส่งและรับตามแนว HH

7 ปรับเทียบระดับสัญญาณด้วยแผ่นสะท้อนคลื่นที่วางบนพื้นดิน

8 วัดคลื่นกระเจิงกลับในแนว HH 10 ตำแหน่ง บันทึกผลบนคอมพิวเตอร์

9 เปลี่ยนแนวโพลาไรเซชันเป็น HV VH และ VV ตามลำดับ

10 วัดคลื่นกระเจิงกลับในแนว HV VH และ VV 10 ตำแหน่ง บันทึกผลบนคอมพิวเตอร์

11 ย้ายไปทดลองแปลงพืชไร่ชนิดอื่น โดยทำขั้นตอนที่ 6 ถึง 10

12 ถ้าไฟฟ้าไม่พอต้องนำแบตเตอรี่ และ UPS ไปชาร์จ

13 ย้ายไปทดลองพืชไร่ชนิดอื่นจนครบทุกชนิดที่ต้องการ

14 เก็บอุปกรณ์ ถอดเสาจับสายอากาศ เตรียมอุปกรณ์ทั้งหมดสำหรับการขนย้าย

15 เดินทางกลับกรุงเทพฯ

ปัญหาและอุปสรรคของระบบวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิง

1. สภาพผิวดิน ขรุขระ ไม่เรียบ บางแห่งหลังฝนตกเป็นเลน การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เป็นไปอย่างยากลำบาก นอกจากนี้เสาจับสายอากาศออกแบบให้วัดได้ทีละจุดเท่านั้นไม่สามารถใช้ลูกล้อได้เพราะไม่สามารถปรับผิวดินให้เรียบ ทำให้ขาดความคล่องตัวในการวัด

2. เนื่องจากระยะทางในการเดินทางไปที่สถานีทดลองฯมีระยะทางไกล ไม่สะดวกในการขนย้ายอุปกรณ์และเครื่องมือวัดได้บ่อยๆ ทำให้การวัดพืชไร่แต่ละชนิดจึงทำได้เพียง 10 ตำแหน่งเท่านั้น ซึ่งเพียงพอในการวิเคราะห์แต่ถ้าจะนำไปใช้เป็นค่าที่แน่นอนเพื่อบอกสมบัติการ กระเจิงของพืชไร่ควรเก็บข้อมูลมากกว่านี้

3. ขาดความต่อเนื่องในการดำเนินงานเนื่องจากฝน และความร้อนจากแสงแดด ควรมีการปรับปรุงระบบวัดให้สามารถทนแดดและฝนได้มากกว่านี้ จะช่วยเพิ่มเวลาในการวัดได้มากขึ้น