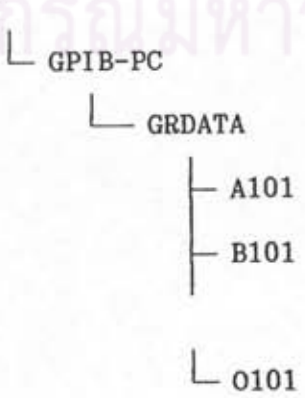
บทที่ 5
การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิธีวิเคราะห์

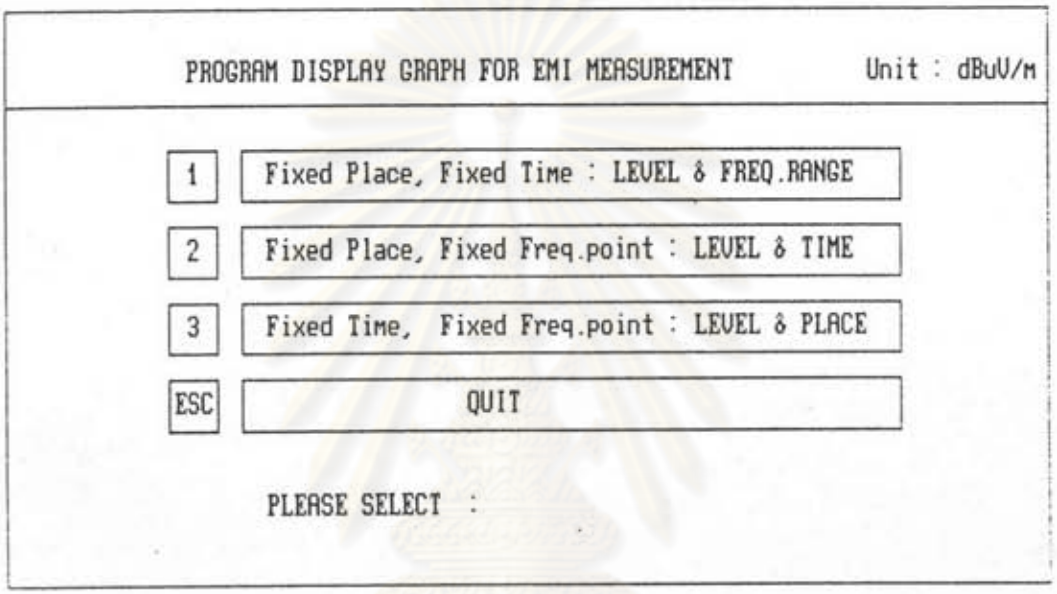
จากข้อมูลที่วัดเก็บได้ จะอยู่ในลักษณะรูปกราฟของระดับคลื่นตามความถี่เป็นช่วงๆ 10 ช่วงในหนึ่งชุดข้อมูล ในตำแหน่งการวัดหนึ่งได้จัดเก็บทุกๆ 15 นาทีเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงประกอบด้วยชุดข้อมูล 96 ชุด อยู่ในแฟ้มข้อมูลที่มีชื่อชุดข้อมูลเดียวกัน เก็บทั้งหมด 15 ตำแหน่ง จะมีจำนวนแฟ้มข้อมูลทั้งหมดดังนี้

A101	B101	. . .	N101	O101
A1010000	B1010000	. . .	N1010000	O1010000
A1010015	B1010015	. . .	N1010015	O1010015
A1010030	.	. . .	.	.
A1010045	.	. . .	.	.
.	.	. . .	.	.
.	.	. . .	.	.
A1012330	B1012330	. . .	N1012330	O1012330
A1012345	B1012345	. . .	N1012345	O1012345
=96 files	=96 files		=96 files	=96 files

แฟ้มข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บแยกกันในสารบบย่อย(subdirectory)ดังแสดง



เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่ามีตัวแปรคือ ความถี่, เวลา และตำแหน่งการวัด เนื่องจากข้อมูลมีจำนวนมากในการวิเคราะห์จึงแบ่งเป็นการวิเคราะห์ตามความถี่ ตามเวลา และตามตำแหน่งการวัด แยกกันทีละแบบ โปรแกรม Display Graph,DISPG ได้ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ในลักษณะทั้ง 3 ดังกล่าว เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงานจะแสดงรายการเลือกหลักดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 รายการเลือกหลักของโปรแกรม DISPG

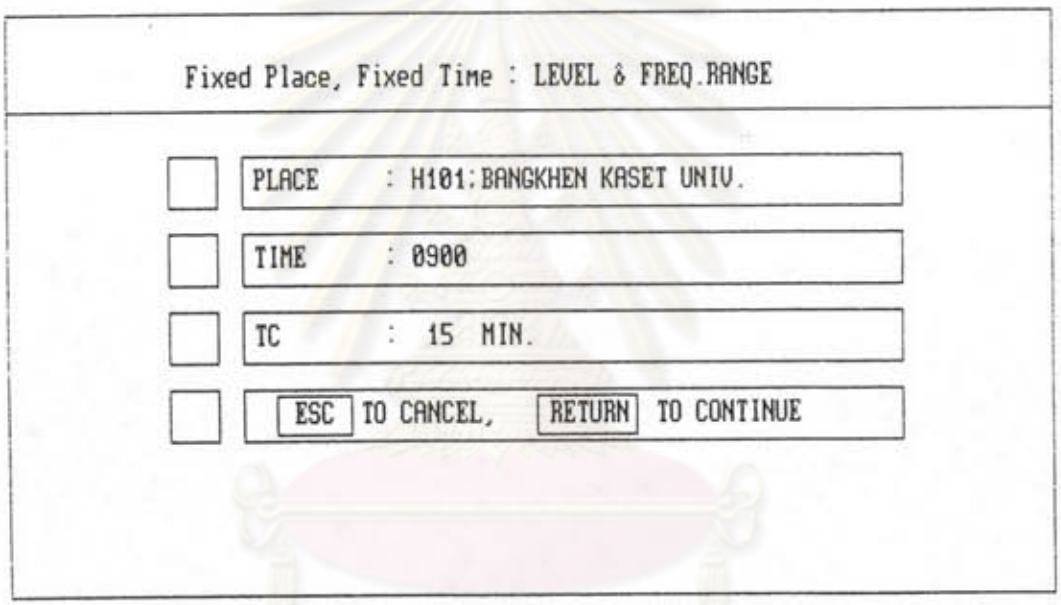
<u>รายการเลือก [1]</u> **Fixed Place, Fixed Time; LEVEL & FREQ.RANGE** หมายถึง การกำหนดตำแหน่งวัด เวลาใดเวลาหนึ่งเพื่อดูระดับคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าทีละช่วงความถี่ นั่นคือการเขียนรูปกราฟระหว่างระดับคลื่นฯในแกนตั้งและความถี่ในแกนนอน เช่นเดียวกับหน้าจอเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม

<u>รายการเลือก [2]</u> **Fixed Place, Fixed Freq.Point; LEVEL & TIME** หมายถึง การกำหนดตำแหน่งวัด ความถี่ใดความถี่หนึ่งเพื่อดูระดับคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า ณ ความถี่นั้นแปรตามเวลา คือการเขียนรูปกราฟระหว่างระดับคลื่นฯในแกนตั้งและเวลาในแกนนอน

<u>รายการเลือก [3]</u> **Fixed Time, Fixed Freq.Point ; LEVEL & PLACE** หมายถึง การกำหนดความถี่ เวลาใดเวลาหนึ่งเพื่อดูระดับคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า ณ ความถี่นั้น

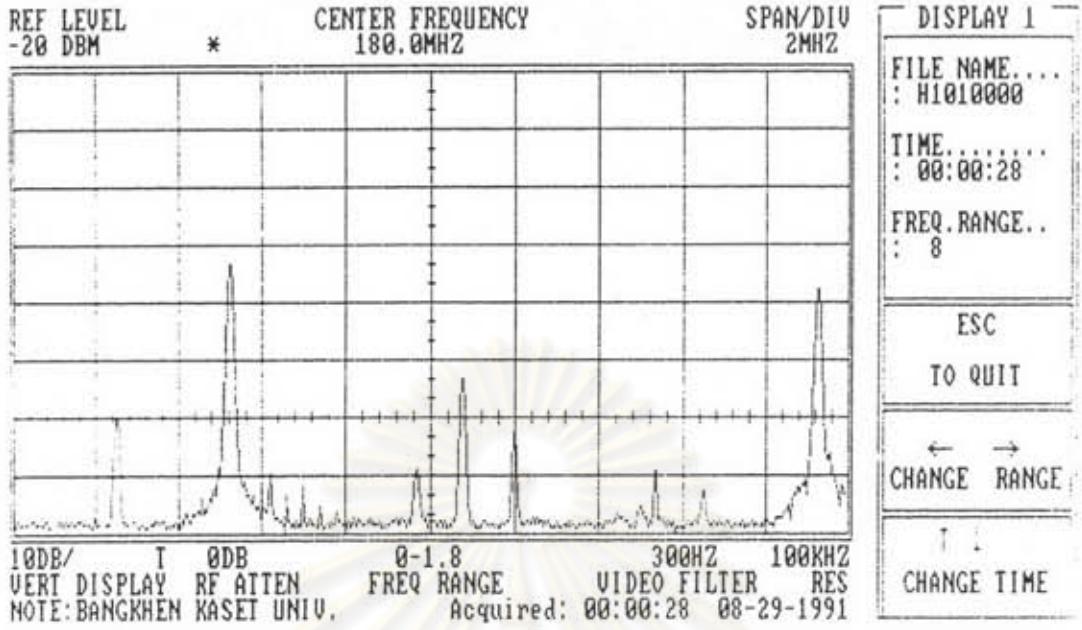
แปรตามตำแหน่งที่วัดเก็บ คือการเขียนรูปกราฟระหว่างระดับคลื่นฯในแกนตั้งและตำแหน่งการวัดในแกนนอน ดังจะได้อธิบายในรายละเอียดต่อไป

5.1.1 การวิเคราะห์ตามความถี่ เป็นการวิเคราะห์โดยตรงจากข้อมูลที่ได้ คือนำมาแสดงทีละรูปกราฟ ดูการกระจายตามความถี่ ของคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า โดยการเลือกรายการเลือกหลัก [1] ของโปรแกรม DISPG โปรแกรมจะให้เลือกตำแหน่งการวัดเก็บ เวลาที่ต้องการดู และช่วงห่างการวัด ดังแสดงในรูปที่ 5.2



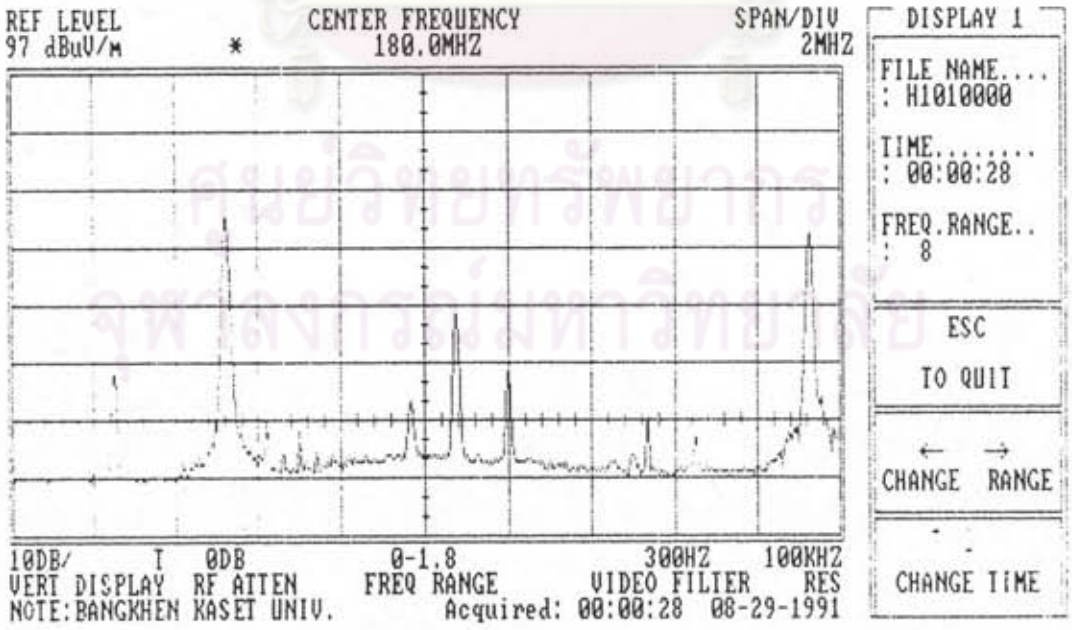
รูปที่ 5.2 การกำหนดค่าในรายการเลือกที่ [1]

เมื่อตอบตกลงโดยกดแป้น[RETURN]แล้ว โปรแกรมจะแสดงช่วงความถี่ที่ 1 ในเวลาและตำแหน่งวัดที่เลือกไว้ ดังแสดงในรูปที่ 5.3 ซึ่งสามารถเลือกเปลี่ยนช่วงการวัดโดยใช้ลูกศรซ้าย-ขวา หรือกด "R" เปลี่ยนตำแหน่งการวัดเก็บโดยกด "P" และเปลี่ยนเวลาวัดโดยการกดลูกศรขึ้น-ลง หรือกด "T"



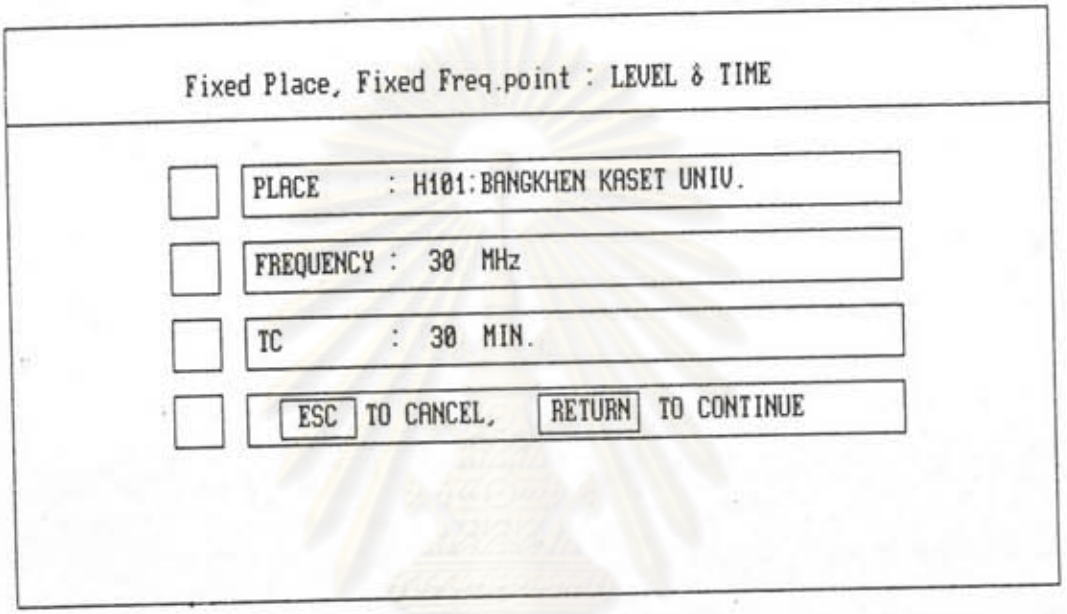
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นฯตามช่วงความถี่ในหน่วย [dBm]

ระดับของคลื่นที่แสดงบนจอภาพสามารถให้แสดงได้ 2 แบบคือ หน่วย dBm ตามที่เก็บได้ และหน่วย dBμV/m โดยการบวกกับ Conversion Curve แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 5.3 เป็นหน่วย dBm และรูปที่ 5.4 ในหน่วย dBμV/m ซึ่งการเลือกหน่วยเพื่อการแสดงผลนั้นโดยการกด "U" ในขณะที่โปรแกรมแสดงรายการเลือกหลักอยู่

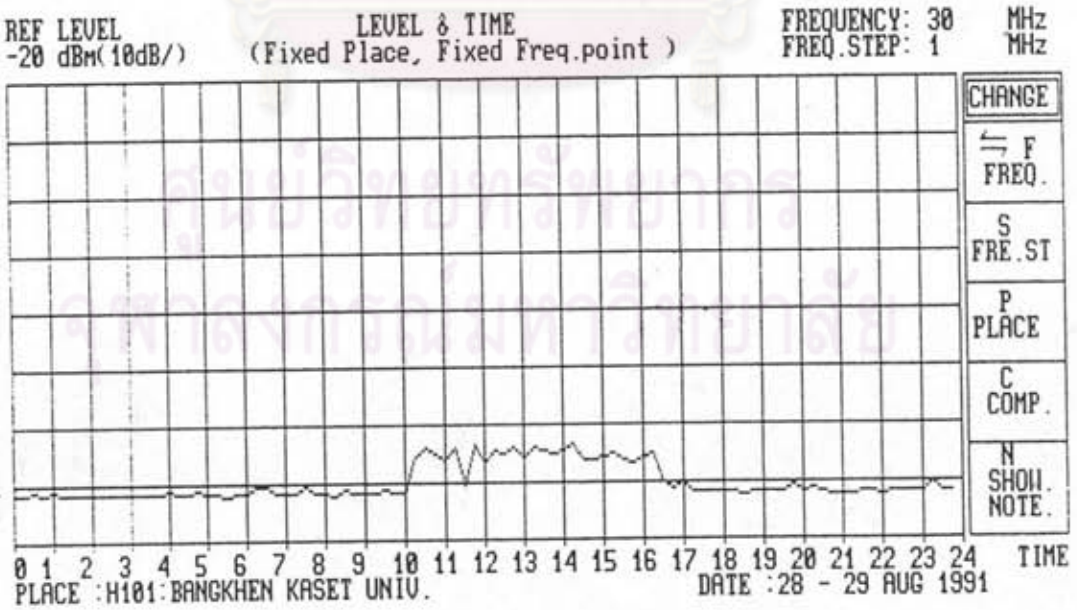


รูปที่ 5.4 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นฯตามช่วงความถี่ในหน่วย [dBuV/m]

5.1.2 <u>การวิเคราะห์ตามเวลา</u> เป็นการวิเคราะห์ความถี่ใดความถี่หนึ่ง เทียบกับเวลา โดยการเลือกรายการเลือกหลัก[2] ของโปรแกรม DISPG โปรแกรมจะให้กำหนดตำแหน่งการวัดเก็บ, ความถี่ที่ต้องการดู, และช่วงห่างเวลาการเก็บ ดังแสดงในรูปที่ 5.5 เมื่อกำหนดค่าต่างๆแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลที่ความถี่นั้นในแต่ละเวลามาแสดงจนครบ 24 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 5.6

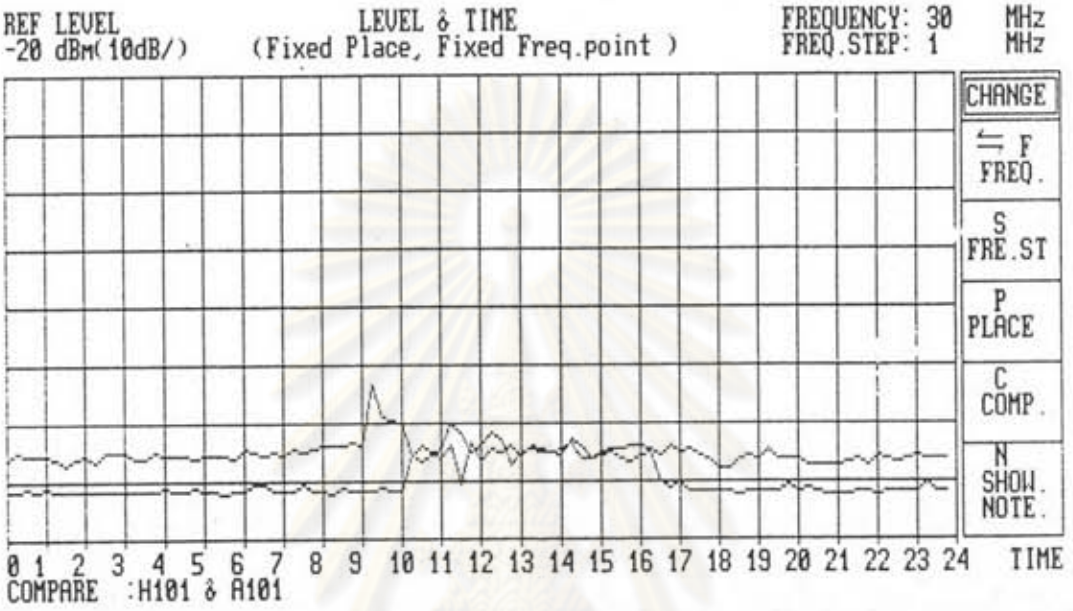


รูปที่ 5.5 การกำหนดค่าในรายการเลือกที่ [2]



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นๆตามเวลา

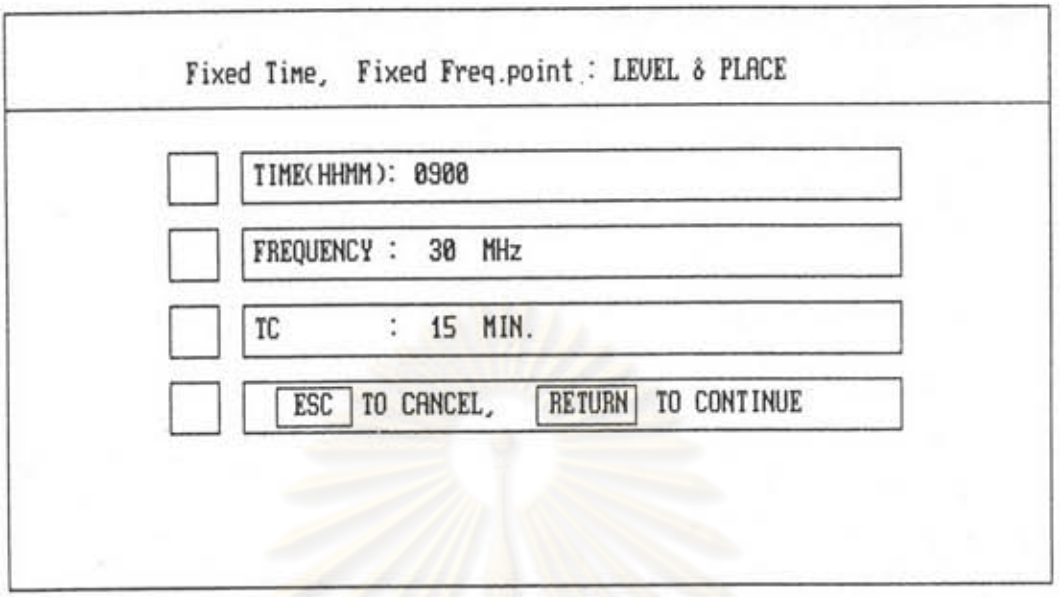
ซึ่งอาจเปลี่ยน ตำแหน่งการวัดโดยการกด "P" เปลี่ยนความถี่โดยการกด "F" หรือลูกศรซ้าย-ขวา และสามารถเปรียบเทียบกัน 2 ตำแหน่งวัด โดยการกด "C" จะได้ดังรูปที่ 5.7 เป็นการเปรียบเทียบกันที่ความถี่ 30 MHz ในตำแหน่ง H101 กับตำแหน่ง A101



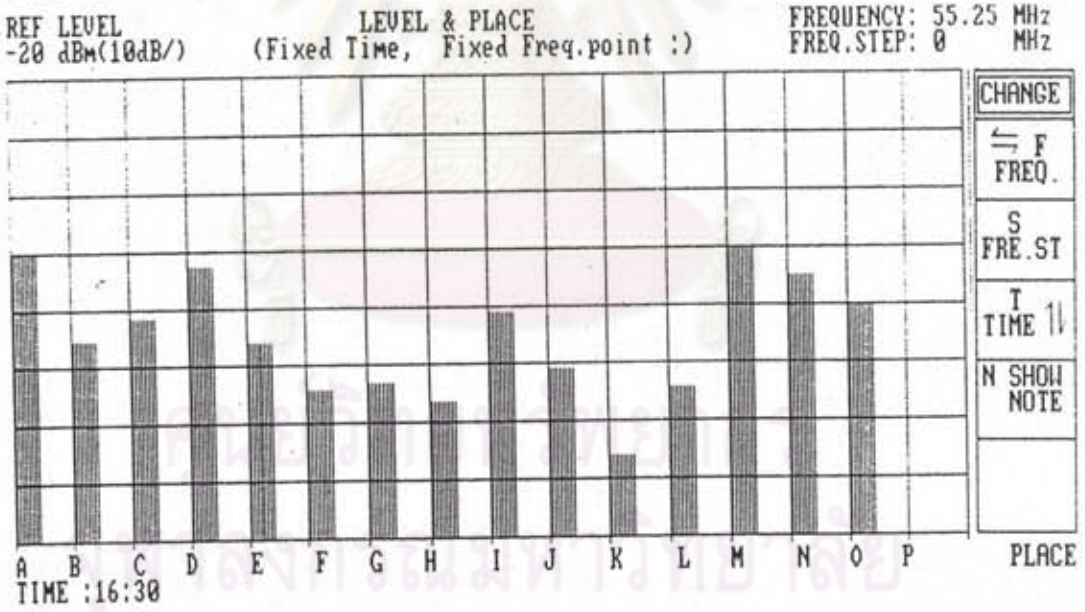
รูปที่ 5.7 ตัวอย่างการแสดงการเปรียบเทียบระดับคลื่นฯตามความเวลาของสองตำแหน่ง

5.1.3 <u>การวิเคราะห์ตามสถานที่</u> เป็นการวิเคราะห์ความถี่เทียบกับสถานที่โดยการเลือกรายการเลือกที่ [3] ของโปรแกรม DISPG โปรแกรมจะให้กำหนดความถี่ เวลาที่ต้องการและช่วงห่างการวัด ดังแสดงในรูปที่ 5.8 เมื่อกำหนดแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลระดับของคลื่นฯ ณ ความถี่นั้นในแต่ละตำแหน่งวัด มาแสดงจนครบ 15 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 5.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

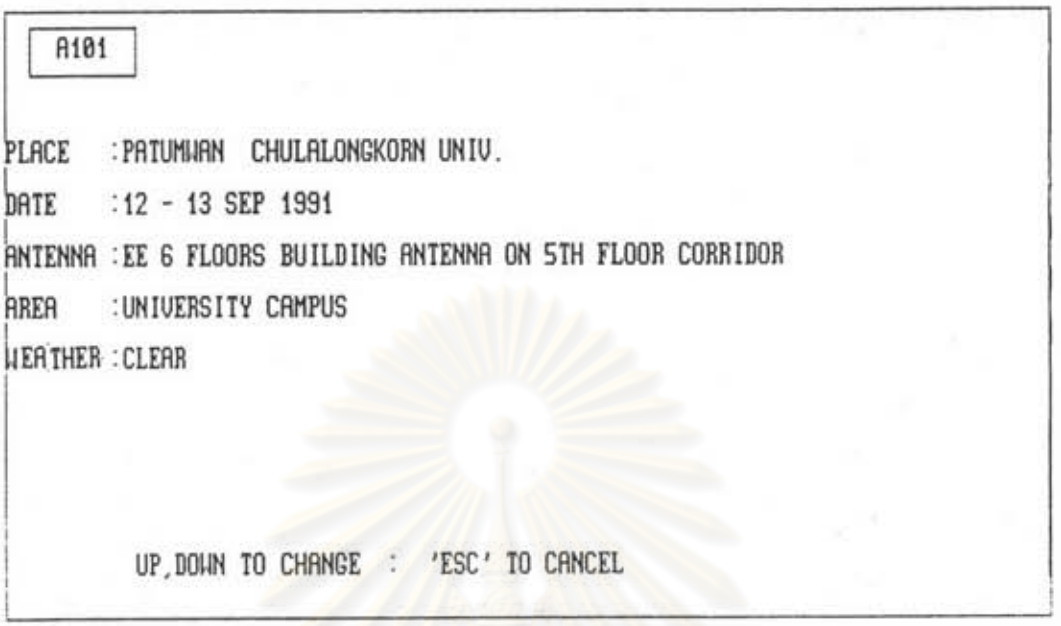


รูปที่ 5.8 การกำหนดค่าในรายการเลือกที่ [3]



รูปที่ 5.9 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นตามสถานที่

ซึ่งอาจเปลี่ยนความถี่โดยการกดลูกศรซ้าย-ขวาหรือกด "F" เปลี่ยนเวลาโดยใช้ลูกศรขึ้นลงหรือกด "T" และอาจดูรายละเอียดการวัดโดยกด "N"รายละเอียดการวัดแสดงดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างการแสดงรายละเอียดการวัดในแต่ละสถานที่

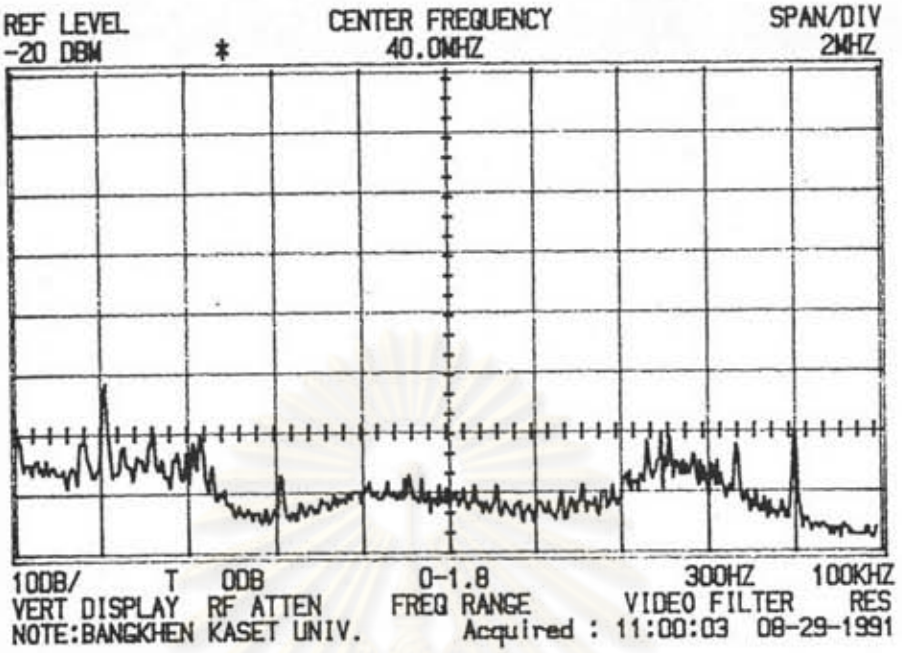
5.2 ผลการวิเคราะห์

คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจายในอากาศอาจแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ตามลักษณะการเกิดขึ้นของคลื่นฯ คือ

1. แบบต่อเนื่อง คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบนี้เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นช่วงเวลานาน และมีความถี่แน่นอน ตัวอย่างเช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีส่งวิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ เป็นต้น

2. แบบเปิด-ปิด(on-off) คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบนี้ เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ แล้วหยุดไปเป็นช่วง ๆ ช่วงเวลาที่เกิดขึ้นและหยุดไปไม่แน่นอน ตัวอย่างเช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวิทยุรับ-ส่ง เป็นต้น

3. แบบสเปกตรัมกว้าง คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบนี้ จะมีความถี่กระจายหลายความถี่ ไม่สามารถระบุความถี่ได้แน่นอน ตัวอย่างคลื่นฯประเภทนี้แสดงดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสเปกตรัมกว้าง

จากข้อมูลที่วัดเก็บได้ส่วนใหญ่จะเป็นคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง อันเกิดจากสถานีส่งต่างๆ ช่วงเวลาเกิดค่อนข้างแน่นอน คือเวลาเปิดและปิดของแต่ละสถานี สำหรับคลื่นรบกวนแบบเปิด-ปิดนั้นเนื่องจากการเกิดขึ้นไม่แน่นอน บางครั้งจึงอาจวัดไม่พบในบางช่วงเวลา ส่วนคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสเปกตรัมกว้างนั้นมักจะเกิดจากแหล่งกำเนิดที่ไม่ได้ตั้งใจจำพวกเครื่องคอมพิวเตอร์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงความถี่ ต่ำกว่า 80 MHz ลงมา ในความถี่สูงไม่พบคลื่นรบกวนประเภทนี้

5.2.1 <u>ผลการวิเคราะห์ตามความถี่</u> การกระจายตามความถี่ของคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า ในกรุงเทพมหานครเท่าที่ได้ทำการวัดในช่วงความถี่ 30-230 MHz นั้นพบว่าส่วนใหญ่เป็นคลื่นรบกวนฯจากแหล่งกำเนิดที่ทราบที่มาคือเกิดจากเครื่องส่งต่างๆ ตามความถี่ของสถานีส่งนั้นๆ คงมีบางส่วนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่ไม่ทราบที่มาแน่นอน คือจำพวกคลื่นรบกวนฯแบบสเปกตรัมกว้างที่ความถี่ต่ำกว่า 80 MHz นอกจากนี้ยังมีคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ประมาณ 175 -210 MHz ซึ่งปกติจะเป็นความถี่ของสถานีโทรทัศน์ช่อง 5,7,9 แต่ในบางพื้นที่มีคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไม่ใช่คลื่นฯของสถานีโทรทัศน์ดังกล่าว กระจายอยู่

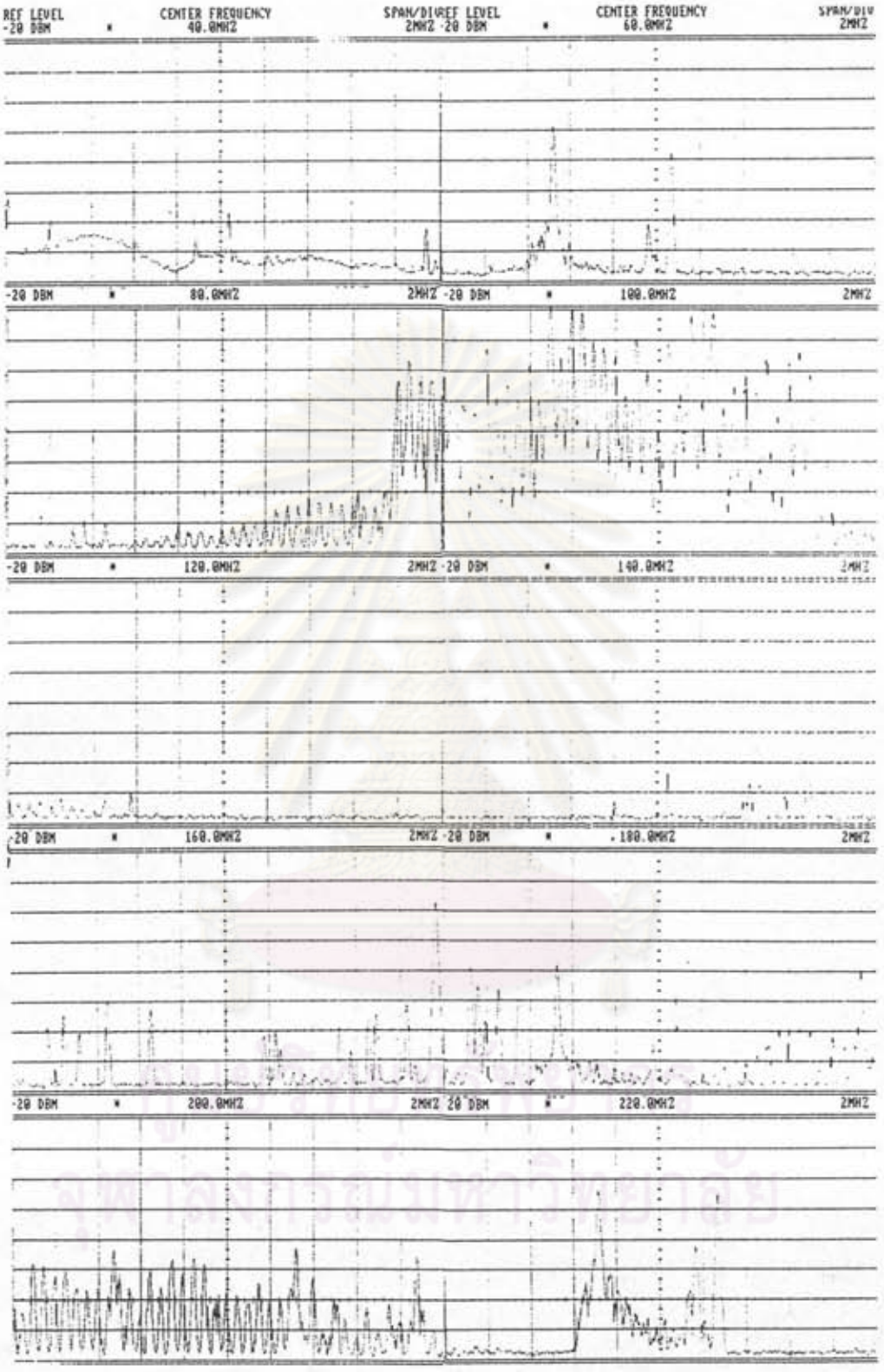
ตลอดช่วงความถี่นี้ ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป ตารางที่ 5.1 ได้สรุปการกระจายของคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่พบในช่วงความถี่ 30-230 MHz จากการวัดเก็บข้อมูล

ตารางที่ 5.1 คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่พบในช่วงความถี่ 30-230 MHz

ช่วงความถี่	ลักษณะคลื่นฯ	แหล่งกำเนิด	ระดับสูงสุด [dBμV/m]	หมายเหตุ
30-80	สเปกตรัมกว้าง			
54-61	ต่อเนื่อง	โทรทัศน์ ช่อง 3	71	ภาพ 55.25
			66	เสียง 60.75
88-108	ต่อเนื่อง	วิทยุกระจายเสียง FM	99	101 MHz
144-146	เปิด-ปิด	วิทยุสมัครเล่น	59	A101
146-170	เปิด-ปิด	วิทยุตำรวจ,เฉพาะกิจ	92	A101
172.5	เปิด-ปิด	Phone Link	67	F101
173.5	เปิด-ปิด	Page Phone	75	F101
174-181	ต่อเนื่อง	โทรทัศน์ช่อง 5	94	ภาพ 175.25
			86	เสียง 180.75
188-195	ต่อเนื่อง	โทรทัศน์ช่อง 7	95	ภาพ 189.25
			89	เสียง 194.75
202-209	ต่อเนื่อง	โทรทัศน์ช่อง 9	79	ภาพ 203.25
			60	เสียง 208.75
216-223	ต่อเนื่อง	โทรทัศน์ช่อง 11	90	ภาพ 217.25
			88	เสียง 222.75

ตัวอย่างสเปกตรัมของคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ 30-230 MHz วัดที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2534 เวลา 16.30 น.แสดงในรูปที่ 5.12

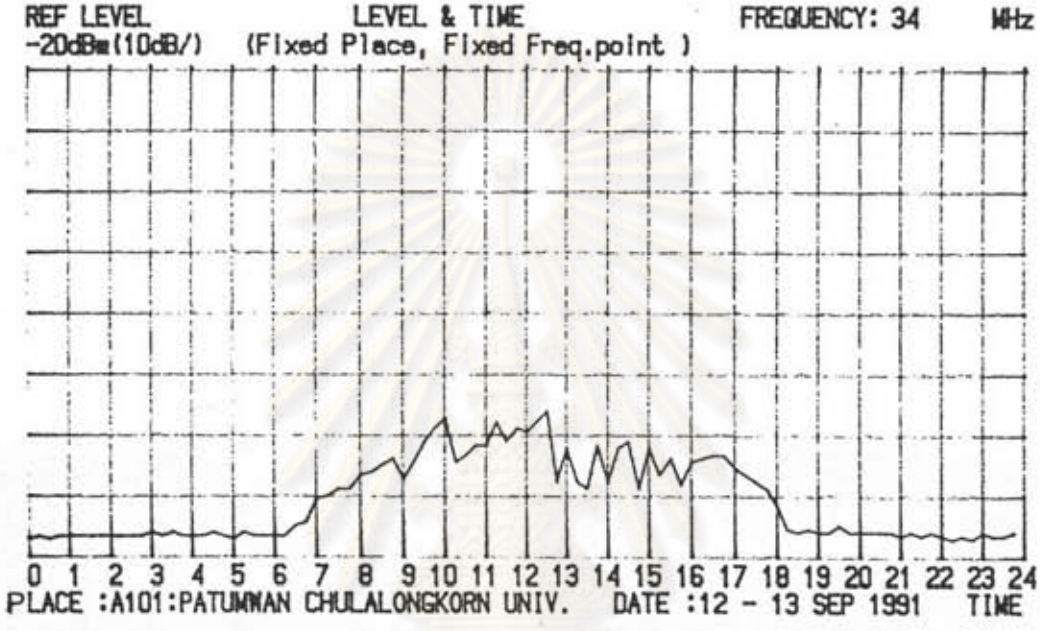
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



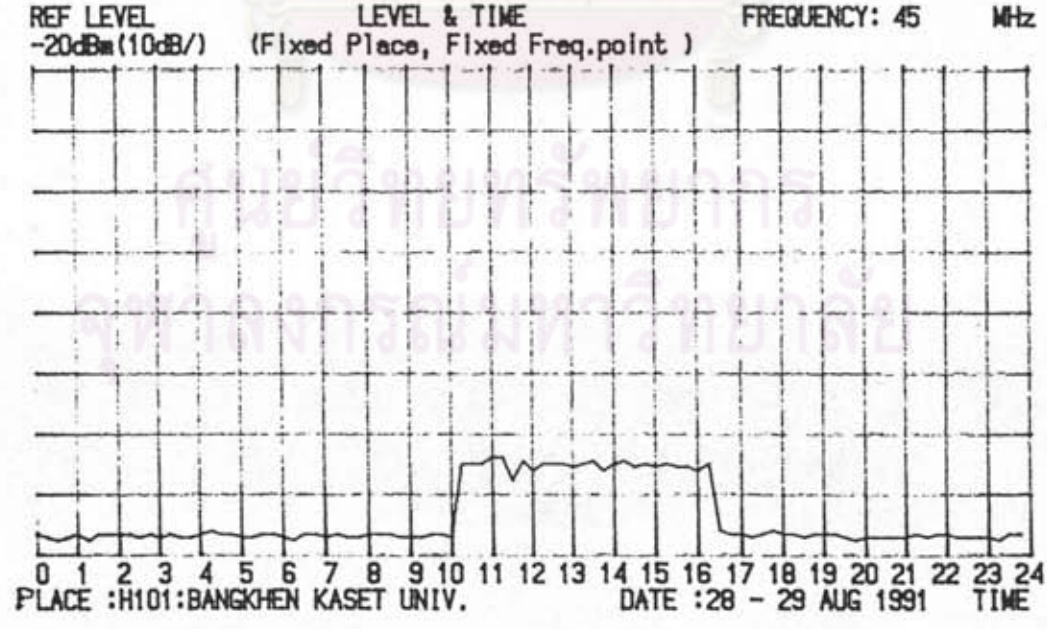
รูปที่ 5.12 สเปกตรัมคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ 30-230 MHz วัดที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2534 เวลา 16.30 น.

จะสังเกตว่าช่วงความถี่ 30-50 MHz มีคลื่นรบกวนที่เป็นแบบสเปกตรัมกว้าง ปกติช่วงนี้จะไม่มีการใช้ความถี่ในการสื่อสารที่มีกำลังสูง โดยทั่วไปจากการวัดจึงไม่พบคลื่นรบกวนในช่วงนี้ จะพบเฉพาะที่ตำแหน่ง A101(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), H101(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) เนื่องจากพื้นที่ทั้งสองมีลักษณะคล้ายกัน คือเป็นอาคารเรียน มีการใช้งานคอมพิวเตอร์มาก สันนิษฐานว่าคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าเหล่านี้อาจเกิดจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะเมื่อวิเคราะห์ตามเวลาพบว่าเกิดขึ้นเฉพาะเวลากลางวัน ซึ่งเป็นเวลาทำงานดังรูปที่ 5.13 และรูปที่ 5.14 ช่วงความถี่ 88-108 MHz เป็นช่วงความถี่สถานีวิทยุกระจายเสียง FM ซึ่งหนาแน่นมากในกรุงเทพมหานครและเป็นช่วงความถี่ที่มีระดับคลื่นสูงที่สุดแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่อยู่ใกล้สถานีส่งมากน้อยต่างกัน ช่วงความถี่ 108-144 MHz พบคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปิด-ปิดอยู่บ้างประปราย ความถี่ช่วงนี้จะใช้งานในกิจการการบินเป็นส่วนใหญ่ ช่วงความถี่ 144-146 MHz ซึ่งเป็นช่วงความถี่วิทยุสมัครเล่น ก็พบคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปิด-ปิดอยู่มากกระจายในหลายพื้นที่ ช่วงความถี่ 146-172 MHz เป็นช่วงความถี่สำหรับวิทยุตำรวจและการใช้งานเฉพาะกิจ พบคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปิด-ปิดอยู่มากเช่นกัน ความถี่ 172.5 MHz และ 173.5 MHz ซึ่งเป็นความถี่ของ Phone Link และ Page Phone ตามลำดับ ก็เป็นคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปิด-ปิดเช่นกัน ช่วงความถี่ 175-230 MHz มีคลื่นรบกวนฯแบบต่อเนื่องของสถานีโทรทัศน์ช่อง 5,7,9,11 ที่ความถี่ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ในรูปที่ 5.2 จะสังเกตเห็นว่านอกจากคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีโทรทัศน์ช่อง 5,7,9 แล้วยังมีคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบต่อเนื่องกระจายอยู่ตลอดช่วงดังกล่าว คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้มีระดับสูงพอสมควรจากการตรวจสอบสันนิษฐานว่าเกิดจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM เนื่องจากถ้าพิจารณาความถี่ของสถานีวิทยุกระจายเสียง FM ความถี่ 88-108 MHZ มีฮาร์โมนิคที่สองอยู่ในช่วงความถี่ 176-216 MHz คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่พบอาจเป็นฮาร์โมนิคของคลื่นจากสถานีส่ง หรืออาจเป็นผลจาก Intermodulation ด้วยก็เป็นได้อีกทั้งคลื่นฯเหล่านี้ยังพบเฉพาะตำแหน่งที่คลื่นฯจากสถานีวิทยุ FM มีระดับสูง (ตำแหน่ง A101,F101,G101,I101) และพบว่าในเวลากลางคืนที่สถานีวิทยุกระจายเสียง FM บางสถานีหยุดส่ง คลื่นฯเหล่านี้ก็จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด

5.2.2 <u>ผลการวิเคราะห์ตามเวลา</u> จากความถี่ของคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่น่าสนใจในการวิเคราะห์ตามความถี่ เมื่อวิเคราะห์ตามเวลาจะทำให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสเปกตรัมกว้างช่วงความถี่ 30-50 MHz ที่ตำแหน่ง A101 จะเห็นได้ชัดเจนที่ความถี่ 34 MHz ดังรูปที่ 5.13 และที่ตำแหน่ง H101 เห็นชัดเจนที่ความถี่ 45 MHz ดังรูปที่ 5.14



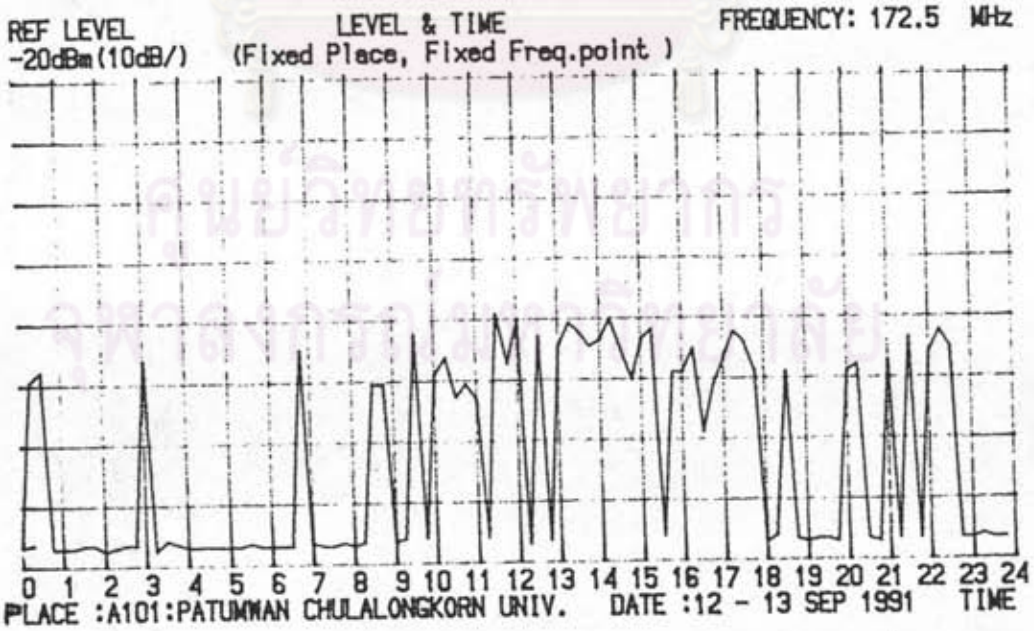
รูปที่ 5.13 คลื่นรบกวนฯแบบสเปกตรัมกว้างที่ความถี่ 34 MHz ตำแหน่ง A101 ตามเวลา



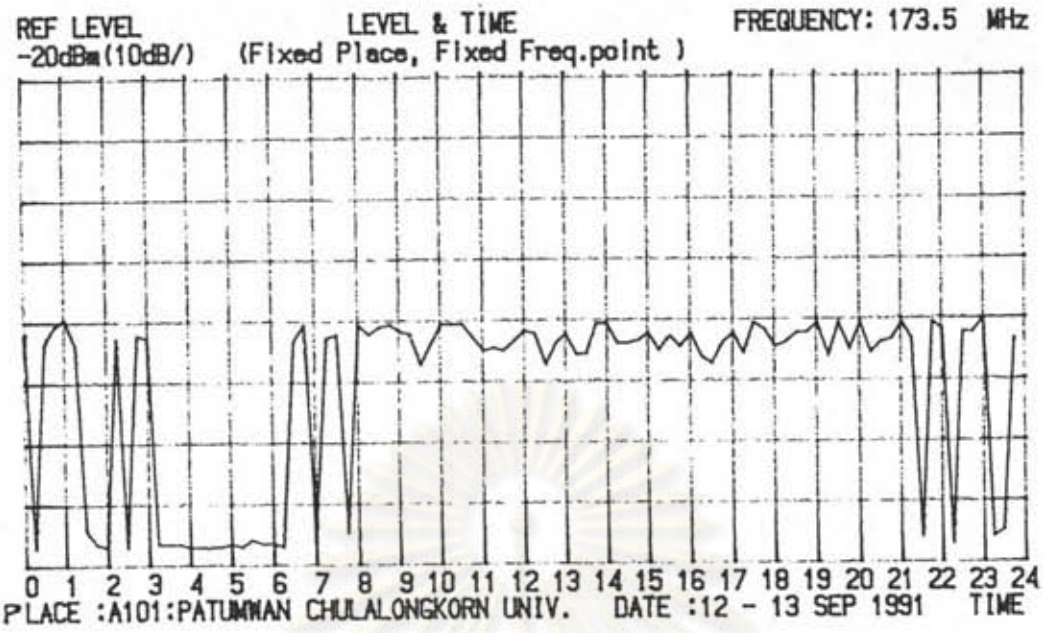
รูปที่ 5.14 คลื่นรบกวนฯแบบสเปกตรัมกว้างที่ความถี่ 45 MHz ตำแหน่ง H101 ตามเวลา

ในรูปที่ 5.13 จะเห็นว่าคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเริ่มเกิดขึ้นที่เวลาประมาณ 7 นาฬิกา และมีระดับสูงขึ้นเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาแต่ยังคงมีอยู่ตลอดจนถึงเวลาประมาณ 17 นาฬิกา จึงลดระดับลงจนหมดไปหลังเวลา 18 นาฬิกาไปแล้ว สำหรับในรูปที่ 5.14 ซึ่งเป็นตำแหน่ง H101 คลื่นรบกวนฯแบบสเปกตรัมกว้างนี้จะเกิดขึ้นตั้งแต่เวลา 10.00 น.และมีระดับค่อนข้างคงที่ไปจนถึงเวลา 16.30 น. จะเห็นว่าทั้งสองตำแหน่งมีคลื่นฯเกิดขึ้นในช่วงเวลาคล้ายกันคือช่วงกลางวัน ที่เป็นเวลาทำงาน และบริเวณพื้นที่ก็คล้ายกันคือเป็นอาคารเรียนมีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ มาก ที่ตำแหน่ง H101 สายอากาศถูกวางไว้บนระเบียงข้างห้องคอมพิวเตอร์ของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเครื่องวัดวางในห้องคอมพิวเตอร์ ในขณะที่ตำแหน่ง A101 สายอากาศวางถูกไว้นอกระเบียงชั้น 5 ของตึกภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่สนับสนุนข้อสันนิษฐานว่า คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสเปกตรัมกว้างเหล่านี้เกิดจากการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดจากเครื่องใดในลักษณะอย่างไร

สำหรับคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปิด-ปิด นั้น ณ เวลาที่ทำการเก็บข้อมูลคลื่นฯเหล่านั้นอาจเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้ การวิเคราะห์ตามเวลาจึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นการวัดโอกาสของการเกิดของคลื่นรบกวนฯนั้นเท่ากับเป็นการสุ่มตัวอย่าง (sampling)ทุกๆ 15 นาที



รูปที่ 5.15 การวิเคราะห์ตามเวลาของคลื่นรบกวนฯแบบเปิด-ปิด ของความถี่ Phone Link

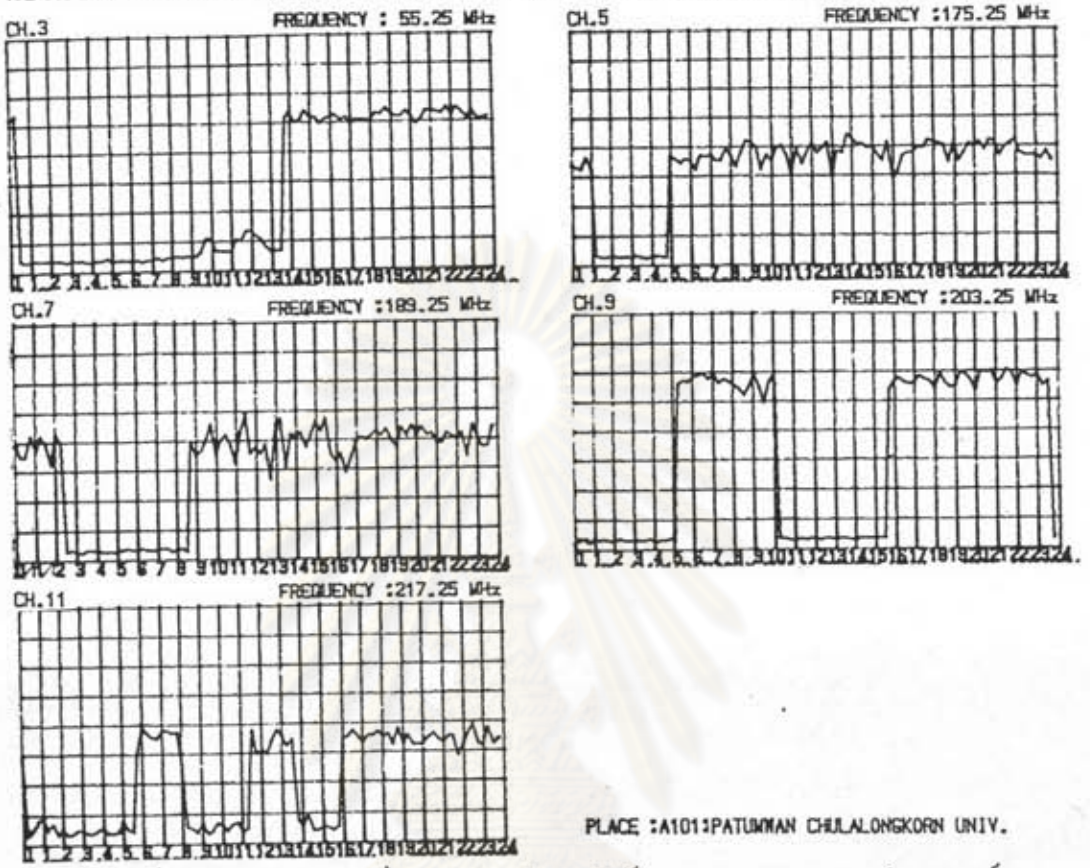


รูปที่ 5.16 การวิเคราะห์ตามเวลาของคลื่นรบกวนฯแบบเปิด-ปิด ของความถี่ Page Phone

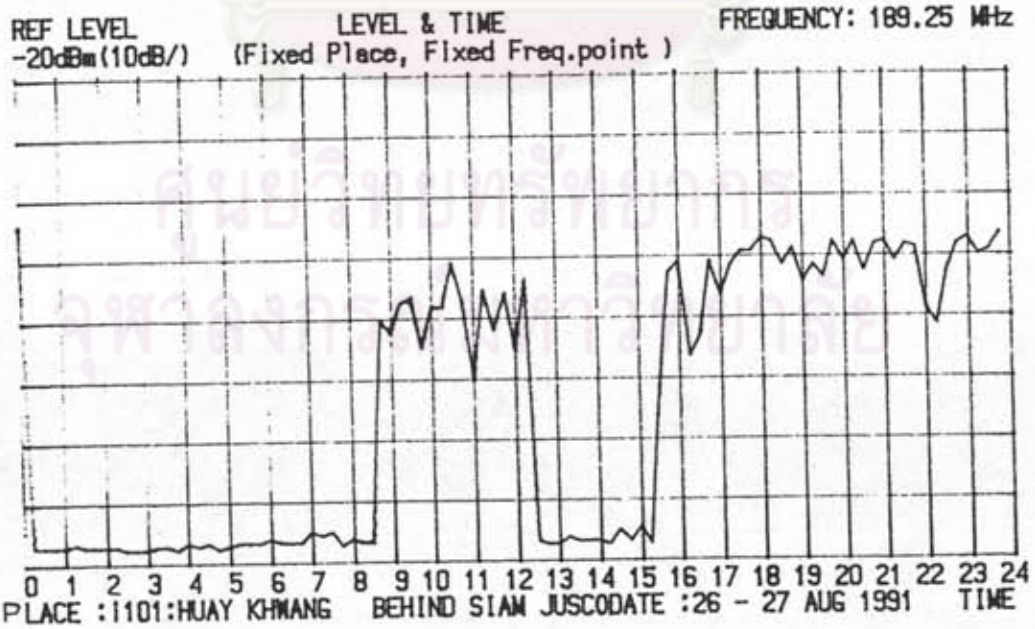
เมื่อลองวิเคราะห์กับความถี่ 172.5 และ 173.5 MHz ซึ่งเป็นความถี่ของ Phone Link และ Page Phone ตามลำดับ พบว่าโอกาสที่จะพบคลื่นฯของ Page Phone มากกว่า ดังรูปที่ 5.15 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ตามเวลาของคลื่นฯของ Phone Link และรูปที่ 5.16 เป็นการวิเคราะห์ตามเวลาของคลื่นฯของ Page Phone กล่าวอีกนัยหนึ่งคือมีการใช้บริการ Page Phone มากกว่า Phone Link ส่วนคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปิด-ปิด จากวิทยุรับ-ส่งนั้น ไม่ค่อยแน่นอนทั้งเวลาเกิดและระดับคลื่นฯ เพราะเกิดจากแหล่งกำเนิดมากมายหลายแหล่ง

คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจากสถานีส่งนั้น เมื่อวิเคราะห์ตามเวลาก็จะเห็นเวลาเปิดและปิดสถานีอย่างชัดเจนดังแสดงในรูปที่ 5.17 ซึ่งเป็นคลื่นฯของพาหะภาพของสถานีโทรทัศน์ช่อง 3,5,7,9,11 ที่ความถี่ 55.25, 175.25, 189.25, 203.25 217.25 MHz ตามลำดับ เวลาเปิด,ปิดสถานีจะเป็นตัวกำหนดเวลาการเกิดขึ้นของคลื่นรบกวนฯประเภทนี้ในช่วงที่ได้ทำการวัดเก็บข้อมูลนั้น(สิงหาคม-ตุลาคม 2534)พอดีกับช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาเปิด,ปิดของสถานีโทรทัศน์ ดังจะเห็นได้จากตำแหน่ง I101 ซึ่งวัดเก็บเมื่อวันที่ 27-28 สิงหาคม 2534 สถานีโทรทัศน์ช่อง 7 ยังไม่ส่งสัญญาณในช่วงเวลา 12.30-15.30 น.และปิดสถานีเวลา 24.00 น. แต่หลังจากนั้นจึงเปิดสถานีตั้งแต่เวลา

8.30 น. ไปจนถึงเวลา 02.30 น. ของวันใหม่ จะเห็นว่าคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทนี้ นับวันจะมากขึ้นและเกิดขึ้นเกือบตลอดเวลาจะหาเวลาที่ปลอดจากคลื่นเหล่านี้ยากขึ้นทุกที

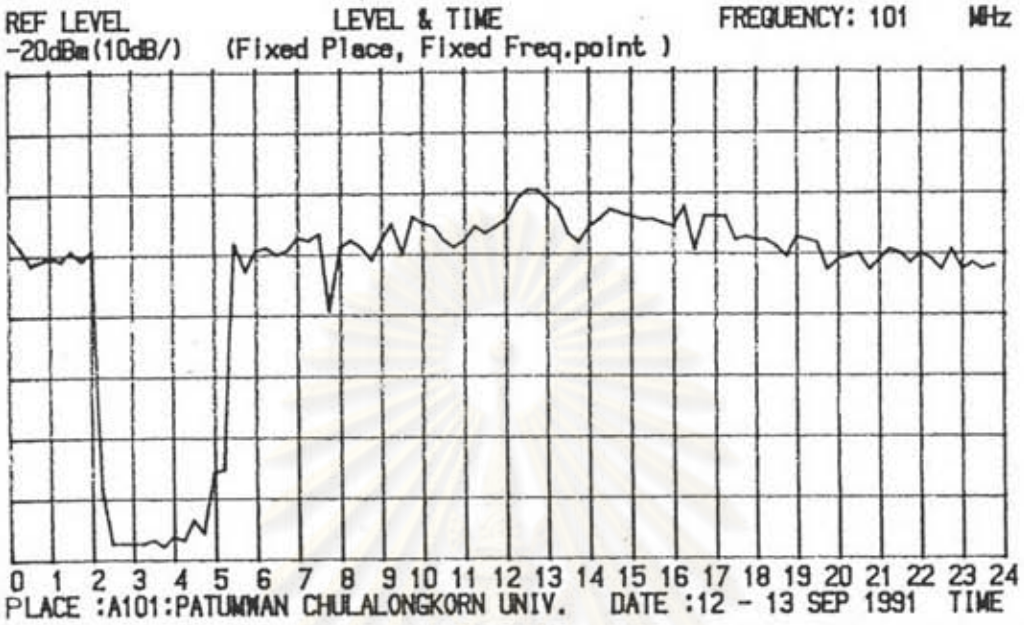


รูปที่ 5.17 คลื่นรบกวนฯแบบต่อเนื่องจากสถานีโทรทัศน์ช่อง 3,5,7,9,11 วิเคราะห์ตามเวลา



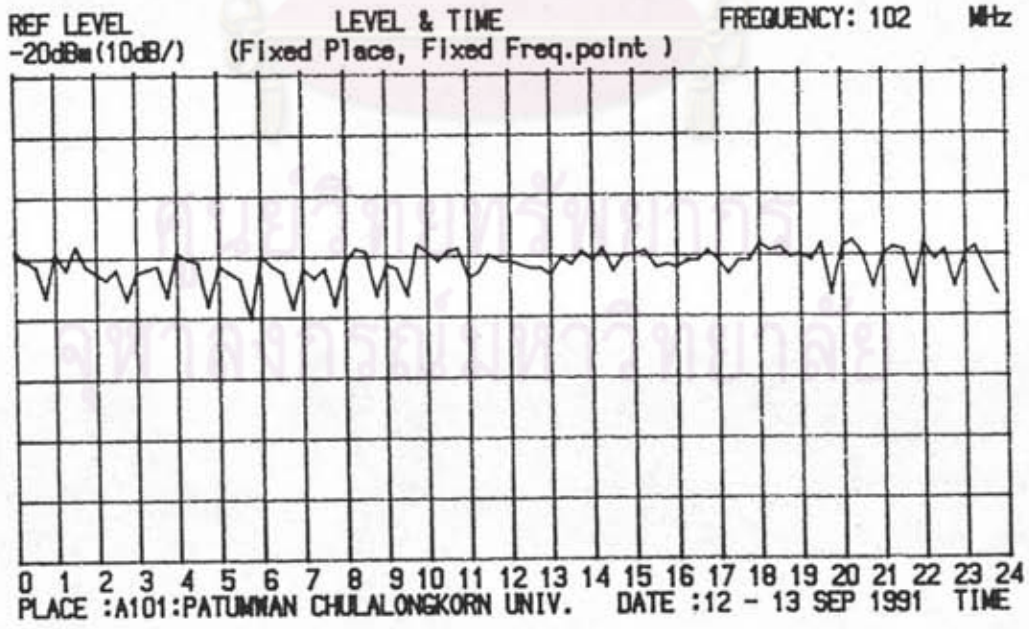
รูปที่ 5.18 คลื่นฯจากสถานีโทรทัศน์ช่อง 7 ก่อนมีการเปลี่ยนแปลงเวลาเปิด,ปิดสถานี

สำหรับคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันคือมีการเปิด,ปิดเป็นเวลา ดังรูปที่ 5.19



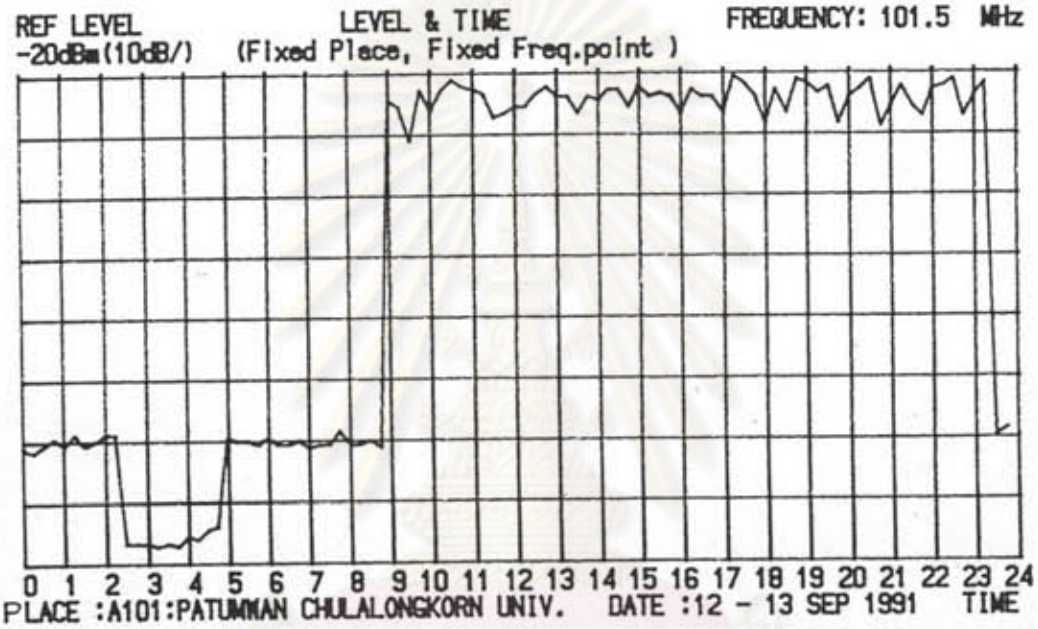
รูปที่ 5.19 คลื่นฯจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101 MHz)วิเคราะห์ตามเวลา

แต่ก็มีบางสถานีที่เปิดตลอด 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 5.20 ความถี่ 102 MHz



รูปที่ 5.20 คลื่นฯจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (102 MHz)วิเคราะห์ตามเวลา

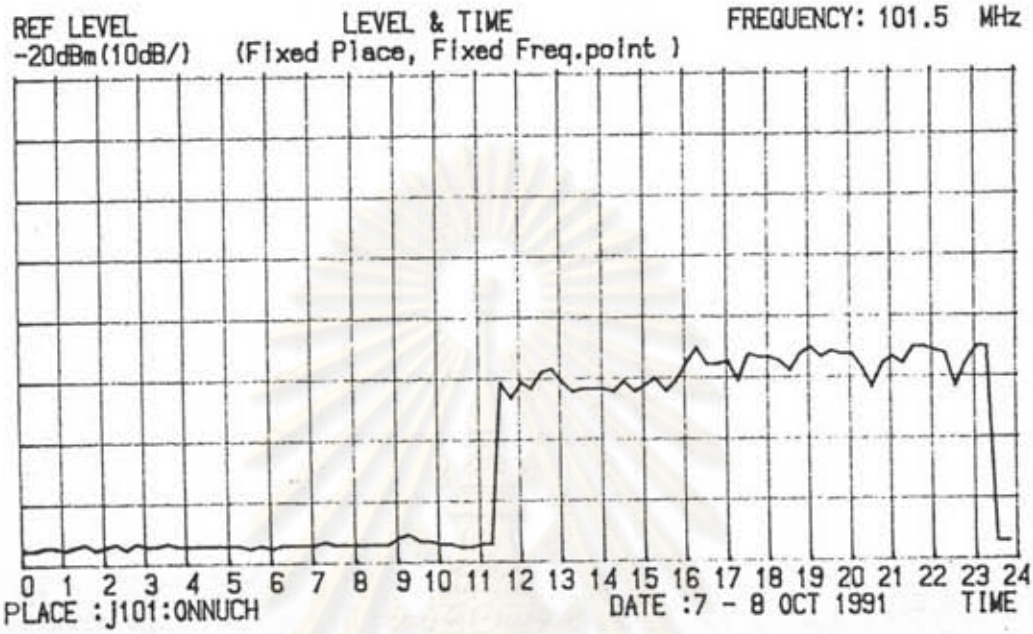
จุดที่น่าสังเกตอย่างหนึ่งคือ บางความถี่ที่สถานีส่งนั้นหยุดการส่งไปแล้วแต่ยังคงปรากฏมีคลื่นความถี่นั้นอยู่ในระดับหนึ่งดังรูปที่ 5.21 สถานีวิทยุกระจายเสียง FM ความถี่ 101.5 เปิดสถานีเวลา 9.00 น.และปิดสถานีเวลา 23.30 น.แต่ช่วงเวลา 23.30 - 02.15 น.และ 5.00 - 09.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่หยุดส่งปรากฏมีคลื่นฯอยู่ สังเกตว่าจะหายไปเมื่อสถานีวิทยุกระจายเสียงส่วนใหญ่ปิดสถานีแล้ว(เช่นความถี่ 101 MHz ในรูปที่ 5.19) สันนิษฐานว่าคลื่นฯนี้อาจเกิดจากสถานีวิทยุกระจายเสียงในความถี่ใกล้เคียงก็เป็นได้



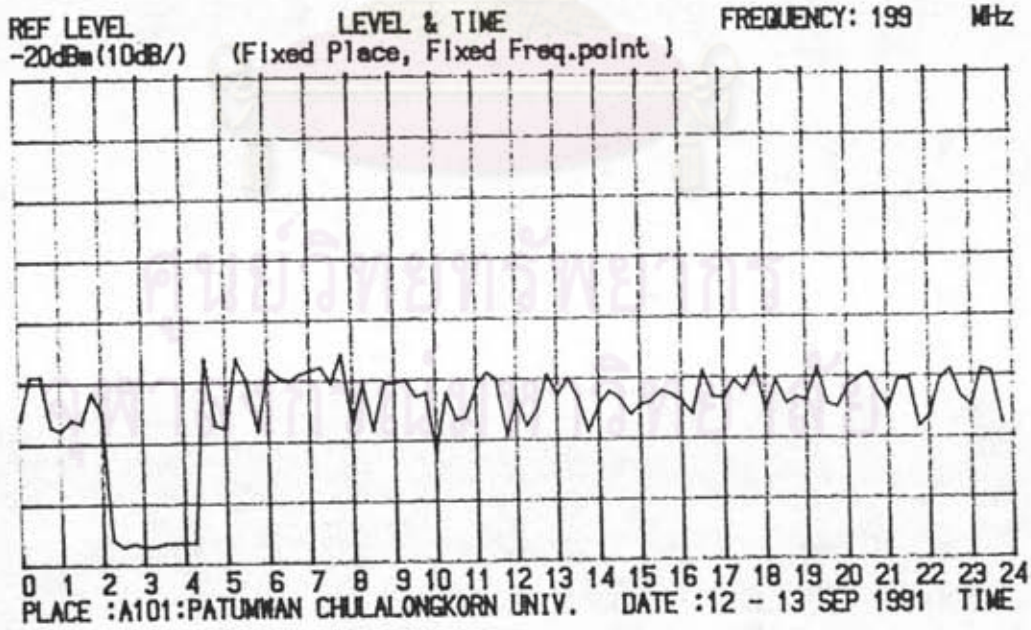
รูปที่ 5.21 คลื่นฯจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101.5 MHz)วิเคราะห์ตามเวลา

จากการวิเคราะห์ตามเวลาจะทำให้ทราบเวลาการเปิด ปิดสถานีส่งต่างๆ แต่เนื่องจากการวัดเก็บที่คาบเกี่ยวระหว่างวัน อาจทำให้เกิดความสับสนได้ ตัวอย่างเช่น คลื่นฯจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM 101.5 MHz ที่ตำแหน่ง J101 ซึ่งวัดเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม 2534 เวลา 11.30 น.ถึงวันที่ 8 ตุลาคม 2534 เวลา 11.15 น. เมื่อวิเคราะห์ตามเวลาได้ดังแสดงในรูปที่ 5.22 จะเห็นว่าเวลาเปิดสถานีคือ 11.30 น. ซึ่งตามปกติจะเปิดเวลา 9.00 น. แต่ความเป็นจริงช่วงเวลาตั้งแต่ 11.30 น.ถึง 00.00 น.เป็นข้อมูลของวันที่ 7 ส่วนตั้งแต่เวลา 00.15 น. ถึง 11.15 น. เป็นข้อมูลของวันที่ 8 จากการสอบถามทางสถานีทราบว่าวันที่ 8 เครื่องส่งมีปัญหาไม่ได้ออกอากาศจนถึงเย็นของวันเดียวกัน ที่เห็นเวลาเปิดสถานีเป็น 11.30 น.จึงไม่ถูกต้อง ปัญหานี้เกิดจากการวัดข้ามวัน ข้อมูลที่ได้ไม่

ได้เป็นของวันเดียวกันทั้งหมด จึงเป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เลือกวันในการเก็บข้อมูลเฉพาะวันธรรมดา(ไม่รวมวันเสาร์และวันอาทิตย์) เนื่องจากลักษณะการเกิดของคลื่นฯในวันธรรมดากับวันเสาร์ อาทิตย์ น่าจะต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสถานีโทรทัศน์



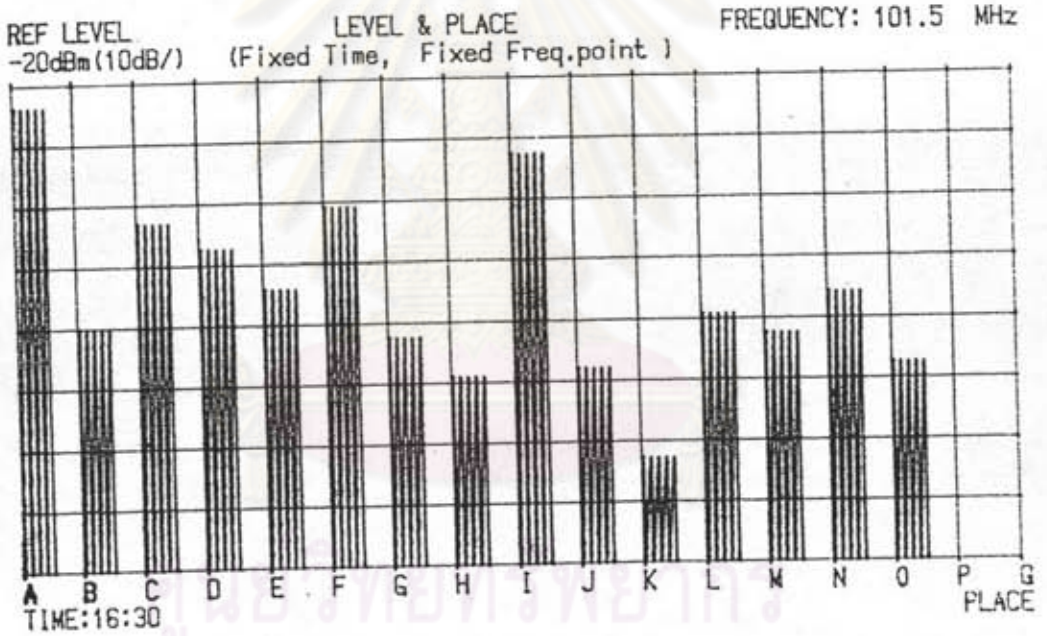
รูปที่ 5.22 คลื่นฯสถานีวิทยุกระจายเสียง(101.5 MHz)ตำแหน่ง J101 วิเคราะห์ตามเวลา



รูปที่ 5.23 คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระจายอยู่ในช่วงความถี่โทรทัศน์ช่อง 5,7,9 วิเคราะห์ตามเวลา

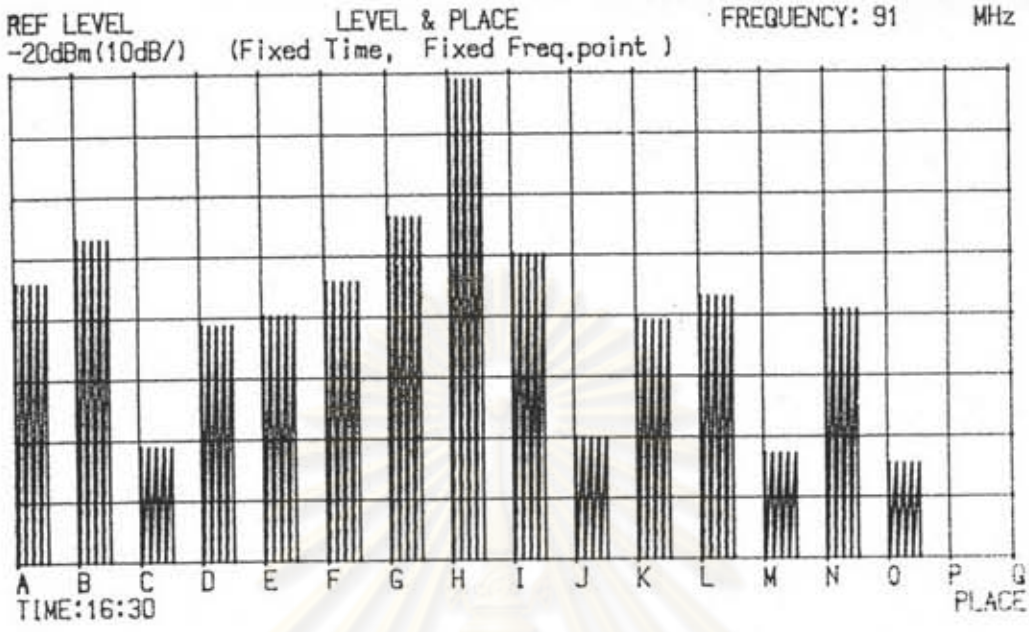
สำหรับคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง ที่กระจายในช่วงความถี่ของโทรทัศน์ ช่อง 5,7,9 นั้นเมื่อวิเคราะห์ตามเวลาจะพบว่าเกิดขึ้นเกือบตลอดเวลา จะหายไปในช่วง 02-05 น. ซึ่งเป็นเวลาที่สถานีวิทยุกระจายเสียงส่วนใหญ่ปิดสถานี ดังรูปที่ 5.22 เป็นการสนับสนุนข้อสันนิษฐานที่ว่าคลื่นรบกวนฯเหล่านี้เกิดจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM

5.2.3 <u>ผลการวิเคราะห์ตามสถานที่</u> ผลการวิเคราะห์นี้ทำให้ทราบระดับคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น ที่ความถี่ 101.5 MHz ซึ่งเป็นสถานีวิทยุกระจายเสียง FM เมื่อวิเคราะห์ตามสถานที่จะได้ดังรูปที่ 5.24 ตำแหน่ง A101 ระดับคลื่นสูงที่สุด และลดหลั่นไปตามระยะทางที่ห่างออกไปของตำแหน่งนั้น

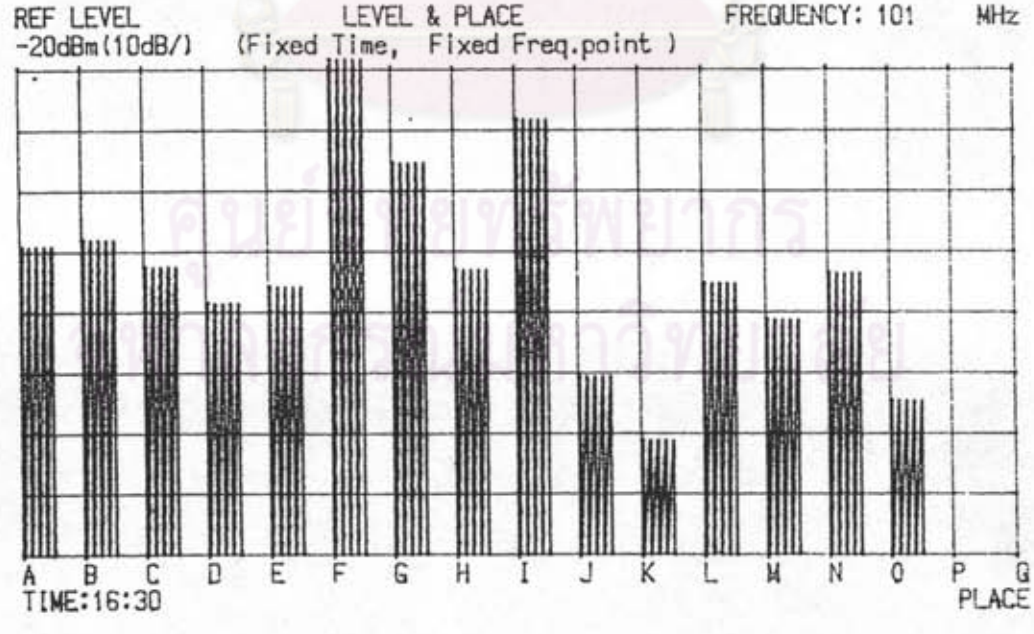


รูปที่ 5.24 คลื่นฯจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101.5 MHz)วิเคราะห์ตามสถานที่

จากการวิเคราะห์เช่นนี้ทำให้สามารถคาดเดาตำแหน่งของแหล่งกำเนิดคลื่นฯได้อย่างคร่าวๆ ในรูปที่ 5.24 แหล่งกำเนิดคลื่นฯน่าจะอยู่บริเวณ A101 ซึ่งก็คือสถานีวิทยุจุฬาฯ ในรูปที่ 5.25 แหล่งกำเนิดคลื่นอยู่ใกล้กับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และในรูปที่ 5.26 แหล่งกำเนิดคลื่นฯน่าจะอยู่บริเวณใกล้กับตำแหน่ง F101 เพราะมีระดับคลื่นสูงที่สุด

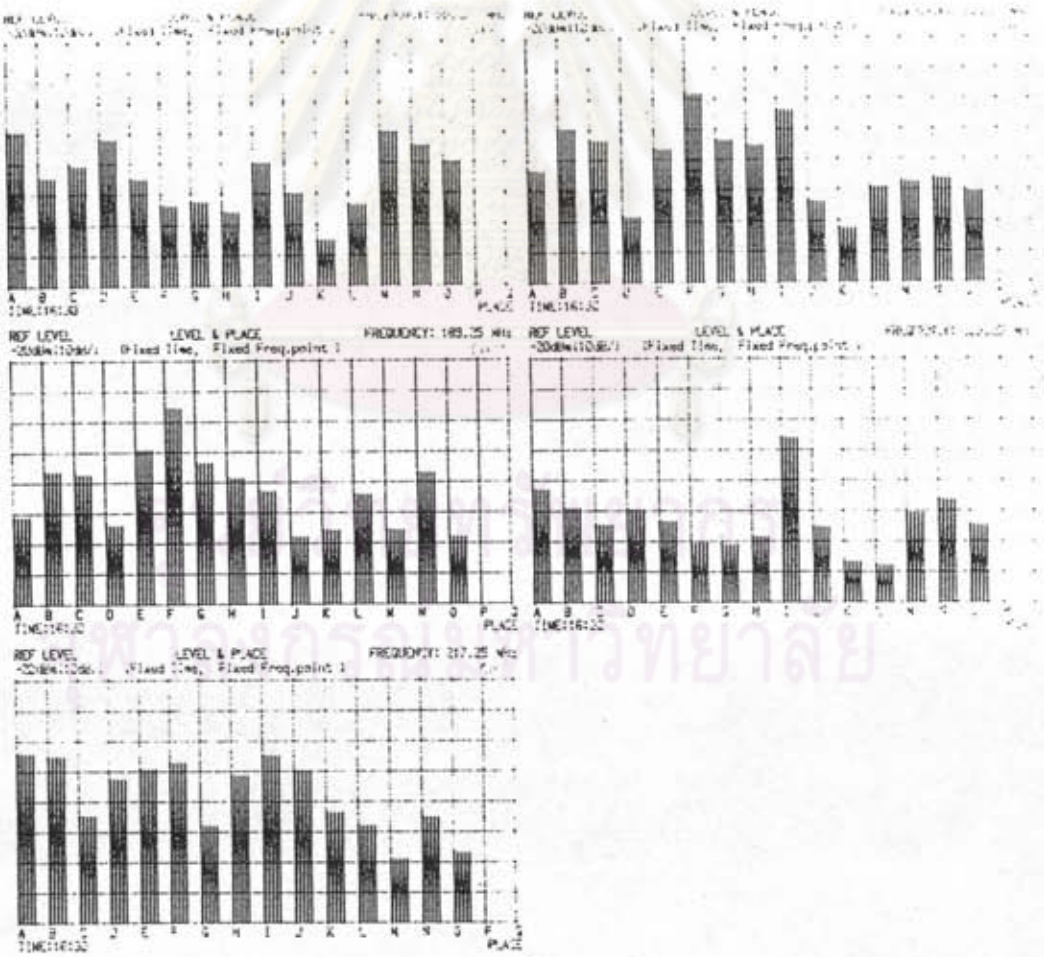


รูปที่ 5.25 คลื่นฯจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (91 MHz)วิเคราะห์ตามสถานที่



รูปที่ 5.26 คลื่นฯจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101 MHz)วิเคราะห์ตามสถานที่

นอกจากจะเป็นการบอกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดคลื่นแล้วยังเป็นเครื่องยืนยันว่าระบบอุปกรณ์วัดสามารถวัดได้อย่างถูกต้อง กล่าวคือคลื่นฯที่ความถี่เดียวกันจากสถานีส่งจะถูกส่งออกมาด้วยกำลังส่งค่อนข้างคงที่ ตัวแปรที่ทำให้ขนาดของคลื่นฯต่างกันก็คือระยะทางที่ห่างจากสถานีส่ง นั่นคือระบบอุปกรณ์วัดควรจะวัดคลื่นฯได้ระดับแปรตามระยะทางที่ห่างจากสถานีส่งเช่นกัน เมื่อนำระดับคลื่นฯที่วัดได้ไปสัมพันธ์กับแผนที่แสดงตำแหน่งการวัดและสถานีส่งก็จะพบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างระดับคลื่นฯกับระยะห่างจากสถานีส่งถึงตำแหน่งวัด อย่างไรก็ตามเนื่องจากแต่ละตำแหน่งวัด สายอากาศถูกวางไว้ในตำแหน่งที่ต่างกัน รวมถึงการที่บริเวณที่วัดมีสิ่งก่อสร้าง สิ่งกีดขวางที่ต่างกัน ในบางที่อาจมีการสะท้อนคลื่นเสริมกันหรืออาจเป็นมุมอับที่คลื่นฯมีระดับต่ำกว่าที่ควรจะเป็น แต่นั่นก็เป็นประโยชน์อีกประการหนึ่งของข้อมูลนี้ที่สามารถบอกตำแหน่งที่เป็นจุดบอดของการกระจายคลื่น ของสถานีวิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ หรืออื่นๆ ได้



รูปที่ 5.27 คลื่นความถี่ของสถานีโทรทัศน์ช่อง 3,5,7,9,11 วิเคราะห์ตามสถานที่

ตัวอย่างในรูปที่ 5.27 เป็นคลื่นความถี่สถานีโทรทัศน์ช่อง 3,5,7,9 และ 11 ในแต่ละรูปสามารถบอกระดับของคลื่นฯว่ามากน้อยแค่ไหนในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบสายอากาศรับในแต่ละพื้นที่ รวมถึงการออกแบบระบบ MATV ก็จะต้องทราบระดับคลื่นฯของสถานีส่งช่องต่างๆเช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย