การทดลองที่ 13 แพทเทอร์นการแผ่คลื่นของท่อนำคลื่นแบบเปิด ที่ 10 GHz

13.1. วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เมื่อท่านทำแบบฝึกหัดนี้เสร็จแล้ว ท่านจะคุ้นเคยกับแพทเทอร์นการแผ่คลื่น จากท่อนำคลื่นแบบช่องสี่ เหลียมผืนผ้า

13.2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สายอากาศไดโพล (dipele) เป็นตัวอย่างหนึ่งของสายอากาศแบบเส้น ซึ่งมีการแผ่กระจายสนามแม่เหล็กจากการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งสายอากาศแบบต่างๆ จะมีพื้นฐานมาจากสายอากาศแบบแอปเพอร์เจอร์แผนเทนน่า (Aperture antenna) สายอากาศชนิดนี้มีช่องให้สนามแม่เหล็กไหลผ่านท่อนำคลื่อนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบเปิดเป็นตัวอย่างของสายอากาศแบบช่องตัวอย่างอื่นๆ อีกก็คือ ท่อนำคลื่นที่เจาะเป็นสล๊อต จึงเรียกว่า สล็อต แอนเทนนา (Slot antenna)

การแผ่กระจายคลื่นจาก อินฟินิท สลิท (Infinitc slit)

รูปที่ 1 แสดงระนาบของคลื่นซึ่งเกิดขึ้นบนช่องในระนาบของตัวนำ โดยที่ช่องจะมีความยาว g เป็นอนันต์ ในทิศทางแกน X และมีขนาดแคบที่ความยาว L ในทิศทางแกน Y ระนาบของคลื่นจะเดินทางในทิศทางแกน Z

การแผ่กระจายสนามไฟฟ้าในทิศทางแกน Y มีค่าดังนี้

$$E_y = E_O e^{-j\beta Z} \tag{1}$$

เมื่อ $\mathbf{E_y}$ คือ สนามไฟฟ้าในทิศทางแกน Y

$\mathbf{E_O}$ คือ ค่าสูงสุดของ E_y

β คือ $2\pi/\lambda$

ซึ่งสามารถแสดงการแผ่กระยายสนามไฟฟ้าในทิศทาง θ ได้เป็น

$$E_\theta = j\beta \frac{e^{-j\beta r}}{2\pi r} E_0 L \frac{\sin\left[\left(\beta_L/2\right)\sin\theta\right]}{\left(\beta_L/2\right)\sin\theta}$$

เมื่อ θ คือ มุมที่แสดงในรูปที่ 1

r คือ ระยะทางจากช่อง (slit)

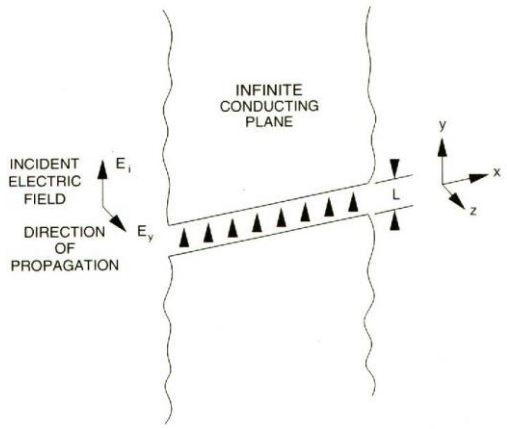
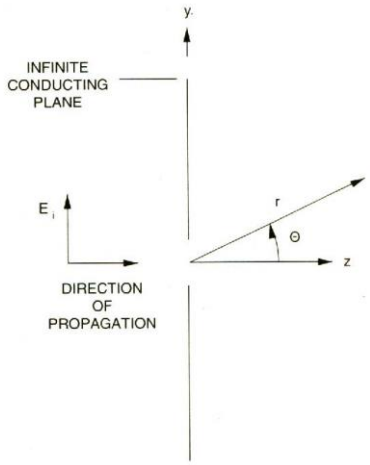


Figure 1-17. Radiation from an infinite slit

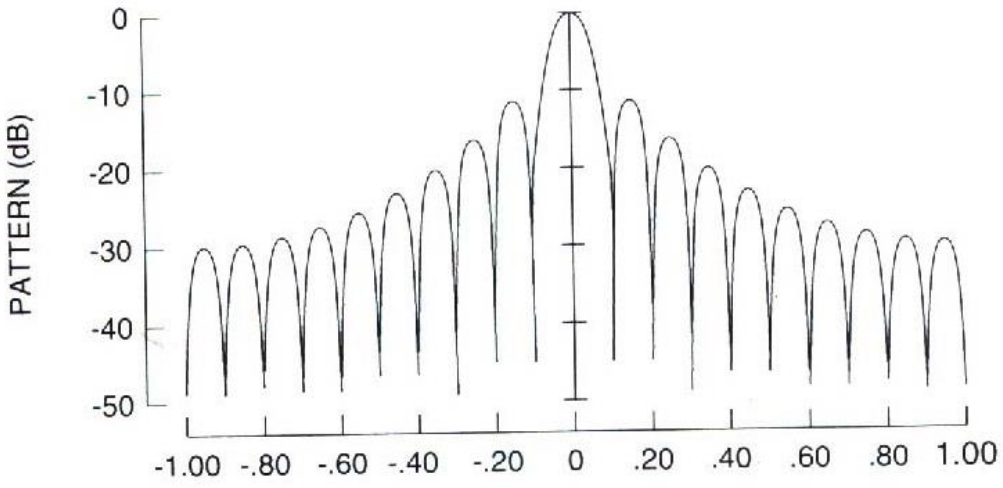


รูปที่ 1 แสดงระนาบของคลื่น

ส่วนที่ 2 ของสมการที่ (2) คือส่วนที่เราต้องสนใจเป็นอย่างยิ่งเนื่องจา เป็นสมการแพทเทอร์นการแผ่คลื่นแบบปกติ(Pattern F (θ))

$$F(\theta) = \frac{\sin\left[\left(\beta_L/2\right)\sin\theta\right]}{\left(\beta_L/2\right)\sin\theta}$$

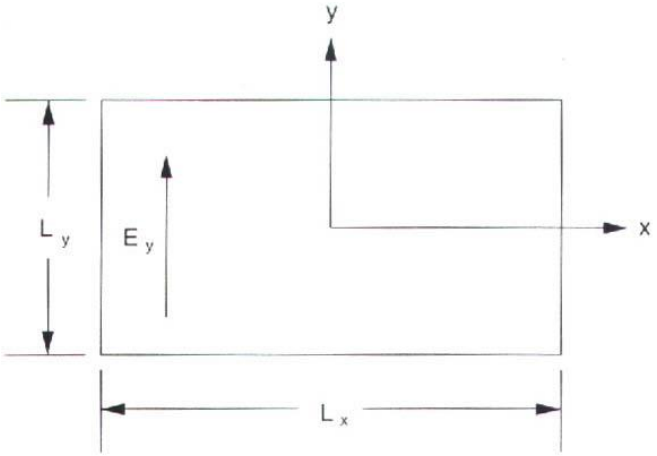
แม้ว่าสมการนี่จะดูเหมือนเป็นสูตรที่ซับซ้อน แต่ดูง่ายๆ ก็คือสูตร (sin x)/x และได้แสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟของ (sin x)/x

การแผ่คลื่นจากช่องแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

พิจารณาท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบเปิดซึ่งเป็น แบบแอปเพอร์เจอร์แอนแทนนา (Aperture antenna) ซึ่งมีหน้าตัดแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ช่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

สนามไฟฟ้าในระนาบ E หาได้จากสมการ

$$E_\theta = j\beta \frac{e^{-j\beta r}}{2\pi r} E_0 L_x L_y \frac{\sin\left[\left(\beta L_y / 2\right)\sin\theta\right]}{\left(\beta L_y / 2\right)\sin\theta}$$

ซึ่งจะได้สมการแพทเทอร์นการแผ่คลื่นแบบปกติดังนี้

$$F_E(\theta)=\frac{\sin\left[\left(\beta L_Y/2\right)\sin\theta\right]}{\left(\beta L_Y/2\right)\sin\theta}$$

ในระนาบ H สนามไฟฟ้า หาได้จากสมการ

$$E_\varphi = j\beta\frac{e^{-j\beta r}}{2\pi r}E_0 L_X L_Y\cos\theta\frac{\sin\left[\left(\beta L_X/2\right)\sin\theta\right]}{\left(\beta L_X/2\right)\sin\theta}$$

ซึ่งจะได้สมการแพทเทอร์นการแผ่คลื่นแบบปกติดังนี้

$$F_H(\theta)=\cos\theta\frac{\sin\left[\left(\beta L_X/2\right)\sin\theta\right]}{\left(\beta L_X/2\right)\sin\theta}$$

สมการแพทเทอร์นการแผ่คลื่นแบบปกติทั้งสองมากจากสูตรเบื้องต้นคือ $(\sin x)/x$ ผลรวมของสมการแพทเทอร์นการแผ่คลื่นปกติ คือผลบวกของ $(\sin x)/x$ ในระนาบ E และ $(\sin x)/x$ ในระนาบ H

คำจำกัดความ

P_0 คือ กำลังที่ป้อนให้กับสายอากาศตัวส่ง (วัตต์)

P_{rad} คือ กำลังที่แผ่กระจายออกไปโดยสายอากาศตัวส่ง (วัตต์)

η คือ ประสิทธิภาพการแผ่กระจาย $\eta=\frac{P_{rad}}{P_o}$ (ไม่มีหน่วย) โดยทั่วไป สายอากาศส่วนใหญ่จะมีประสิทธิภาพการแผ่

กระจาย (Radiation efficiency) จะใกล้เคียง 100% อย่างไรก็ตามสำหรับสายอากาศบางอย่าง เช่น สายอากาศแบบช๊อต

ไวร์ (Shoit - wine) ตัวอย่างเช่น สายอากาศไดโพลอุดมคติ ที่ได้อธิบายไปแล้วในแบบฝึกหัด 1-1) ประสิทธิภาพการแผ่กระจาย (Radiation Efficiency) จะมีค่าค่อนข้างน้อย

ϕ ความเข้มข้นของการแผ่กระจาย (Radiation intensity) (วัตต์ต่อสเตอร์เรเดียน)

Steradian(sr) คือ หน่วยของมุมโซลิต แองเกิ้ล (Solid anglet) หรือทรงกลมหนึ่งๆแทนด้วย 4π Steradian ดังนั้นเราสามารถกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นการแผ่กระจาย (Radiation intensity) ได้เป็น

$$\phi_{avg} = \frac{P_{rad}}{4\pi} W/_{sr}$$

D ไดเรคติวิตี้ (Divectivity) (ไม่มีหน่วย)

ไดเรคติวิตี้ คือ ค่าความเข้มข้นของการแผ่กระจายสูงสุด ในทิศทางที่สัมพันธ์กันกับ ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นการแผ่กระจาย (Average vadiationintensity) นั้นคือ สัมพันธ์กันกับ ความเข้มข้นการแผ่กระจายของ ไอโซโทรนิคแอนเทนนา (Isotronic antenna) ซึ่งเป็นตัวส่งผ่านพลังงานทั้งหมด

$$D = \frac{\phi \max}{\phi avg} = \frac{\phi \max}{Pr\,ad / 4\pi}$$

G แอนเทนนาเกน (Antenna Gain) หรือไดเรคทีฟเกน (Diractive gain) (ไม่มีหน่วย)

สำหรับสายอากาศแบบไม่มีการสูญเสีย ค่าแอนเทนนาเกน (Antenna qain) หรือ ไดเรคทีฟเกน (Divective) จะมีค่าเท่ากับค่าไดเรคติวิตี้ อย่างไรก็ตามสำหรับสายอากาศที่มีค่าประสิทธิภาพการแผ่กระจาย η น้อยกว่า 1 (100 %) จะมีค่าแตกต่างกัน

$$G = \eta D$$

Ω_a แอนเทนนา ปีมโซลิค แองเกิ้ล (สเตอเรเดียน)

Ωa มีความหมายเช่นเดียวกับมุมโซลิค แองเกิ้ล ซึ่งจะถูกใช้ในการหาค่ากำลังที่แพร่ทั้งหมด (Prad) ร่วมกับค่าของระดับความเข้มข้นของการแผ่กระจายคลื่นสูงสุด (ϕ max)

$$P_{rad} = \Omega_a \phi_{max}$$

ได้ค่าไดเรคติวิตี้อีกค่าหนึ่งคือ

$$D = \frac{4\pi}{\Omega a}$$

A_e เอฟเฟคทีฟ เอเรีย (Effective avea) หรือ เอฟเฟคทีฟ แอปเพอร์เจอร์ (Effective aperture) (m^2)

ค่าเอฟเฟคทีฟ เอเรีย มีควาหมายสอดคล้องกับค่าเอฟเฟคทีฟ แอปเพอร์เจอร์ แบ๊นซ์เอเรียน้อยกว่าขนาดโดยปกติของมัน (physical aperture) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราขยายและความยาวเคลื่อนคือ (โดย λ และ Ac มีหน่วยเดียวกัน X)

$$G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_0$$

ηap แอปเพอร์เจอร์ เอฟฟิเชียนซี่ หรือ แอนเทนนาเอฟฟีเชียน ของ แอปเพอร์เจอร์ แอนเทนน่า (ไม่มีหน่วย)

ηap คือ อัตราส่วนระหว่างค่าเอฟเฟคทีฟเอเรีย Ac และค่าฟิสิกส์คอล เอเรีย ของช่องในสายอากาศแอปเพอร์เจอร์ แอนเทนนา โดยส่วนใหญ่มีค่าสะดวกที่ใช้ในการคำนวณที่ 50% ของ Ac

$$\eta_{ap} = \frac{A_e}{A_p}$$

$F/_B$ ฟรอนท์ ทู แบ็ค เรโซ

ค่าอัตราส่วนจะเปรียบเทียบความแรงของสัญญาณในทิศทาง การส่งสัญญาณที่ต้องการหรือการความแรงของสัญญาณในทิศทางตรงกันข้ามประโยชน์อีกย่าองหนึ่งอัตราส่วนนี้คือใช้อธิบายความสามารถของสายอากาศ เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างสัญญาณที่เข้ามาจากด้านหน้าและสัญญาณที่ได้มาจากด้านหลัง เมื่อสายอากาศถูกใช้เป็นตัวรับ

$F/_B$ = Main Lobe(dB) - Back Lobe(dB)

ผลสรุป

ในการทดลองนี้ท่านจะเข้าใจเกี่ยวกับการใช้สายอากาศแบบท่อนำคลื่น โดยเฉพาะฮอร์น แอนเทนน่า และท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบเปิด ท่านจะเรียนรู้การปรับตั้งอุปกรณ์เหล่านี้ในเวลาเดียวกัน ท่านจะได้เห็นปรากฏการณ์ของการวางแนวของท่อนำเคลื่อนทั้งสอง ท่านจะได้พล๊อตแพทเทอร์นการแผ่กระจายคลื่น ของท่อนำคลื่นแบบปิด และหาค่าฮาส์ฟ พาวเวอร์ บีมวิคซ์ (Half- wowr beamwidth) ของระนาบ E และระนาบ H การใช้ คอนคัดทีฟ เพลท(Conductive plate) วางในสนามไฟฟ้าที่ส่งผ่านระหว่างสายอากาศทั้งสอง ท่านจะได้เรียนรู้การโพลาไฮซ์ (Prlariztion) ของฮอร์นและท่อนำคลื่นแบบเปิด ท่านจะทำแบบฝึกหัดนี้ให้สมบูรณ์โดยการคำนวณค่าไดเร็คติวิตี้และค่าเอฟเฟคทีฟ เอเรีย ของท่อนำคลื่นแบบเปิด

13.3. ขั้นตอนการทดลอง

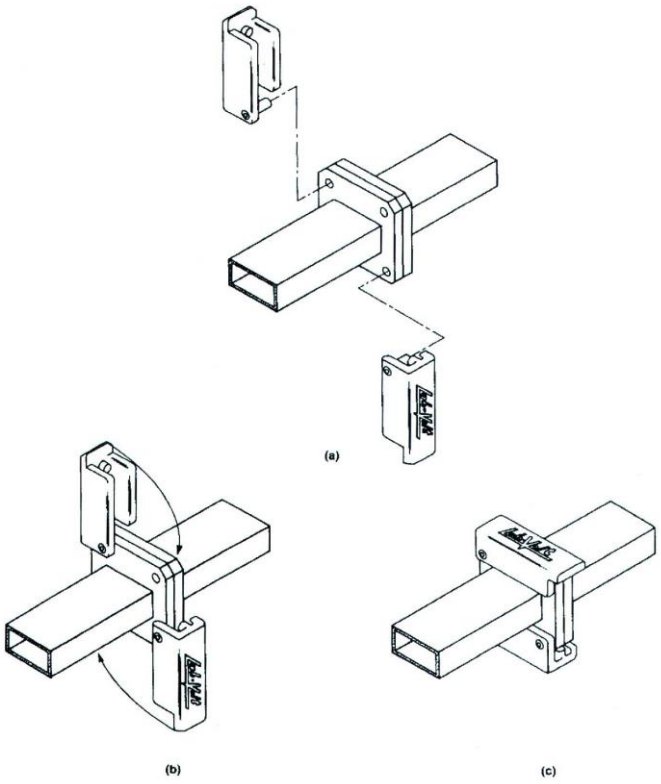
การปรับตั้งอุปกรณ์

1. ส่วนประกอบหลักของระบบการวัดและการทดลองเรื่องสายอากาศ ได้แก่ Data Acquisition Interfare/แหล่งจ่ายไฟ (Power supply) เครื่องกำเนิดความถี่วิทยุ (RF Generator) แท่นวางสายอากาศ (Antenna Positroner) และเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะต้องมีการปรับตั้งอย่างถูกต้องก่อนที่จะเริ่มทำแบบฝึกหัดนี้ กล่าวถึงในส่วนที่ 4 ของคำแนะนำสำหรับการปรับตั้งระบบการวัดและการทดลองเรื่องสายอากาศ ถ้ายังไม่เรียบร้อยตามนี้ก็ต้องทำให้เรียบร้อยก่อน

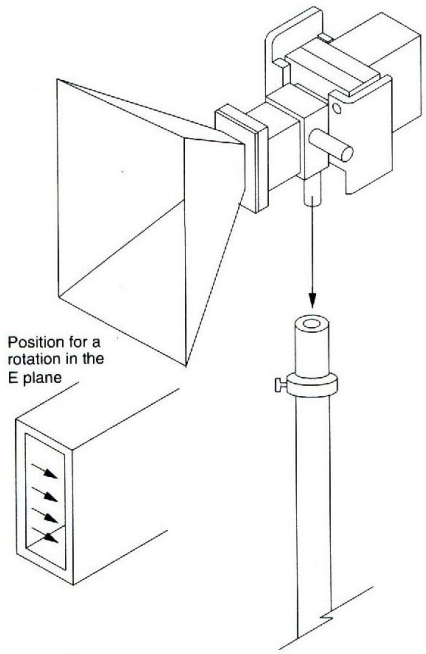
2. ขั้นตอนในการติดตั้ง ให้สอดตัวล๊อกสายอากาศรูปตัว L (Antenna Mast)เข้ากับรูบนเสาอากาศที่มีตัวล๊อคอยู่ด้านข้างเสา (Transmistion Support) และให้ติด Horn Antenna ขนาดใหญ่เข้ากับ เวฟไกด์ ทูโคแอก อะแคปเตอร์ โดยต้องต่อให้ไม่เกิดการหยุดชะงักที่รอยต่อของท่อนำคลื่น

จากรูปที่ 4 จะแสดงตัวอย่างการต่ออุปกรณ์ 2 อุปกรณ์ด้วยตัวต่อพลาสติกแบบล็อกเร็ว ขั้นตอนแรกให้รูช่องของอุปกรณ์ทั้งสองตัวตรงกันเสร็จแล้วให้สอดแท่งโลหะของตัวต่อพลาสติกแบบบล็อกเร็วเข้าไปในรูด้านมุมของสายอากาศที่ประกบติดกันด้านใดด้านหนึ่ง ดังรูป ขั้นตอนต่อมาให้สอดแท่งโลหะของตัวต่อพลาสติกแบบล็อกเร็วตัวที่สองอีกข้างหนึ่งเข้าไปที่รูด้านมุมของสายอากาศที่ประกบติดที่อยู่ตรงกันข้ามและทำการกดล็อกเข้าหากันเป็นอันเสร็จสิ้นการต่ออุปกรณ์เข้าหากัน

3. การติดตั้ง Horn Antenna กับเสา โดยสอดท่อนำคลื่นเข้ากับตัวจับพลาสติกและกดเบาๆ ให้เข้าที่ จากนั้นใช้เสาโลหะที่ติดกับพลาสติกสอดเข้าไปที่เสาสำหรับติดตั้งสายอากาศและทำการล็อกเมื่อเสร็จแล้ว ขั้นแรกให้ปรับตำแหน่งของฮอร์นโดยทำให้เป็นขั้วในแนวนอน (Horizontally polarized)ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การต่อชิ้นส่วนไมโครเวฟ 2 ชิ้น เข้าด้วยกัน

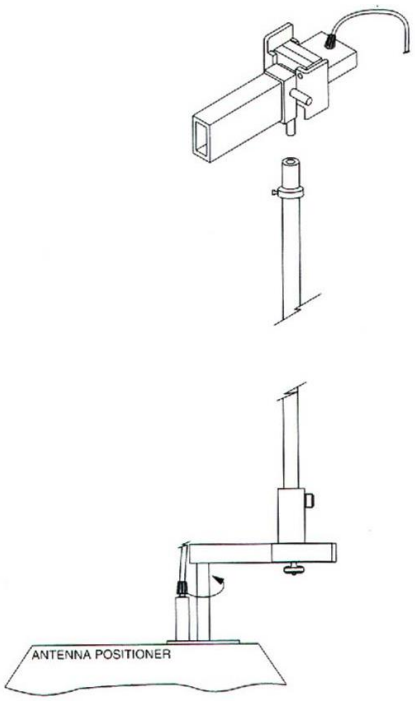


รูปที่ 5 การปรับแต่งทรานส์มิสชั่น แอนเทนนา (Tranmistion Antenna)

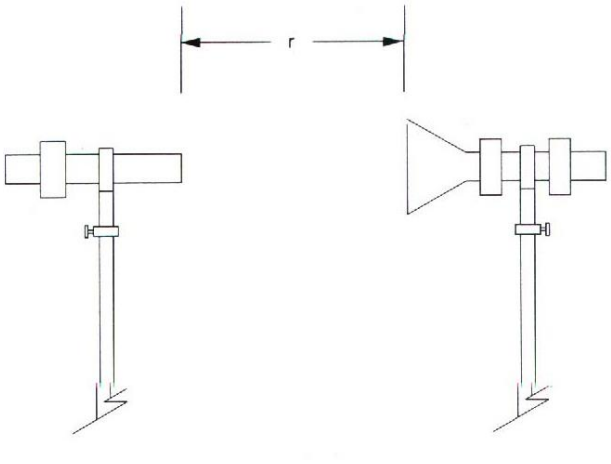
ติดตั้งสายเคเบิ้ล SMA ขนาดยาว เข้ากับเอาท์พุทของ OSCILLATOR 10 GH_Z ของเครื่อง RF Generator จากนั้นให้ต่อเข้ากับสายอากาศที่ทดลอง

1. ขั้นตอนในการติดตั้ง ให้สอดตัวล๊อกสายอากาศรูปตัว L (Antenna Mast)เข้ากับรูบนเสาอากาศที่มีตัวล๊อคอยู่ด้านข้างเสา (Transmistion Support) และติดตั้งเสาอากาศเข้ากับตัวล๊อคที่ Sliding Support ของ Antenna Positioner ขั้นตอนต่อมาให้ ต่อท่อนำคลื่นแบบเปิด (Open - ended wavequide) เข้ากับ Waveguide to coax adapter ทดลองขั้นตอนนี้อาจทำให้เกิดการหยุดชะงักที่รอยต่อของท่อนำคลื่น โดยการต่อทั้ง 2 ชิ้นให้ส่วนที่ใหญ่ที่สุดของช่องของมันตั้งตรงกัน จัดวางให้รูของส่วนประกอบตรงกันและติดเข้าด้วยกัน ไม่ต้องสนใจกับรอยต่อที่ไม่สนิทกันเสร็จแล้วให้ต่อมันด้วย Ouick - lock ติดตั้งสายอากาศบนแกนให้ด้านยาวของช่องว่างอยู่ในแนวตั้ง ใช้ sliding Support เลื่อนให้แน่ใจว่าท่อนำ คลื่นแบบเปิด (open - ended waveguid) นี้อยู่ในแนวศูนย์กลางการหมุนของแท่นวางสายอากาศ (Antenna Positioner) ตรวจสอบการปรับตั้งของท่านโดยดูจากรูปที่ 6 ใช้สายเคเบิ้ล SMA ขนาดกลาง ต่อสายอากาศตัวรับที่ด้านบนของแผ่นวางสายอากาศ (receiving antenna) เข้ากับ RF input

2. จากรูปที่ 7 วางตำแหน่งของสายอากาศให้มีระยะห่าง 1 เมตร ปรับให้มีความสูงเท่ากัน และหันหน้าให้ตรงกัน



รูปที่ 6 การปรับตั้งสายอากาศตัวรับ



รูปที่ 7 ระยะห่าง r ระหว่างสายอากาศ

3. ปรับค่าตามลำดับดังนี้

ที่เครื่องกำเนิดความถี่วิทยุ (RF Generator)

10 GHz OSCILLATOR MODE	1 k Hz
10 GHz OSCILLATOR RF POWER	OFF
1 GHz OSCILLATOR RF POWER	OFF

เปิดสวิทย์ RF Generator และ Power Supply

เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และ เข้าโปรแกรม LVDAM – ANT

ทำการรับแพทเทอร์นแพทเทอร์นการแผ่คลื่น

1. ให้เปิดสวิทย์ ON ที่ RF POWER ที่ความถี่ OSCILLATOR 10 GHz

ข้อควรระวัง!

เพื่อความปลอดภัยของท่าน, ห้ามมองเข้าไปใน Horn antenna โดยตรงในขณะเปิดสวิทซ์ RF POWER อยู่ ปรับ Attennuation level ที่ 0 dB

2. เริ่มต้นขั้นตอนแรกในการดำเนินการ เมื่อทำเสร็จแล้ว ปิดสวิทซ์ RF POWER ที่เครื่อง RF Generator บันทึกแพทเทอร์นแพทเทอร์นการแผ่กระจายคลื่นในระนาบ E ของสายอากาศ 1 ใช้กล่องข้อมูล (Information Box) เพื่อให้จดจำแพทเทอร์นได้ชัดเจน

3. เอาสายอากาศตัวรับออกมาจากแกนและทำการแก้ไขการต่อระหว่างท่อนำคลื่นแบบเปิด (open – ended wave guide) กับ อะแดฟาเตอร์ ให้เกิดความต่อเนื่องที่รอยต่อของส่วนประกอบทั้ง 2 ชิ้น ตัวแสดงในรูปที่ 1 - 21 ใส่สายอากาศอันใหม่นี้ลงบนแกนโดยวางทิศทางของช่องให้อยู่ในแนวตั้ง ดูให้แน่ใจว่าระยะห่างยังคงเท่า 1 m ปรับ attenuation level ให้ดี จากนั้นดำเนินการเพื่อให้ได้ค่าในระนาบ E บันทึกแพทเทอร์นใหม่นี้ในกล่องข้อมูล (Data Box) ของสายอากาศ 2 และปรับรูปสัญญาณแพทเทอร์นให้อยู่ตรงค่า MSP ไว้ที่ 0˚

4. เปรียบเทียบค่าในระนาบ E ของสายอากาศ 1 กับสายอากาศ 2 ท่านคิดว่าจะได้ผลลัพธ์อย่างไร ?ให้คำอธิบายถึงความแตกต่างของ attenuation level แสดงการลดทอนสัญญาณเนื่องจากการหยุดชะงักที่รอยต่อของท่อนำคลื่น

5. ขณะนี้ปรับตำแหน่งของสายอากาศให้มีระยะ r = 1.5 m. ยังคงปรับทิศทางให้อยู่ในระนาบ E และหันหน้าเข้าหาอีกอันหนึ่ง. ใช้การควบคุม attenuation เพื่อให้รับสัญญาณได้ดีที่สุด เริ่มดำเนินการและบันทึกลงในกล่องข้อมูล (Data Box) ของสายอากาศ

6. ใช้โลหะอันที่สองติดกับตัวรับพลาสติก หมุนสายอากาศทั้งสอง คือ ฮอร์นใหญ่ (Large Horn) และ ท่อนำคลื่นแบบเปิดให้เป็นมุม 90˚ ฉะนั้นขณะนี้สายอากาศจะถูกปรับให้อยู่ในระนาบ H ดำเนินการตามขั้นตอนอีกครั้ง บันทึกผลที่ได้ในกล่องข้อมูลของสายอากาศ 3 ขณะนี้ท่านได้แพทเทอร์นการแผ่กระจายของสายอากาศทั้งในระนาบ E และระนาบ H ตั้งค่า MSP ที่ 0˚ กดปุ่ม H - E และ 3 - D เพื่อสังเกตดูการนำเสนอแพทเทอร์นเหล่านั้น แล้วพิมพ์การนำเสนอในแพทเทอร์น 3 - D นั้นออกมาก

Porarization

หมายเหตุ: แผ่นตัวนำที่ว่างอยู่ในสนามไฟฟ้า,ชนานราบ Polarization ขณะนั้นจะเหมือนกับจัดวงจรและมีแนวโน้มที่ปิดกั้นสนามไฟฟ้า

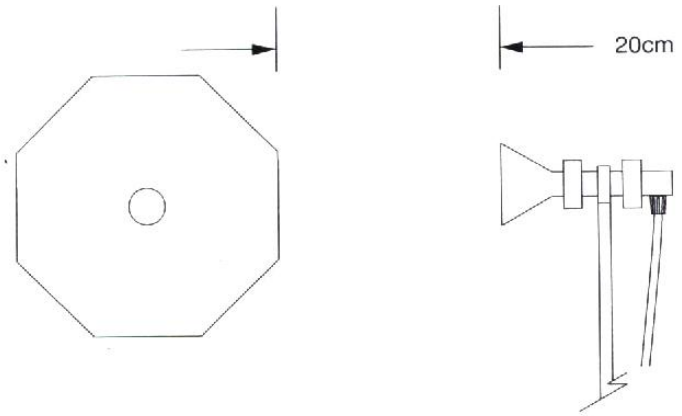
7. หมุนท่อนำคลื่นแบบเปิด (Open wavequide) ให้สายอากาศทั้งคู่หันหน้าเข้าหากันโดยสายอากาศนี้ยังคงวางในทิศทางระนาบ H เปิด RF Power ที่ 10 GH_Z เลือกค่า attenuation ที่ 15

dB จากนั้นบันทึกระดับสัญญาณที่ได้ ทำให้แน่ใจว่าสายอากาศตำรับหันหน้าเข้าหาสายอากาศตัวส่งถูกต้องแล้ว ดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

- เลือกคำสั่ง View Full screen Input Data ที่Oscilloscope (The large scale display) ท่านจะได้เห็นภาพระดับสัญญาณที่ถูกต้อง เมื่อท่านหมุนสายอากาศออกไปจากจอภาพ
- คลายสกรูที่ด้านล่างของเสา จากนั้นหมุนสายอากาศช้าๆ
- สังเกตุการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณ แล้วยึดแกนให้แน่น เมื่อสายอากาศอยู่ในตำแหน่งที่รับสัญญาณได้แอฟลิจูดสูงสุด

หมายเหตุ: ท่านจะทำการปรับแบบที่ในแต่ละครั้งได้ ท่านต้องกำหนดค่าแอมปลิจูดสูงสุดของสัญญาณที่รับ จากสายอากาศอย่างถูกต้องบันทึกระดับสัญญาณที่ได้รับ

8. จับยึดแผ่น Octaganal gicund planc ให้ห่างจากด้านหน้าของสายอากาศตัวส่ง 20 cm (รวมทั้งระบบ) วางขนานกับทิศทางแบทเทอร์นการแผ่กระจายของสัญญาณโดยวางในแนวตั้ง และอยู่ในระดับกึ่งกลางเมื่อดูจากสายอากาศดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 การวางตำแหน่งของ ground plane

บันทึกระดับสัญญาณที่รับได้

S_2 = _____ dB

หมายเหตุ: จับยึดแผ่นตัวนำให้ใกล้ (มากกว่า 20 cm) กับสายอากาศตัวรับและสังเกตความคล้ายคลึงกันของผลลัพธ์ที่ได้

9. จับแผ่นให้มีระยะห่างจากสายอากาศเหมือนเดิม, หมุนแผ่นตัวนำ (Conducive plan c) ให้อยู่ในแนวนอนและยังคงอยู่กึ่งกลางเมื่อดูจาก Horn บันทึกระดับสัญญาณที่ได้รับ

S_3 = _____ dB

เลือกมุมมองโดยใช้คำสั่ง 2 D เพื่อเปลี่ยนOscilloscope (main display)

10. สังเกตผลลัพธ์ทั้งสายนี้ท่านจะบอกได้หรือไม่ว่า Polarization ของสัญญาณอยู่ในแนวนอกหรือแนวตั้งเมื่อท่านใช้สายชนิดนี้ในระนาบ H ? อธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

HPBW, divectivity and effective arca

11. ใช้ Currsors ในการประเมินค่า half - power beamwiclth ของระบบ E และ lt ของสายอากาศชนิดท่อนำคลื่นแบบเปิดของท่าน

$HPBW_E$ = ...^{0} $HpBW_H$ = ...^{0}

12. ใช้สมการต่อไปนี้คำนวณหาค่า divectioity ของสายอากาศ

$$D = \frac{4\pi}{\Omega a} \approx \frac{\frac{360^2}{\pi}}{HPBW_E \cdot HPBW_H}$$

D =.....

สำหรับค่าประมาณของ divcctivity ที่ดีกว่า (ไม่คำนึงถึงค่า Side lobed) จะใช้สูตรต่อไปนี้

$$D \approx \frac{\frac{2(360)^2}{\pi^2}}{HPBW_E \cdot HPBW_H} = \frac{2600^0}{HPBW_E \cdot HPBW_H}$$

13. เมื่อรู้ว่าท่อนำคลื่อนแบบเปิด(Open - endewaveguidc) มีค่าประสิทธิภาพแพทเทอร์นการแผ่กระจาย(η) เข้าใกล้ค่า L และความถี่ในการส่งเท่ากับ 10.5 GH_Z การคำนวณหาค่า effective airer(Ae) ของสายอากาศของท่านจะใช้สูตรนี้

$$Ga = \frac{4\pi}{\lambda^2} Ac$$

ดังนั้น

$$\mathrm{Ac} = \frac{\lambda^2}{4\pi}\mathrm{Ga} = \ldots\ldots\ldots\mathrm{m}^2$$

14. เปรียบเทียบค่า Ac ด้วยค่า physical apeture Ap ของสายอากาศของท่านโดยแสดงให้เห็นว่าค่า antema physical apertur Ap มีผลอย่างไร เราจะใช้ค่า apperture efficiency (μap)

$$\mathrm{Ap} = \mathrm{A} \times \mathrm{B}$$

หาค่า phgsical aperture ของท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบเปิด (Open - ended wavegwide) ตามลำดับ (โดยวัดขนาดด้านใน) หน่วยเป็นเมตร

$$\mathrm{Ap} = \ldots\ldots\ldots\ldots\mathrm{m}^2$$

จากนั้นคำนวณค่า aperture efficiency (ap)

$$\eta ap = \frac{Ac}{Ap} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

ค่า apevture efficiency ของสายอากาศจกมีค่าอยู่ระหว่า 0 และ 1 เสมอ โดยในกรณีนี้มันจะมีค่าเข้าใกล้ 1 ผลลัพธ์ของท่านมีค่าเป็นไปได้มากที่จะเกินกว่านี้ ในการอธิบายถึงการผิดพลาดนี้จะอ้างถึงสมการต่อไปนี้

$$D = \frac{26000}{HPBW_E . HPBW_H}$$

ค่าโดยประมาณที่ได้จากสูตรนี้จะใช้กับสายอากาศที่มีลำคลื่นแคบซึ่งท่านสามารถเห็นได้จากแพทเทอร์ การแผ่กระจายสนามไฟฟ้าที่ท่านได้ Plot ไว้ซึ่งเป็นคนละกรณีกับท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบเปิด (open – ended rectangular waveguide) การทดลองจะเป็นวิธีหาค่าอัตราขยายของสายอากาศชนิดนี้ที่ดีที่สุด

15. ถ้าให้แน่ใจว่าท่านได้เก็บบันทึกแพทเทอร์นการแผ่คลื่น แล้วถ้าท่านคาดว่าจะใช้มันอีกในอนาคต จากนั้นออกจากโปรแกรม LVDAM - ANT กดสวิทซ์ Power ทั้งหมดให้อยู่ในตำแหน่ง O (ปิด) ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ยกเลิกการปรับตั้ง และเก็บอุปกรณ์ทั้งหมดไปไว้ในห้องเก็บรักษาอุปกรณ์ของมัน

13.4. สรุปผลการทดลอง

ในแบบฝึกหัดนี้ ท่านได้เรียนรู้การจำแนกคลื่นในระนาบ E และนาบ H ในท่อนำคลื่อตน และสังเกตเห็นความสำคัญของความต่อเนื่องในตัวอุปกรณ์ที่ทำให้มั่นใจได้ในประสิทธิภาพแพทเทอร์นการแพร่กระจายของสัญญาณการใช้ภาพ 3 มิติ (3-D) ที่ทำให้ท่ามองเห็นการนำเสนอแพทเทอร์นการแผ่คลื่นของสายอากาศแบบ Open - ended rectangular waveguide ท่านได้สังเกตุเห็น Polarization ของ Polarization ของ horn antenna และ Open - waveguide antenna ท่านได้ใช้ค่าhalf - power beamwidth ของสายอากาศในการหาค่า directivity และคำนวณค่า effective aver อย่างไรก็ตามท่านได้เห็นว่าการประมาณค่าวิธีนี้ไม่เหมาะสมกับสายอากาศที่มีลำคลื่นกว้างอย่างกับท่อนำคลื่อนรูปสี่เหลี่ยนผืนผ้าแบบเปิด

13.5. คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายเกี่ยวกับสายอากาศชนิดท่อนำคลื่นแบบเปิด (Open - ended waveguide antenna) และแพทเทอร์นการแผ่คลื่นของมัน

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในขั้นตอนที่ 12 ท่านได้สังเกตุความแตกต่างระหว่างระดับสัญญาณสูงสุดในระนาบ E กับระนาบ H ที่ถูกบันทึกในกล่องข้อมูลที่ 3 หรือไม่? ท่านคาดว่าจะได้ผลลัพธ์อะไร? จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้คำจำกัดความของคำว่า antenna directivity?

.....

.....

.....

.....

.....

4. ทำไมจึงสามารถกล่าวได้ว่าอัตราขยายมีค่าเท่ากับ directivity ของสายอากาศแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossles antenna)

.....

.....

.....

.....

.....

5. ทำไมมีคนพูดว่าสายอากาศชนิดท่อนำเคลื่อนแบบเปิดมีค่า Front - to - back ratio ? จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....