

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน) (30 นาที)

1.1 สายอากาศยาگی-อูตะ ประกอบด้วยองค์ประกอบอะไรบ้าง และแต่ละองค์ประกอบทำหน้าที่อะไรจงอธิบาย (2 คะแนน)

Driven ตัวจ่ายสัญญาณ เป็นตัวที่นำพลังงานจากแหล่งกำเนิดมาส่งผ่านสายนำสัญญาณ

Reflector ตัวสะท้อน วางอยู่ด้านหลังตัวจ่าย เพื่อสะท้อนลำคลื่นให้พุ่งไปข้างหน้า

Director ไดเรกเตอร์ ตัวช่วยลำคลื่นให้ชี้ไปข้างหน้า

1.2 สายอากาศลูปเพอร์โอดิก (Log-periodic antenna) แตกต่างจากสายอากาศยาگی-อูตะอย่างไรจงอธิบาย (2 คะแนน)

เฟดส์ของอาร์เรย์ไดโพลหลายตัวมาต่อกันซ้ำๆ กัน แต่

ไดโพลตัวขนาดที่ต่อกับอาร์เรย์ แบบ log-periodic จะถูกกระตุ้น ด้วยโครงข่าย  
ของสัญญาณ สาย log-periodic มี Bandwidth กว้างกว่า

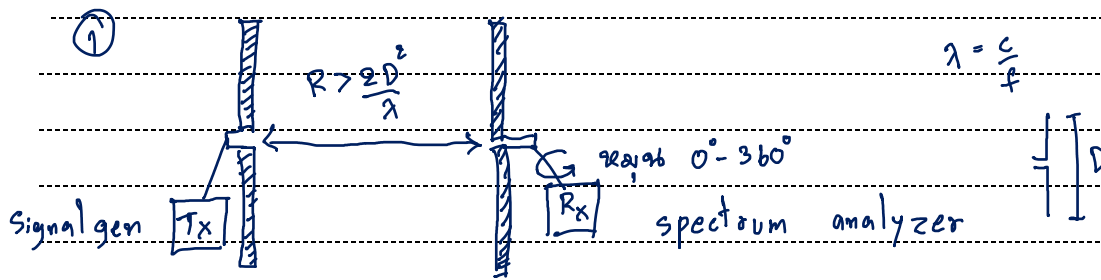
1.3 การอาร์เรย์แบบเอนด์ไฟด์และแบบบรอดไซด์แตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย (2 คะแนน)

Broadside  $\theta_m = 90^\circ, \frac{\pi}{2}$   $\beta = 0$

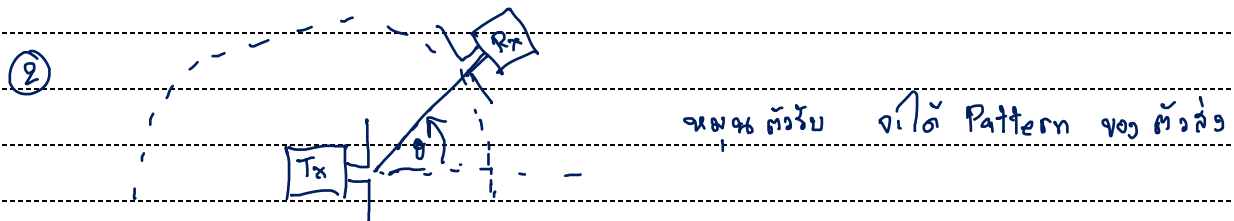
End-Fire  $\theta_m = 0^\circ, 180^\circ$   $\beta = -kd, kd$   
 $0, \pi$

1.4 จงอธิบายวิธีการวัดแบบรูปการแผ่กระจายพลังงานของสายอากาศ

(2 คะแนน)

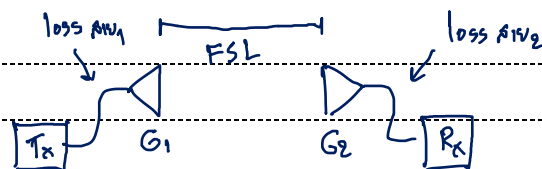


ของสายอากาศ ตั้ระยะ far field วัดค่า Power ตั้รับได้ และทำการหมุนสายอากาศ ตัวรับ เพื่อ บันทึกจนครบ 360° จึงได้ Pattern ของสายอากาศ ตัวรับ



1.5 จงอธิบายวิธีการวัดอัตราขยายของสายอากาศ

(2 คะแนน)



ใช้ สายอากาศ ตั้ Gain 1 ตัว หรือ ใช้ ตัวที่เหมือนกัน

$$P_{rx} = P_{tx} - \text{loss สหข}_1 + G_1 - \text{FSL} + G_2 - \text{loss สหข}_2$$

↑  
free space loss

2. วัสดุฐานรองไดอิเล็กตริก (Dielectric substrate) มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกเท่ากับ  $\epsilon_r$  2.55 และมีความหนาของไดอิเล็กตริกเท่ากับ  $h$  1.5 มม. ได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบสายอากาศไมโครสตริปเพื่อให้ใช้งานได้ที่ความถี่ 3 GHz  $f$
- ก. จงออกแบบเพื่อหาความกว้างและความยาวของสายอากาศไมโครสตริปแพทช์แบบสี่เหลี่ยมนี้ (4 คะแนน)
- ข. จงหาอินพุทอิมพีแดนซ์ของสายอากาศ (เมื่อพิจารณาที่  $G_{12} = 0$ ) (3 คะแนน)
- ค. ถ้ามีการป้อนแบบอินเซต (Inset feed) จงหาตำแหน่งที่ทำให้อิมพีแดนซ์เท่ากับ  $50 \Omega$  (3 คะแนน)
- (30 นาที)

วิธีทำ

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 3 \times 10^9} \cdot \sqrt{\frac{2}{2.55+1}} = 3.7529 \text{ cm}$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{2.55+1}{2} + \frac{2.55-1}{2} \left[ 1 + 12 \frac{1.5 \times 10^{-3}}{3.7529 \times 10^{-2}} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$= 1.795 + 0.795 [0.822] = 2.412$$

$$\Delta L = (1.5 \times 10^{-3}) (0.412) \frac{(2.412 + 0.3) \left( \frac{3.7529 \times 10^{-2}}{1.5 \times 10^{-3}} + 0.264 \right)}{(2.412 - 0.258) \left( \frac{3.7529 \times 10^{-2}}{1.5 \times 10^{-3}} + 0.4 \right)} = 0.7608 \text{ mm}$$

$$L = \frac{1}{2 \times 3 \times 10^9 \sqrt{2.412} \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} - 2 \Delta L = 32.172 \text{ mm} - 2(0.7608) \text{ mm}$$

$$= 30.65 \text{ mm}$$

3. ไอโซทรอปิกจำนวน 8 องค์ประกอบ มีการอาร์เรย์แบบบรอดไซด์ โดยแต่ละองค์ประกอบวางห่างกัน  $\lambda/2$

ก. จงหาเฟสของการกระตุ้นระหว่างองค์ประกอบ ( $\beta$ )  $\theta_m = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$  d (2 คะแนน)

ข. จงหาตัวประกอบอาร์เรย์ที่ถูกระดมอลไลซ์ (Normalized array factor :  $(AF)_n$ ) (2 คะแนน)

ค. จงหาตำแหน่งที่เกิดนัลจุดแรก (First null) ในหน่วยองศา (2 คะแนน)

ง. จงหาสภาพเจาะจงทิศทางของอาร์เรย์นี้ (2 คะแนน)

จ. ถ้าต้องการให้อาร์เรย์แบบบรอดไซด์นี้มีสภาพเจาะจงทิศทางเท่ากับ 10 dB

จงหาจำนวนขององค์ประกอบ

(2 คะแนน)

$$\psi = k d \cos \theta + \beta = 0$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

(30 นาที)

ก)  $\beta = 0$  ✗

$$\psi = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda}{2} \cos \theta + \beta$$

$$= \pi \cos \theta$$

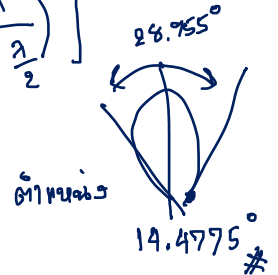
$$ข) (AF)_n = \frac{1}{8} \frac{\sin(4\pi \cos \theta)}{4\pi \cos \theta}$$

$$= \frac{1}{8} \text{sinc}(4 \cos \theta)$$

$$ด) \text{FNBW} = 2 \left[ \frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \left( \frac{\lambda}{8 \frac{\lambda}{2}} \right) \right]$$

$$= 0.50536 \text{ rad}$$

$$= 28.955^\circ$$



$$ง) D_o = 2N \left( \frac{\lambda}{2} \right) = 8$$

$$D_o \text{ dB} = 10 \log 8 = 9.03 \text{ dB}$$

จ) ต้องการ 10 dB

$$10^{\frac{D_o}{10}} = N$$

$$N = 10 \quad 10 \text{ องค์ประกอบ}$$

4. ท่อนำคลื่นสี่เหลี่ยมที่ไม่มีการสูญเสียวางบนระนาบกราวด์ขนาดอนันต์ทำงานในโหมด TE<sub>10</sub> มีอัตราขยายเท่ากับ 8.5 dB จงหา

ก. พื้นที่ทางกายภาพของสายอากาศ (ในหน่วย  $\lambda^2$ ) (4 คะแนน)

ข. พื้นที่ประสิทธิภาพสูงสุด (ในหน่วย  $\lambda^2$ ) (3 คะแนน)

ค. ประสิทธิภาพอะเพอร์เจอร์ (ในหน่วย %) (3 คะแนน)

(25 นาที)

วิธีทำ

$$ก) D_0 = 0.81 \left[ 4\pi \left( \frac{ab}{\lambda^2} \right) \right]$$

$$ก) D_0 = \frac{4\pi}{\lambda^2} (0.81 ab)$$

$$10^{0.85} = 0.81 \frac{4\pi (ab)}{\lambda^2}$$

$$A_{em} = 0.81 \times 0.6955 \lambda^2$$

$$= 0.5633 \lambda^2$$

$$\frac{พื้นที่}{พื้นที่} = \frac{10^{0.85}}{0.81 \times 4\pi} \lambda^2 = 0.6955 \lambda^2$$

$$ค) \frac{A_{em}}{A_p} = \epsilon_{ap}$$

$$\% = \epsilon_{ap} \times 100 = \frac{0.5633}{0.6955} \times 100 = 80.992 \%$$

5. ถ้าต้องการออกแบบให้สายอากาศไดโพลอาร์เรย์แบบลอคเพอริโอติก (Log-periodic dipole array antenna) มีสภาพเจาะจงทิศทางเท่ากับ 9 dB ทำงานในย่านความถี่ตั้งแต่ 790 MHz ถึง 860 MHz โดยใช้กราฟสำหรับการออกแบบสายอากาศดังรูปที่ 5

$f_L$        $f_U$

ก. จงหาจำนวนองค์ประกอบของลอคเพอริโอติก (N) (2 คะแนน)

ข. จงหาความยาวของไดโพลที่ยาวที่สุดและสั้นที่สุด (2 คะแนน)

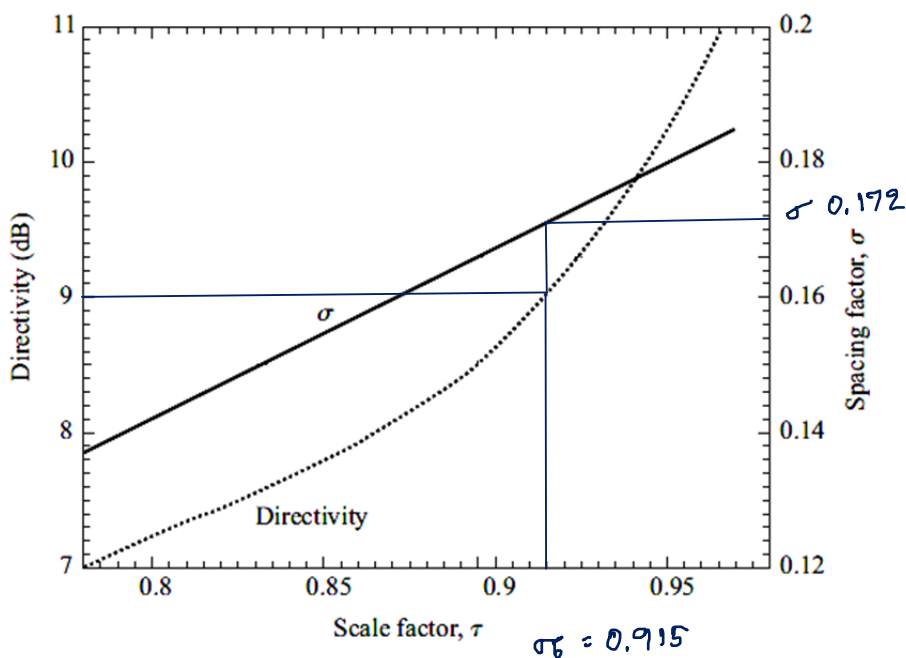
ค. จงหาความยาวของไดโพลตัวที่ 1 และตัวที่ 2 (2 คะแนน)

ง. จงหาระยะห่างระหว่างไดโพลตัวที่ 1 และตัวที่ 2 (2 คะแนน)

จ. สมมติให้ไดโพลตัวสุดท้ายมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. จงหาเส้นผ่าศูนย์กลางของไดโพลตัวรองสุดท้าย

(2 คะแนน)

(35 นาที)



รูปที่ 5 กราฟสำหรับออกแบบสายอากาศไดโพลอาร์เรย์แบบลอคเพอริโอติก

$$f_{\text{min}} \propto \frac{(1 - 0.915)}{4(0.172)} = 0.123546$$

$$\alpha = 7.043^\circ$$

$$\log(860 \times 10^6) - \log(790 \times 10^6) = (N-1) \log\left(\frac{1}{0.915}\right)$$

$$n) \quad N = 1.9557 \rightarrow N = 2 \text{ องค์ประกอบ } \neq$$

๑) ความยาวโฟกัส  $l_1 = \frac{1}{2} \frac{c}{f_v} = 0.1744 \text{ m}$  ชั้นสัດ

$l_2 = \frac{1}{2} \frac{c}{f_L} = 0.18987 \text{ m}$  ชั้นสัດ

๓)  $l_1 = 0.1744 \text{ m}$

$l_2 = 0.18987 \text{ m}$

๕)  $R_2 = \frac{l_2}{2 \tan \alpha} = \frac{0.18987}{2(0.123456)} = 0.768978 \text{ m}$

$R_1 = \frac{l_1}{2 \tan \alpha} = \frac{0.1744}{2(0.123456)} = 0.70632 \text{ m}$

ระยะห่าง  $0.062658 \text{ m}$  \*

๖)  $d_2 = 5 \text{ cm}$

$\frac{d_1}{d_2} = \sigma = 0.915$

$d_1 = 0.915 d_2 = 4.575 \text{ cm}$  \*

6. จงออกแบบสายอากาศยาคี-อุดะ (Yagi - Uda antenna) ให้มีสภาพเจาะจงทิศทางเท่ากับ 10.2 dBd เพื่อใช้งานที่ความถี่ 1800 MHz โดยที่เส้นผ่าศูนย์กลางขององค์ประกอบพาราซิติคเท่ากับ 0.0085λ (10 คะแนน)

(30 นาที)

วิธีทำ  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1.8 \times 10^9} = 0.16667$

Reflector =  $0.482\lambda = 8.03 \text{ cm}$

driven =  $0.45\lambda = 7.5 \text{ cm}$

$l_3 = 0.428\lambda = 7.133 \text{ cm}$

$l_4 = 0.420\lambda = 7 \text{ cm}$

$l_5 = 0.420\lambda = 7 \text{ cm}$

$l_6 = 0.428\lambda = 7.133 \text{ cm}$

ระยะห่างระหว่าง Director

$0.25\lambda = 4.167 \text{ cm}$

Driven กับ Reflector

$0.2\lambda = 3.33 \text{ cm}$

ความยาวทั้งหมด 20 cm

$1.2\lambda$

