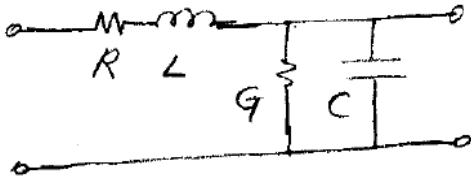


초고주파공학 중간고사 해답

(주의사항) Closed Book. 계산기 미사용. 각 문항 10점

I. 전송선 문제

1. 전송선의 등가회로 도식



2. 위 등가회로로부터 특성임피던스 Z_0 , 복소 전파상수 γ 공식 제시

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}, \quad \gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

3. 위 등가회로에서 무손실 조건 제시

$$R = 0, G = 0$$

4. 위 등가회로가 무손실일 경우 Z_0 , 위상정수 β 공식 제시

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \gamma = j\omega\sqrt{LC} = j\beta, \quad \beta = \omega\sqrt{LC}$$

5. 특성 임피던스가 Z_0 이며 길이가 $1/2$ 파장 무손실 전송선 종단에 부하저항 R_L 이 연결되어 있다. 부하 위치에서의 반사계수 Γ_L , 전송선 입력단에서의 반사계수 Γ_{in} , 전송선 입력단에서의 입력 임피던스 Z_{in} 을 구하라.

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

II. 교류회로 문제

저항 R , 인덕터 L , 커패시터 C 가 직렬로 연결된 회로 양단에 교류 전압원 $v_s(t) = V_0 \cos(\omega t + \phi)$ 가 연결되었다.

6. 교류 전압원의 페이저 제시

$$V = V_0 e^{j\phi}$$

7. 전압원이 회로 쪽을 바라볼 때의 임피던스 Z_{in} 제시

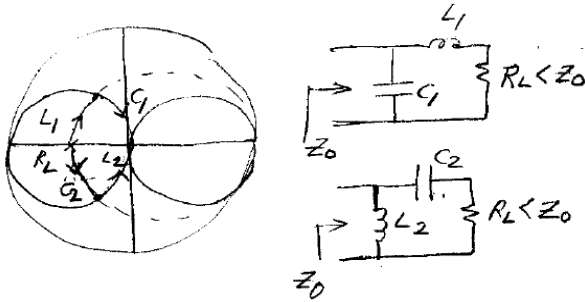
$$Z_{in} = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

8. 회로에 흐르는 전류의 위상이 전압원의 위상과 같을 조건 제시

$$I = \frac{V}{Z_{in}} \rightarrow I \text{ and } V \text{ of a same phase} \rightarrow \text{Im}(Z_{in}) = 0 \rightarrow j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = 0 \rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

III. 임피던스 정합

9. 특성 임피던스가 Z_0 인 무손실 전송선 종단에 부하저항 $R_L (< Z_0)$ 이 연결되어 있다. L, C 정합 (총 2개 소자만 사용)을 하기 위한 회로도 (회로소자값 제외) 2가지 제시 (회로 1, 회로 2)



IV. 차단 주파수

10. 전송선에서 차단 주파수란 무엇인지 설명

전송선의 전압/전류가 감소 없이 진행할 수 있는 최소 주파수. 주파수가 차단 주파수 미만일 경우 전송선의 신호는 지수함수적으로 감소한다.

11. 동축선 TEM 모드의 차단 주파수 f_c 제시

$$f_c = 0$$

12. 폭이 a , 높이가 b 인 ($b < a$) 사각 도파관에 있어서 TE_{10} 모드의 차단 파장 제시

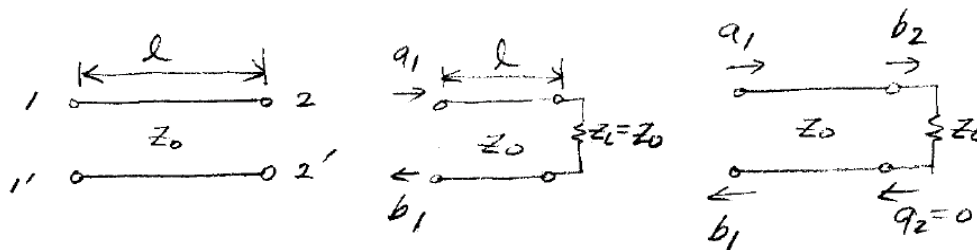
$$\lambda_c = 2a$$

V. 산란계수

13. 2-포트 (2-단자) 회로망의 산란행렬 $[S]$ 제시

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$$

14. 길이가 L 인 동축선의 산란행렬 제시 (힌트: 2-단자 회로망임.)



$$S_{11} = \left. \frac{b_1}{a_1} \right|_{a_2=0} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{Z_0 - Z_0}{Z_0 + Z_0} = 0$$

$$b_2 = a_1 e^{-j\beta L} \rightarrow S_{21} = \left. \frac{b_2}{a_1} \right|_{a_2=0} = e^{-j\beta L}$$

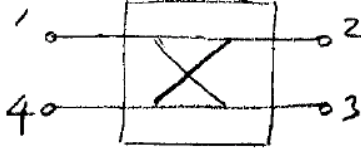
$$S_{12} = S_{21}$$

$$S_{22} = S_{11} = 0$$

$$[S] = \begin{bmatrix} 0 & e^{-j\beta L} \\ e^{-j\beta L} & 0 \end{bmatrix}$$

VI. 하이브리드 커플러

15. 하이브리드 커플러의 블록도(회로기호)를 제시하고 단자(port) 번호 표시



16. 이상적인 90° 하이브리드의 산란행렬 제시

$$[S] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & e^{-j\pi/2} & e^{-j\pi} & 0 \\ e^{-j\pi/2} & 0 & 0 & e^{-j\pi} \\ e^{-j\pi} & 0 & 0 & e^{-j\pi/2} \\ 0 & e^{-j\pi} & e^{-j\pi/2} & 0 \end{bmatrix}$$

17. 위 15 번 문제의 회로도를 기준으로 하이브리드 커플러의 분리도 I (dB), 결합도 C (dB), 지향도 D (dB) 제시

$$I(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_4}$$

$$C(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_3}$$

$$D(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_3}{P_4}$$