실험 경연 – 문제 2

블랙박스

장치와 재료

1. 2현상 오실로스코프.
2. 0.02 Hz부터 2 MHz 범위에서 사인파, 삼각파, 사각파를 만들 수 있는 함수 발생기.

3. 두 무리의 단자(ABCD 무리와 A′B′C′D′ 무리)가 달린 "블랙박스". 그 밖에 표준 저항 R_0 = 5 kΩ용 단자 두 개가 있으며, 이 저항은 두 무리와 떨어져 있다.

4. 저항을 무시할 수 있는 도선.
5. 그래프 용지.

경고: 블랙박스를 열면 안 된다.

실험

블랙박스 속에는 수동 소자(저항 R, 축전기 C, 인덕터(유도 코일) L 종류의 소자) 두 무리가 있다. 첫째 무리는 그림 1처럼 별 모양으로 연결된 세 소자 Z_1, Z_2, Z_3으로 이루어져 있다. 소자들은 단자 A, B, C, D로 이어져 나오며, A는 ABCD 무리의 공통 단자이다. 둘째 무리는 세 소자 Z'_1, Z'_2, Z'_3으로 이루어져 있으며 같은 방식으로 단자 A′, B′, C′, D′에 연결되어 있고, A′는 A′B′C′D′ 무리의 공통 단자이다(그림 2 참고).

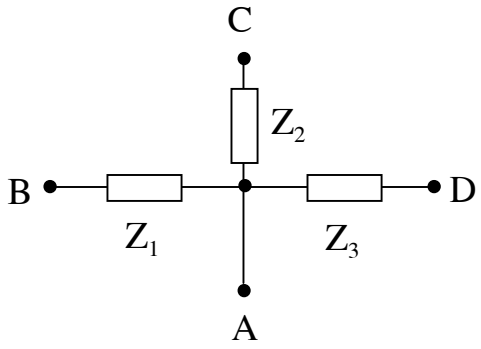


그림 1

1. 오실로스코프와 함수 발생기로 각 소자 Z_1, Z_2, Z_3과 Z'_1, Z'_2, Z'_3의 종류와 매개변수(R의 저항, C의 전기용량, L의 인덕턴스)를 정하시오. [5.0점]

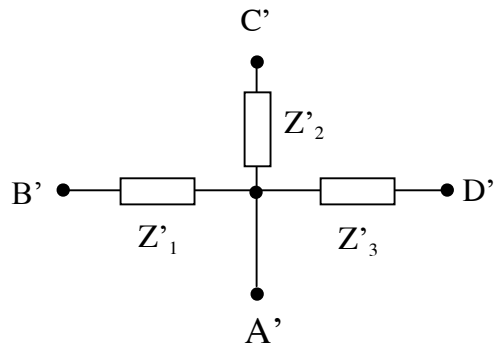


그림 2

2. 다섯 점 B, C, B′, C′, D′를 서로 연결하시오. 그러면 단자가 D, D′, A′인 새 블랙박스(DD′A′라 부른다)를 얻는다.
   a. 이 블랙박스의 전기 회로를 그리시오.
b. 발생기의 사인파를 단자 D와 A′에 가하시오.

신호 진동수 f의 함수로, 전압 진폭의 비 $K = \dfrac{U_{D'A'}}{U_{DA'}}$ 와 두 전압 사이의 위상차 ϕ를 그래프로 그리시오.

c. 그래프에는 어떤 진동수 f_0에서 특별한 점이 있다. 다음 값을 정하시오:

진동수 f_0, 비 $K = \dfrac{U_{D'A'}}{U_{DA'}}$, 그리고 이 진동수에서의 위상차 ϕ.

d. f_0과 블랙박스 속 소자들의 매개변수 사이의 관계를 유도하고 f_0의 값을 계산하시오. [5.0점]