

4단자 커플러 회로에서의 두 개 단자의 입력 신호 특성에 따른 출력 신호 특성

박응희
강원대학교

Output Signal Characteristics according to Input Signal Characteristics of Two Input Ports in 4-port Coupler Circuit

Ung-Hee Park
Kangwon University
E-mail : uhpark@kangwon.ac.kr

요 약

4단자 커플러 회로는 입력 단자, 격리 단자와 두 개의 출력 단자로 구성된다. 입력 단자와 격리 단자에 신호가 입력하면 입력하는 신호의 세기 및 위상 특성에 의해 두 개의 출력 단자의 출력 신호의 세기와 위상이 결정된다. 본 논문에서는 대표적인 4단자 커플러 회로인 브랜치라인 하이브리드 커플러와 링-하이브리드 커플러를 이용하여 두 개의 입력 단자의 입력 신호 특성에 따른 출력 신호 특성을 분석하였다. 또한, 분석한 신호를 바탕으로 브랜치라인 커플러와 링-하이브리드 커플러의 새로운 이용 방법에 대해 살펴 보았다.

ABSTRACT

The four-port coupler circuit consists of input port, isolation port and two output ports. When it inserts a signal at the input port and the isolation port, the magnitude and phase of the output signal at two output ports are decided by the magnitude and phase of the input signal. This paper analyzes the output signal characteristic of two output ports due to the input signal magnitude and phase of two input ports using the typical 4-port coupler circuit, Branchline hybrid coupler and Ring-hybrid coupler. And, it studies about new way to use branchline hybrid coupler and ring-hybrid coupler on the basis of the this information.

키워드

브랜치라인 커플러, 링-하이브리드 커플러, 90도 하이브리드 커플러, 4단자 커플러 회로

1. 서 론

그림 1의 브랜치라인 커플러와 그림 2의 링-하이브리드 커플러는 대표적인 초고주파 4단자 수동 소자이다. 브랜치라인 커플러는 하나의 단자에 신호가 입력하면 두 개의 출력 단자로는 90도 위상차의 동일 전력이 분배되어 출력되고, 남은 하나의 단자는 신호가 출력하지 않는 격리 단자이다.[1] 링-하이브리드 커플러는 일반적으로 하나의 단자에 신호가 입력하면 두 개의 단자에는 180도 위상차의 동일 전력 신호가 출력되고, 남은 하나의 단자는 격리 단자가 된다.[2]

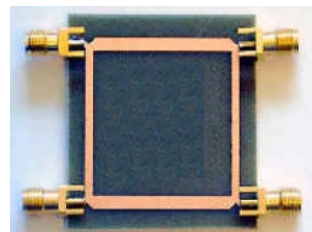


그림 1. 브랜치라인 커플러

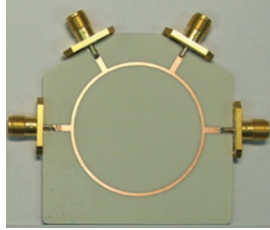


그림 2. 링-하이브리드 커플러

현재 브랜치라인 커플러와 링-하이브리드 커플러에 대한 특성과 해석은 이미 완벽하게 연구되었으며, 이를 이용하여 다양한 형태로 변형되어 이용하고 있다.[3]~[5]

본 논문에서는 브랜치라인 커플러와 링-하이브리드 커플러에 격리 관계에 있는 두 단자에 신호를 공급하여 입력하는 신호의 위상 특성에 따라 두 개의 출력 단자의 출력 신호를 살펴보려 한다. 또한, 이를 이용하여 브랜치라인 커플러와 링-하이브리드 커플러의 새로운 이용 가능성에 대해 살펴보려 한다.

II. 본 론

그림 3은 브랜치라인 커플러의 블록 다이어그램이다. 1번 단자에 신호가 입력하는 2번 단자와 3번 단자에 90도 위상차의 신호가 동일 전력으로 출력한다. 4번 단자는 격리 단자로 1번 단자로 입력한 신호는 이론적으로 출력하지 않는다. 1번 단자와 4번 단자에 식 (1)과 (2)의 신호가 입력하게 되면, 2번 단자와 3번 단자에는 식 (3)과 (4)의 신호가 출력한다.

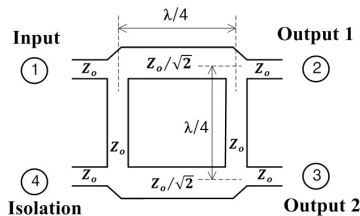


그림 3. 브랜치라인 커플러 블록 다이어그램

$$V_{i1} = 2 V_1 \angle (\theta_1 + \alpha) \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$V_{i2} = 2 V_2 \angle (\theta_2 + \beta) \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$V_{B,o1} = V_1 \angle (\theta_1 + 90^\circ + \alpha) + V_2 \angle (\theta_2 + 180^\circ + \beta) \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$V_{B,o2} = V_1 \angle (\theta_1 + 180^\circ + \alpha) + V_2 \angle (\theta_2 + 90^\circ + \beta) \quad \text{-----} \quad (4)$$

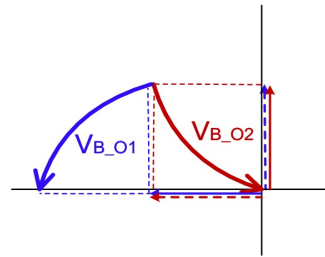


그림 4. 브랜치라인 커플러 출력 1

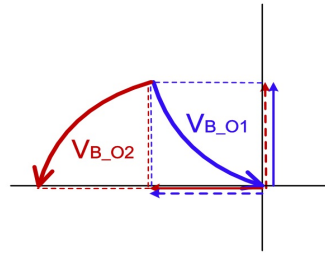


그림 5. 브랜치라인 커플러 출력 2

식 (1)과 (2)의 세기 V_1 과 V_2 의 값이 동일하고, 위상 θ_1 과 θ_2 이 0도인 경우에 1번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(α)이 90도이고 4번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(β)이 0도이면 두 개의 출력 단자에는 그림 4의 형태의 전압이 출력하게 된다. 또한, 1번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(α)이 0도이고 4번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(β)이 90도이면 두 개의 출력 단자에는 그림 5의 형태의 전압이 출력하게 된다. 이는 입력하는 신호의 90도 위상 변화에 의해 두 개의 출력 단자 중 하나로 신호를 모두 보낼 수 있음을 의미한다.

그림 6은 링-하이브리드 커플러의 블록 다이어그램이다. 1번 단자에 신호가 입력하는 2번 단자와 4번 단자에 180도 위상차의 신호가 동일 전력으로 출력한다. 3번 단자는 격리 단자로 1번 단자로 입력한 신호는 이론적으로 출력하지 않는다. 1번 단자와 3번 단자에 식 (1)과 (2)의 신호가 입력하게 되면, 2번 단자와 4번 단자에는 식 (5)과 (6)의 신호가 출력한다.

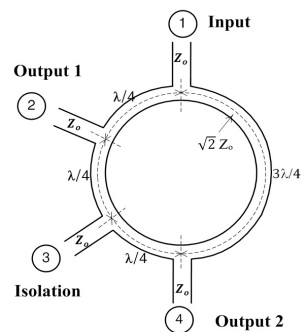


그림 6. 링-하이브리드 커플러 블록 다이어그램

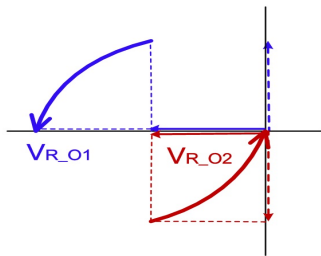


그림 7. 링-하이브리드 커플러 출력 1

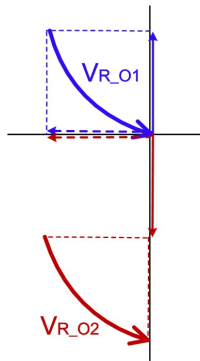


그림 8. 링-하이브리드 커플러 출력 2

$$V_{R,o1} = V_1 \angle (\theta_1 + 90^\circ + \alpha) + V_2 \angle (\theta_2 + 90^\circ + \beta) \quad \text{-----} \quad (5)$$

$$V_{R,o2} = V_1 \angle (\theta_1 + 270^\circ + \alpha) + V_2 \angle (\theta_2 + 90^\circ + \beta) \quad \text{-----} \quad (6)$$

식 (1)과 (2)의 세기 V_1 과 V_2 의 값이 동일하고, 위상 θ_1 과 θ_2 이 90도인 경우에 1번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(α)이 90도이고 3번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(β)이 0도이면 두 개의 출력 단자에는 그림 7의 형태의 전압이 출력한다. 또한, 1번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(α)이 0도이고 3번 단자에 입력하는 신호의 위상 변화량(β)이 90도이면 두 개의 출력 단자에는 그림 8의 형태의 전압이 출력한다. 이는 앞서 브랜치라인 커플러의 동위상 신호가 입력하는 경우와 같이 입력하는 신호의 90도 위상 변화에 의해 두 개의 출력 단자 중 하나로 신호를 모두 보낼 수 있게 된다. 이와 같은 동작은 입력하는 신호의 90도 위상 변화 특성을 이용하며, 두 개의 출력 단자에 임의의 비율로 신호를 분배하여 출력할 수 있음을 의미한다.

III. 결 론

브랜치라인 커플러와 링-하이브리드 커플러는 대표적인 초고주파 4-단자 기본 소자이다. 이 두

소자를 이용하여 격리 관계의 두 단자에 신호를 입력하여 입력 위상에 따른 출력 신호 특성을 살펴 보았다. 브랜치라인 커플러의 경우 동위상으로 신호가 입력하는 경우에 입력 위상의 90도 변화에 따라 두 개의 출력 단자에 임의의 전력 비율로 신호 분배가 가능함을 알 수 있었다. 링-하이브리드 커플러의 경우 90도 위상차의 신호로 입력하는 경우에 두 개의 출력 단자에 임의의 전력 비율로 신호 분배가 가능함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] J. Reed and G. J. Wheeler, "A Method of Analysis of Symmetrical Four-Port Networks," *IRE Trans. on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT-4, pp. 246-252, Oct. 1956
- [2] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, 3/e, John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 352-357, 2005.
- [3] 임종식, 차현원, 정용채, 박용희, 안달, "접지 접촉 문제가 없는 새로운 DGS 비대칭 브랜치 라인 하이브리드 결합기," *전기학회논문지*, 제57권 제8호, pp.1416-1421, 2008년 8월
- [4] 임종식, "가유전체 기판을 이용한 소형화된 링 하이브리드 커플러의 설계," *한국산학기술학회논문지*, 제15권 제5호, pp.3139-3145, 2014년 5월
- [5] 이홍섭, 황희용, "헤어핀 형태의 결합 선로를 이용한 소형화된 링 하이브리드의 설계," *한국전자과학회논문지*, 제18권 제5호, pp.547-552, 2007년 5월