

임의의 종단 임피던스를 갖는 Ring Hybrid 결합기의 구현

○정 용재, 김 진욱, 안 피란, 안 달, 장 익수
 서강대학교 전자공학과

(Synthesis of Ring Hybrid Coupler having arbitrary termination impedance)

Y.C. Jung, J.O. Kim, H.R. Ahn, D. Ahn, I.S. Chang
 Dept. of Electronic Engineering, Sogang University

Abstract

Synthesis of ring hybrid coupler which have arbitrary termination impedance is present and experimental result at 1.5GHz is also presented.

1. 서론

Ring Hybrid 결합기는 전력이 양분되며 양분되는 단자의 위상차가 180°가 되는 성질을 이용하여 평형 혼합기(balanced mixer)에 사용된다.

그러나 Ring Hybrid 결합기를 이용하여 평형 혼합기를 만들때 바이어스에 따른 다이오드의 임피던스값이 달라지므로 Ring Hybrid의 종단 임피던스 50Ω과 정합시키기 위해서는 λ/4 변압기(quarter wavelength transformer)등의 정합회로가 추가되게 되어 전체 회로의 크기가 커지는 단점이 생기게 된다.[1]

본 논문에서는 이 단점을 보완하기 위하여 임의의 종단 임피던스를 갖는 Ring Hybrid 결합기 구조를 설계 제작 하였다.

임의의 종단 임피던스를 갖는 Ring Hybrid 결합기의 구조가 그림 1에 보여지고 있다.

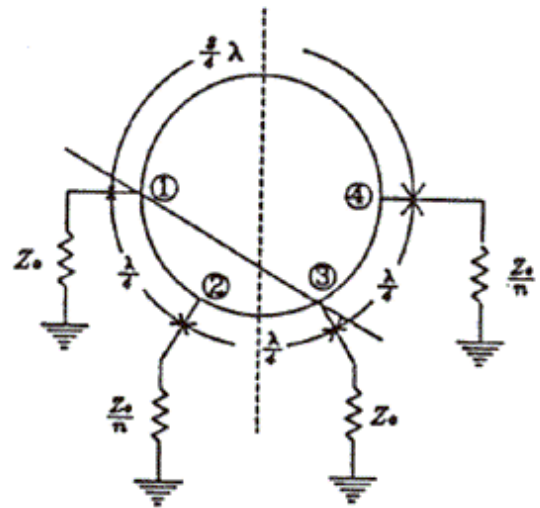


그림 1. 임의의 종단 임피던스를 갖는 Ring Hybrid 결합기

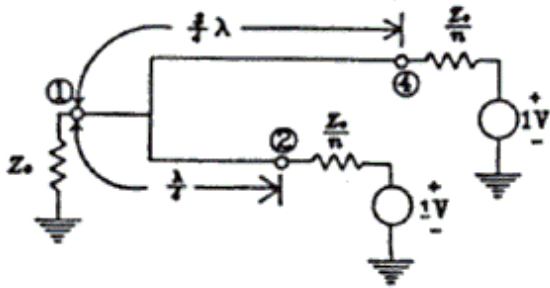
단자 1과 단자 3은 종단 임피던스가 $Z_0=50\Omega$ 으로 되어 있고 바이어스에 따른 임의의 특성 임피던스를 지닌 다이오드들 연결할 단자 2와 4는 종단 임피던스가 Z_0/n 으로 되어 있다.

이 Ring Hybrid 결합기는 기존의 Ring Hybrid 결합기의 기능 외에 중단 임피던스의 레벨링(leveling) 기능도 포함하고 있어 정합회로가 추가됨으로 인한 회로의 크기가 커지는 것을 줄일 수 있는 장점이 있다.

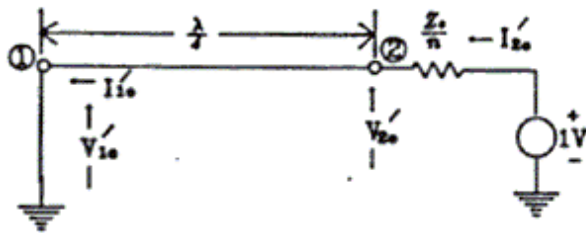
11. 임의의 중단 임피던스를 갖는 Ring Hybrid

결합기의 구현

그림 1에서 접선은 일반적으로 모든 단자의 중단 임피던스가 50Ω 으로 되어 있을 때 우,기 여기(even, odd excitation)를 고찰하기 위한 대칭선이었으나 판점을 달리해서 단자 1에 전원이 있을 때 단자 3에서는 분기됐던 전력이 합쳐지면서 위상이 180° 가 틀려지므로 단자 3과 단자 1을 잇는 실선을 우 여기, 기 여기를 위한 대칭선으로 볼 수 있다.[2]

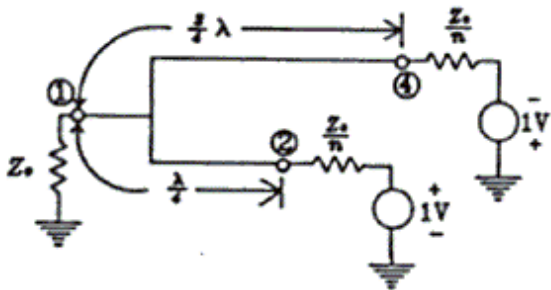


(a)

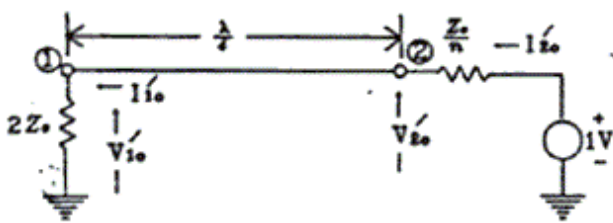


(b)

그림 2. 우 여기 일때의 Ring Hybrid 결합기의 모델 (단자 2에서 전원이 인가된 경우)



(a)



(b)

또한 그림 3의 (a)와 같이 기 여기가 되면 그림 3의 (b)와 같이 될 수 있다.

그림 3의 (b)에서 보는 것과 같이 전원 전압이 부하에 모두 반사 손실없이 전달되기 위해서는 전송 선로의 길이가 $\lambda/4$ 이므로 $\lambda/4$ 변환에 의하여

$$Z_c^2 = 2 Z_0 Z_0/n \quad (1)$$

가 성립 하여야 한다. 따라서 단자 1과 단자 3, 단자 1과 단자 4의 전송선로의 특성 임피던스는

$$Z_c = \sqrt{\frac{2}{n}} Z_0 \quad (2)$$

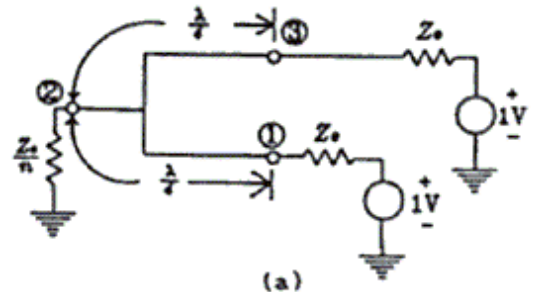
와 같이 표시된다.

마찬가지로 단자 1에 신호가 인가된 경우를 생각하자.

이때의 단자 1과 단자 3, 단자 1과 단자 2의 전송 선로의 특성 임피던스를 고찰하기 위해서 우 여기, 기 여기 회로를 그림 4와 그림 5에 나타냈다.

그림 4의 (a)와 같이 우 여기가 되면 그림 4의 (b)와 같이 단자 1에서 단락이 되므로 우 여기때에는 전송 선로의 특성 임피던스는 무관함을 알 수 있다.

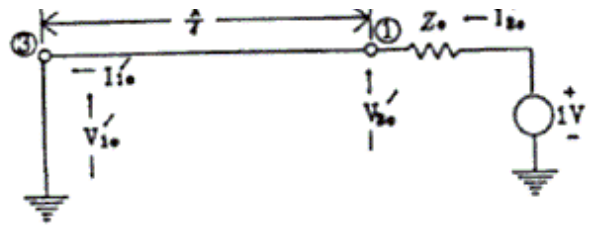
또한 그림 5의 (a)와 같이 기 여기가 되면 그림 5의 (b)와 같이 될 수가 있다.



(a)

그림 3. 우 여기 입때의 Ring Hybrid 결합기의 모델
(단자 2에서 전원이 인가된 경우)

입력의 증단 임피던스를 갖는 결합기의 전송 선로의 특성 임피던스값을 고찰하기 위해 단자 2에서 신호가 인가된 경우에 대하여 생각해 보자. 이때의 우 여기 회로를 그림 2에 기 여기 회로를 그림 3에 나타냈다. 그림 2의 (a)와 같이 우 여기가 되면 그림 2의 (b)와 같이 단자 1에서 단락이 되므로 우 여기 때에는 전송선로의 특성 임피던스는 무관함을 알 수 있다.



(b)

그림 4. 우 여기 입때의 Ring Hybrid 결합기의 모델
(단자 1에서 전원이 인가된 경우)

임의의 종단 임피던스를 갖는 Ring Hybrid 결합기의 구현

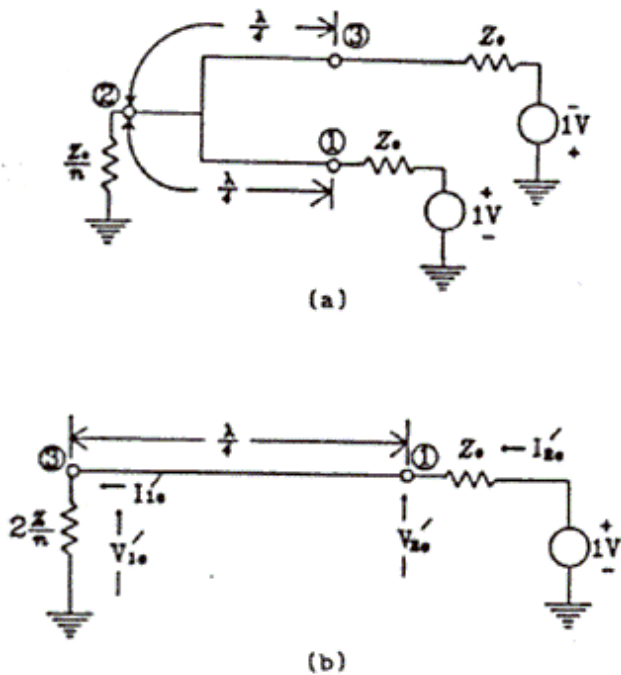
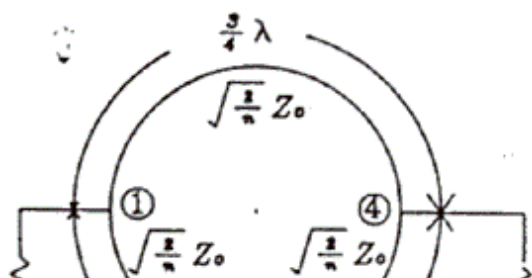


그림 5. 기 여기 일때의 Ring Hybrid 결합기의 모델
(단자 1에서 전원이 인가된 경우)

이것 역시 전원 전압이 부하에 모두 반사 손실없이 전달되기 위해서는 전송 선로의 길이가 $\lambda/4$ 이므로 $\lambda/4$ 변환에 의하여

$$Z_c^2 = 2 Z_0 Z_0/n$$

가 성립하여야 한다. 따라서 단자 1과 단자 3, 단자 1과 단자 2의 전송선로의 특성 임피던스는 식 (2)와 같이됨을 알 수 있다. 그러므로 임의의 종단 임피던스를 지닌 Ring Hybrid 결합기의 전송선로의 특성 임피던스는 그림 6와 같이 표시 될 수 있다.



III. 시뮬레이션 결과 및 실험 결과

임의의 종단 임피던스를 25Ω으로 할때 그림 6에 의해서 Ring Hybrid 결합기의 전송선로의 특성임피던스는 50Ω임을 알 수 있으며 이때의 시뮬레이션 결과가 그림 7에 나타나 있다. 그림 7에서 볼 수 있듯이 중심 주파수 1.5GHz에서 단자 2와 단자 4로 3dB씩 갈라지는 것을 볼 수 있을 뿐 아니라 위상차이도 180°의 위상차가 남을 볼 수 있듯이 임의의 종단 임피던스를 가져도 Ring Hybrid의 특성은 변함이 없음을 알 수 있다.

실험에 사용한 기판은 상대 유전율이 4.6인 Epoxy 기판으로 중심 주파수 1.5GHz이고 25Ω의 종단 임피던스를 갖는 Ring Hybrid를 제작하여 측정 하였다.

그림 8에서 보듯이 단자 2와 4에서 -3.7dB씩 분기됨을 알 수 있다. 여기서 0.7dB정도가 시뮬레이션과 차이가나는 것은 기판의 유전체 손실, 커넥터 손실등의 원인으로 생각된다.

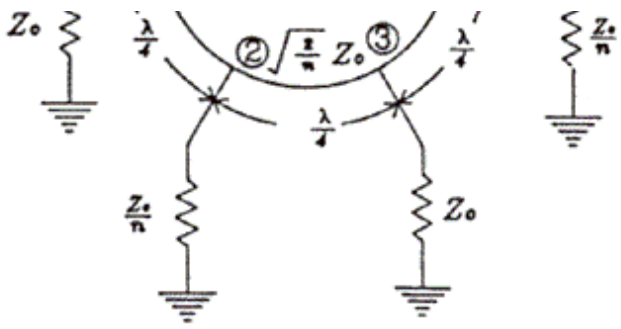
또한 고립단(isolation port)의 차이도 유전체 손실로 인하여 생긴것으로 생각된다.

IV. 결론

Ring Hybrid 결합기가 임의의 종단 임피던스를 갖게 함으로써 임피던스 매칭을 위한 $\lambda/4$ 변환기 회로 없이 평형 혼합기에 직접 연결 하여 전체 회로의 크기를 줄일 수 있음을 보였다.

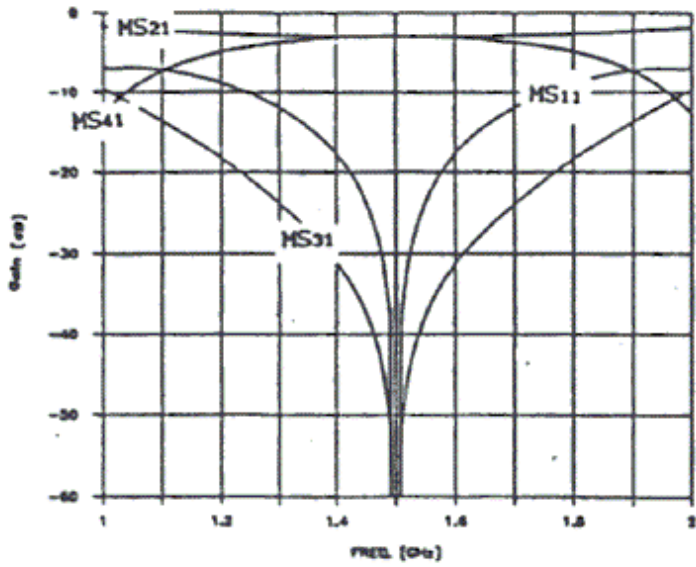
이때 Ring Hybrid의 원래 특성, 전력이 양분되어 갈라지고 위상차가 180° 되는 기능은 변함이 없음을 알 수 있었다.

V. 참고 문헌

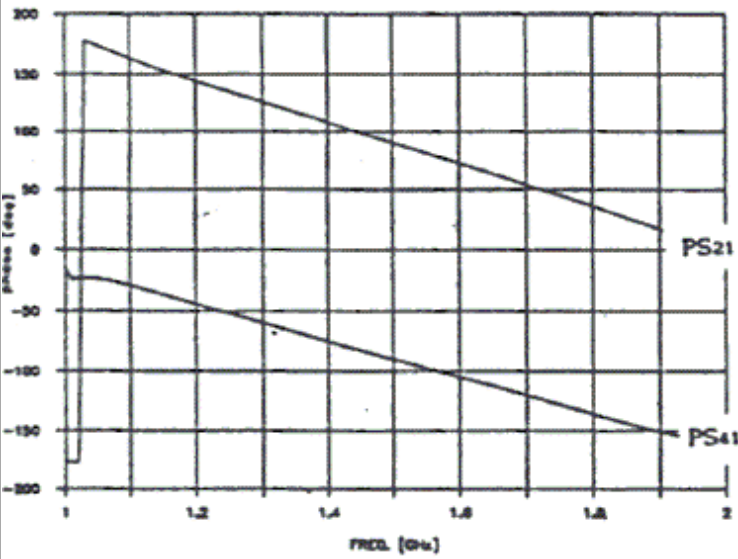
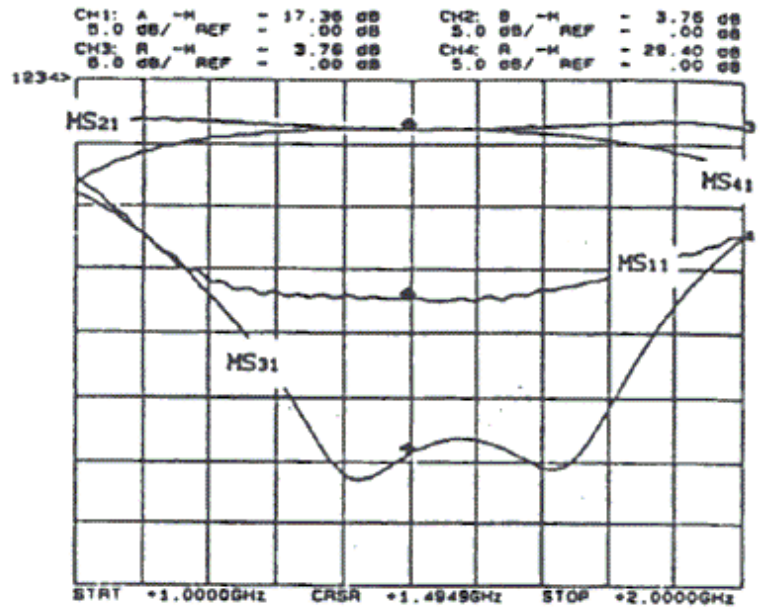


- [1] Stephen A. Mass, *Microwave mixers*. Artech house, Inc., pp.22 - 24,1986
- [2] R.G. Brown, R.A. Sharpe, W.L. Hughes and R.E. Post, *Lines, Waves, and Antennas*. John Wiley and Sons Inc., pp.124 - 135

그림 6. 임의의 중단임피던스를 지닌 Ring Hybrid 결합기의 특성 임피던스



(a)



(b)

그림 7. 시뮬레이션에 의한 단자 2와 단자 3의
출단 임피던스 25Ω을 갖는 Ring Hybrid 결합기

그림 8. 측정에 의한 단자 2와 단자 3의 출단 임피던스
25Ω을 갖는 Ring Hybrid 결합기