

Reflection type impedance tuner의 TMN 사용에 대한 당위성 분석

*황진원, 김정현

*한양대학교(ERICA)

wlsdnjs@hanyang.ac.kr, junhkim@hanyang.ac.kr

Analysis of justification about using reflection type impedance tuner for TMN

*Hwang Jin Won, Kim Jung Hyun

*Hanyang Univ(ERICA)

요약

본 논문은 one port reflection type 의 impedance tuner가 Tunable Matching Network(TMN)으로 사용하는 것이 적합한지 판단하기 위하여 matching network의 중요한 특성 중 하나인 Insertion Loss(IL) 관하여 분석하였다. 분석을 위해 transmission line을 이용한 reflection type tuner를 사용하였고 변하는 부하(Z_L)에 따라 IL의 변화를 확인하였다.

I. 서론

서로 다른 주파수나 출력전력의 크기, bias point나 불안정한 부하 임피던스에 대해서도 전력증폭기(PA)가 최적의 성능을 낼 수 있도록 impedance tuner가 Tunable Matching Network(TMN)로 사용되곤 한다. Tuner는 크게 transmission type과 reflection type으로 나눌 수 있다. 이 중에 TMN으로는 transmission type의 tuner가 주로 사용되고 reflection type의 tuner에 관한 논문은 대부분 load-pull이나 source-pull과 같은 용도로 사용된다. 본 논문에서는 one port reflection type의 tuner를 불안정한 부하 조건을 보상하기 위한 TMN으로 사용되었을 때 TMN의 중요한 특성 중 하나인 insertion loss(IL)에 대해 분석해 보고 reflection type의 tuner가 TMN으로 사용하기 적합한지 알아본다.

II. 본론

본 논문에서는 아래 Fig 1.과 같이 transmission line을 사용한 reflection type tuner를 분석에 사용하였고 tuner의 입력에서 보이는 Γ_{tuner} 는 아래 식 (1)과 같다[1].

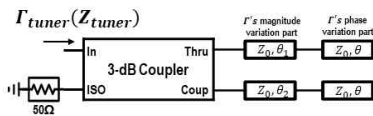


Fig 1. one port reflection type impedance tuner

$$\Gamma_{tuner} = \sin(\theta_1 - \theta_2) e^{j(90 - (\theta_1 + \theta_2) - 2\theta)} \quad (1)$$

One port reflection type의 tuner가 갖는 동작 특성만을 분석하기 위해 해당 논문에서는 ideal transmission line을 사용하여 분석을 진행하였다. Tuner를 TMN로 사용하기 위해 Fig 2.와 같이 부하(Z_L)에 병렬로 연결한다. 앞단의 회로나 PA가 최적의 성능을 낼 수 있는 임피던스(Z_{opt})가 정해져 있을 때, Z_L 에 따라서 tuner의 입력 임피던스(Z_{tuner})를 조절한다. 그때의 Z_{tuner} 와 IL은 식 (2)와 (3)과 같다.

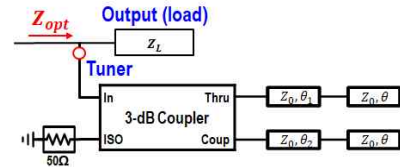


Fig 2. TMN으로 사용된 one port reflection type impedance tuner

$$Z_{tuner} = \frac{Z_{opt} Z_L}{Z_L - Z_{opt}} \quad (2)$$

$$IL = 10 \log \left(\text{real} \left(\frac{Z_{opt}}{Z_L} \right) \right) \text{ [dB]} \quad (3)$$

논문에서는 Z_{opt} 가 50Ω이라 가정하고 Z_L 의 변화에 따른 IL를 관찰하기 위해서 Z_L 의 실수값을 10Ω ~ 100Ω 까지, 허수값을 -j100Ω ~ j100Ω까지 조절하며 IL을 관찰하였다. 그 결과 Fig 3.과 같다. 고정된 Z_L 의 실수값에 대해서는 Z_L 의 허수값이 클수록 IL이 증가하는 경향을 보이고 고정된 Z_L 의 허수값에 대해서는 Z_L 의 실수값이 Z_L 의 허수값과 같을 때 IL이 가장 작게 나타났다. Z_{tuner} 가 음의 실수값을 갖을 수 없기 때문에 식 (4)의 조건을 만족하는 경우에만 tuner를 TMN으로 적용할 수 있다.

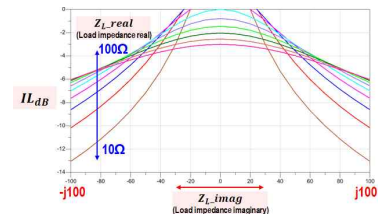


Fig 3. Z_L 에 따른 IL 그래프($Z_{opt}=50\Omega$)

$$Z_L = a + jb, Z_{opt} = c + jd \text{ 일 때,} \quad (4)$$

$$(ac - bd)(a - c) + (bc + ad)(b - d) \geq 0$$

III. 결론

One port reflection type tuner를 TMN으로 사용한 결과, 식 (4)를 만족하는 임피던스 조건에서 impedance tuner를 이용해 불안정한 Z_L 를 원하는 Z_{opt} 로 보상이 가능하지만, tuner 사용으로 인해 원치 않는 IL이 발생하기 때문에 tuner를 이용해 보상했을 때 생기는 이점이 IL보다 큰 경우에 사용이 적절하다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 IDEC에서 EDA Tool를 지원받아 수행하였습니다.

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임('20023443')

참 고 문 헌

- [1] Y. Bae, U. Kim, and J. Kim, "A programmable impedance tuner with finite SWRs for load-pull measurement of handset power amplifiers," IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 25, no. 4, pp. 268–270, Apr. 2015.