ISSN 3092-4235(Online)
Vol.14 No.1

Program Book

양자를 보는 눈, 우주를 여는 문: 전자파 기술

2026년 한국전자파학회 하계종합학술대회

2026년 8월 19일(수)~22일(토) | 알펜시아 리조트 평창

주최 KIEES 사단법인 한국전자파학회

후원 2025-2026 강원 방문의 해 VISIT GANGWON, GWTO 강원관광재단 Gangwon Tourism Organization, 평창군 PYEONGCHANG COUNTY

IEEE MTT-S Seoul / AP-S Seoul / GRSS Seoul / EMC-S Daejeon-Seoul Chapters

협찬 한국전파진흥협회

LIG Defense&Aerospace, 대한항공, 로데슈바르즈코리아, 롯데렌탈, 루미르, 리차드슨 일렉트로닉스 코리아, 모아소프트, 브로던, 선인씨엔에스, 안리쓰코퍼레이션, 엠에스테크, 와이테크, 웨이비스, 인텔리안테크놀로지스, 텔콤인터내쇼날, 한국항공우주산업, 한화시스템

LPKF Korea, WIN Semiconductors Corp, 가이던트, 넥스윌, 로이엔텍, 비트센싱, 빅텍, 스마트레이더시스템, 씨앤지마이크로웨이브, 알에프에이치아이씨, 알에프머트리얼즈, 알에프시스템즈, 이엠씨솔루션, 코모텍, 크리모, 피플아이

KAIST 초소형 SAR 군집위성 연구센터, 극동통신, 대영유비텍, 미래시스템, 삼정오토메이션, 수산이앤에스, 아이스펙, 알에프피티, 에이치시티, 온품, 이앤알, 태진티엔에스, 하이게인안테나

KCC글라스, 나인플러스IT, 담스테크, 디원, 매커스, 서울대 차세대 전자파 융합 시스템 소프트웨어 연구센터, 성원포밍, 센서뷰, 알티테크, 에이치에스포비, 웨이브피아, 이레테크, 창우통상, 케이이알, 케이파, 탑계측기, 텔레다인르크로이, 티씨엔, 파라피에이, 한국전자통신연구원, 휴라

SKT, 대보정보통신, 한국외국어대학교 초고주파 응용시스템연구실, 한국전자기술연구원

KIEES 사단법인 한국전자파학회

구두 발표

전자파 측정

8월 21일(금), 15:20~16:50, 평창홀3(컨벤션/1층)

좌장: 강영근 교수(한국항공대)

구두 발표 F-Ⅷ	시간	논문제목	모든 저자(소속)
F-Ⅷ-01	15:20~15:35	플라즈마 부하 임피던스 계측을 위한 차동 모드 VI 센서	김승준○, 한해빈, 이문규(서울시립대학교)
F-Ⅷ-02	15:35~15:50	마이크로파 캐비티를 이용한 액체 시료의 유전 특성 역추정 기초 연구	정예원○, 김호원, 지영서, 김병관(충남대학교)
F-Ⅷ-03	15:50~16:05	개방단말 동축 프로브를 이용한 과냉각 수용액의 동결 개시 전후 복소 유전율 측정 연구	차승훈○, 이용식(연세대학교)
F-Ⅷ-04	16:05~16:20	Measurement of Anisotropic Dielectric Properties of Laminated Composites Using Metalens-Assisted RF Ellipsometry	신현재○, 홍원빈(포항공과대학교)
F-Ⅷ-05	16:20~16:35	SIW 안테나 기반 자유공간 측정 시스템의 시뮬레이션 검증	김수현○, 김수민, 이재욱(한국항공대학교)
F-Ⅷ-06	16:35~16:50	위상배열 안테나 및 레이돔·전자파 렌즈 성능평가를 위한 로봇 기반 전자파 측정시스템	권재용○, 이상수(한국표준과학연구원)

마이크로파/밀리미터파 수동회로 (2)

8월 21일(금), 08:30~10:00, 대관령1(컨벤션/1층)

좌장: 김지훈 교수(경기대)

구두 발표 G-V	시간	논문제목	모든 저자(소속)
G-V-01	08:30~08:45	복소 임피던스 정합을 위한 바랙터 부하 스터브 기반 가변형 브랜치라인 하이브리드 결합기	김수연○, 이근희, Girdhari Chaudhary, 정용채(전북대학교)
G-V-02	08:45~09:00	1-18 GHz 광대역 10 W급 리미터 MMIC 설계	안민석○, 전형진, 양영구(성균관대학교)
G-V-03	09:00~09:15	RF 멀티플렉서 기반 7-24 GHz 광대역 고전력 GaN SPDT 스위치	예나윤○, 박한솔, 윤병훈(경상국립대학교)
G-V-04	09:15~09:30	가시광, 적외선 및 레이다 대역 위장을 위한 다중 스펙트럼 스텔스 소자	호진우○, 박주현*, 김태엽*, 임성준 (중앙대학교,한국전자통신연구원*)
G-V-05	09:30~09:45	AI-Driven Inverse Design of Arbitrary-Shape Planar Inductors for Targeted RF Performance	김동혁○, 오성욱(서울시립대학교)
G-V-06	09:45~10:00	5G 기지국 빔포밍 안테나 배열을 위한 유연박막 주파수 선택 표면 집적 레이돔	임대천○, 김호용*, 임태관*, 홍성훈**, 임성준 (중앙대학교,에이스테크놀로지*, 한국전자통신연구원**)

복소 임피던스 정합을 위한 바랙터 부하 스터브 기반 가변형 브랜치라인 하이브리드 결합기

°김수연*, 이근희*, Girdhari Chaudhary**, 정용채*
*전북대학교 전자정보공학부, **전북RICE지능화혁신연구센터
ksy021128@jbnu.ac.kr, ycjeong@jbnu.ac.kr

I. 연구 배경

현대의 무선 통신 시스템은 높은 효율과 선형성을 갖는 전력 증폭기(power amplifier, PA)를 요구하며, 이를 위해 일반적으로 트랜지스터의 복소 입력/출력 임피던스에 대해 정밀한 정합이 필요하다. 특히 평형 전력 증폭기나 도허티 전력 증폭기 구조에서는 전력 분배 및 결합을 위해 브랜치라인 하이브리드 결합기(branch line hybrid coupler, BLHC)가 사용된다. 그러나 일반적으로 BLHC의 종단 임피던스가 50 Ω으로 고정되어 있어 별도의 정합회로(matching network, MN)가 필요하며, 이로 인해 회로 면적이 증가하고 삽입 손실이 발생하는 문제가 있다.

본 논문에서는 복소 임피던스 정합을 위해 바랙터 부하 스터브를 이용한 가변형 브랜치라인 하이브리드 결합기를 제안한다. 바랙터의 바이어스 전압을 조절함으로써, 제안된 구조는 추가적인 MN 없이도 여러 복소 종단 임피던스(complex termination impedance, CTI)를 실수 임피던스(R_{port})로 변환할 수 있다. 또한, 부하/스터브 임피던스, 바랙터 커패시턴스 사이의 관계를 나타내는 설계식을 유도하였다.

II. 제안한 가변형 BLHC 설계

제안된 가변형 BLHC는 트랜지스터의 최적 임피던스에 직접 정합되도록 종단에 병렬로 전송선과 바랙터 다이오드로 구성된 스터브를 연결한다. 해당 스터브를 이용해 BLHC의 종단 실수 임피던스(R_{port})를 정의하고, 바랙터 다이오드의 DC 전압을 조절해 다양한 CTI (Z_{load})에 대해 정합이 가능하도록 한다[1].

$$Z_{stub} = jX_{stub} = j\frac{Z_t(\omega C_v Z_t \tan\theta_t - 1)}{\omega C_v Z_t + \tan\theta_t} \quad (1a)$$

$$Z_{load} = R_{load} + jX_{load} \quad (1b)$$

$$Z_{port} = R_{port} + jX_{port} = Z_{load} \parallel Z_{stub} \quad (1c)$$

$$R_{port} = \frac{R_{load}X_{stub}^2}{R_{load}^2 + (X_{load}+X_{stub})^2} \quad (1d)$$

$$X_{port} = \frac{X_{stub}(R_{load}^2 + X_{load}^2 + X_{load}X_{stub})}{R_{load}^2 + (X_{load}+X_{stub})^2} \quad (1e)$$

이때 BLHC의 정합 조건은 X_{port} = 0이 되어야 하므로, 필요한 스터브 리액턴스와 종단 실수 임피던스는 수식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$X_{stub} = -\frac{R_{load}^2 + X_{load}^2}{X_{load}} \quad (2a) \qquad R_{port} = \frac{R_{load}^2 + X_{load}^2}{R_{load}} \quad (2b)$$

제안한 구조는 CTI에 따라 필요한 R_{port}를 결정하고 바랙터 바이어스 전압을 조절함으로써 두 개의 독립적인 설계 자유도를 제공한다. 즉, 기준 임피던스 R_{port}를 선택하며 1차 조정을 거치고 바랙터를 통해 실시간 미세 조정을 가능하게 한다.

그림 1은 f_0 = 2.45 GHz 조건에서 제안한 회로의 성능을 검증하기 위해 V_{dc}에 따라 CTI가 가변되는 정도를 스미스 차트에서 나타냈다. 이를 일반적인 MN을 포함한 BLHC와 −20 dB 대역폭을 비교했을 때 두 경우 240 MHz를 얻었다. 표 1은 CTI에 따라 설계 변수를 정리한 것으로 다양한 회로 구현이 가능함을 보여준다.

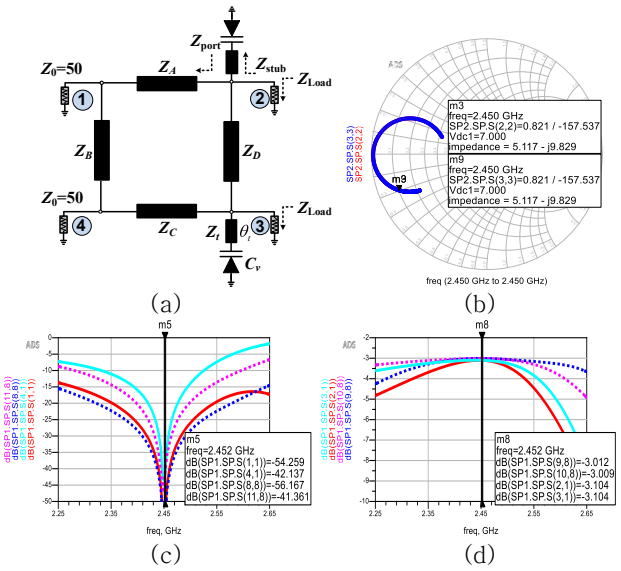


그림 1. 제안한 가변형 BLHC : (a) 구조도, (b) V_{dc}에 따른 가변 복소 임피던스, (c) 제안 BLHC 및 종전 BLHC의 반사계수 및, (d) 전달계수 특성

표 1. 복소 종단 임피던스에 따른 설계 변수

Z_1, Z_2	Z_3, Z_4	R_{port}	Z_A	Z_B	Z_C	Z_D	Z_{st}	θ_{st}
50	$5+j10$	24.5	24.7	50	24.7	24.5	64	58
50	$40-j20$	48.7	34.9	50	34.9	48.7	70	75
50	$75+j50$	108	52	50	52	108	120	10

이를 통해 크기는 줄이면서 정합 특성을 확보하고 BLHC의 전기적 특성 또한 유지되는 것을 확인하였다.

III. 결론

본 연구를 통해 복소 종단 임피던스를 정합하기 위해 BLHC에 가변형 정합 구조를 통합한 새로운 구조의 브랜치라인 하이브리드를 제안하였다. 또한 바랙터 바이어스 전압을 조절하여 여러 최적 임피던스를 단일 실수 임피던스로 동시에 정합할 수 있다. 이를 수식을 통해 증명하였고 3 개의 종단 조건에서 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

Acknowledgements

본 연구는 정부(과학기술정보통신부, 교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2019-NR040079, 50%), (IITP-2026-RS-2024-00439292, 50%).

참고문헌

[1] P. Thorng, P. Pech, G. Chaudhary, Y. Jeong, "Co-Design of Integrated Microwave Amplifier and Phase Shifter Using Reflection-Type Input Matching Networks for Compact MIMO Systems," *Appl. Sci.*, 14, 7539, 2025.