

고 출력증폭기의 특성 모델링에 따른 신호 간섭 분석 Analysis on Signal Interference with Characteristic Modeling of High Power Amplifier

박덕중*, 안상일

한국항공우주연구원 지상수신관제그룹*

Durk-Jong Park*, Sang-Il Ahn

Meteorological Satellite Division, Korea Meteorological Administration*

E-mail : parkdj@kari.re.kr*

요 약

본 논문에서는 통신해양기상위성의 지상국에 구축된 고 출력증폭기에 대한 특성 모델링 및 이에 따른 입력신호에 따른 출력 신호의 상호 간섭에 대한 결과가 정리되어 있다. 고 출력증폭기는 지상국에서 위성으로 신호를 전송할 때 필요한 장비로써 비선형 특성으로 인해 입력된 신호에 대한 다양한 하모닉 성분이 발생된다. 특히 통신해양기상위성의 지상국의 경우에는 하나의 고 출력증폭기에 대해 두개의 서로 다른 주파수의 신호를 입력해야 하는 것을 고려해야 하기 때문에 이에 대한 영향은 사전에 반드시 분석되어야 한다. 본 논문에서는 고출력증폭기의 P1dB 특성곡선에 의해 특성 모델링을 수행한 결과 및 이러한 모델을 검증하기 위해 이미 정의된 두 신호에 대한 간섭의 양을 확인하였다. 특히 고 출력 증폭기의 전단에 속하는 상향 주파수 변환기의 특성을 고려한 신호를 사용하여 실제의 통신해양기상위성으로 데이터를 전송할 때의 결과를 얻는데 중점을 두었다. 그 결과 상호간의 간섭에 의해 발생하는 신호는 실제 보내고자 하는 신호의 대역과 매우 가깝게 있으며 그 크기는 보내고자 하는 신호의 특성에 따라 달라지는 것을 확인 할 수 있었다.

1. 서 론

정지궤도 통신해양기상위성(이하 COMS)은 3가지의 서로 다른 탑재체를 가짐으로써 기상과 해양, Ka-Band 신호 모니터링

의 임무를 수행하게 된다. 이러한 COMS 위성의 임무를 위해 지상국에서는 관제, 기상데이터의 처리 및 사용자데이터의 생성, 해양데이터의 처리, 그리고 통신 품질 모니터링을 할 수 있어야 한다. 현재 한국

항공우주연구원은 위성에서 관측한 기상 및 해양 데이터의 수신 및 이들 데이터에 대한 복사 보정 및 지리정합을 위한 전처리 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 기상데이터에 대해서는 전처리후의 데이터를 다시 위성으로 전송을 한 후에 사용자에게 전달을 해야 한다. 이렇게 위성에서 수신된 신호는 다음 그림 1의 configuration을 통해 단순히 주파수만 변형된 상태로 다시 사용자에게 전달이 된다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 사용자 데이터의 전송 과정에서 위성에서의 역할은 단지 주파수를 S-Band에서 L-Band로 바꾸어 주는 것뿐이다. 따라서 사용자에게 전달되는 신호의 품질은 비단 위성체의 출력뿐만 아니라 최초 지상국에서 위성으로 전송할 때의 신호의 품질도 매우 중요한 것을 알 수 있다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 사용자 데이터인 LRIT와 HRIT를 위성으로 전송하기 위해서는 HPA (High Power Amplifier, 고 출력증폭기)를 사용해야 한다. 이상적인 경우라면 고 출력증폭기로 입력된 신호는 단지 신호만 증폭되어야 하지만 기본적으로 고 출력증폭기의 특성으로 인해 다양한 하모닉의 성분들이 나타나게 된다.

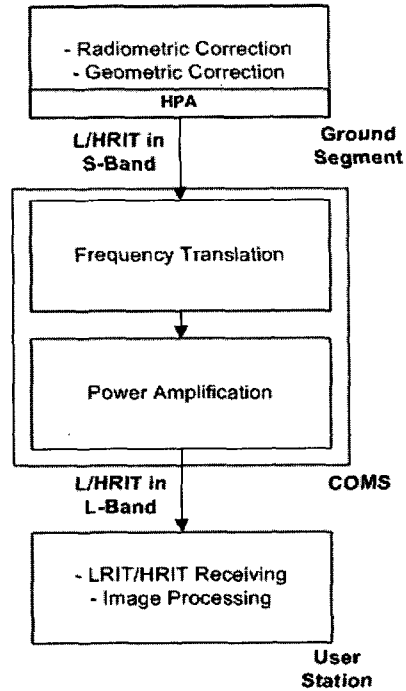


그림 1 사용자데이터 전송 과정

2. 고 출력증폭기의 특성

다음 그림 2는 COMS 지상국에서 사용자데이터를 전송할 때 사용되는 고 출력증폭기의 configuration을 나타낸 것이다.

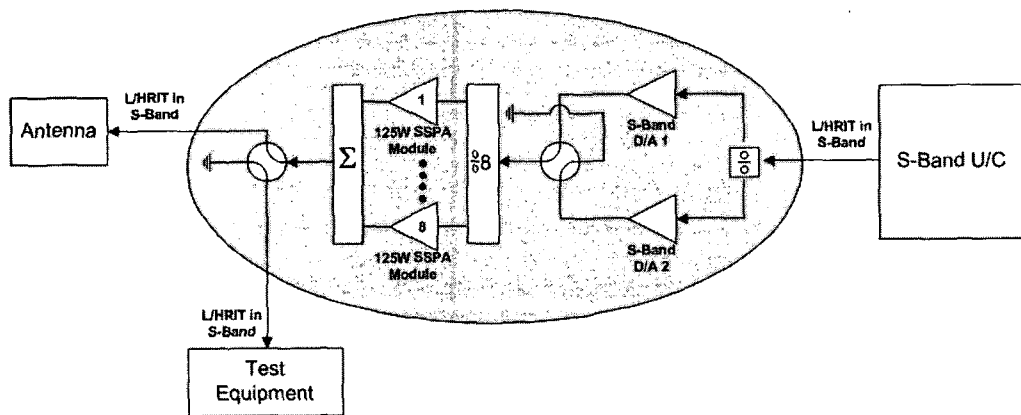


그림 2 Configuration of HPA

그림 2에서 나타난 것처럼 고 출력증폭기의 입력에는 S-Band 주파수 변환기가 있다. 이 주파수 변환기는 70MHz의 IF의 신호를 S-Band로 변환을 해 주는 것으로 써 보다 정확한 고 출력 증폭기의 출력 스펙트럼을 알기 위해서는 반드시 이 주파수 변환기의 출력 스펙트럼을 알 필요가 있다. 입력된 S-Band 사용자 데이터는 분배기를 통해 두개의 내부 증폭기로 입력되고 스위치에 의해 해당되는 증폭기로 인해 증폭되어 출력되게 된다. 특별히 테스트용으로써 바로 안테나를 통해 위성으로 전송을 하지 않고 스위치와 dummy load를 통해 테스트용 장비로 연결될 수 있다. 다음 표 1은 지난 1월에 실시된 COMS system PDR의 결과를 참고로 하여 출력증폭기의 요구 사양을 정리한 것이다.

표 1 고 출력증폭기의 사양 정리 [1]

Frequency [MHz]	2025 - 2110
Gain [dB]	60
Gain Adjustment Step [dB]	0.5
IMD Response [dBc]	-20 at 3 dB B.O
Spurious Output	-60 at P1dB

위의 표 1에서 IMD (Inter-Modulation Distortion)는 LRIT와 HRIT를 동시에 동일한 power로 보낼 때 이들 level과 발생하는 3차 하모닉과의 차이를 나타낸 것이다. 특히 이 3차 하모닉은 그 발생하는 곳이 LRIT와 HRIT의 전송 대역의 근방에서 발생되므로 일반적으로 Band Pass Filter로도 제거를 할 수 없게 된다. 이 때문에 고 출력증폭기의 출력을 줄이게 될 뿐만 아니라 위성에서의 출력 증폭기에서 또다시 이들 신호와 사용자 데이터와의 조합에 의해 사용자 데이터의 품질을 열화 되

게 된다.

3. Simulation

고 출력증폭기의 모델링 및 simulation을 위해서 필요한 LRIT와 HRIT의 주파수 및 이들 신호로부터 발생되는 IMD 신호의 주파수는 아래와 같다:

- LRIT : 2037.64 MHz
- HRIT : 2040.9 MHz
- Upper IMD : $2 \times 2040.9 - 2037.64 = 2044.16$
- Lower IMD : $2 \times 2037.64 - 2040.9 = 2034.38$

다음 그림 3과 4에는 표 1에서의 Gain과 Spurious Output으로 검증된 고 출력증폭기의 모델링 결과가 나타나있다.

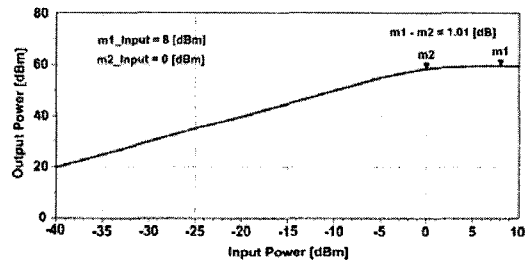


그림 3 P1dB Verification

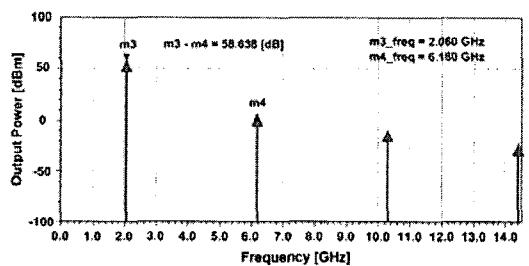


그림 4 Spurious Output

그림 3으로부터 P1dB의 지점이 입력 신호의 세기가 0 [dBm]일 때 60 [dBm]에

서 발생되므로 gain이 60[dB]가 됨을 확인 할 수 있다. 또한 그림 4로부터 하나의 입력신호에 대해 출력되는 spurious의 레벨 차이가 약 60 [dBc]로 역시 표 1의 spurious와 비슷하다.

이렇게 모델링이 완료된 고 출력증폭기에 대해 다음 그림 5처럼 S-Band U/C의 출력 신호를 바꾸면서 입력할 때의 결과를 그림 6, 7, 8에 나타내었다.

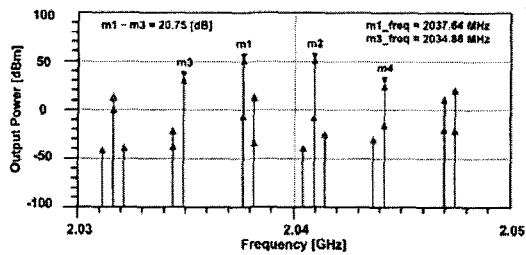


그림 5 고 출력 증폭기의 출력 스펙트럼 (U/C에서의 IMD = -20 [dBc]일 때)

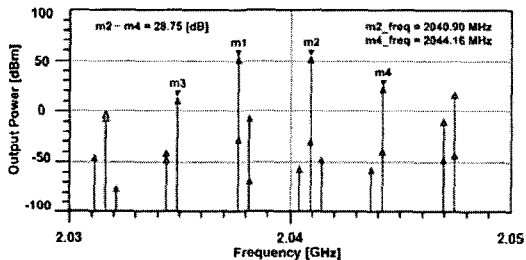


그림 6 고 출력 증폭기의 출력 스펙트럼 (U/C에서의 IMD = -40 [dBc] 일 때)

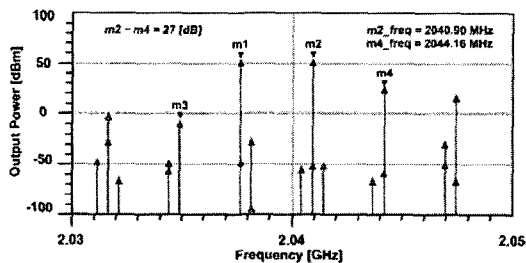


그림 7 고 출력 증폭기의 출력 스펙트럼 (U/C에서의 IMD = -60 [dBc] 일 때)

표 2 출력 신호의 level 비교

	LRIT	HRIT	U_IMD	L_IMD
-20	53.30	53.30	26.58	32.55
-40	53.42	53.42	24.67	12.61
-60	53.43	53.43	26.45	-7.40

3. 결론

고 출력증폭기의 모델링 및 simulation을 본 논문에서는 수행하였다. 앞서 설명된 것처럼 입력신호는 S-Band U/C로 인해 발생하는 IMD에 따라 나누어서 결과를 정리하였다. 입력되는 신호의 IMD이 -40 [dBc]일 때, 출력 IMD가 가장 우수한 것을 볼 수 있으며 비록 -20 [dBc]의 worst한 것을 고려하더라도 표 1에서 나타난 IMD요구 사항을 만족하는 것을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] COMS System and Satellite PDR, COMS.PS.000027.DP.T.ASTR Iss 1 rev 0, released by Astrium, Jan. 9-13, 2006.