

Direct Digital Synthesizer를 이용한 도플러 모의 장치

김정기, 이희택, 최진영, 이희원, 김가현, 하태식, 윤원상*

호서대학교

istar1005@naver.com, lastea99@naver.com, jinyoung990401@naver.com, baadall@naver.com, rkvkf3733@gmail.com, hats3536@naver.com, wsyoon@hoseo.edu*

A Doppler shift simulator using Direct Digital Synthesizer

Jeong-Gi Kim, Hee-Taek Lee, Jin-Young Choi, Hee-Won Lee, Ga-hyun Kim, Tae-Sik Ha,

Won-Sang Yoon*

Hoseo University

요약

본 논문에서는 저궤도 위성 통신에서 발생하는 도플러 편이 현상을 모의하기 위하여 직접 디지털 합성기(Direct Digital Synthesizer, DDS)를 이용한 도플러 모의 장치를 설계하고, 지상 단말과 고도 550km를 공전하는 위성체에서 8.15GHz 반송파 신호에 적용하여 구현한 결과 $\pm 180\text{kHz}$ 의 도플러 편이를 모의할 수 있는 것을 확인하였다.

I. 서론

저궤도 위성통신 시스템에서는 지상 단말과 위성체 간 상대 속도 차이로 인해 식 (1)과 같이 도플러 주파수 편이가 발생하며, 이로 인해 통신 품질의 저하되므로 이를 해결하기 위한 여러 가지 방법이 필요하게 된다[1]. 본 논문에서는 저궤도 위성 통신 시스템의 성능 테스트 등에 활용할 수 있는 도플러 모의 장치 설계 및 제작에 대해 기술하였다.

II. 본론

저궤도 위성 통신에서의 도플러 편이 주파수 f_d 는 식 (1)로 정의되며, f_c 는 반송파 주파수, c 는 빛의 속도, v_s 는 지상 기지국과 위성체 간의 상대 속도를 나타낸다[2].

$$f_d = \pm \frac{f_c v_s}{c} \quad (1)$$

이를 고도 550km에서 지상과의 상대 속도가 6.63km/s인 위성체와 지상 단말간 8.15GHz 신호로 통신에 적용할 경우, 최대 도플러 편이 주파수는 $\pm 180\text{kHz}$ 로 계산된다. 제안된 시스템의 구조는 그림 1에 나타낸 것과 같다. DDS에서는 출력 주파수 f_{DDS} 를 갖는 신호를 생성하며, 주파수 합성기에서는 DDS의 출력 신호를 기준 주파수원으로 사용하여 반송파 신호를 생성하게 된다. 이때 DDS 출력 신호의 주파수를 Δf 만큼 변화시키면, 식 (2)와 같이 주파수 합성기에서 도플러 주파수 편이 f_d 로 나타나게 된다.

$$f_d = \Delta f \times \frac{N}{R} \quad (2)$$

제안된 시스템의 구현을 위하여 DDS는 Analog Device사의 AD5930을 사용하였고, 주파수 합성기는 Analog Device사의 ADF5356을 사용하였다. 제안된 시스템의 동작 특성은 그림 2에 나타내었다. DDS 출력을

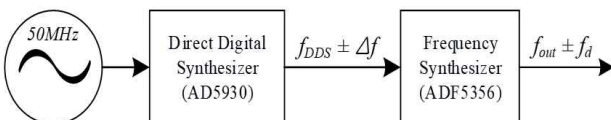
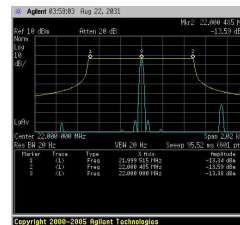
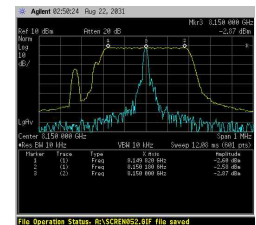


그림1. 제안된 도플러 모의 장치 구조도

22MHz를 중심으로 $\pm 485\text{Hz}$ 로 변화시켰을 때, 주파수 합성기에서는 R값을 22, N값을 8150으로 설정하여 8.15GHz를 중심으로 $\pm 180\text{kHz}$ 의 주파수 변화, 즉 도플러 편이가 발생하는 것을 확인하였다.



(a) DDS 출력 신호 측정



(b) 주파수 합성기의 출력 신호

그림2. 제안된 시스템의 출력 신호 측정

III. 결론

본 논문에서는 DDS와 주파수 합성기를 이용한 도플러 현상 모의 장치를 구현하였으며, 8.15GHz 신호를 기준으로 $\pm 180\text{kHz}$ 의 최대 도플러 편이 주파수로 구현되는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 한화시스템(주)의 재원을 지원받아 수행된 연구 결과물임.

참고 문헌

- [1] Irfan Ali, Naofal Al-Dhahir, and John E. Hershey, "Doppler Characterization for LEO Satellites," IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, vol. 46, no.3, pp. 309-313, Mar. 1998.
- [2] Lin, J., Hou, Z., Zhou, Y., Tian, L., and Shi, J, "Map estimation based on Doppler characterization in broadband and mobile LEO satellite communications." 2016 IEEE 83rd VTC Spring, 2016, pp. 1-5