

## S-밴드용 간섭저감기

강상기\*, 홍헌진\*, 정영준\*

S-Band Interference Reduction  
ModuleSanggee Kang\*, Heonjin Hong\*,  
Youngjun Chong\*

## 요약

주파수 이용 효율을 개선할 수 있는 간섭저감기(IRM)를 설계 및 구현하였다. 구현한 간섭저감기는 3.77GHz의 중심주파수에 간섭신호만 존재하는 경우 100MHz 대역폭에서 20dB 이상의 간섭저감 성능을 갖는다. 간섭신호와 피간섭신호가 점유하는 주파수의 일부가 중첩되어 존재할 경우 간섭저감기는 간섭신호만 있는 구간에서 10dB 이상, 두 신호가 있는 구간에서 5dB의 간섭저감 성능을 갖는다.

**Key Words** : Interference Reduction, Delay Bank, Broadband

## ABSTRACT

IRM(Interference Reduction Module) that can improve frequency utilization efficiency is designed and implemented. IRM has the interference reduction performance of above 20dB in a 100MHz bandwidth when only an interference signal exists at the center frequency of 3.77GHz. When a part of the frequency band occupied by the interference signal and the interfered signal overlaps, IRM has an interference reduction performance of above 10dB in the frequency band with only the interference signal and 5dB of interference reduction performance in the band where there are two signals.

## I. 서론

주파수 이용 효율을 높이기 위한 많은 연구가 진행되었고, 최근에는 동일주파수에서 전이중 무선통신을 구현하기 위한 연구개발 결과들이 발표되었다<sup>1,2</sup>. 전이중 무선통신은 가장 효과적으로 주파수 이용 효율을 높일 수 있는 방법이나, 자기간섭신호와 타 무선기기에 의한 간섭신호의 전력을 잡음레벨까지 줄여야만 통신이 가능하다. 최근 5G 이동통신에 3.5GHz 대역의 주파수가 할당되었고(n77(3.3~4.2 GHz), n78(3.3~3.8GHz)), 5G 이동통신 시스템은 기존의 3.4~4.2GHz 대역을 사용하는 고정형 위성통신에 간섭영향을 미치므로 두 시스템이 공존하기 위한 간섭저감 방법에 대한 연구가 수행되었다<sup>3</sup>. 일반적인 간섭저감 방법에는 간섭원과 피간섭원이 사용하는 주파수를 이격하거나 물리적인 최소 이격 거리를 두는 수동적인 방법이 있다<sup>4</sup>. 만약 피간섭 무선기기에 수신되는 간섭신호를 피간섭 수신기가 능동적으로 저감할 수 있다면, 간섭 영향을 보다 효과적으로 회피할 수 있다. 본 논문에서는 피간섭 수신기로 수신되는 간섭신호를 저감할 수 있는 간섭저감기에 대해서 기술한다.

## II. 설계 및 구현

본 논문에서 고려하는 간섭저감기의 동작원리는 그림 1과 같다. 간섭저감기의 기준안테나로 수신되는 신호를 위성안테나로 수신되는 간섭신호와 동일한 크기를 갖도록 모사간섭신호를 생성하고, 이 모사간섭신호를 180도 위상 천이시킨 후에 위성안테나 경로로 부가하면 위성안테나로 수신되는 간섭신호는 제거된다. 그림 1에서 위성안테나는 5G 신호와 위성신호 수신할 수 있으나, 기준안테나는 5G 신호는 수신할 수 있지만 위성신호는 거의 수신하지 못하는 특성을 갖는다. 따라서 기준안테나로 수신되는 신호를 위성안테나로 수신되는 신호로 모사한 후에 빼기회로를 이용하면, 위성안테나로 수신되는 간섭신호는 제거되고 원하는 위성신호만을 수신할 수 있다.

위와 같은 기능을 제공하는 간섭저감기의 블록도는 그림 2와 같다. 그림 2에서 대역통과필터는 신호의 주파수 대역을 제한하고, 지연선로와 가변감쇠기(Delay

※ 본 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020-0-00879, 5G+ 주파수 확보를 위한 클린존 보호기술 개발)

•° First and Corresponding Author : Kunsan National University, skkang@kunsan.ac.kr, 정교수, 정희원

\* ETRI, hjhong@etri.re.kr, 책임연구원, 정희원; yjchong@etri.re.kr, 책임연구원, 정희원

논문번호 : 202110-273-D-LU, Received October 1, 2021; Revised October 22, 2021; Accepted November 22, 2021

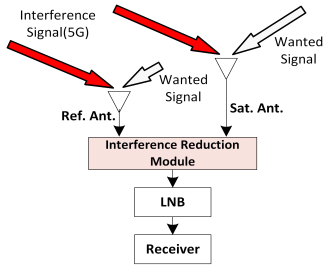


그림 1. 간섭저감기의 동작원리  
Fig. 1. Operation principle of IRM

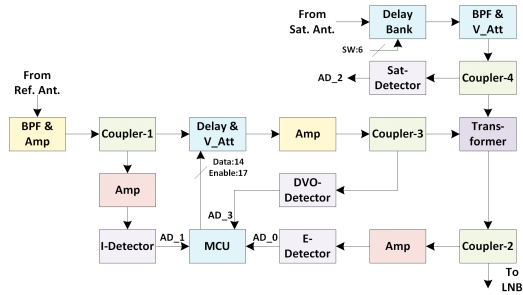


그림 2. 간섭저감기의 블록도  
Fig. 2. Block diagram of IRM

& V\_Att)는 모사신호를 생성하는 기능을 제공한다. 커플러는 신호의 일부를 표본하는 기능을 제공하며, 트랜스포머는 빠기회로의 기능 그리고 지연선로 뱅크 (Delay Bank)는 기준안테나 경로와 위성안테나 경로 사이의 시간지연을 정합시키는 기능을 제공한다. 모사 신호의 생성에는 LMS(Least Mean Square) 알고리즘을 사용하였고, 이를 위해서 입력-전력검출기 (I-Detector)와 에러-전력검출기(E-Detector)를 사용하였다. 에러-전력검출기의 출력만으로는 에러의 부호를 판단할 수 없으므로 위성-전력검출기(Sat-Detector)와 DVO(Delay & V\_Att Output)-전력검출기 (DVO-Detector)를 이용해서 검출된 에러의 부호를 판단할 수 있도록 설계하였다. 그림 2의 간섭저감기는 필터를 제외한 모든 부품들이 2~4GHz 대역에서 동작할 수 있도록 선정하고 설계하였다.

간섭저감기의 성능 시험에는 중심주파수가 3.77GHz이고 100MHz 대역폭을 갖는 5G 이동통신 신호를 사용하였다. 기준신호 경로와 위성신호 경로 사이의 시간지연을 조절하지 않은 경우 간섭저감기의 간섭저감 성능은 그림 3과 같다. 이 경우 중심주파수 인 3.77GHz 근처에서는 20dB 이상의 간섭저감 성능을 갖지만 100MHz 대역폭에서 일정 수준이상으로 간섭신호를 저감하지 못한다. 그림 3은 시간불일치가 존재하는 경우 중심주파수 부근에서 간섭저감 성능에

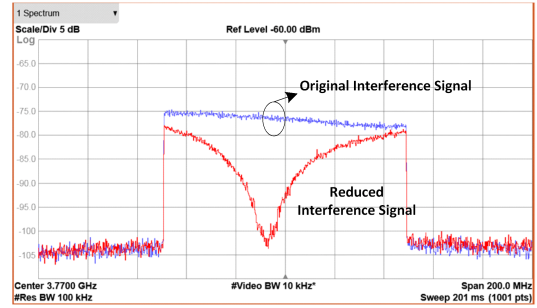


그림 3. 간섭저감기의 간섭저감성능(시간지연을 정합하지 않은 경우)  
Fig. 3. Interference reduction performance of IRM when a time delay is not matched

null이 생기며, 중심주파수에서 멀어질수록 간섭저감 성능이 악화됨을 보여준다. 그림 4는 기준신호 경로와 위성신호 경로 사이의 시간지연을 비슷하게 조절한 경우로 100MHz 대역폭에서 간섭신호를 20dB 이상 저감시킴을 보여준다. 그림 3과 그림 4를 비교하면 넓은 주파수 범위에서 간섭신호를 저감하기 위해서는 두 경로 사이의 시간지연을 정합해야 함을 알 수 있다. 그림 5는 100MHz 대역폭을 갖는 5G 간섭신호와 60MHz 대역폭을 갖는 피간섭신호의 주파수가 중첩되어 존재하는 경우의 주파수 스펙트럼을 보여준다. 그림 5와 같은 환경에서 간섭저감기를 동작시켰을 때 간섭저감 성능은 그림 6과 같다. 그림 6은 피간섭신호는 원 스펙트럼을 그대로 유지하고 있으며, 간섭신호만 존재하는 대역에서는 10dB 이상, 간섭신호와 피간섭신호가 존재하는 대역에서는 5dB 정도 간섭신호가 저감됨을 보여준다. 그림 6에서 간섭신호가 저감된 모양이 마치 시간지연이 정합되지 않은 것처럼 보이는 이유는 100MHz 대역폭 내에서 피간섭신호의 스펙트럼은 변화없이 그대로 유지되며, 피간섭신호의 전력이 주된 에러로 검출되기 때문이다. 이와 같은 전력검출을 이용한 에러검출의 한계는 원신호의 기저대역신호

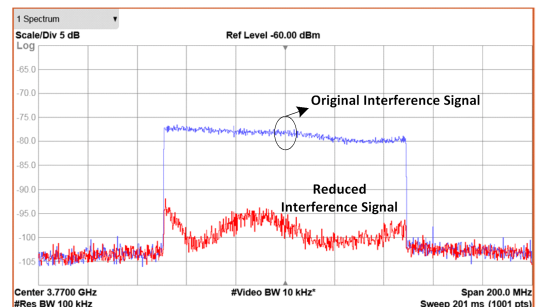


그림 4. 간섭저감기의 간섭저감성능(시간지연을 정합한 경우)  
Fig. 4. Interference reduction performance of IRM when a time delay is matched

### III. 결 론

동일주파수로 수신되는 간섭신호를 저감할 수 있는 간섭저감기를 설계 및 구현하였다. 구현한 간섭저감기는 간섭신호만을 인가한 경우 100MHz 대역에서 간섭신호를 20dB 이상 저감하는 성능을 보였다. 간섭신호와 피간섭신호가 동시에 존재하는 경우, 간섭저감기는 간섭신호만 존재하는 대역에서는 10dB 이상, 두 신호가 존재하는 대역에서는 5dB의 간섭 저감성능을 갖는다. 본 논문의 간섭저감기를 사용하면 물리적인 이격거리에 마진을 줄 수 있으므로 무선통신서비스를 보다 용이하게 제공할 수 있다.

### References

- [1] Tho Le-Ngoc and Ahmed Masmoudi, *Full-Duplex Wireless Communications Systems: Self-Interference Cancellation*, Springer, 2017.
- [2] D. Bharadia, E. Mcmilin, and S. Katti, "Full duplex radios," *ACM SIGCOMM*, vol. 43, no. 4, pp. 375-386, Oct. 2013.
- [3] E. Lagunas, C. G. Tsinos, S. K. Sharma, and S. Chatzinotas, "5G cellular and fixed satellite service spectrum coexistence in C-Band," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 72078-72094, 2020.
- [4] S. Choi and Y. Chong, "Analysis of adjacent channel interference by active antenna characteristics," in *Proc. KICS Summer Conf. 2020*, pp. 1067-1068, 2020.

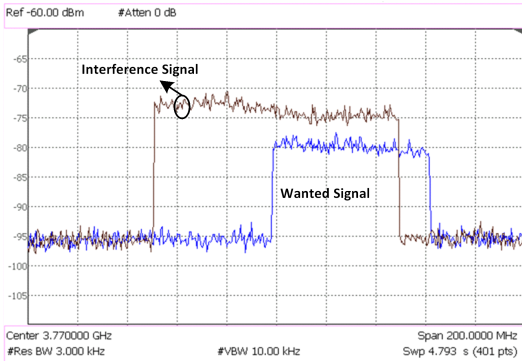


그림 5. 100MHz 대역폭을 갖는 간섭신호와 60MHz 대역폭의 피간섭신호의 주파수 스펙트럼  
 Fig. 5. Frequency spectrum of an interfering signal with 100MHz bandwidth and a victim signal with 60MHz bandwidth

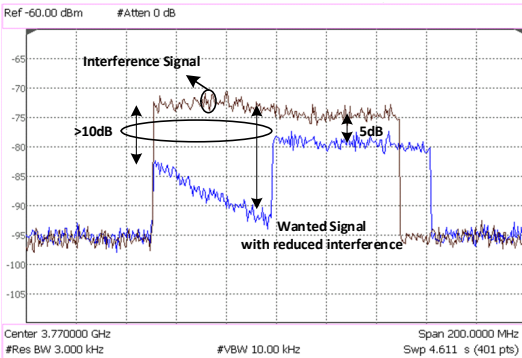


그림 6. 간섭신호와 피간섭신호가 동시에 존재할 때, 간섭저감기의 간섭저감성능  
 Fig. 6. Interference reduction performance of IRM when an interference signal and a victim signal exist at the same time

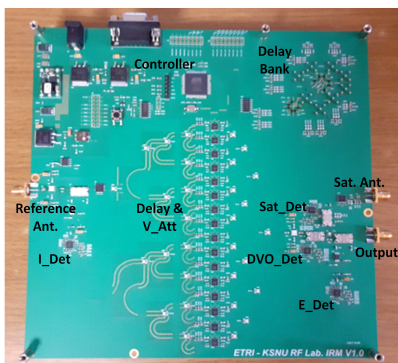


그림 7. 제작된 간섭저감기 사진  
 Fig. 7. Photograph of the Implemented IRM

처리부와 연동을 통해서 극복할 수 있으나 간섭저감기의 적용을 위한 연동이 복잡하게 된다는 단점이 있다. 제작된 간섭저감기의 사진은 그림 7과 같다.