

등화형 디지털 동일채널 중계기의 시간지연을 최소화하기 위한 변조 및 전치 등화에 관한 연구

박성익, 김홍목, 서재현, 음호민, 이용태, 이재영, 이수인
한국전자통신연구원
psi76@etri.re.kr

A study on the modulation and pre-equalization method to minimize time delay in equalization digital on-channel repeater

Sung Ik Park, Heung Mook Kim, Jae Hyun Seo, Homin Eum, Yong-Tae Lee, Jae Young Lee, Soo In Lee
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 ATSC 지상파 디지털 TV 방송방식을 사용하는 등화형 디지털 동일채널 중계기(Equalization Digital On-Channel Repeater: EDOCR)에서의 신호처리 시간지연을 최소화하기 위한 변조 및 전치등화 방법을 제안하고, 그 성능을 다양한 각도에서 분석한다. 제안된 변조 방법은 VSB 펄스성형 필터로 기존의 SRRC (Square Root Raised Cosine) 필터 대신 ER (Equi-Ripple) 필터를 사용한다. 그리고, 제안된 전치등화 방법은 기준신호인 기저대역 신호와 복조된 중계기 출력신호를 이용하여 전치등화 필터계수를 계산하고, ER 필터계수와 컨볼루션하여 새로운 펄스성형 필터를 생성한다. 새롭게 생성된 VSB 펄스성형 필터는 전치 탭 수를 조절함으로써 시간지연이 최소화되고, ER 필터 및 마스크 필터에 의해 야기된 선형 왜곡을 보상한다.

1. 서론

일반적으로 지상파 TV 방송사업자는 방송서비스를 위해 방송사의 방송권역에 따라 그리고 방송권역 내의 지형지물에 따라 송신기 및 중계기를 설치하여 운영하고 있다. 지금까지 아날로그 TV 방송 뿐 아니라, ATSC (Advanced Television Systems Committee) 지상파 디지털 TV 방송은 각각의 송신기 또는 중계기에 서로 다른 주파수를 할당하여 방송망을 구성하는 다중 주파수 망(Multiple Frequency Network: MFN)을 통해 서비스되고 있다. 그러나 MFN을 통한 방송망 구축은 동일 주파수 간섭이 없는 원거리 지역을 제외하고는 같은 주파수를 재사용할 수 없기 때문에 주파수 이용 측면에서 매우 비효율적인 방송망 구성방법이다.

따라서 다수의 송신기와 중계기가 동일한 주파수 대역을 사용함으로써 방송 주파수의 이용 효율을 높이고, 방송 구역 내에서 안정적인 전파 세기를 보장할 수 있는 단일 주파수 망(Single Frequency Network: SFN)에 대한 필요성이 대두되고 있다. 특히 현재와 같은 지상파 아날로그 TV 방송과 지상파 디지털 TV 방송이 동시 방송되고 있는 상황에서는 각 방송사의 송신기 및 중계기에 할당할 방송 주파수의 부족으로 인해 SFN 망구성에 대한 요구가 더욱 커지고 있다.

ATSC 방식의 지상파 디지털 TV 방송에서 SFN 구성을 위한 기술로는 송신기간에 동일 주파수를 사용하는 분산 송신기(Distributed Transmitters: DTxT) 기술과 송신기와 중계기가 동일 주파수를 사용하는 디지털 동일채널 중계기(Digital On-Channel Repeater: DOCR) 기술로 크게 나누어진다 [1]. DTxT를 이용하는 방법은 이미 많이 설치되어 있는 송신기에 송신기간의 동기를 맞추기 위한 새로운 장치를 추가해야 하는 점과 송신기들 사이의 거리가 제한된다는 단점을 가지고 있다.

반면에 DOCR을 이용한 방법은 기존에 설치된 송신기의 변경없이 SFN 구성이 가능하므로 망 구성이 용이하나, 출력 전력이 낮고 출력 신호의 품질이 떨어진다는 단점이 있었다. 기존의 DOCR이 가지는 단점을 보완하기 위해 등화형 동일채널 중계기(Equalization DOCR: EDOCR) 기술이 제안되었다 [2].

본 논문에서는 EDOCR에 사용되는 변조기 및 전치등화기의 요구사항에 대하여 알아보고 그러한 요구사항을 만족하기 위한 변조기 및 전치등화기의 구성방법을 제안한다. 또한, 전산 실험을 통해 제안된 변조 및 전치등화 방법에 관해 분석하고 실험실 테스트를 통해 실제 구현된 변조기 및 전치등화기의 성능을 검증한다.

II. EDOCR을 위한 변조 및 전치등화 방법

1. EDOCR을 위한 변조 방법

ATSC 방식의 지상파 DTV 송신기 혹은 중계기에서 사용하고 있는 변조기의 구조는 그림 1과 같으며, 다음과 같은 3 단계로 구성된다.

- 1 단계: 등화기 출력 신호, 필드(field) 및 세그먼트(segment) 동기 신호로 구성된 프레임(frame) 신호는 파일럿(pilot) 신호가 삽입되고, 업 샘플링(up-sampling) 된다.
- 2 단계: 업 샘플링된 프레임 신호는 VSB I/Q 펄스성형 필터에 의해 필터링 된다.
- 3 단계: 중심 주파수가 2.69 MHz인 VSB 필터링된 I/Q 성분은 I/Q 상향 변환기에 의해 중심 주파수가 f_{IF} 에 위치하도록 변환되며, IF 대역의 디지털 VSB 신호를 형성하기 위해 합쳐진다.