

DPD를 적용한 TDD 방식의 통신 시스템 구조

*김정휘, 류규태

KT 인프라연구소

e-mail : kimjh7@kt.com, ktryoo@kt.com

TDD Communication System Architecture implementing Digital Predistortion scheme

*Jeonghwi Kim, Kyoo-Tae Ryoo
Infra Laboratory, KT

Abstract

In this paper, an cost-effective system architecture is proposed to implement digital predistortion scheme for linearizing the PA amplifying TDD wideband signal. To make digital predistorted signal for compensating nonlinearity of PA, a dedicated ADC and a frequency-down converter are necessary. Proposed scheme is based on the TDD feature that the RF receiver frontend is idle state during the downlink signal processing time and utilize them to make the digital predistorted signal for PA.

루프를 통해 생성되는 신호가 기저대역의 디지털신호이므로 기존의 아날로그 전치왜곡 방식에 비해 선형성 개선 성능이 더 우수하며 소형화를 이룰 수 있는 장점이 있다. 본 논문에서는 상기 장점을 갖는 디지털전치왜곡 방식을 적용한 TDD 이동통신 시스템을 구현하는데 있어 선형화 성능을 유지하면서 전력소모 및 구조의 단순화를 통해 시스템 비용을 절감하는 구조를 제안한다.

I. 서론

WiBro를 포함한 고속 무선인터넷을 제공하는 이동통신 시스템은 수 MHz~ 수십 MHz 대역폭의 신호를 처리해야 하므로 광대역 신호의 선형증폭 기술이 더욱 요구되는 실정이다. 전력증폭기에 사용된 능동소자의 비선형성을 제거하기 위한 전력증폭기의 선형화 기술에는 피드백, 피드포워드, 전치왜곡 등이 있다.

전치왜곡 방식은 피드포워드 방식에 비해 왜곡 제거 루프에 사용되는 보조 증폭기가 불필요하므로 전력효율이 좋고 소형 제작이 가능한 장점이 있다. 특히 디지털 전치왜곡(Digital Predistortion, DPD) 방식은 왜곡제거

II. 본론

2.1 디지털 전치왜곡방식

디지털 전치왜곡을 이용한 TDD 방식의 통신 시스템에서 하향링크 신호는 디지털 기저대역 처리를 거친 후 디지털전치왜곡기로부터 신호를 미리 왜곡한 다음 DAC와 주파수 상향 변환기를 거쳐 RF 신호로 전력증폭기에 입력되고, 사전왜곡된 아날로그 RF 대역신호는 전력증폭기의 비선형특성과 상쇄되어 선형 이득을 가진 신호로서 TDD 동기에 맞춰 아이솔레이터와 BPF를 통해 안테나로 송출된다. 반면에 안테나에서 수신된 상향링크 RF 신호는 BPF를 통해 대역내 신호를 추출한 후 저잡음 증폭기(LNA)를 통과한 후 주파수 하향 변환기와 ADC를 통해 기저대역 디지털신호로 변환된다. 그림 1은 이와 같은 디지털전치왜곡을 적용한 TDD 방식의

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음 [가정용/기업용 WiBro 시스템 기술 개발]

통신시스템 구조를 나타낸 것이다.

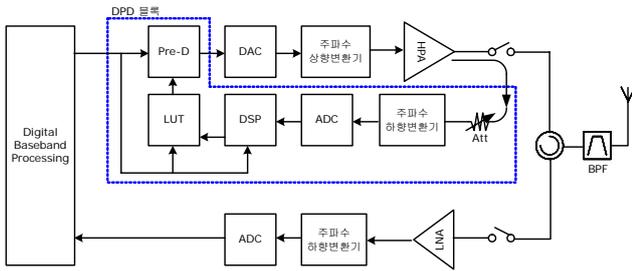


그림 1 . DPD를 적용한 TDD 시스템의 구조

그림에 나타난 것처럼 디지털전치왜곡 방식은 기저대역의 디지털왜곡 신호를 생성하기 위한 왜곡제거루프와 오차신호의 적응제어를 위한 부가회로를 구성해야 한다. 그림에서는 이를 위한 구성요소로서 주파수하향변환기, ADC, 디지털전치왜곡 제어를 위한 DSP와 디지털 사전왜곡 신호 값을 미리 계산하여 로딩하는 LUT가 표현되었다.

상기 DPD를 적용한 통신시스템의 경우, 전력증폭기의 선형성은 개선할 수 있으나 디지털 전치왜곡 신호를 생성하기 위해 사용자 신호 처리와 별도로 PA를 통과한 광대역 아날로그 RF 신호를 디지털 기저대역 신호로 변환하기 위한 전용의 주파수 하향 변환기와 ADC를 필요로 하게 된다. 따라서 기존 피드포워드 방식에 비해 전력효율이 우수하지만, 디지털사전왜곡 신호처리를 위한 전용의 RF 소자를 사용해야 한다.

2.2 TDD 부품 공용화를 통한 DPD 적용 시스템 구조

이에 본 논문에서는 상기 DPD를 이용한 TDD방식의 통신시스템을 경제적으로 구현하기 위해 전치왜곡 신호의 생성을 위한 왜곡제거루프를 구성하는데 있어 RF 수신단의 RF 소자를 공용화하여 사용하는 구조를 제안한다.

그림 2는 본 논문에서 제안한 DPD 적용 TDD 시스템의 구조를 나타낸 것이다. WiBro를 포함한 TDD 방식에서 RF 수신단의 ADC와 주파수 하향 변환기는 하향링크 신호처리 시간동안에는 유효상태이므로, 하향링크 신호 처리 시간동안 디지털 전치왜곡 신호의 생성에 사용함으로써 RF부의 설계 및 배선을 단순화하는 한편 사용되는 부품의 수를 감소시켜 제품의 가격을 낮출 수 있다. 또한 디지털 전치왜곡기의 적응제어를 담당하는 DPD 디지털부는 왜곡제거루프로부터 생성된 디지털 기저대역 신호를 입력받아 처리하게 되므로, 시스템으로 구현하는 측면에서 이동통신시스템 기지국에 포함할 수도 있고, RRF (Remote RF)시스템으로 구현할 수도

있다.

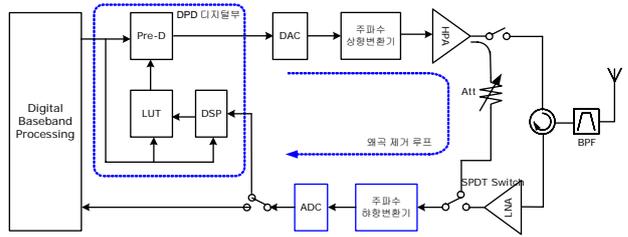


그림 2 . 부품 공용화를 이용한 DPD 적용 TDD 시스템의 구조

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 이동통신 시스템의 RF 성능 및 가격에 있어 중요 부품인 전력증폭기의 선형성 및 효율을 높이기 위하여 디지털 전치왜곡 방식을 도입한 TDD 통신시스템의 설계시 디지털전치왜곡 신호의 생성을 위한 전력증폭기 출력신호의 디지털기저대역신호로의 변환을 위해, 전용의 주파수 하향 변환기와 ADC를 별도 구현하지 않고, TDD 방식에 의해 하향링크 신호처리 시간동안 유효상태인 RF 수신단의 주파수 하향 변환기와 ADC를 사용하는 구조를 제안하였다. 상기 구조에 따르면 전력증폭기의 선형성 향상을 위한 RF부의 시스템 설계 및 배선을 용이하게 하는 한편, 사용되는 부품의 숫자를 줄임으로서 무선망 구축시 도입되는 기지국 및 RRF 시스템의 가격을 낮출 수 있을 것으로 예측된다.

참고문헌

[1] 웨이브일렉트로닉스, 포항공대, “이동통신중계기용 고선형전력증폭기 개발”, 정보통신 산업경쟁력강화 사업 최종연구개발결과보고서, 2004.5.31
 [2] David M.Pozar, “Microwave Engineering”, Addison-Wesley, 1990
 [3] www.pmc-sierra.com
 [4] <http://www.optichron.com/>