

WCDMA 디지털 광 중계기용 Up-converter 설계 및 제작

최영선^{*} · 강원구^{**} · 장인봉^{**}

안양과학대 전자통신정보학부^{*} · (주)엔시테크^{**}

Design and Implementation of Up-converter for WCDMA Digital Optic Repeater

Young-Sun Choi^{*} · Won-Gu Kang^{**} · In-Bong Jang^{**}

School of Electronics Eng., Anyang Technical Collage^{*}, NCTEK Co., Ltd.^{**}

ABSTRACT

Repeater is developed. Based on the systems The up-converter of the WCDMA Digital Optic specifications, the structure of the up-converter is accomplished and its block diagram is drawn. The up-converter is implemented according to these block diagrams. Subsequently the low pass filter, the automatic level controlled attenuator, the frequency synthesizer and other components for the up-converter are designed and implemented, and a main board to integrate these modules is also manufactured. To reduce the noise floor of system and suppress the RF spurious noise, a PCB layout is performed carefully. For each module consisting of the up-converter and the entire system, the performance tests are accomplished to check the performance about the specifications.

1. 서 론

WCDMA 디지털 광 중계기는 WCDMA 기지국으로부터 받은 신호를 광케이블을 통하여 디지털 신호로 전송함으로써 커버리지 확대나 음영지역을 해소해 WCDMA 망의 효율성을 증대시키는 역할을 한다. WCDMA 디지털 광 중계기는 도너와 리모트로 구성되어 있으며, 도너는 기지국에 위치하고 리모트는 서비스지역에 설치된다. 도너와 리모트는 광케이블로 연결된다.

WCDMA 디지털 광 중계기시스템의 전체 블록도는 그림 1과 같다. 이 논문에서는 그림 1의 리모트 송신부에서 디지털부와 LPA(Linear Power Amplifier) 사이에 위치하는 up-converter를 설계/제작하였다. up-converter는 기지국에 연결되어 있는 도너로부터 받은 IF 신호를 서비스 주파수인 2GHz 대의 RF 주파수로 변환시키기 위하여 주파수를 상향 변환시키는 역할을 한다. 상향 변환 방식은 single conversion 방식을 사용하고 있으며, 실제 시스템에 사용하기 위하여 제한된 공간 내에 모든 기능을 할 수 있도록 최소한의 크기로 제작하였다.

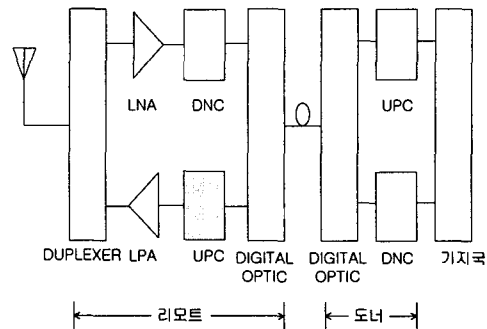


그림 1. WCDMA 디지털 광 중계기 블록도

II. Up-converter의 규격

규격은 표 1과 같으며 실제 KTF의 IMT-2000에 사용될 디지털 광 중계기 시스템인 D-FORCE(Digital Fiber Optic Repeater for Cell Enhancement)에 적용되는 리모트의 up-converter 규격이다.

표 2. Up-converter의 규격

항 목	규 격	비 고
입력 주파수	60~80MHz	
출력 주파수	2150~2170MHz	
최대 입력 파워	-25dBm	
출력 파워	-1dBm	
이득	+24dB	
ACLR (Adjacent Channel Leakage Power Ratio)	53dBc	@±3.5MHz
	55dBc	@±5MHz
	57dBc	@±10MHz
평탄도	2dB	@시스템 연동 테스트
스퓨리어스	60dBc	
이득 조절 범위	30dB	0.5dB step
잡음 지수	14dB	
Phase noise	45dBc/Hz	@<±2kHz
전원	8V/1.2A	

이미지 신호를 제거하기 위하여 사용되고, 증폭기들은 신호 증폭용으로 사용된다. 여기서 SAW 필터는 20 MHz 대역에 인접한 불필요한 신호들을 제거하기 위하여 사용된다.

두 번째 블럭은 믹서 블럭으로 IMD 특성을 향상시키기 위하여 high IP3인 소자를 사용하였다. Local 신호는 PLL IC를 이용하여 제작하였으며, 믹서의 local level을 맞추기 위해 amplifier를 사용하였고 local의 2nd harmonic을 제거하기 위해 LPF를 사용하였다.

세 번째 블럭은 LPF, BPF, 증폭기, 가변 감쇄기, 증폭기, 가변 감쇄기, 증폭기, BPF, 증폭기, LPF의 순으로 구성된다. 사용된 BPF들은 local oscillator에서 생성된 local 신호가 출력 단에서 보이지 않도록 하기 위하여 사용되고, 가변 감쇄기들은 up-converter의 출력 크기를 조정하여 LPA로 들어가는 신호의 크기를 조절함으로써 리모트의 송신 신호의 크기를 조절하는 역할을 한다. 여기에 사용되는 가변 감쇄기는 리모트의 송신 신호를 정밀하게 조정하기 위하여 디지털 가변 감쇄기를 사용하였으며, step 간격은 0.5dB 이다. 증폭기들은 신호를 증폭하는 기능과 출력 IP3 특성을 만족시킬 수 있는 소자들로 구성되어 있다.

Up-converter 내부의 PLL IC는 송신 신호의 품질을 유지하기 위하여 뛰어난 phase noise 특성을 가질 수 있도록 개발하여 사용하였으며, 도너와의 동기를 맞추기 위하여 도너로부터 전송되는 시스템의 10MHz reference를 사용하였다. 입력되는 10MHz reference 신호를 사용하기 위하여 harmonic 성분의 제거하기 위한 LPF와 전송된 reference의 level를 맞추기 위해 증폭기를 사용하였다.

III. Up-converter의 구성

Up-converter의 블럭도는 그림 2와 같으며, 총 세 개의 블럭으로 나누어져 있다.

첫 번째 블럭은 IF 단으로 LPF, 증폭기, SAW 필터, 증폭기, SAW 필터, 증폭기의 순으로 구성된다. 초단 LPF는 디지털부에서 생성된

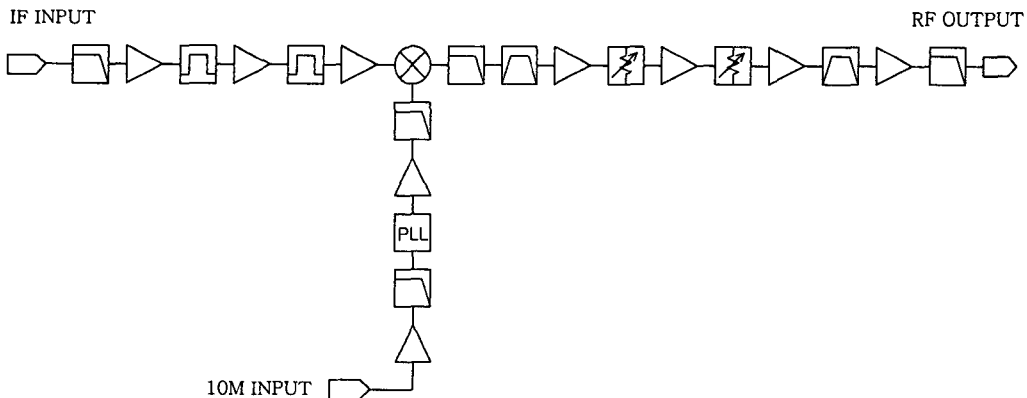


그림 2. Up-converter의 블럭도

IV. Up-converter의 측정 결과

Up-converter 시험은 Agilent사의 Signal Generator E4437B와 Spectrum Analyzer E4404B, Advantest사의 R3273 Spectrum Analyzer를 이용하여 측정하였고, 결과는 표 2와 그림 3~그림 7에 있다.

제작된 up-converter의 실제 사진은 그림 8과 같으며, 크기는 186mm×112mm×20mm이다.

참고로 그림 6의 잡음 지수는 spectrum analyzer를 이용하여 측정하였고, 잡음 레벨이 -129dBm/30kHz 인 것을 이용하여 -100dBm을 up-converter에 입력하고 출력되는 신호 대 잡음비로 잡음 지수를 계산하였다. 아래의 식과 같이 계산된다.

$$\text{잡음 지수 (dB)} = 29 - 17.39 = 11.61 \text{ (dB)}$$

표 3. Up-converter의 측정 결과표

항 목	규 격	측정치	비 고
입력 주파수	60~80MHz	-	
출력 주파수	2150~2170MHz	-	
최대 입력 파워	-25dBm	-25	
출력 파워	+1dBm	+0.75	
이득	+26dB	+25.75	
ACLR (Adjacent Channel Leaked Power Ratio)	53dBc	58.08	@±3.5MHz
	55dBc	59.22	@±5MHz
	57dBc	59.5	@±10MHz
평탄도	2dB	1.6	
스푸리어스	60dBc	66.16	
이득 조절 범위	30dB	OK	0.5dB step
잡음 지수	14dB	11.61	
Phase noise	45dBc/Hz	50.08	@±2kHz
전원	8V/1.2A	8/1.1	

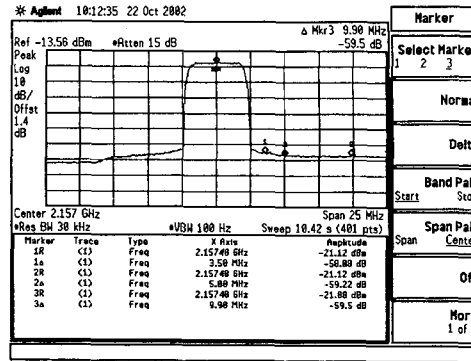


그림 3. Up-converter의 ACLR 특성

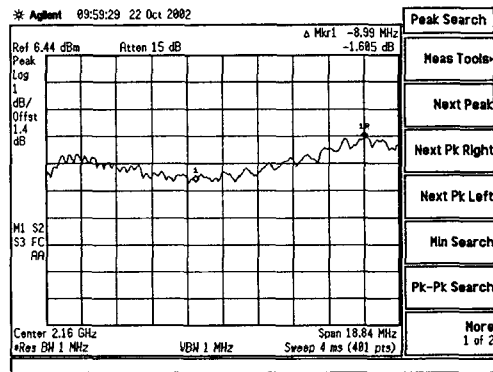


그림 4. Up-converter의 평탄도 특성

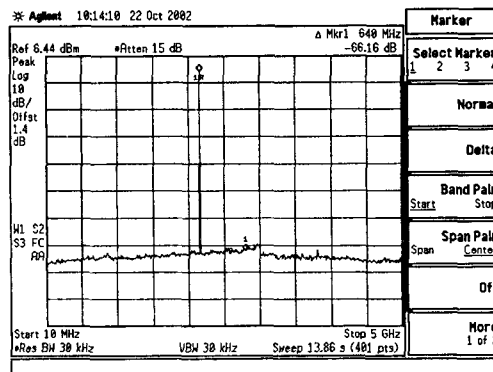


그림 5. Up-converter의 스푸리어스 특성

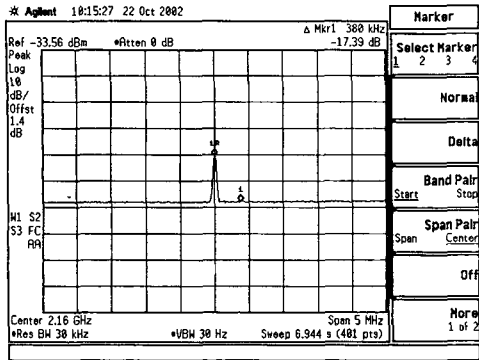


그림 6. Up-converter의 잡음 지수 특성

기 위하여 도너로부터 전송되는 시스템의 10MHz reference를 사용하였다. 입력되는 10MHz reference 신호를 사용하기 위하여 harmonic 성분의 제거하기 위한 LPF와 전송된 reference의 level를 맞추기 위해 증폭기를 사용하였다.

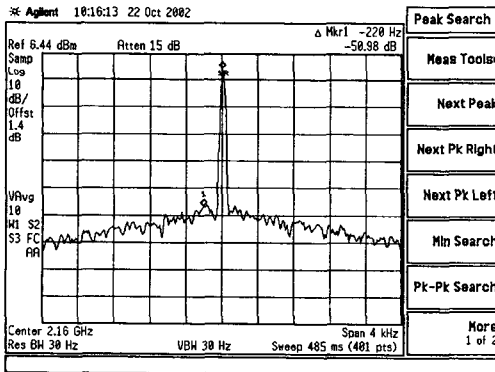


그림 7. Up-converter의 phase noise 특성

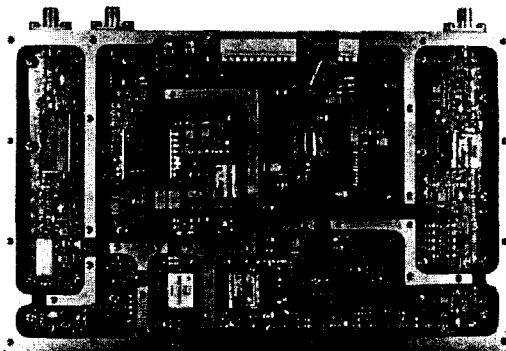


그림 8. 제작된 Up-converter Module 외관

V. 결 론

WCDMA 디지털 광 중계기용 up-converter를 제작하여 성능 평가하였다. 제작된 up-converter는 지정한 사양을 만족함을 확인하였다. 제작된 up-converter를 WCDMA 디지털 광 중계기의 리모트 송신부에 장착하여 시스템 성능을 측정하여 만족한 성능을 얻을 수 있었다. 현재 분당 지역에 제작된 up-converter가 장착된 디지털 광 중계기 시스템(KFT : D-FORCE)이 시범 서비스를 하고 있는 상태이다.

참고문헌

- [1] Samuel. C. Yang, "CDMA RF System Engineering", Artech House, 1998
- [2] Harri Holma, Antti Toskala, "WCDMA for UMTS", John Wiley & Sons, 2001
- [3] Guillermo Gonzalez, "Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design", Prentice Hall
- [4] 3GPP Node B/UE technical specification (TS.25.104/25.101)
- [5] 3GPP Repeater technical specification (TS.25.106, Release 4, 2009.09)
- [6] Generic unwanted emission characteristics of mobile stations using the terrestrial radio interfaces of IMT-2000 (ITU-R 39/8)
- [7] 전기통신사업용무선설비의 기술기준 (정통부고시 제2002-14호, 2002. 3. 13)