DBpia

CP 안테나를 이용한 RF중계기 설계 및 제작

정회원 강 기 성*, 백 주 기** , 강 창 수***,

RF Repeater Design and Manufacture using CP Antenna

Ki-seong Kang*, Joo-gi Baek**, Chang-Soo Kang*** ***Regular Members***

요 약

본 논문에서는 음영지역을 해소하고 통화권 영역을 확대하기 위해 CP 안테나를 이용한 RF 중계기를 설계 및 제작하였으며 그 성능을 평가하였다.

그 결과 안테나의 Doner와 Service 안테나의 각도를 90°, 135°, 180°로 했을 때 격리도는 73dB, 88dB, 106dB 이었다. 또한 중계기 설치 전 수신레벨은 1km이내에서 대부분 -90dB이하에서 대부분이 수신되었으며 중계기를 설치한 후에는 수신레벨이 -90dB이상에서 수신되어 통화권 영역을 확대됨을 확인하였다.

Key Words : RF Repeater, ICS Repeater

ABSTRACT

In this paper, RF Repeater using CP Antenna to solved shade area and expand communications area design and manufactured and estimated the performance.

In the result, When did Doner of antenna and angle of Service antenna by 90˚, 135˚, 180˚, isolation degree was 73dB, 88dB, 106dB. Also, confirmed that communication area widens being received more than most - after most received and establish repeater in -90dB low reception level -90dB in reception level 1km before repeater establishment.

Ⅰ. 서 론

현대의 디지털 이동통신 기술은 단말기와 개인의 이동성 및 Service Potability를 구축하고 개인 다중통신을 요구하고 있다. 개인 이동통신에 있어서 멀티미디어 서비스, 인터넷이 무선과 결합되는 WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)와 같은 새로운 시스템등이 개인의 이동성을 더욱 더 높이면서 서비스를 제공할 것이다. 이와 같이 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 제 4세대 이동통신시스템은 새로운 시스템을 도입하기보다는 기존의 W-CDMA 시스템을 진화하여 구축하고자 하는 연구가 진행되고 있다[1][7].

이동무선인터넷과 같은 서비스를 제공하기 위해서는 초고속의 데이터 전송이 필요할 뿐만아니라 향후 가입자의 수가 증가하고 서비스 지역이 확장할 경우 가입자가 요구하는 서비스의 품질을 수용하기 위해서는 서비스지역에 많은 중계시스템이 필요하다[2].

대도시에 중계시스템을 설치할 경우에는 많은 건물등에 의하여 중계기의 위치와 크기가 많은 제약을 받는다. 즉 중계기의 송수신 안테나간의 이격도(Isolation) 부족으로 인하여 송신안테나 신호가 수신안테나에 재입력(Feedback)되어 발생하는 발진(Oscillation) 및 간섭(Interference)으로 인해 중계기의 특성에 많은 문제를 일으킨다[3][6].

* 동도기술연구소 소장(23kskang@hanmail.net), ** 인천전문대학 겸임교수(bb1j2k3@chol.com,
*** 유한대학 전자정보과 (cskang@yuhan.ac.kr)
논문번호 : 09051-0924, 접수일자 : 2009년 9월 24일

www.dbpia.co.kr

본 논문에서는 협소한 가장자리 부분의 소규모 Outdoor 음영지역을 통화영역에 포함하기 위한 목적으로 RF 중계기를 개발하고 그 특성을 측정을 통하여 효율성을 확인하였고 이에 대한 성능을 평가하기 위해 격리도와 통화영역의 수신특성을 측정하여 결과를 제시하였다.

Ⅱ. RF 중계기의 특징

RF중계기는 별도의 유선연결이 요구되는 광중계기와 달리 기지국의 신호를 무선으로 전달받기 때문에 설치가 용이하고 유지비용이 적은 장점이 있다. 반면 송수신 안테나에서 같은 주파수를 사용하기 때문에 중계기의 송신안테나에서 송신된 신호가 수신 안테나로 궤환되는 단점이 있다. 그림 1은 주변 환경에 따라 다중궤환 간섭신호를 갖는 중계기 모델을 나타낸 것이며, 그림 1에서 보듯이 궤환신호는 주변의 다른 물체에 반사되어 다중경로를 통해 궤환한다. 이러한 궤환간섭신호로 인해 중계기가 발진현상을 일으켜 통화품질을 저하시킬 수 있다.

간섭신호를 제거하기 위해 수신안테나로 지향성 안테나를 설치하거나 송수신안테나 사이에 철폐막을 설치하여 궤환되는 간섭 신호의 크기를 감소시키는 방법등이 사용된다. 그러나 이러한 방법으로는 궤환되는 간섭신호를 충분히 제거하지 못할 경우 별도의 간섭 제거방안이 필요하다.

이동통신 RF 중계 시스템은 차폐공간이나 상존하는 음영지역등에서 중계하고자 하는 미약한 신호를 추출하고, 저잡음으로 증폭한 후 안테나를 통해 재방사하는 방식을 사용한다. 그림 2에서 나타난 바와 같이 도너 안테나를 통해 기지국의 이동통신 신호를 수신하여 중계시스템을 통해 증폭한 후 서비스 안테나를 통해 전파 음영지역의 가입자에게 기지국의 신호를 서비스하게 된다.

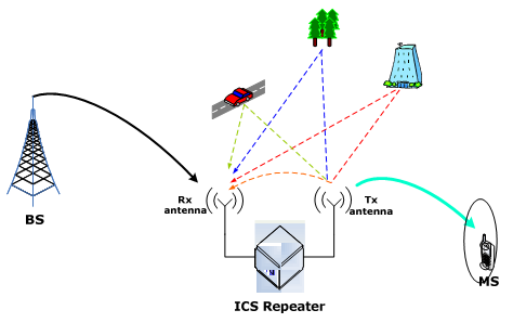


그림 1. 궤환 간섭 신호를 갖는 중계기 모델

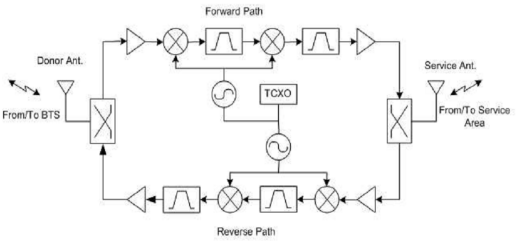


그림 2. RF 중계시스템의 구성도

또한 RF 중계시스템은 양방향의 성능을 가지고 있어 가입자의 이동통신신호를 서비스 안테나를 통해 수신하여 중계시스템으로 증폭한 후 도너 안테나를 통해 기지국으로 이동통신 신호를 전달하게 된다.

도너안테나를 통해 수신된 기지국 신호는 duplexer를 통해 저잡음 증폭기(LNA)에 입력되어 잡음이 억제된 신호를 증폭하고 증폭된 신호는 국부발진기의 발진주파수와 혼합해 중간주파수로 다운컨버전 한다.

RF 중계시스템은 발진현상을 막기 위해서는 궤환 간섭신호가 충분히 작은 값을 갖도록 도너 안테나와 서비스 안테나사이의 격리도를 크게 하는 것이지만 시스템 설치나 운용등에 있어서 많은 제약이 따른다[4][5].

따라서 수신신호에서 중계하고자 하는 신호와 궤환 간섭신호를 분리하여 궤환 간섭신호는 제거하고 수신신호만을 증폭하여 이를 서비스 지역으로 방사하는 방법이 가장 최선의 방법이라 할 수 있다. 즉, 궤환간섭신호를 실시간으로 제거함으로서 기지국과 가입자의 신호를 동일 주파수를 이용하여 실시간으로 전달할 수 있으며, 중계시스템은 발진이 없는 안정상태를 유지할 수 있게 된다. 이런 중계시스템을 ICS(Interference Cancelling System) 중계시스템이라 한다.

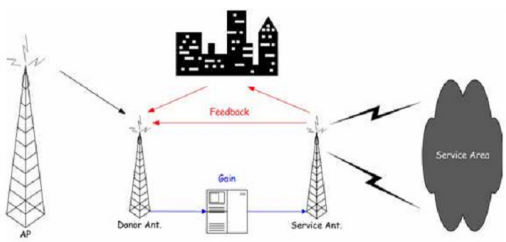


그림 3. RF 중계시스템의 서비스 환경

www.dbpia.co.kr

Ⅲ. RF 중계기 설계 및 제작

그림 4. RF 증폭부의 이중화 구조를 나타낸 것이다. Donor, Remote 안테나와 이중화 차별화 된 RF 증폭부가 각각 결합된 구조이며 Donor 및 Remote 함체 Slim화 가능하다.

Donor 와 Remote 간 DC 전원 공급용 Bias tee 및 통신용 FSK Modem 적용하고 다중경로 Feedback 신호는 CP 안테나의 서로 상반된 원형 편파의 Isolation특성에 의해 영향을 받지 않는다. 따라서 본 중계 시스템은 발진 및 간섭에 의한 영향을 받지 않는 특징을 갖고 있다.

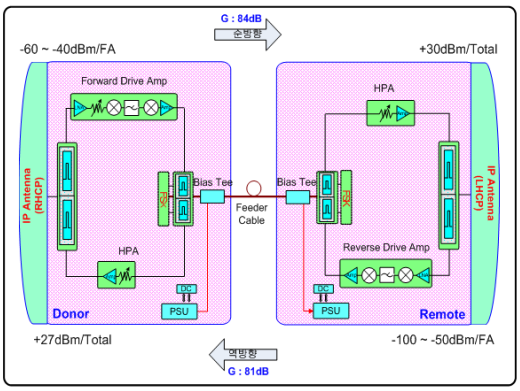


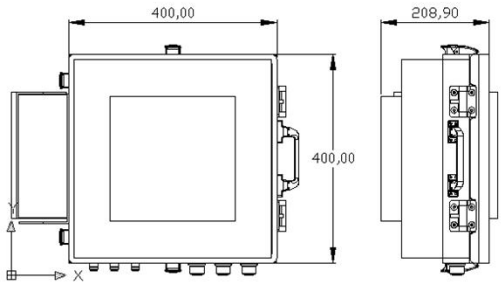
그림 4. RF 증폭부의 이중화 구조

표 1. CP 안테나의 기술규격

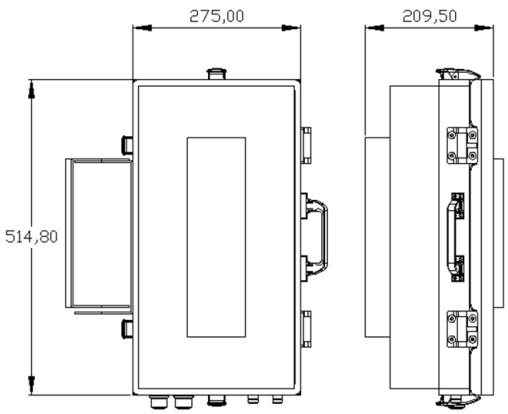
항 목		Donor	Service	비 고
주파수 범위		1920 ~ 2170MHz		WCDMA Band
정재파 비		1 : 1.5 이하		
이득		11dBiC 이상(기본)		
HPBW	수평	33° ± 5°	65° ± 5°	
	수직	33° ± 5°	30° ± 3°	
편파		RHCP	LHCP	
전,후방 (F/B) (R/L SL)	@180° (@-,+90°)	-40dB 이하 -35dB 이하		
최대 Isolation		105dB(Max)		
Isolation	Axial Ratio	3dB 이하		at the bore-sight
	RHCP to LHCP Ratio	-20dBc 이하		at the bore-sight
좌우 , 상하 측 부엽		-35dBc 이하		
Passive IMD3		-140dBc 이하		
최대 허용전력		200Watts		

CP 안테나의 기술규격은 표 1과 같다.

CP ANT와 RF 증폭부 일체형 도너 함체와 리모트 함체의 형상은 그림 5와 같다.



(a) 도너 함체



(b) 리모트 함체

그림 5. CP ANT와 RF증폭부

Ⅳ. RF 중계기를 이용한 측정 결과

순방향 출력 ALC 기능을 추가하여 현장운용 중 NMS에서 설정된 출력 상한 값을 기준으로 과도한 출력이 발생시 내부 ATT를 제어하여 상한 치 이하 값으로 설정하여 장비를 보호하고 정상적인 서비스를 제공한다.

Oscillation 방지기능을 추가하여 중계기 운용 중 안테나 isolation 미확보에 따른 발진현상으로부터 시스템 Damage를 사전에 보호하는 기능을 가지므로 시스템 안정화에 극대화한다.

Reverse Auto Gain Setting 기능은 시스템 전체의 역방향 이득을 자동으로 설정하는 기능이며, Remote의 안테나 단에 위치한 S/G(Signal Generator)

www.dbpia.co.kr

를 이용하여 신호를 발생 시키고 이 신호를 기준신호로 역방향 광 손실에 따른 보상 등을 수행함으로써 자동으로 이득을 설정할 수 있다.

중계기의 성능을 평가하기 위해 그림 6과 같이 ANT를 구성하고 신호발생기의 출력을 10dBm으로 하여 서비스 안테나에서 수신된 신호를 측정하였다.

그림 7은 안테나를 180°로 설치하였을 경우 수신 측정된 결과를 보인 것이다. 그 결 과 -96.14dBm이 측정되었다.

표 2는 각도를 서로 다르게 설치했을 때의 격리

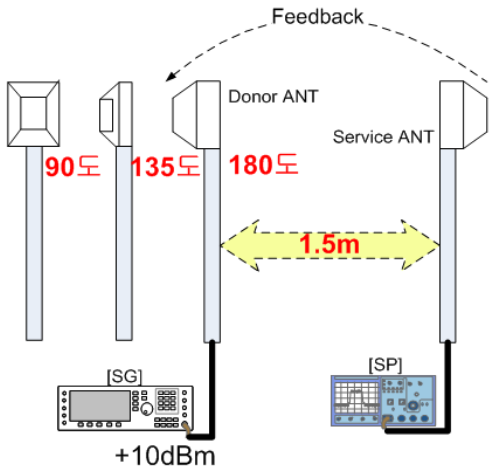


그림 6. 시험 구성도

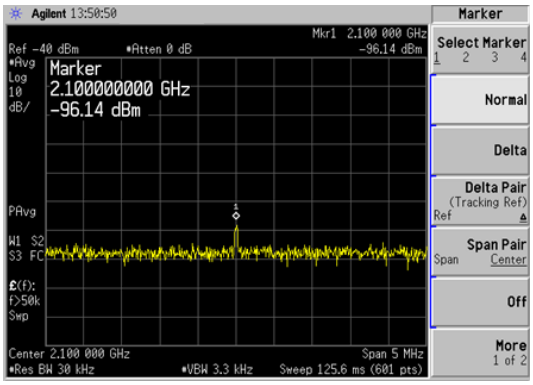


그림 7. 180°에서 수신레벨

표 2. Isolation 측정결과

SG 입력전력	측정결과 (Antenna Isolation)			비 고
	90° 조건	135° 조건	180° 조건	
+10dBm	73dB	88dB	106dB	

리도를 측정한 결과를 보인 것이다. 그 결과 180°에서 106dB로 최대의 격리도를 얻을 수 있었다.

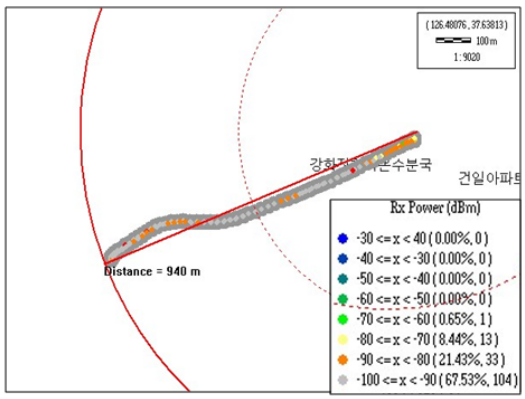
중계기를 적용전과 적용 후의 측정 결과는 그림 8과 같다.

그림 8에서 중계기 설치전의 수신된 전력은 1km의 반경을 기준으로 했을 때 대부분 -90dB이상에 분포되었고 중계기 설치 후에는 -90dB이내에 분포되어 있어 수신이 가능한 것으로 판명되었다.

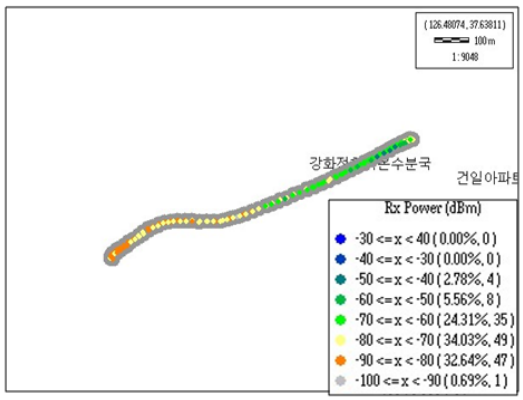
그 결과 중계기 출력 +30dBm일 때 단말기 Rx Power -85dBm기준으로 “약 1km정도”의 Service Coverage 범위를 가진다.

표 3은 중계기의 설치전과 설치후의 수신전력을 측정한 결과를 수신전력에 대한 백분율로 나타낸 것이다.

표 3의 결과를 보면 중계기 설치후 수신전력은 대부분 -90dBm에서 -70dBm에 포함되어 통화영역이 넓어짐을 확인할 수 있다.



(a) 중계기 설치전



(b) 중계기 설치 후

그림 8. 거리에 따른 수신전력 측정결과

www.dbpia.co.kr

표 3. 중계기 설치전과 설치후의 측정결과 비교

Rx Power	-100~ -90dBm	-90~ -80dBm	-80~ -70dBm	-60~ -50dBm	-60~ -50dBm
중계기 설치 전	67.53%	21.43%	8.44%	0.65%	0%
중계기 설치 후	0.69%	32.64%	34.04%	5.56%	2.78%

V. 결 론

RF중계기는 안테나의 격리도의 한계를 극복하고 최대한 가장자리 음영지역을 통화권으로 극복하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 음영지역을 해소하고 통화권 영역을 확대하기 위해 안테나 일체형 RF 중계기를 설계 및 제작하였으며 그 성능을 평가하였다.

그 결과 안테나의 Doner와 Service 안테나의 각도를 90°, 135°, 180°로 했을 때 격리도는 73dB, 88dB, 106dB이었다. 또한 중계기 설치전 수신레벨은 1km이내에서 대부분 -90dB이하에서 대부분이 수신되었으며 중계기를 설치한 후에는 수신레벨이 -90dB이하에서 수신되어 통화권 영역을 확대됨을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

〔1〕 M. N. Patwary, P. B. Rapajic, and I. Oppermann, "Capacity and coverage increase with repeater in UMTS urban cellular mobile communication envirment," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 53, no.10, pp.1620-1624, Oct. 2005.

〔2〕 A. A. Baghai and J. Divall, "Cost effictive solutions for coverage enhancement," in *Proc. 7th IEE European Conf. on Mobile and pers. Commun.,* 13-15 Dec. pp.51-56, 1993.

〔3〕 A. L. Davidson and C. Lake, *Method and Means of Preventing Oscillation in a Same-frequency Repeater*, U.S. Patent, P.N. 4, 383,331, May, 1983.

〔4〕 Air Interface for Fixed and Mobile Boradband Wireless Access System, *IEEE Standard 802.16e/D10*, 2005

〔5〕 W.T Slingsby and J.P. McCeehan, "Antenna isolation measurements for on-frequency radio repeaters," *Antennas and Propagation*, 4.7 1995, *Ninth International Conference on(Conj Publ. No. 407)*, vol.1, pp.239-243, 1995.

〔6〕 Mark D. dankberg, Mark J. Miller and Michael G. Mulligan, "*Self-interference cancellation for Two-party relayed Communication"*, U.S. Patent, P.N. 5,595,429, Jan. 1997.

〔7〕 Braithwaite, R. N. Carichner, S., "Adaptive Echo Cancellation for an On-Frequency RF Repeater Using a Weighted Power Spectrum," *EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE CD-ROM EDITION*, Vol. 37, 2007, London; Horizon House.

강 기 성 (Ki-seong Kang) 정회원
1995년 2월 명지대학교 전자공학과 졸업 공학박사
2009년 동도기술연구소 소장
<주관심분야 광통신, 반도체재료, 이동통신>

백 주 기 (Joo-Gi Baek) 정회원
1999년 8월 단국대학교 전자공학과 졸업 공학박사
2009년 3월 GVS(주) 기술연구소 소장
<주관심분야 전자회로설계, 이동통신, RF회로설계>

강 창 수 (Chang-soo Kang) 정회원
유한대학 전자정보과 교수
<주관심분야 전자회로설계, 이동통신, RF회로설계>

www.dbpia.co.kr