

WRFMC의 Noise Floor 감소를 통한 최적설계 방안

이춘성^o
세종대학교 정보통신대학원
cdmago@nate.com^o

Reducing Method of Noise Floor for Optimized Design of WRFMC

Choonsung Lee^o
The Graduate School of Information & Communication, Sejong University

요 약

WCDMA 무선광 중계기(이하 WRFMC:WCDMA Radio Fiber optic Micro Cell)는 설비 및 구축측면에서 투자비 효율성을 극대화 할 수 있으며 전송로 포설이 어려운 하천 및 산악지역에도 설치할 수 있는 장점을 가지나 이러한 장비특성 때문에 AIR 구간에서의 신호손실 보전을 위해 높은 이득으로 설계되어야 하므로 Noise Floor가 상승되는 단점도 있다. 따라서 본 논문은 3GPP에서 제시하는 중계기 규격(TS 25.106)을 만족하는 범위내에서 WRFMC의 Noise Floor 감소를 통한 순방향에서의 최적설계 방안을 제시하고 향후 RF중계기에도 활용하고자 한다

1. 서 론

WCDMA 서비스는 2003년말 상용화되어 서비스 중이다. 그러나 WCDMA 활성화를 위해서는 크게 두가지 측면에서 고려하여야 한다. 첫째는 서비스 초기에 기존 2G/2.5G/1XEV-DO 서비스와 동일한, 또는 그 이상의 Coverage를 가져갈 수 있는가, 둘째는 차별화된 Killer 서비스 제공이 가능한가의 문제다. 즉, 기존 2G/2.5G/1XEV-DO에서 제공하는 서비스와 차별화된 Contents 개발이 필요하며 이를 서비스 하기 위한 WCDMA Network 기반이 초기에 제공되어야 한다. 결국 전국서비스를 위해서는 막대한 초기 투자비는 불가피 할 수 밖에 없다

각 서비스 사업자는 이러한 초기 투자비 절감 및 Network 효율성 제고를 위하여 지상에는 광중계기를 활용하고 지하나 인빌딩 등에 RF 중계기를 이용한 서비스 제공을 하고 있다. 현재 3GPP에서는 Allgon이라는 회사를 통해 채택된 중계기 규격인 TS 25.106 을 권고하고 있다. 또한 국내 TTA(정보통신협회) 및 정보통신부에서도 이 규격을 기반으로 WCDMA 무선설비의 기술기준을 제정한바 있다. 따라서 본 논문은 WCDMA 서비스의 성공적인 상용화를 위해 3GPP 규격내에서 WRFMC의 Noise Floor 감소를 통한 최적설계 방안을 제안하고자 한다.

이에 본론에서는 WRFMC와 관련된 3GPP 규격 분석을 통해 주요 항목의 의미를 설명하고 Noise Floor를 감소할 수 있는 방안을 제시하며, 이를 토대로 결론에서는 새로운 제안된 방안을 초기 설계시 반영함으로써 현상상황

에 맞는 최적의 WRFMC를 설계하고자 하며 구성도는 다음과 같다.

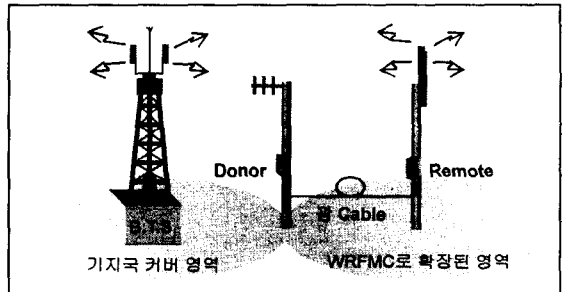


그림 1. WRFMC 구성도

II. 본 론

1. 3GPP 규격

TS.25.106에서는 RF중계기 규격을 권고하고 있으며 주요 규격은 다음과 같다.

가. Out of band gain

단순히 타 사업자 대역내에서의 중계기 이득에 대한 제한규격으로 WRFMC에서는 전대역에서 25MHz 대역의 SAW Filter 적용만으로도 규격을 만족한다

나. Spectrum Emission Mask

서비스 대역을 중계하는 시스템이 타 사업자 대역에

얼마나 많은 Spurious Emission을 방사하는가를 규정 한 것으로 3GPP 에서 규정한 Spectrum Emission Mask(이하 SEM) 규격은 다음과 같다.

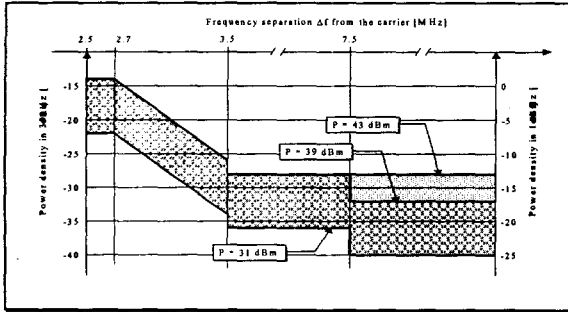


그림 2. Spectrum Emission Mask

위 그림에서 보면 출력 P=43dBm일때 최대 -26dBm의 SEM을 만족해야 하므로 WRFMC 설계시 높은 이득에 따른 Noise Floor가 증가하여 만족하기 어려운 규격이다. 따라서 아래에 그 방안을 제시한다.

2. Noise Floor 감소방안

WRFMC는 BTS(기지국)과 떨어져 있는 위치에 Donor를 설치하는 무선광 중계기이므로 설치 편의를 극대화 하기 위해 넓은 입력범위(-40dBm/Carrier ~ -70dBm/Carrier)가 필요하다. 또한 이러한 입력범위에서도 원하는 출력(30dBm/Carrier ~ 43dBm/Carrier)을 만족해야 하므로 높은 이득이 요구된다.

중계기의 이득이 높을 경우 SEM을 만족하지 못하므로 Noise Floor를 줄여야 한다. 중계기의 Noise Floor는 중계기의 이득과 Noise Figure(이하 NF)값(식(2)참조)에 의해 결정되므로 Noise Floor를 줄일 수 있는 방법에 대해 논의하고 개선할 수 있는 방안을 제시한다.

가. SAW Filter를 이용한 중계기 이득 감소방안

WCDMA는 사업자마다 총 4개의 Carrier로 구성되므로 사용하는 주파수마다 각각의 SAW Filter를 적용하고 Path마다 Switch를 구성하여, 사용하지 않는 Carrier의 전원을 차단함으로써 중계기 이득을 억제하는 효과가 있다. WRFMC의 Block도는 아래와 같다.

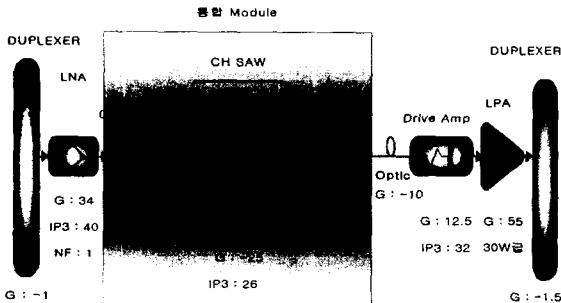
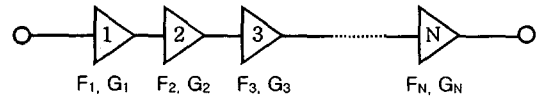


그림 3. WRFMC 구성도

Noise Floor의 개선 효과는 SAW Filter의 Rejection 특성, Insertion Loss(이하 IL), Switch를 이용한 Carrier별 Isolation 특성에 의해 결정된다.

그림 3의 Block도에서 각 블록별 이득과 잡음지수(식1)를 고려하여 SAW Filter 전단 까지의 Noise Floor를 계산하면 (식2)와 같이 표현된다.



$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_N - 1}{G_1 G_2 \dots G_{N-1}}$$

그림 4. 각 블록별 이득과 잡음지수

NF = 10 log F : Cascade 계산식 식(1)

Noise Floor = Thermal noise * BW + Gain + NF 식(2)

SAW Filter전단 까지의 잡음 레벨은 -49dBm/3.84MHz이며, SAW Filter IL이 25dB이고 타 대역 Rejection이 50dB이상이면 그림 5에서와 같이 Noise Floor 개선 효과는 최대 32dB이다.

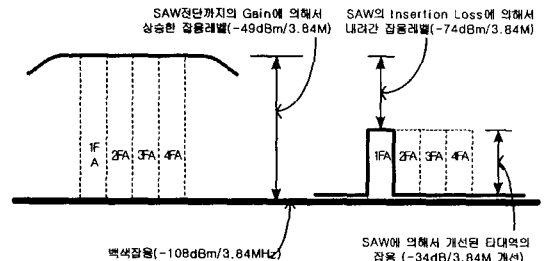
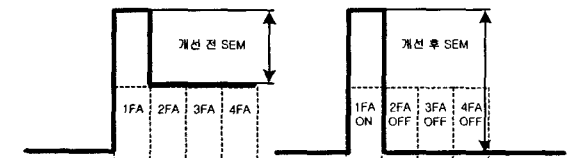


그림 5. Noise 개선 효과



(a) 1개의 SAW Filter를 사용한 경우 (b) FA별 SAW Filter를 사용한 경우

그림 6. 타 대역 Noise 억제를 이용한 SEM 개선 효과

WRFMC는 Carrier별 SAW Filter를 사용하여 중계기 설치 국소에서 서비스하지 않는 Carrier를 선택적으로 전원을 차단하여 1개의 SAW를 사용한 중계기에 비해 SEM을 개선할 수 있으므로 높은 이득이 요구되는 중계기가 SEM을 만족할 수 있도록 개선 하였다. SAW Filter의 특성은 아래와 같다

- Center Frequency : 70.035MHz
- Bandwidth : 5.478MHz
- Band Rejection : -50dB

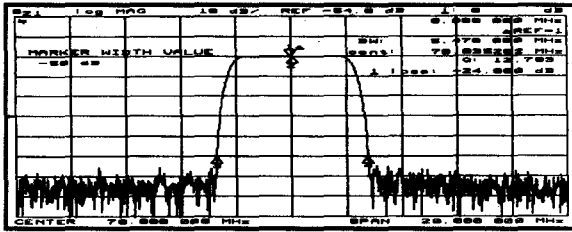


그림 7. SAW Filter의 특성

나. 고이득 안테나를 이용한 중계기 이득 감소방안

중계기 이득을 줄이는 또 다른 방법은 고지향, 고이득 안테나를 사용하는 방법이다. 고이득 안테나(21dBi)를 사용할 경우 일반적인 안테나 이득(13~15dBi)보다 중계기 이득을 적게 가져가도 되므로 상대적으로 Noise Floor의 상승을 억제 할 수 있게 된다. 다음은 Ant 형상 및 규격과 패턴도이다.

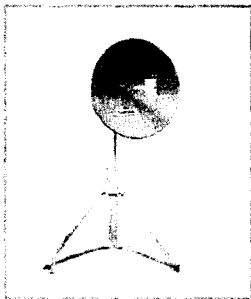


그림 8. 고이득 안테나 형상

:: Electrical specifications

| Item | Specification |
|-------------------|---------------|
| Frequency Range | 2.1-2.3 GHz |
| Gain | 21 dBi |
| 3dB Beamwidth | 12° |
| V.S.W.R(Max.) | 1.5 : 1 |
| Impedance | 50 ohms |
| Polarization | Linear |
| Power Input(Max.) | 50 W |

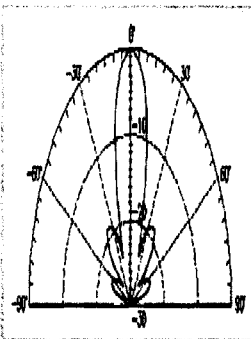


그림 9. 고이득 안테나 패턴

:: Mechanical specifications

| Item | Specification |
|-----------------------|-----------------------------|
| Dimensions | Dia:620mm, Length:315 mm |
| Weight | 2.2 kg |
| Connector Type | N- TYPE Female |
| Mount Type | Pipe Mount (Φ 20~ 36mm) |
| Tilt Angle | 0°~±30° |
| Operating Temperature | - 30 □ ~ + 60 □ |

결론적으로 2G RFMC Donor Ant는 최대 15dBi이므로 위 Ant 적용시 6dBi(21dBi-15dBi)의 이득이 입력단에 발생한다. 따라서 WREMC의 이득을 6dB 낮게 가져가도 되므로 저입력에 따른 고이득 설정이 불필요하여 Noise Floor를 감소 시킬 수 있다.

III. 결 론

앞에서 분석한 내용을 종합하여 중계기 이득이 높아 SEM을 만족하지 못하는 경우 Noise Floor를 줄여야 하며 그 방법으로 2가지 방안을 제시하였다. 첫째는 중계기의 이득을 줄이는 방법으로 SAW Filter를 ON/OFF하는 방안과 둘째는 중계기 이득을 감소시키는 방법으로 고이득 안테나를 적용하는 방안을 제시하며 이를 토대로 WRFMC 및 RF중계기 상용화시 엔지니어링 기준에 활용하고자 한다.

IV. 참고 문헌

- [1] 조성민, 이춘성, 최영래, " ACLR 특성을 고려한 WCDMA RF 중계기 설계 및 적용", 한국통신학회, 2003
- [2] Behzad Razavi, "RF MICROELECTRONICS" Prentice Hall, 1998 pp.214-217
- [3] Peter. Vizmuller, "RF Design Guide", Artech-House, 1995
- [4] 김영진, " SAW FILTER 의 기술동향", Telecommunication Review, Vol. 3