

26GHz대 무선가입자회선용 무선설비의 가드 밴드와

기술기준 연구

박승근¹ · 조경록²

¹한국전자통신연구원, ²충북대학교

A Study on Technical Standard and Guard Band for Wireless Local Loop facilities at 26GHz Band

Seung-Keun Park¹ · Kyoung-Rok Cho²

¹Electronics and Telecommunications Research Institute, ²ChungBuk University

E-mail : skpark@pec.etri.re.kr

요 약

본 글은 국내에서 사용될 예정인 26GHz대 무선가입자회선용 무선설비의 가드 밴드와 기술기준에 관한 것이다. 사업자간의 가드 밴드를 결정하기 위해서 본 글에서는 인접대역을 사용하는 타 무선국과의 전파간섭을 분석하였다. 그리고 본 글에서는 ITU-R 권고와 일본 ARIB 규격을 고려한 26GHz대 무선가입자회선용 무선설비의 블록 외 방사마스킹 초안을 제안하였다.

ABSTRACT

The content of this paper is concerned with guard band and technical standard for wireless local loop facilities will be used at 26GHz domestic frequency band. In order to determine guard band between wireless local loop providers, this paper analyze radio interferences from radio station used adjacent frequency band. The paper proposes draft Out-of-Block Emission Mask of for wireless local loop facilities in accordance with ITU-R Recommendation and ARIB Standard in Japan

1. 서 론

무선인터넷에 대한 관심이 높아지고 있는데 정보통신부는 1997년 4월9일 공고 제1997-49호에서 26GHz대의 가입자회선용¹⁾ 주파수를 그림 1과 같이 분배하였다[1].

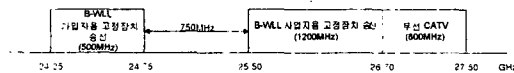


그림 1 26GHz대 WLL 주파수분배

그리고 1999년에 정보통신부는 26GHz대 가입자회선의 국내 통신사업자로 한국통신, 하나로통신, 데이콤을 선정하였고, 각 사업자의 주파수는 균등하게 분배하기로 합의되었다.

위와 같은 주파수 환경에서 정보통신부는 세계의 사업자가 동일한 지역에서 26GHz대 가입자회선용 서비스를 할 경우에 발생할 수 있는 전파간섭의 대책으로 사업자간의 가드 밴드를 결정하여야 하고, 각 사업자의 무선설비 인증과 무선국 개월에 따른 허가를 위하여 기술기준을 마련하여야 한다. 따라서 본 논문은 현재까지 발표된 26GHz대 가입자회선용 무선설비의 유럽 ETSI 표준과 일본 ARIB 표준의 RF 규격과 각 사업사에서 고려하고 있는 무선설비를 참고로 하여 가드 밴드와 블록 외 마스크를 제안한다.

1) 보통 LMD5(Local Multipoint Distribution system)이라고 말할

II. 가드 밴드

무선국의 간섭은 공간과 시간 개념의 역수인 주파수 영역에서 다루는데, 간섭을 주는 무선국과 간섭을 받는 무선국과의 공간적인 거리에 의한 간섭신호의 크기와 주파수 영역에서 상기 두 무선국이 사용하는 주파수간의 거리에 의한 간섭신호의 크기는 두 무선국간의 전파간섭 여부를 결정하는 중요한 항목이다. 다시 말하면, 전자는 공동채널간섭(Co-Channel Interference)과 관련이 있으며, 후자는 인접채널간섭(Adjacent Channel Interference)과 관계가 있다.

국내 26GHz대 주파수에 관한 가시경로의 손실(Path Loss)에 관한 식은 (1)과 같으며[2], 전파간섭의 경우에는 26GHz대 무선망 설계에서 고려해야 될 경우감쇠 특성을 제외한다. 왜냐하면 전파간섭의 모형은 항상 최악의 경우로 가정하므로 간섭신호의 경우감쇠 특성은 고려할 필요가 없기 때문이다.

$$PL_{dB}(D) = a + b \log D(\text{km}) \quad (1)$$

각 전파환경에 따른 a와 b의 값은 참고문헌[2]에서 표 1과 같이 정하고 있다.

표 1. 식(1)의 변수 a와 b 값

전파환경	모델변수	a	b	표준편차
자유공간		121.0	20.0	없음
도심		122.6	20.0	1.49
부심		122.6	21.0	1.43
개방지		121.7	20.8	1.16

상기 표 1의 결과를 보면, 자유공간 식과 도심, 부심, 개방지로부터 측정한 자료를 바탕으로 한 회귀 식과는 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 자유공간 식을 경로손실에 사용한다.

26GHz대 가입자회선 사업자들은 그림 1과 같이 주파수를 분배받았으므로, 각 사업자가 균등하게 사용할 수 있는 사업자용 고정장치의 대역은 400MHz이고, 가입자용 고정장치의 대역은 166MHz이다. 그리고 이와 같은 주파수 상황에서 각 사업자간의 가드 밴드 크기를 얼마로 설정하여야 전파 혼신을 방지할 수 있을 것인가는 주파수 효율 측면과 함께 매우 중요한 문제이다. 즉, 가드 밴드 크기를 크게 하면 전파 혼신의 가능성은 낮게 되지만, 주파수 효율은 떨어지게 된다. 그러므로 전파 혼신의 가능성과 주파수 효율은 무선설비의 RF규격을 바탕으로 적절하게 Trade-off 해야한다.

그림 2는 400MHz 대역을 사용하는 무선설비의

대역통과필터 특성을 보여 주고 있는데, 보통 이러한 종류의 필터는 3dB 대역폭으로 약 600MHz을 갖는다.

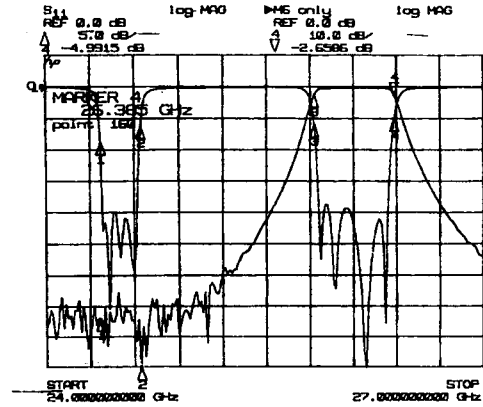


그림 2. 대역통과필터 특성

위와 같은 대역통과필터는 바로 인접한 대역을 사용하고 있는 무선설비로부터 발생되는 간섭신호를 억제할 수 없다. 그러나 대역통과필터를 통과한 간섭신호가 LNA(Low Noise Amplifier)와 AGC(Automatic Gain Control)의 기능에 영향을 주지 않는다면 간섭신호는 채널 필터에 의해서 억제될 수 있다. 즉, 26GHz대 가입자회선용 주파수 상황에서는 대역통과필터는 인접대역 무선설비의 간섭으로부터 발생되는 간섭신호를 억제하지 못하므로 인접채널간섭과 관계된 가드 밴드가 매우 중요하다.

간단한 간섭의 모형은 그림 3과 그림 4와 같이 생각할 수 있다. 그림 3은 하향에 대한 간섭으로 B 가입자용 고정장치에 인접한 대역을 사용하고 있는 A 사업자용 고정장치가 가깝게 위치하여 전파를 방사할 경우에 B 가입자용 고정장치의 수신에 전파 혼신을 발생시키는 것을 보여 주고 있다. 그리고 그림 4는 상향에 관한 간섭모형이다.



그림 3. 하향 간섭모형



그림 4. 상향 간섭모형

사업자간의 가드 밴드를 결정하는데 사용하는 식은 (2)와 같다.

$$P_w - P_{UN} + XPD + FOA \geq (C/I)_{min} \quad (2)$$

식(2)의 P_w 는 수신감도로 설정하고, P_{UN} 는 수신된 간섭신호로 식(3)과 같이 계산되며, XPD는 직교편파(Orthogonal Polarization) 이득이고, FOA는 주파수 거리(Frequency offset)에 의한 이득이다. 그리고 $(C/I)_{min}$ 은 최소로 요구되는 반송파 전력 대 잡음 전력 비이다.

$$P_{UN} = EIRP_I + G_R - PL_{dB}(D) \quad (3)$$

식(3)의 $EIRP_I$ 는 간섭을 주는 무선국의 전력 과 송신 공중선 이득을 곱한 값이고, G_R 는 간섭을 받는 무선국의 수신 공중선 이득이다. $PL_{dB}(D)$ 는 식(1)에 의해서 계산되는 간섭을 주는 무선국과 간섭을 받는 무선국과의 경로손실 값이다.

식(2)와 식(3)의 파라미터 값들은 각 사업자의 무선설비에 따라 다르고, 유럽 표준 규격[3]에서도 전송속도에 따라 다르게 정의를 하고 있다. 그러므로 본 분석에서는 최소한의 간섭이라는 원칙 하에 아래와 같이 각 파라미터 값을 설정하였다.

- 파라미터 값 설정
 - $P_w = -65dBm$
 - $P_{UN} = -25dBm$
 - $EIRP_I = 30dBm + 30dBi = 60dBm$
 - $G_R = 30dBi$
 - $PL_{dB}(D=500m) = 115dB$
 - $XPD = 0dB$
 - $(C/I)_{min} = 20dB$

가드 밴드 크기와 관련된 식(2)의 FOA는 주파수 거리가 클수록 높아지는데, 위의 각 파라미터 값과 식(2)으로부터 FOA를 계산하면 FOA는 60dB 이상의 값을 가져야 한다.

그리고 현재 각 사업자들은 26GHz대 가입자회선용 대역에서 상향과 하향의 전송속도를 다르게 할 계획이며, 하향의 전송속도도 사업자별로 상이하게 할 것으로 알려지고 있다. 즉, 하나로통신은 채널간격을 하향은 40MHz, 상향은 10MHz로 운영할 것으로 알려져 있으며, 데이콤과 한국통신은 하나로통신보다 작은 채널간격으로 무선가입자회선 서비스를 할 계획이다.

위와 같은 사실은 사업자별로 다른 장비의 도입 가능성을 말하고 있으며, 이에 따른 인접대역을 사용하는 무선설비의 송수신 RF규격은 크게

다르게 될 가능성이 있으므로 정확한 가드 밴드 크기를 결정하기가 매우 어렵다.

식(2)을 바탕으로 계산된 값에 의하면, 가드 밴드의 크기는 60dB이상의 이득을 보장해야 하는데, 이와 같은 값은 바로 인접된 채널에서 측정할 경우에 얻을 수 있는 값은 아니고, 한 채널 건너 있는 인접채널에서 얻을 수 있는 값이다.

그리고 현재 세 개의 사업자들이 고려하는 가입자회선용 무선설비의 하향 최대 채널대역폭은 약 40MHz이고 상향 최대 채널대역폭은 15MHz이므로, 하향 가드 밴드와 상향 가드 밴드는 각각의 최대 채널대역폭으로 정하는 것이 바람직하다. 그러나 각 사업자가 자기 대역의 가장자리에서 인접한 사업자와 다른 편파를 사용한다면, 즉 XPD의 값이 0dB가 아니라 직교에서 얻을 수 있는 이득 값이 된다면, 가드 밴드 크기는 줄일 수 있다.

III. 기술기준

무선설비의 기술기준은 무선기기의 전파의 질을 규정하고 있다. 전파의 질 항목은 주파수 허용 편차, 점유주파수대폭, 스퓨리어스 발사강도의 허용치를 말하는데, 최근에 와서는 발사마스크(Emission Mask)의 형태로 송신 무선설비의 스펙트럼을 규제하고 있다.

본 논문에서는 발사마스크를 중심으로 한 불요 발사(Unwanted Emission)에 대한 기술기준을 다루는데, 불요발사는 대역외 발사(Out-of-Band Emission)와 스퓨리어스 발사(Spurious Emission)를 말한다. 그리고 대역외 발사와 스퓨리어스 발사의 경계기준은 반송파로부터 필요주파수대폭의 2.5배 지점이다.

유럽의 발사마스크 기준은 그림 5와 같이 두 가지 종류가 있는데, Type A의 발사마스크는 변조방식이 QPSK와 4QAM인 통신시스템에 적용되는 것이고 Type B는 16QAM이상의 QAM방식의 통신시스템에 적용되는 발사마스크이다[3].

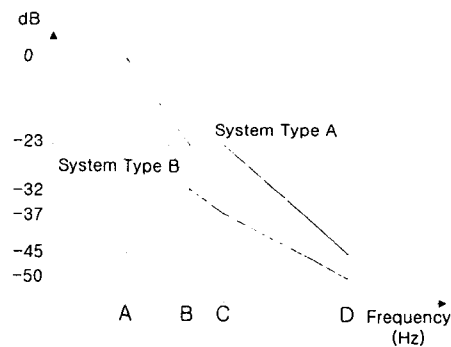


그림 5. ETSI 3.5MHz 발사마스크
 A : $0.43 * BW$, B : $0.8 * BW$, C : $1 * BW$, D : $2 * BW$
 $BW = R_s \times (1 + \alpha)$, R_s : 심볼속도, α : 롤-오프

일본 ARIB의 발사마스크는 그림6과 같다[4].

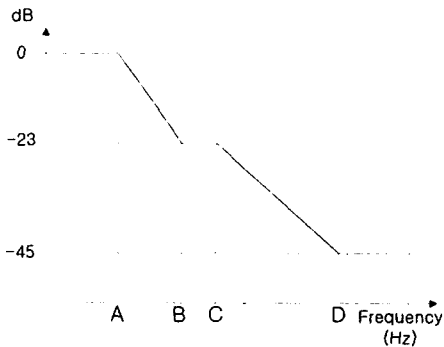


그림 6. ARIB 발사마스크

A : $0.43 \cdot BW$, B : $0.8 \cdot BW$, C : $1.06 \cdot BW$, D : $2 \cdot BW$
 $BW = R_s \times (1 + \alpha)$, R_s : 심볼속도, α : 롤-오프

ITU-R SM.329-7 권고에서는 고정통신 무선설비의 스퓨리어스 발사 허용치와 측정에 필요한 분해대역폭을 채널간격 10MHz를 기준으로 나누어 권고하고 있는데, 그림 7은 채널간격이 10MHz 미만인 경우이고 그림 8은 채널간격이 10MHz 이상인 경우이다[5].

발사마스크는 채널 발사마스크, 블록 외 발사마스크, 서비스 외 발사마스크 등으로 크게 세 가지 종류가 있는데, 현재까지 논의된 결과에 의하면 국내 채널 발사마스크는 일본의 채널 발사마스크와 비슷하게 결정될 것으로 판단되고, 스퓨리어스 발사는 ITU-R SM.329-7 권고를 준용할 것으로 생각된다. 그러므로 본 논문에서는 사업자간의 블록 외 발사마스크를 ITU-R 권고와 일본 ARIB 표준안을 바탕으로 제안한다.

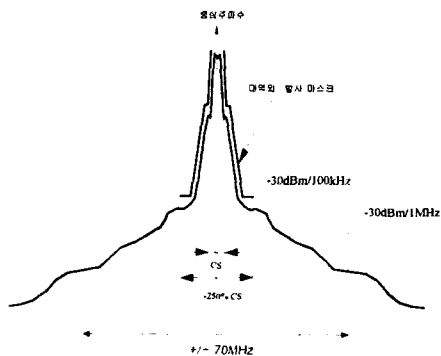


그림 7. ITU-R SM.329-7 권고(10MHz미만)

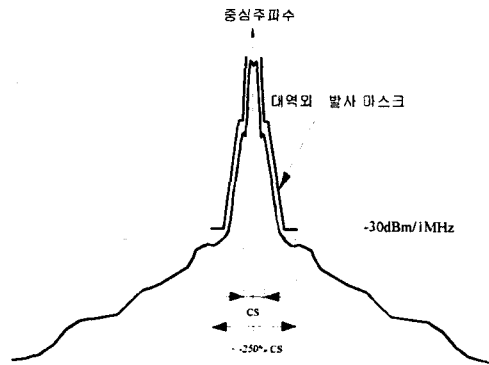


그림 8. ITU-R SM.329-7 권고(10MHz이상)

본 논문은 그림 9와 같은 블록 외 마스크를 제안한다. 제안된 블록 외 발사마스크는 사업자 보호대역의 끝에서 스퓨리어스 발사 허용치 $-30\text{dBm}/1\text{MHz}$ 로 설정하고, 이 값을 기준으로 사업자 보호대역의 시작 주파수에서 채널 발사마스크의 45dB와 23dB 차이 22dB를 고려하여 $-8\text{dBm}/1\text{MHz}$ 로 정하는 것으로부터 만들어졌는데, 기준치 $-8\text{dBm}/1\text{MHz}$ 은 그림 7와 같이 측정의 정확성을 고려하여 분해대역폭을 1MHz에서 100kHz로 정하면, 이에 따른 변환 식 $10 \cdot \log(0.1) = -10\text{dB}$ 에 의해서 $-18\text{dBm}/100\text{kHz}$ 로 변경된다.

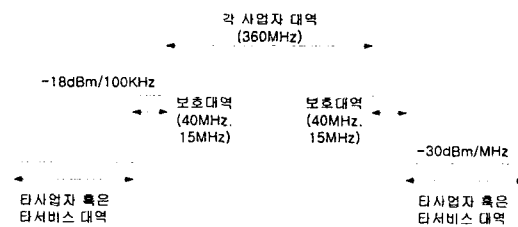


그림 9. 사업자대역의 블록 외 마스크

IV. 결론

본 논문에서는 26GHz대 가입자회선용 주파수 분배와 관련한 사업자간의 가드 밴드 크기를 최대 채널대역폭으로 제안하였고, 사업자간의 블록 외 발사마스크는 그림9와 같이 권고하였다. 그리고 위와 같이 제안된 기준치는 사업자의 장비가 도입되면, 실제 측정시험을 통하여 검증해 보아야 한다.

참고문헌

- [1] 정보통신부, “가입자회선(WLL)용 주파수 분배,” 정보통신부공고 제 1997-49호, 4.9., 1997.
- [2] 정남호, 백정기, 김준철, 황정환, 한동필, “전파환경에 따른 밀리미터파 대역 경로손실 측정 및 분석,” 한국전자파학회 논문지, 제11권 3호, pp 410-418, 4월 호 2000.
- [3] ETSI, Transmission and Multiplexing(TM); Digital Radio Relay Systems(DRRS); Point-to-multipoint DRRS in Frequency bands in the range 24.25GHz to 29.5GHz using different access methods; Part 3: Time Division Multiple Access(TDMA) methods, Draft EN 301 213-3, 4, 1999.
- [4] ARIB, Fixed Wireless Access System Using Quasi - millimeter - wave and Millimeter - wave band Frequencies Point - to - Multipoint System, STD-T59, 1999.
- [5] ITU-R, Spurious Emissions, SM329-7, 1999.