
고출력 무선국간의 수동 상호변조시 특성분석에 대한 연구

김용덕* · 조학현*

A Study on the Characteristic Analysis of Passive Intermodulation among Highpower Radiostations

Yung-Duk Kim* · Hak-Hyun Jo

요 약

스퓨리어스의 측정은 안테나 급전선에서 측정하는데, 급전선후단에서 발생하는 수동상호변조에 대한 측정안이 마련되어야 함이 요구된다. 인접한 주파수대역의 무선국간 수동상호변조에 대한 특성분석과 실험을 통하여 수동상호변조 발생가능성을 알아 보았다. 수동상호변조에 대한 피해를 방지하고자 본 논문에서는 방사된 전파의 스퓨리어스 측정안을 마련함을 목적으로 한다.

ABSTRACT

As spurious emission strength is normally measured at the antenna feeder, It is required that the measurement method on passive Intermodulation occurred on the latter part of antenna feeder be made. through the tests and the analyses of passive Intermodulation between radiostations of adjacent frequency bands, the possibility of occurrence of passive Intermodulation was testified in this study. The purpose of this study is to propose the measurement method of spurious emission strength in order to prevent the bad effect by passive Intermodulation.

키워드

PIMD, SPURIOUS, RADIO STATION

I. 서 론

정보화 시대를 맞이하여 유선·무선통신이 초고속 발전을 하고 있다. 우리나라도 무선국이 급증하여 2005년 6월 무선국현황은 722,104국(전기통신사업자와 이용계약을 체결하여 서비스를 제공받는 무선국은 제외)에 이르고 있다 [1].

전파사용의 효율성을 기하는 여러 방법 중에서 무엇보다도 무선국의 불요파를 줄이는 것이 요구되고, 무선국의

운용에 있어서 중요한 것은 자국의 통화품질의 유지와 타 통신에 혼신을 초래하지 않는 것이다. 그리고 혼신이 발생한다 하더라도, 이를 최소화하여 타 통신에 피해를 줄이는 것이다. 인접한 고출력 무선국이 정상적인 절차에 의하여 허가가 되고, 동시에 고출력 무선국의 전파가 방사될 때, 무선설비 내부의 양호한 전파품질에도 불구하고 공중선 후단의 복사전력으로 인하여 수동 상호변조가 발생할 수가 있게 된다. 이때 수동 상호변조로 발생된 불요파가 고출력 무선국 인근에서 운용되는 비허가 무선국,

소출력 무선국, 미약 전파를 사용하는 무선설비의 통화품질의 저하 및 전파사용에 지장을 초래하게 된다. 본 논문에서는 고출력 무선국이 인접해서 운용될 때, 고출력 무선국 상호간의 지속적인 전파발사 시에는 수동 상호변조가 발생하여 인근 소출력 무선국이나 미약 전파를 운용하는 무선설비에는 영향을 끼치게 됨을 밝혀 이에 대한 피해를 최소화함과 방사된 전파의 스퓨리어스 측정안 마련을 목적에 두고 있다.

II. 국제 전파규칙의 개정 스퓨리어스 개요 및 미약무선국

- ① 불요발사: 스퓨리어스 발사와 대역외 발사의 총칭
 - ② 스퓨리어스 영역 발사: 하모닉스 발사, 상호변조적, 변환적, 기생발사를 포함하는 모든 방사 즉 모든 방사란 방사의 중심주파수로부터 방사의 필요대역폭 250[%]나 그 이상의 [%]까지 떨어진 주파수에서 발생된 방사는 스퓨리어스 영역에서의 발사라 한다.
 - ③ 대역외 영역 발사: 할당주파수로부터 필요대역폭의 250[%] 범위까지 주파수에서 일어나는 필요대역폭 이외의 임의의 발사이다.
 - ④ 대역외 영역: 대역외 발사신호가 우세한 스퓨리어스 영역을 제외한 필요대역폭과 인접한 주파수 범위.
 - ⑤ 스퓨리어스 영역: 스퓨리어스 발사신호가 우세한 대역외 발사 영역이외의 주파수 범위이다.
- 새로운 용어에 대한 국제 전파규칙의 개정 스퓨리어스 개념도는 그림. 1과 같다 [2]. 국내에서 허가 또는 신고

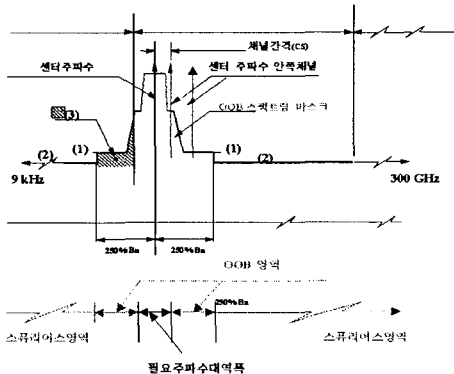


그림 1. 국제 전파규칙의 개정 스퓨리어스 개념도
Fig. 1 Conceptual scheme on revision spurious in international Radio Regulation

없이 개설할 수 있는 무선국은 미약 무선국, 특정소출력 무선국, 기타 소출력 무선국으로 분류할 수 있다. 미약 무선국은 특정 주파수대를 제외하고는 자유롭게 주파수를 사용할 수 있으므로, 각각의 주파수에 대한 전계강도 기준치가 매우 엄격하게 적용되고 있다. 미약 무선국의 전계강도 기준치를 그림으로 나타내면 다음의 그림. 2와 같다 [3].

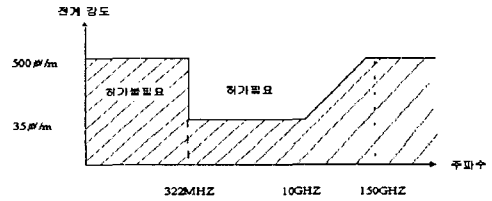


그림 2. 국내 미약무선국의 전계강도 기준치

Fig. 2 Domestic rule on field strength of extremely low power radio stations

III. 고출력 무선국간의 상호변조 특성분석과 실험

실제 불요전파에 의한 무선국의 영향은 거의 대부분이 전파간섭에 의한 것이다. 전파간섭이라 함은 어떤 전파를 수신하고 있을 때 원래의 목적 이외의 각종 전파가 혼입되어 전파통신 시스템에서의 수신에 대한 불필요한 에너지의 영향으로 인한 성능저하, 오류에 의해 나타나는 정보의 손실을 말한다. 간섭은 시스템의 성능과 스펙트럼의 효율성을 저하시키기 때문에, 허가받은 이가 간섭의 영향을 받지 않고 다른 이용자들에게 대한 간섭을 유발하지 않기 위해서는 정해진 서비스와 주파수대역에서 운영하도록 허가받은 무선시스템의 디자인과 내역의 기술지표들이 고려되어야 할 것이다 [4].

• 측정대상국 기기제원 및 실내측정 [5]

측정대상국의 기기제원은 표 1과 같고 결과는 그림 3과 같다.

표 1. 측정대상국 기기제원

Table. 1 Target station's specification for equipment

기기 명칭	허가 주파수 (MHz) [6]	공중선 전력	전파 형식	공중선
1장치 SRPT3330H	326.1	40W	16KO F2D	COLLINEAR ARRAY OMNI
2장치 SRPT3330H	326.1 327.24 327.85 328.175 328.5 326.875	130W	16KO F2D	COLLINEAR ARRAY OMNI
3장치 C72JLB1101 189	167.55	70W	16KO F2D	COLLINEAR ARRAY OMNI

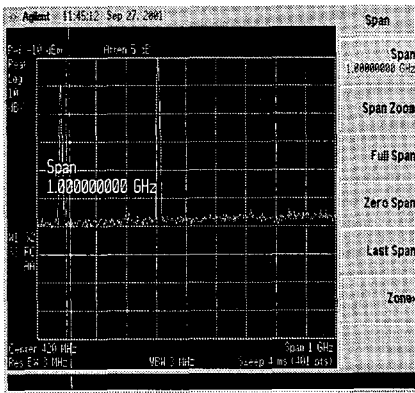


그림 3. 무선호출국(326.1MHz) 스퓨리어스
Fig. 3 Spurious of pager system(326.1 MHz)

- 수동 상호변조 실의측정, 측정대상국 기기제원 및 측정 수동 상호변조에 대한 실의측정은 실내측정국의 인접 50[m]거리에서 표 2의 측정장비를 이용하였고, 결과는 그림 4, 그림5와 같다.

표 2. 수동 상호변조 측정장비 제원

Table. 2 Specification for measurement equipment of passive intermodulation

측정 장비명	명칭 및 제작사	제원
스펙트럼 아날라이저	E4407B(H/P)	9kHz ~ 26.5GHz (측정범위)
전계 강도 측정기	GPR-4403 (CHASE)	50kHz ~ 1120MHz (측정범위)
수신 공중선	BILOG ANTENNA (CHASE)	30MHz ~ 1000MHz (CBL6112A)
측정 케이블	RG-214UA	0 ~ 2000GHz (CHA9513)

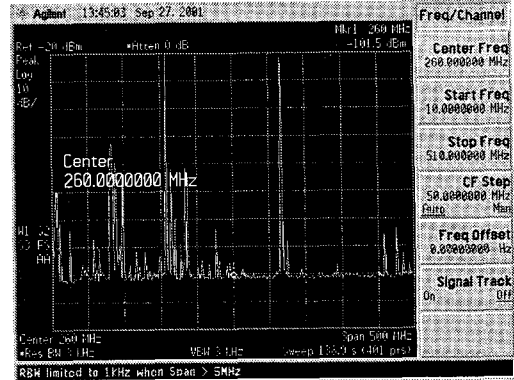


그림 4. 500[MHz] Span에서의 수동상호변조 및 불요발사
Fig. 4 Passive Intermodulation and unwanted emission at 500 [MHz] span

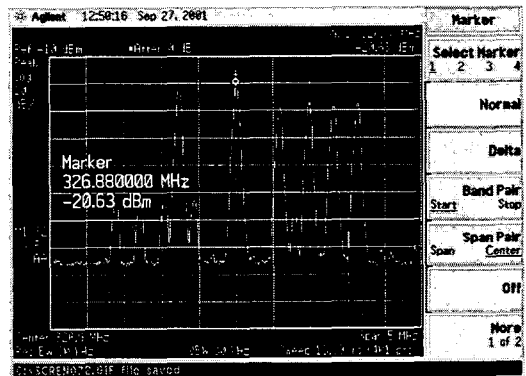


그림 5. 고속페이징 순차전파 발사시 불요발사
Fig. 5 Unwanted emission at radiation of high speed paging sequential radio wave

- 고출력 무선국간 상호변조 측정결과 문제점과 개선책
실내측정은 기지국 내부의 RF종단에서 표 1의 1~3장치를 공중선 전력, 주파수허용편차, 점유주파수대역폭, 스퓨리어스 발사강도, 인접채널 누설전력, 주파수편이를 각 항목별로 측정한 결과 전파품질은 상당히 양호한 상태이고, 기본과 비교하여 하모닉 주파수에 대한 스퓨리어스 특성은 70[dBc] 이상을 만족하였으며 기타 스퓨리어스 특성도 기준치에 적합하였다.

실의측정은 50[m] 이격된 지점에서 수동상호 변조파를 측정할 결과 고출력 무선국간 동일장소에서 전파발생 시에는 수동 상호변조파가 -69.4[dBm]~-101.9[dBm] 으로 발생하였고, 기본과대비 수동 상호변조파는 최대

48.78[dBc] (그림. 4, 5, 표. 3)까지 발생하여 기지국 실내의 종단에서 측정된 스퓨리어스 특성(71dBc~75dBc : 그림. 3)과 상당한 차이가 발생하였다.

표. 3. 실외측정 수동 상호변조의 발생
Table. 5 Occurrence of passive Intermodulation at outdoor measurement

측정주파수대 (MHz)F1	피측정주파수 (MHz)F2	전파형식 및 변조신호	수동 상호 변조파 (MHz) 2F1 -F2	상호변조세기 (dBm)	기본파와 수동 상호 변조파의 차이 (dBc)
326.1 (-21.4dBm)	167.55 326.875	16KO F2D JN (FM)	484.65 325.325	-95.78 -79.54	74.38 58.14
326.875 (-20.63dBm)	167.55 326.1		486.2 327.65	-89.49 -69.41	68.86 48.78
167.55 (-24.65dBm)	326.1 326.875		9 8.225	-89.49 -101.9	64.84 77.25

● 수동 상호변조파의 영향 및 개선책

무선국간의 수동 상호변조파의 세기는 무선국간의 거리, 사용주파수, 공중선 전력, 안테나 이득 등 여러 요인들에 의하여 달라질 수 있고, 상호변조 발생시 수신감도의 저하, 선택도, 명료도의 저하, 내부잡음의 증가, 불연속 잡음의 발생 등이 발생하며, 이에 대한 개선책은 안테나 틸트의 조정, 동일 주파수 사용의 제한, 공중선전력의 경감, 무선국 허가시 공중선전력의 차등 적용, 동일 지역 사용의 제한, 지향성 안테나 사용 등이 있다.

IV. 결론

본 논문에서 다루는 수동 상호변조는 기존의 능동적인 상호변조에 대한 많은 연구검토에 비하여 상대적으로 연구 개발이 뒤떨어진 수동 상호변조에 대한 발생가능성을 제시하여, 연속 또는 불연속적으로 발생하는 고출력 무선국의 상호변조파에 대한 발생가능성을 사전에 방지하고, 수동 상호변조파에 대한 측정의 필요성과 전파환경 측정시에 고출력 무선국의 수동 상호변조에 대한 측정안을 마련하는 것과, 등가등방성복사전력 측정시에 불요파 측정에 대한 기준안을 마련하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

따라서 불요파에 대한 전파간섭을 줄이는 것은 한정된 주파수자원의 이용효율 증대시킴으로 전파간섭을 줄이기 위한 조사와 고출력 무선국은 무선설비의 공중선 후단에서

도 스퓨리어스 측정에 대한 연구방안이 절실히 요청된다.

참고문헌

- [1] 한국전파진흥협회, 전파방송 산업관련 통계, 2005년 3/4기준
- [2] Document 1/25-E 1 October 2000“ITU-R SM329-89 개정안”. pp.4~13, November 2000.
- [3] 정보통신부고시 제2005-29호(2005.7.5) : 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기 전부 개정
- [4] 김종현, "불요전파 발사로부터 무선국 보호를 위한 주파수 할당, 허가정책 개선방안 연구". 무선관리단 KORA 연구98-20, pp.26, 2000년 8월.
- [5] 정보통신부고시 제2005-49호(2005.11.9) : 무선국 및 전파이용설비의 검사방법·절차 및 기준
- [6] 정보통신부고시 제2005-23호(2005.5.14) : 대한민국 주파수 분배표 전부개정

저자소개



김 용 덕 (Yung-Duk Kim)

2002년 목포해양대학교 대학원 공학석사(전파통신공학)
2004년 ~ 현재 목포해양대학교 대학원 해양전자·통신공학과 박사과정

※ 관심분야 : 이동통신, 다중FA 측정, 방사마스크, 국제전파



조 학 현 (Hak-Hyun Jo)

1975년 광운대학교 학사(무선통신공학)
1980년 건국대학교 대학원 행정학 석사(통신행정)
1992년 호서대학교 대학원 공학석사(정보통신공학)

1998년 한국해양대학교 대학원 공학박사(전자통신)
1980년 ~ 현재 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수
※ 관심분야 : 회로망, 통신이론, 통신시스템, 회로 및 시스템, 정보이론