

전력선 통신이 해상 통신에 주는 전파 방사 영향 연구

장동원*

*한국전자통신연구원

A Study on Impact of emissions from power line communication interfering with marine radio services

Dong-won, Jang

*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : dwjang@etri.re.kr

요 약

본 고에서는 전력선 통신이 해상 통신 서비스에 주는 간섭에 대해서 기술하였다. 전력선 통신 뿐만 아니라 통신선을 이용하는 ADSL이나 VDSL은 고속의 데이터 전송을 위해 광대역을 사용하는데 이때 발생하는 전파 방사가 해상 통신 등 기존 무선 서비스에 간섭을 주게 된다. 본 고에서는 30MHz이하의 대역에서 사용되고 있는 해상 통신 서비스가 전력선 통신에 의해서 간섭을 받게 될 수 있는 가능성을 분석하고 이러한 간섭을 피하기 위한 보호 대책에 대해서 기술하였다.

ABSTRACT

In this paper, we analysed the technical characteristics of power line communications interfering marine mobile services. The various radio services including marine mobile potentially affected by unwanted radiation from telecommunication networks as PLT, VDSL, ADSL, etc. The radio spectrum is unique resource. In particular, the frequency range below 30MHz has extremely favourable propagation conditions allowing economic long range as well as low power communication radio services. The paper were as follows to identify marine mobile service that are likely to be affected by PLC and evaluate the protection needs and to investigate methods of measuring the emissions from PLC.

키워드

전력선통신, 간섭, 해상통신, 전파방사, power line communications, marine mobile, interference, emission

1. 서 론

해상 통신을 위한 주파수 대역은 30MHz 이하에서 다양하게 할당되어 있다. 해상 통신은 특히 MF와 HF 대역에 비중이 크며 특히 조난, 안전 통신이 집중되어 있다. 이는 MF/HF 대역의 고유한 전파 특성에 따른 것이다. 해상 통신은 ITU 무선 규칙에서 서비스가 정의되어 있다. 이러한 통신은 해안국과 선박국 또는 선박국간에 이루어지며 구명정 무선국과 긴급 무선 비컨도 해상 통신에 포함된다. 이는 항구에서 정박 중 통신과 선박 운항 서비스도 모두 포함한다.

ITU 무선 규칙에는 각 주관청은 위해 간섭(harmful interference)으로부터 해상 통신 주파수 대역을 보호하기 위한 모든 필요한 조치를 할 것을 규정하고 있다.

ITU 무선 규칙 AP S13은 비GMDSS 조난 및 안전 통신을 위한 주파수를 규정하고 있다. 이 규정은 GMDSS시스템이 1999년 2월1일부터 이 AP S13을 대신하게 된다는 것을 기초로 한 것이다. AP S13에는 위해 간섭으로부터 보호해야 할 조난, 경보, 긴급, 안전 통신에 대한 주파수를 포함하고 있다. GMDSS시스템은 SOLAS에 정의되어 있으며 ITU WRC-97 결의서 377에서는 1999년 2월 1일부터 ISO SOLAS 조약에 따라서 모든 선박은 GMDSS시스템을 탑재하도록 명시하고 있다. GMDSS시스템이 사용하는 주파수는 ITU 무선규칙 AP S15에 규정되어 있다.

II. 본 론

전력선 통신을 포함한 ADSL, VDSL 등은 고속 데이터 전송을 제공하지만 MF와 HF 대역의 무선 서비스에 간섭을 줄 수도 있다.

간섭을 파악하기 위해서 위험 가능성이 있는 해상 통신 서비스를 파악하고 필요한 보호 기준 및 기술적인 파라미터를 설정하고 전력선 통신으로부터 누적 방사에 따른 각 서비스의 간섭 확률을 평가하며 각 서비스에 대한 간섭 영향 통제를 결정할 필요가 있다.

본 고에서는 9kHz에서 30MHz 특히 HF대역 주파수 범위에서 운용되는 전력선 통신을 위주로 기술한다.

2.1 전력선 통신

전력선 통신 시스템(power line telecommunication/communication ; PLT/PLC)은 크게 액세스(access)시스템과 댁내(in-house)시스템으로 분류된다. PLT 액세스시스템은 변압기와 집 또는 사무실간의 저전력 배전망을 사용해서 통신 서비스를 제공하기 위한 것이다. 이 서비스는 고속 데이터 서비스이 수도 있으며 원격 검침과 같은 저대역 서비스일 수도 있다.

PLT 댁내 시스템은 건물 내의 전력선을 이용해서 전원 소켓간의 통신을 제공한다. 이러한 댁내 전력선 통신은 저대역 아날로그 전화망 서비스를 확장할 수도 있으며 고속 디지털 LAN 서비스를 제공할 수도 있다.

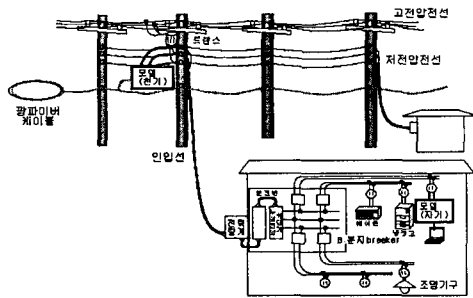


그림 1. 액세스망

전력선을 이용해서 고속 데이터를 전송하려는 노력이 최근에 많이 연구되었으며 이로부터의 비의도 전파 방사가 기존 무선 서비스에 간섭을 준다는 연구 보고가 제출되고 있다.

액세스망은 변압기에서 가정 또는 사무실까지 전력선을 통해서 시분할 다중화된 신호를 전송한다. 이 시스템은 30MHz 이하에서 대략 일력되는 전력 스펙트럼 밀도가 -40dBm/Hz 이하이다.

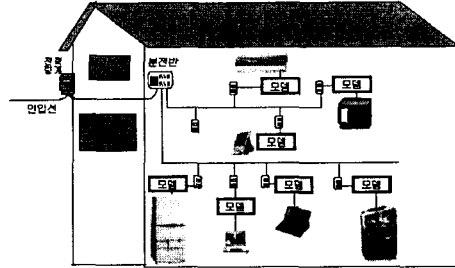


그림 2. 댁내망

이 전력선은 댁내망과 격리되지 않고 비균형(unbalance)으로 동작한다. 비균형은 시스템의 잡음 성능을 떨어뜨리고 비의도(unintentional) RF방사를 증가시키기 때문에 조정 장치(conditioning unit)를 사용해야 한다.

댁내망은 댁내에서 데이터 전송을 위한 내부 전력선을 사용하며 액세스망은 통신 서비스를 각 가정까지 전송하기 위해서 전력회사의 저전력 배선을 사용한다. 현재 액세스망과 댁내망의 표준은 없다. 유럽의 경우에 ETSI를 중심으로 표준화 작업이 이루어지고 있으며 액세스망과 댁내망이 주파수 대역(액세스망 : 10MHz 이하, 댁내망 : 10 - 30MHz 이하)을 달리 하고 있다.

2.2 해상 통신

해상 무선 서비스는 항행(navigation)을 위한 서비스와 통신(communication)을 위한 서비스로 분류된다.

일반적으로 많이 사용되는 항행 서비스는 위성에 의한 GPS시스템이 있다. 이 시스템은 9kHz - 30MHz 주파수 대역을 벗어나 사용되지만 서비스 교정을 위한 신호는 LF 주파수를 사용한다. 또 다른 항행시스템은 로란 C 항행 시스템으로 LF 대역 주파수를 사용한다.

통신 서비스는 방송 서비스와 양방향 무선 서비스로 분류된다.

방송 서비스인 NAVTEX는 무선 텔렉스 전송을 이용해서 긴급한 기상 및 항행 경보 등의 정보를 선박에게 방송한다. 이 서비스는 주어진 시간에 490kHz와 518kHz로 전송한다. IMO에서 권고하는 NAVTEX 송신 전력은 낮에는 1kW이고 밤에는 300W이다. 서비스 범위는 약 500km이다.

해상 안전 정보는 해안국에 의해서 방송된다. GMDSS는 조난과 안전을 위한 두 가지 시스템이 사용되고 있다. 구형 시스템은 해상 안전 경보를 위해서 무선 텔렉스 전송을 사용한다. 이 시스템은 더 이상 권고되지 않으며 이미 할당된 해안국은 아직 이 주파수를 감시하고 있다. 사용 주파수는 MF와 HF에 걸쳐 있다. 주어

진 시간에서 사용되는 주파수는 시간과 전파 조건 그리고 범위에 따라 다르다.

권고되는 GMDSS는 FSK(frequency shift keying)에 의한 자동 수신 전신을 사용하는 DSC(digital selective calling)과 조합으로 사용하는 것이다. 이러한 전송은 배의 문제점, 위치 그리고 문제의 상태 등을 포함한다. 이 시스템은 더 많은 정보를 교환하기 위해서 음성 채널로 스위칭된다. 이러한 GMDSS에서는 DSC를 위한 주파수와 무선 전화를 위한 주파수가 싸이로 사용된다. MF와 HF DSC는 100보오 정도의 데이터 속도를 위해 무선 텔렉스 신호(F1B)를 사용한다.

대부분의 탐색 구조(search and rescue ; SAR) 무선 트래픽은 VHF 대역에 국한되지만 2596kHz는 특정의 SAR을 위해 할당되고 있다. 8364kHz도 SAR 운용을 위해 할당되었지만 항공과 해상 이동국간의 통신을 위해서 육지에서 멀리 떨어진 곳에서 운용되므로 전력선 통신에 의해 영향 받지 않는다.

표 1. 해상통신에서 조난 및 안전 주파수

	조난				안전	
	CW kHz	DSC kHz	RT kHz	TLX kHz	MSI kHz	SAR kHz
MF	500	2187.5	2182	2174.5	490	3023
HF		4207.5	4125	4177.5	4209.5	5680
					4210	
		8312	8215	8268	8314	
		8414.5	8291	8378.5	8416.5	
		12577	12290	12520	12579	
		16804.5	16420	16695	16806.5	
				19680.5		
				22376		
				26100.5		

2.3 해상 통신 시스템 성능 규격

MF와 HF대역에서 해상 통신을 하기 위한 중요한 통신장비 규격은 아래와 같다[3].

2.3.1 송신기의 허용 전력 레벨

- 1605~4000kHz : 최소 60W, 최대 400W
- 4~27.5MHz : 최소 60W, 최대 1500W

2.3.2 출력 스펙트럼(DSC F1B 방사의 경우)

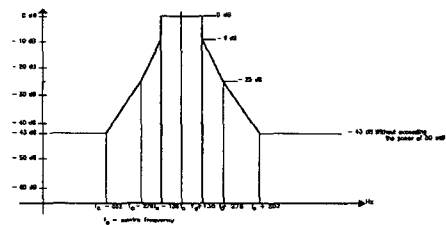


그림 4. 출력 스펙트럼 방사 제한값 (DSC(F1B))

2.3.3 최소 수신기 감도

표 2. 최소 수신 감도

주파수 범위 및 방사등급	최대입력신호레벨 (dBμV)
1605-4000kHz	
J3E	16
H3E	30
F1B	5
4-27.5MHz	
J3E	11
F1B	0

2.4 해상 통신 서비스 문제점 분석

해상통신서비스 운용상의 문제점은 아래와 같다.

- DGPS : 디지털로 데이터를 전송하며 오류 검출이 가능하다. 그러나 오류 정정은 불가능하다. 인구 밀집 지역에 위치한 항구나 공항에서 전력선 통신을 많이 사용하는 경우에 문제가 발생될 수 있다.
- 로란 C : 문제 없음

- Navtex : 송신기와 사용자간에 육상 통로에서 문제가 보고되고 있다. 특히 항구의 지형이나 고층 건물 등에 의해 신호가 찌그러지거나 통신이 단절된다. 만일 전력선 통신이 많이 보급되면 이러한 문제와 복합적으로 영향을 미칠 것으로 판단된다.

- MF 대역 GMDSS : 운용 범위는 해안으로부터 30 -50해리이며 150에서 250해리까지 확장될 수 있다. 해안에서는 VHF로 운용중이며 해안국에 대한 간섭은 인구 밀집 지역과의 거리에 따른다. 전력선 통신이 많이 사용되는 경우에 공간파에 의해 야간에 영향을 받을 수 있다. 이 경우에 운용 범위가 축소되고 데이터의 손실이나 음성 품질이 떨어진다.

- HF대역 GMDSS : 국제적으로 조정되며 공간파에 의해 영향 받을 수 있다.

- 탐색 및 구조(SAR) : 주로 해안 근처에서 VHF를 사용하며 해안국의 위치에 따라서 MF/HF대역 선택이 영향을 받을 수 있다.

2.5 전파 전파(radio propagation) 모델

전력선 통신 등에 의한 전파 방사 영향은 매우 다양한 파라미터에 의해서 발생되므로 모든 파라미터를 고려하는 것은 어렵다. 일반적으로 아래에 기술한 전파 간섭 예측 모델이 사용된다 [4].

2.5.1 지표파(ground wave) 전파 모델

송신기와 가까운 거리에서 flat-Earth 감쇠 방정식을 사용한다.

$$E = \frac{\sqrt{30G_p P_t}}{d} A \tag{1}$$

2.5.2 공간파(space wave) 전파 모델

$$E = \frac{\sqrt{30G(\theta, \phi)P_n}}{d} \quad (2)$$

2.5.3 공중파(sky wave) 전파 모델

$$E(dB\mu V) = 74.75 + P_i(dBW) + G_i(dBi) - 20 \log p(km) - L_i(dB) - L_b(dB) \quad (3)$$

각 전력선 통신을 point source로 가정할 때 위에 기술한 3가지 전파 모델에 의해서 영향을 주게 된다. 또한 전력선 통신은 여러 시스템에 의한 누적 효과를 고려하고 현재 사용 형태 등을 고려해야 보다 정확한 전파 방사 영향을 예측할 수 있다. (4)에 식은 이러한 여러 가지 파라미터를 고려한 전파 방사 예측 모델이다.

$$E = \sqrt{A \sum_{i=1}^m p_i \cdot D_i \cdot MP_i \cdot LU_i \cdot E_i^2} \quad (4)$$

(4)식에서 A는 모든 방사원의 면적(m²), p_i는 A영역에서 전력선 설치 가구 비율, D_i는 단위 면적당 설치 비율, MP_i는 전력선 통신 시장 비율, LU_i는 동시사용비율, E_i는 각 설치된 시스템에서의 전계강도이다.

2.6 전파 방사 기준

전파방사기준은 전파를 방사하는 물체로부터의 방사량을 기준값 이내로 제한해서 원하는 무선 서비스를 보호하기 위한 것이다.

전력선 통신 및 VDSL, ADSL 등은 광대역 서비스를 위해서 30MHz 이하의 넓은 주파수 대역을 사용하므로 전력선 및 통신선에서 불요 전파가 방사되어 기존 무선 서비스(해상, 항공, 방송, 아마추어무선, 군통신 등)에 영향을 주게 된다. 기존 무선 서비스를 보호하기 위해서 (그림 5)와 같이 각국은 기준값을 규정하고 있으며 30MHz이하 대역은 주파수 특성상 장거리 통신에서 활용되고 있으나 불요 방사도 마찬가지로 멀리까지 영향을 주게 된다. 그러므로 ITU나 CISPR과 같은 국제 기구에서 세계적으로 조화된 기준값 및 측정 방법을 마련하고 있다.

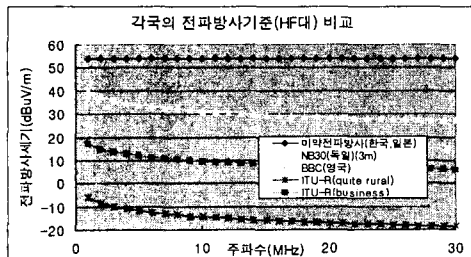


그림 5. 각국의 전파방사 비교

(그림 5)는 일본, 독일, 영국의 국가 기준을 비교하였으며 ITU-R에서 권고하고 있는 시골

및 업무 지역(quiet rural, business)의 잡음 정도를 나타내고 있다. ITU-R 권고는 미국에서 실측한 데이터를 기본으로 하고 있다.

모든 무선 통신 시스템은 이를 기본으로 설계를 하고 있다. 무선통신 시스템이 ITU-R의 권고를 기본으로 시스템이 설계되었다면 일본이나 독일 전파방사 기준값은 이 시스템을 보호하지 못한다. 그러므로 기존 시스템은 성능이 저하되어 전보다 도달 거리가 줄어들기 때문에 출력을 더 높여야 한다.

III. 결 론

본 고에서는 현재 광대역 통신을 위해서 도입되고 있는 전력선 통신, VDSL, ADSL 등이 전력선이나 통신선을 통해서 방사하는 전파의 영향에 대해서 기술하였다.

방사되는 전파는 기존 무선국에 영향을 주기 때문에 국가적으로 이에 대한 기준을 정해서 규제하고 있다. 그러나 30MHz 이하 대역에 대해서는 독일, 영국 등 일부 국가에서 기준이 마련되어 있을 뿐이다. 미국은 전력선 통신을 통신망으로 고려치 않고 시스템으로 고려하므로 EMC 기준에 의해 처리하고 있다.

30MHz 이하 대역은 주파수 특성상 장거리 통신에 적합하므로 중요한 해상, 항공, 방송, 아마추어 무선 등에서 사용되어 왔다. 본 고에서는 특히 해상 통신의 보호를 위한 기술기준 및 분석 방법에 대해서 기술하였으므로 정량적인 간섭 계산 및 간섭시 보호를 위한 대책을 마련하는데 기여할 것이다.

참고문헌

- [1] CEPT, "Draft ECC report on PLT, DSL, cable communications(including cable TV), LANs and their effect on radio services", 18 Sep. 2002
- [2] STOTT J.H., AM broadcasting and emissions from xDSL/PLT/etc, BBC R&D White Paper WHP 002, Nov. 2001
- [3] ETSI EN 300 373-2, "Maritime mobile transmitters and receivers for use in the MF and HF bands", Dec. 2002
- [4] M. H. Capstick, I. D. Flintoft, A. D. Papatsoris, "Specification of the Scope of Work Needed to Determine the Technical and Operational Impact of Emissions from Unstructured Telecommunication Transmission Networks Interfering with Aeronautical and Maritime Radio Services in the UK", York EMC Services Ltd. 2002