

주요국 전력제어산업 주파수 동향 및 시사점

임한솔
한국방송통신전파진흥원
onesol@kca.kr

Frequency Trends and Implications of Power Control Industry in Major Countries

Lim Han Sol
Korea Communications Agency

요약

본 논문은 주파수 전력 수요가 지속적으로 증가함에 따라 효율적인 주파수 자원 관리와 통신기술의 관리와 급증하는 주파수 자원의 이용 및 전력 수요의 균형적 관리에 대한 현황을 분석하고 알아보고자 한다.

I. 서론

최근 급증하는 전력 소비와 함께 효율적인 주파수 자원 관리의 중요성이 강조되는 상황에서, 무선전력제어 및 직접제어방식(DLC)을 중심으로 주요국의 전력 수요 관리 기술과 주파수 운용 현황에 대한 시사점을 알아보고자 한다. 전 세계적으로 스마트 그리드와 IoT 기술 발전으로 인해 전력망의 효율성 향상에 대한 요구가 높아지고 있으며, 이와 함께 전력 관리 기술이 사용하는 주파수 대역의 수요도 증가하고 있다. 본 논문은 이러한 국가별 사례 분석을 통해 주파수 자원의 효율적 이용과 전력 수요의 균형적 관리라는 두가지 측면에서 정책적 및 기술적 시사점을 도출하고자 한다.

II. 본론

미국은 무선전력제어와 직접제어(DLC) 두 가지 방식을 사용하여 전력 수요를 관리하고 있다. 무선전력제어 방식으로는 스마트미터 통신과, 셀룰러 네트워크 통신으로 이루어져 있다. 스마트미터 통신은 902-928MHz 및 2.4GHz 주파수 대역을 활용하여 소비자 전력 사용량을 실시간으로 측정하고 데이터를 전송하며, 이를 통해 전력망 부하관리 및 상태 모니터링을 수행하고 있다. 미국의 스마트미터는 주로 RF Mesh 네트워크를 통해 데이터를 전송하며, 일부 지역에서는 900MHz ISM 대역을 사용하기도 한다. 또한 일부 전력회사는 3G/4G 셀룰러 네트워크를 통해 원격 지역의 전력 설비를 모니터링하고 제어하여 기존 통신 인프라를 효과적으로 활용한 경제적인 솔루션을 제공한다. 직접제어방식(DLC)은 주로 900MHz ISM대역(902-928MHz)에서 이루어지며, 전력 수요가 높을 때 가전제품의 사용을 일시적으로 중단하거나 조절하여 피크 수요를 완화하는 역할을 한다. 이 방식은 전력망의 안전성을 높이고 비용 절감에 기여한다. 예시로 캘리포니아 독립시스템운영기관(CAISO)은 다중 주 전력시장에 참여하여 전력 수급 조절에 직접제어 방식을 활용하고 있다.

영국에서는 RTS(Radio Teleswitching)라는 무선전력제어 기술을 사용해 왔으며, 이 기술은 BBC Radio 4의 198kHz 장파 대역을 통해 전력 소비를 원격으로 제어한다. 하지만 RTS 시스템은 노후화로 인해 '25. 6. 30 서비스 종료'가 예정되어 있으며, 이후 스마트 계량기(SMETS2)로 전환될 계획이다.

영국의 스마트 미터는 Zigbee(2.4GHz)를 사용하여 가정 내 장치와 통신하고, 셀룰러 네트워크(3G, 4G)(700MHz, 800MHz, 1800MHz 등)를 통해 중앙 시스템과 데이터를 주고 받는다.

일본의 경우 전력 제어를 위한 무선 통신 기술이 제한적으로 사용된다. 스마트미터 통신은 주로 920MHz 대역의 Wi-SUN(Wireless Smart Utility Network) 기술을 기반으로 하며, 저전력, 장거리 통신, 네트워크 지원 등 기능을 제공한다. 또한 전력선 통신(PLC)과 2.4GHz 무선 LAN을 병행하며 스마트 미터와 같은 스마트 시티 인프라의 효율적인 운영을 지원하고 있다. 이러한 통신 방식은 가정 내 에너지 관리 시스템과 연계되어 실시간 에너지 사용 데이터를 제공하고, 수요 반응 프로그램(DR)에 활용된다. 에너지 관리 시스템(EMS)은 주로 2.4GHz 및 5GHz 대역에서 통신하며, 전력 소비 현황을 실시간으로 측정, 분석, 제어하는 통합 관리 시스템이다. 산업 및 상업 시설에서는 건물 에너지 관리 시스템(BEMS) 및 공장 에너지 관리 시스템(FEMS)을 통해 에너지 소비를 모니터링하고 제어하는데, 주로 유선통신을 사용하되 일부 무선 기술도 활용된다.

직접제어방식(DLC)의 경우 950MHz, 2.4GHz 및 주파수 및 전력선 통신(PLC)을 활용하며, 도코전력 및 간사이전력과 같은 주요 전력회사가 소비자 전력 사용을 즉각적으로 원격 제어하여 피크 시간대의 전력 소비를 절감하는 프로그램을 운영 중이다.

III. 결론

주요국 무선전력제어 및 직접제어방식의 사례 분석을 통해, 각국은 증가하는 전력 수요를 효과적으로 관리하기 위해 다양한 주파수 대역과 통신 기술을 전략적으로 활용하고 있음을 알 수 있었다. 미국은 스마트미터 통신과 셀룰러 네트워크를 중심으로 전력관리 시스템을 구축하고 있으며, 영국은 RTS 시스템에서 스마트 계량기의 전환을 추진 중이며, 이는 새로운 기술 및 주파수 자원 활용을 요구할 수 있다. 일본은 Wi-SUN 기술 및 전력선 통신을 활용하여 제한된 주파수 자원을 효율적으로 관리하고 있다.

전력 수요가 지속적으로 증가함에 따라 주파수 자원 관리와 통신기술의 도입이 더욱 중요해질 것으로 예상된다. 이에 따라 주파수 자원의 이용과 소비자 수용성을 높이기 위한 기술적·정책적 노력이 지속적으로 요구된다.

참고 문헌

- [1] ARRL(The National Association for Amateur Radio)
- [2] ROHM Semiconductor