

5G 이동통신 기기 전자파적합성 시험방법 연구

금 홍 식* · 양 준 규**

*한국전파진흥협회 전자파기술원 ·
**국립전파연구원

I. 서 론

우리나라는 작년 한 해 동안 5세대(5G) 이동통신 세계 최초 상용화라는 목표를 달성하기 위하여 통신사, 제조사, 정부 등 모든 관계자가 끊임없는 노력을 경주하였다.

과학기술정보통신부는 평창 올림픽을 통해 5G 시범서비스를 제공하였고('18년 2월), 세계 최고의 혁신 인프라 구축을 위해 3.5 GHz 대역 280 MHz폭(3,420~3,700 MHz), 28 GHz 대역 2,400 MHz폭(26.5~28.9 GHz) 총 2,680 MHz폭을 공급하며, 할당받을 수 있는 주파수 총량은 3.5 GHz 대역의 경우, 100 MHz폭, 28 GHz 대역은 1,000 MHz폭으로 제한하는 5G 이동통신의 주파수 할당 계획을 확정하였고('18년 5월), 5G 주파수 경매를 통해 3.5 GHz 대역은 LGU+(3.42~3.5 GHz), KT(3.5~3.6 GHz), SKT(3.6~3.7 GHz) 순으로, 28 GHz 대역은 KT(26.5~27.3 GHz), LGU+(27.3~28.1 GHz), SKT(28.1~28.9 GHz) 순으로 결정되었으며('18년 6월), 무선설비 기술기준 마련('18년 8월), 기지국·단말 전자파적합성 시험방법 마련('18년 8~9월), 기지국·단말 전파인증('18년 10~11월), 서비스 이용약관 신고('18년 11월) 등 5G 상용화를 추진하였다. 통신3사는 5G 세계 시장 주도권을 선점하기 위해서 공동으로 5G 서비스를 개시하는데 합의하고, 12월 1일 동시에 5G 이동통신 서비스를 개시하였다^[1].

국립전파연구원은 전파법 제47조의3 및 전파법 제67조의2에 따라 전자파적합성 기준을 국립전파연구원 고시로 전자파적합성 시험방법을 국립전파연구원 공고로 규정하고 있다.

이동통신 단말기 및 기지국 장비에 대한 전자파적합성 기준과 시험방법은 4G 이전 이동통신 기기를 대상으로 규정되어 있다. 이에 따라 국립전파연구원은 5G 이동통신 상용

화를 지원하기 위해 EMC기준전문위원회 산하에 5G 이동통신 기기 EMC 연구반을 구성하고, 5G 단말기 및 기지국 장비에 대한 전자파적합성 기준과 시험방법 마련을 추진하였다.

이 논문에서는 5G 이동통신 기기 전자파적합성 기준에 대한 국내의 현황과 분석 결과를 소개하고, 5G 이동통신 기지국 장비 및 5G 이동통신 단말기에 대한 전자파적합성 기준 및 시험방법에 대해 고찰한다.

II. 5G 이동통신 EMC 현황 분석

2-1 국내 현황

이동통신 기기에 적용되는 무선설비 기기류 전자파적합성 기준은 6 GHz까지 방사성 전자파 장애방지 기준과 전자파 내성 기준을 규정하고 있으며, 기기의 유형에 따라 고정용(기지국) 기기, 차량용 기기, 휴대용 기기(휴대용)로 구분하고, 전도성 방해, 정전기 방전, 전기적 빠른 과도현상, 전도 내성, 전압 강하 및 순간 정전, 서지 개별 시험항목에 대한 적용 여부를 규정하고 있다^[2].

이동통신 단말기 시험은 전자파적합성 기준 제12조(무선설비의 기기류 전자파적합성 기준)를 적용하며, 전자파적합성 시험방법 제4조 제12항 제2호의 이동가입무선전화장치 및 개인휴대전화용 무선설비의 기기에 대한 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-7)과 제4호의 이동통신용 무선설비의 기기에 대한 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-24)을 적용한다. 이동통신 기지국 장비 및 중계기 시험은 전자파적합성 기준 제12조(무선설비의 기기류 전자파적합성 기준)를 적용하며, 전자파적합성 시험방법 제4조 제12항 제10호의 이동전화용, 개인휴대전화용, 이동통신용 기지국, 무선중계기,

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(2017-0-00063, 국제표준(ISO/IEC) 대응체계 구축 및 국가표준 개발).

보조기기에 대한 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-26)을 적용한다^[3].

우리나라는 유럽전기통신표준협회(ETSI)에서 규정한 무선기기에 대한 전자파적합성 표준을 준용하여 시험방법으로 규정하고 있다. 작년까지 적용된 이동통신 단말기 및 기지국 장비에 대한 시험방법은 개인휴대전화 무선설비(PCS)와 부호분할다중접속(CDMA) 방식의 무선설비에 대한 ETSI 시험표준을 준용하여 규정한 것이었다.

2-2 국외 현황

국제전기기술위원회 무선장해특별위원회(IEC CISPR)는 산하 H소위원회에서 5G 시스템을 보호를 위한 6~40 GHz 사이의 방사성 방해 기준을 개발하고 있으며, 산하 A소위원회에서 18~40 GHz의 주파수 범위에서 방사성 방출에 대한 측정방법을 개발하고 있다. CISPR H와 A에서 표준 개발을 위해 고려하고 있는 사항은 <표 1>과 같다^{[4][5]}.

국제전기통신연합(ITU-T)은 5G 시스템에 대한 5G 시나리오를 고려한 EMC 표준 요구사항을 분석하고, 5G 네트워크 구축을 위한 EMC 요구사항 제안하였다. 6~40 GHz 주파수

<표 1> 5G 시스템 관련 CISPR 표준 개발 고려사항

구분	고려 사항
CISPR H	<ul style="list-style-type: none"> - ITU-R이 제공한 현존 및 계획된 무선 서비스 및 응용 정보 - CISPR 11에 이미 존재하는 18 GHz까지의 허용 기준과 방해의 특성 - 비의도적 송신기에 대해 FCC 규정에 규정된 최대 40 GHz 허용기준 - 불필요한 측정을 방지하기 위한 적용 기준 (제품의 최대 클럭 주파수) - 잠재적인 무선통신 피해자, 시나리오, 위험 수준 및 적용 가능한 보호 거리 - 관련 허용기준과 함께 규정된 측정 절차의 사용
CISPR A	<ul style="list-style-type: none"> - 18~40 GHz의 방사 측정에 대한 측정 방법, 시험장 특성, 시험 장비 및 관련 측정 장비 불확도 개발 - 안테나 방사 패턴 내에서 규정된 측정 거리에서 피시험기기(EUT) 크기 규정 - 방해 허용기준을 개발하는데 필요한 잡음 레벨 및 안테나 지향성에 대한 정보

범위의 방사성 방출 기준은 미국연방통신위원회(FCC) Part 15(정보·디지털 기기)에 규정된 기준을 적용, AC 전원포트 전도성 방출 기준은 CISPR 32의 기준을 적용, DC 전원 포트 전도성 방출기준은 IEC 일반 방출 표준(IEC 61000-6-3/4)과 무선 및 통신 기기에 대한 표준(ITU-T K.48, ETSI EN 300 386 및 ETSI EN 301 489-1)에 규정된 기준을 적용, 유선 통신망 포트 전도성 방출 기준은 CISPR 32의 기준을 적용, 합체 포트에 대한 내성 기준은 5G 송신기에 의한 방해를 고려하여 최대 18 GHz까지 확장하고, 주요 기능을 가진 통신망 장비의 경우, 모바일 서비스 주파수 대역의 내성 레벨을 10 V/m로 높여 적용, 정전기 방전 내성은 CISPR 35의 기준을 적용, 아날로그 및 디지털 신호 및 통신망 포트에 대한 내성 기준은 CISPR 35의 기준을 적용하되, 전도성 RF 내성은 일반 내성 표준(IEC 61000-6-1/2)을 적용하며, 실내 케이블 연결용 포트의 서지 내성은 통신망 장비에 한하여 ETSI EN 300 386의 기준을 적용, AC 전원 포트에 대한 내성 기준은 CISPR 35의 기준을 적용하되 전도성 RF 내성은 일반 내성 표준의 기준을 적용, DC 전원 포트에 대한 내성 기준은 CISPR 35의 기준을 적용하되 전도성 RF 내성은 일반 내성 표준을 적용하고, 서지 내성 시험은 실내 케이블에도 적용하도록 권고하고 있다^[6].

유럽전기통신표준협회(ETSI)는 유럽의 2세대 이동통신방식(GSM)의 단말기에 대한 전자파적합성 표준(ETSI EN 301-489-7)과 유럽의 3세대 이동통신방식(IMT-2000 및 UMTS)의 단말기에 대한 전자파적합성 표준(ETSI EN 301-489-24)을 규정하고 있다. 또한, 유럽의 3세대 이동통신방식(cdma2000, IMT-2000)의 기지국·중계기 장비에 대한 전자파적합성 표준(ETSI EN 301-489-26)을 규정하고 있다.

2016년부터 ETSI는 기존 이동통신 방식을 포괄하여 4세대 이동통신방식(LTE)의 단말기에 대한 전자파적합성 표준(ETSI EN 301-489-52)을 제정하고 있으며, 2017년부터는 4G 이동통신(LTE) 기지국·중계기 장비에 대한 표준(ETSI EN 301-489-50)을 제정하고 있다. 이 표준들은 4G 이동통신의 무선주파수, 신호레벨, 채널 대역폭, 베어러 정보 전송속도 등 통신특성을 포함하여 각 시험항목을 개정하고 있다^{[7][8]}.

비동기 방식 이동통신 표준화 단계(3rd Generation Partnership Project: 3GPP)에서는 5G 이동통신 표준이 규정되고 있으며, 2018년부터 5G 단말기에 대한 전자파적합성 표준

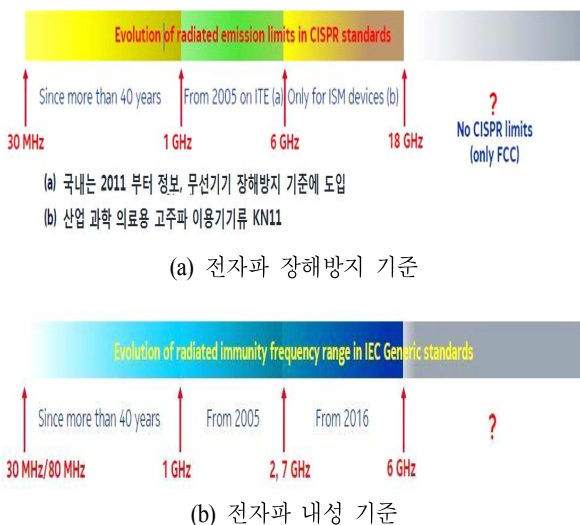
(3GPP TS 38.124)과 기지국 장비에 대한 전자파적합성 표준(3GPP TS 38.113)을 제정하고 있다. 이 표준들은 새로운 5G 무선접속기술(New Radio: NR)의 무선 특성과 안테나의 포함 여부를 고려하여 통신링크 설립, 수신기 협대역 응답, 수신기 배제대역 등의 시험조건과 성능평가, 성능평가기준, 시험적용, 장애방지 기준 및 시험방법, 무선기준, 내성 기준 및 시험방법을 규정하고 있으나, 성능평가에 관한 내용은 아직 규정되지 않은 상태이다^{9)[10]}.

2.3 국내외 현황 분석

5G 서비스는 무선단말, 기지국, 무선 단말과 상호 연계되는 주변기기류(IoT, VR, Robot 등) 등 다양한 서비스 기기가 개발 보급될 것으로 예상된다. 세계 최초 5G 상용화의 성공적인 추진을 지원하고 방송통신서비스 환경을 안전하게 보호하기 위해 5G 서비스대역의 간섭보호를 위한 전자파장애방지 기준이 요구된다. 또한, 5G 단말기를 포함한 모든 제품이 5G 서비스 대역에서 성능저하 없이 동작하도록 전자파내성 기준이 요구된다.

현재의 전자파적합성 기준은 [그림 1]에서와 같이 전자파 장애방지 기준은 18 GHz까지 규정되어 있고, 전자파 내성 기준은 6 GHz까지 규정되어 있어 5G 서비스를 위한 28 GHz 주파수 대역을 완전히 커버하지는 못한다.

3.5 GHz 대역의 전자파적합성 기준은 현재 시행 중이라



[그림 1] 전자파적합성 기준의 주파수 규제 추이

문제가 없지만, 28 GHz 대역의 서비스 안전성을 확보하기 위한 전자파적합성 국제표준은 현재까지 없으므로, 5G 이동통신 수신기의 방해를 줄이기 위한 전자파 장애방지 기준과 5G 이동통신 송신기의 28 GHz 대역 전자파에 의해 다른 기기들이 오동작 및 성능저하가 발생하지 않도록 내성 기준을 검토할 필요가 있다.

5G 주파수 대역은 사용주파수가 높아짐에 따라 감쇠가 심하여 어느 정도 이격될 경우, 기기 간 전자파 영향이 적을 가능성이 높으므로 규제의 필요성을 면밀히 검토해야 한다. CISPR 국제표준은 개발 초기 단계이므로 우리나라 기준의 국제적 조화를 지속적으로 검토해야 한다. 5G 주파수 대역에 대해 규제할 경우, 시험기관에서는 대부분 18 GHz까지 측정 가능하므로 추가 시험 장비를 구매해야 한다. 이에 더불어 측정시스템의 개발 현황도 검토해야 한다.

III. 5G 이동통신기기 EMC 기준 및 시험방법

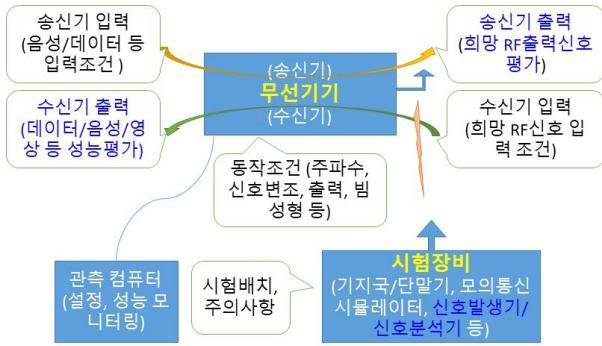
5G 이동통신 기지국·단말기 EMC 기준 및 시험방법은 5G 이동통신기기 EMC 연구반에서 이동통신사, 제조사, 시험기관, 정부, 협회 등의 관련 전문가가 함께 시험방법 논의 및 검증을 통해 마련되었다.

5G 이동통신기기 EMC 기준은 현재 무선기기에 대한 전자파적합성 규제 현황, 3.5 GHz 대역에서 우선적으로 실시되는 5G 서비스 현황, 국제표준의 18 GHz 이상의 장애방지 기준 및 6 GHz 이상의 내성 기준 개발현황, 시험기관의 시험 설비 및 기술보유 현황을 감안하고, 5G 활성화를 위해 네거티브 규제 형식으로 현행과 같이 6 GHz 이하의 전자파적합성 기준을 적용하기로 하였다.

5G 이동통신 기지국·단말기 EMC 기준 및 시험방법은 유럽의 LTE 기지국/단말기 시험방법(ETSI EN 301489-50/52)을 분석하고 참조하여 필요한 5G 시험인자를 추가 규정하였고, 3GPP에서 논의 중인 내용을 참조하였으며, 실제 개발 중인 기지국 장비 및 단말기에 대한 통신을 구성해 시험하면서 필요 사항을 규정하였다.

3-1 5G 기지국 장비 및 중계기 시험방법

무선기기에 대한 전자파적합성 시험방법은 일반적으로 [그림 2]와 같이 EMC 시험을 위한 시험장비와 시험배치 조



[그림 2] 무선기기 전자파적합성 시험방법 개요

건, 피시험 무선기기에 대한 동작조건, 송신기 시험을 위한 입력 및 출력 조건, 수신기 시험을 위한 입력 및 출력 조건, 성능평가 방법 및 기준을 규정하고 있다.

5G 이동통신 기지국 장비 및 중계기에 대한 전자파적합성 시험을 위하여 유럽의 LTE 기지국 시험방법(ETSI EN 301489-50)을 기반으로 현행 이동통신기지국 시험방법(KN 301489-26)을 통합하고, 무선설비 공통 시험방법(KN 301489-1)과 5G 관련 우리나라 무선설비 기준 및 국제 표준을 참조하여 이동통신 기지국, 중계기, 보조기기에 대한 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-50)을 다음과 같이 규정하였다^[11].

적용대상 및 통신규격은 우리나라 무선설비 기술기준에서 고시하고 있는 이동통신 기술과 연계하여 정리하고, 5G 기지국 및 중계기를 추가 규정하였다.

안테나 탈착형기기의 경우는 시험장 외부의 시험장비와 유선으로 통신링크를 구성하고, 28 GHz 안테나 일체형 기기의 경우는 무선 통신링크를 구성해야 하므로 통신링크 설정을 위해 시험 장비를 시험장(챔버) 내부에 설치하여 사용할 수 있도록 규정하여 시험배치에 대한 융통성을 발휘할 수 있도록 규정하였다. 또한, 초기 시험기관이 시험장비를 구비하기 어려우므로 제조사의 시뮬레이터, 신호발생기, 신호분석기 등 개발 장비를 활용할 수 있도록 허용하였으며, 향후 기지국과 단말기 조합도 이용할 수 있도록 하였다.

기지국은 통상 각 통신 방식별로 시험해야 하며, RF 주파수는 해당 표준의 기준 무선채널 즉 통신 사업자별 할당 주파수를 사용토록 규정하였다.

5G 기지국 송신기 출력은 최대 정격 송신출력 레벨로 설정하고, 수신기 입력은 5G 표준에서 규정하는 신호레벨로

설정하거나, 장비의 수신임계레벨(1×10^{-5} 비트오류율 또는 95 % 처리량에 대한 수신레벨)보다 15 dB 높은 레벨로 설정하도록 하였다. 5G 무선기술의 특징인 빔 성형은 EMC 시험의 편리성을 위해 제조사가 선언하는 최대 이득의 빔 성형 조건에서 운용하도록 규정하였다. 송신기 배제 대역은 중계기에서만 규정하였고, 수신기 배제대역은 시험채널 주파수의 상·하한에서 기기의 최대 점유주파수 대역폭을 확대한 것으로 규정하였다. 협대역 응답은 5G의 경우도 기존처럼 채널대역폭의 2배로 시험하는 것으로 규정하였다. 정상 시험변조는 5G 서비스와 연계된 5G NR 표준의 베어러 정보의 다양성을 감안하여 기지국이 지원한 전체 데이터 속도를 사용하는 대표 무선 구성으로 설정토록 하였다. 다중표준 기지국에 대한 시험조건은 향후 우리나라 이동통신 서비스의 4G/5G 복합 기지국 수요를 파악하여 추가 논의하기로 하였다.

EMC 성능평가는 모든 무선접속기술과 운용대역에서 평가하며, 기지국 장비의 경우 데이터 통신이 주요 서비스이므로 블록 오류율(Block Error Rate: BLER), 프레임 오류율(Frame Error Rate: FER)이나 처리량(Throughput) 중 하나의 성능평가인자로 평가하도록 규정하였다. 성능평가인자와 평가기준은 <표 2>와 같다. 중계기의 경우, 운용 주파수 대역 내의 RF 이득으로 평가한다. 피시험기기는 EMC 시험동안 의도한 대로 동작해야 한다.

성능평가 척도로서 오류벡터크기(Error Vector Magnitude: EVM), 비트오류율, 신호대 잡음비간 연관성이 있음이 발표되었다^[12]. 이에 따라 비트오류율과 처리량으로 성능평가가 어려운 경우, 대체 평가인자(EVM)로도 평가할 수 있도록 규정하였다. EVM은 기지국 송신기의 핵심 성능 척도로서 변조방식별 요구 EVM을 3GPP 표준에서 <표 3>과 같이 규정하고 있다^[13]. 피시험기기의 특성을 고려하여 EVM과 처리량의 관계는 제조사가 제시하도록 하였다. 상향 링크 성능

<표 2> 5G 기기 성능평가인자 및 성능평가기준

성능평가인자	평가 기준
BLER	1×10^{-2} 미만
FER	95 % 신뢰도로 1.0 % 미만
Throughput	95 % 초과

<표 3> 5G 기지국 반송파에 대한 EVM 요구사항

PDSCH에 대한 변조방식	요구 EVM
QPSK	17.5 %
16QAM	12.5 %
64QAM	8 %
256QAM	3.5 %

은 수신기의 출력(배어러) 또는 내부 모니터링을 통해 확인할 수 있도록 규정하였다.

5G 기지국 장비 EMC 시험에 대한 이해를 돕기 위하여 기지국 시험방법을 검증하며 사용한 시험구성과 시험절차를 [그림 3]과 같이 예로 제시하였다.

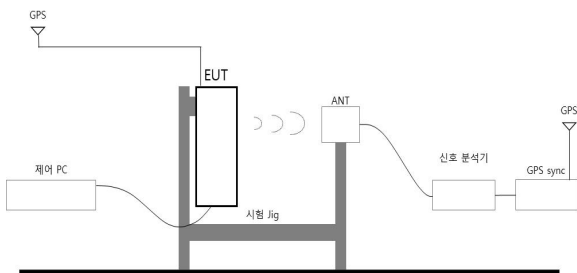
3-2 5G 단말기 시험방법

5G 이동통신 단말기에 대한 전자파적합성 시험을 위하여 유럽의 LTE 단말기 시험방법(ETSI EN 301489-52)을 기반으로 현행 이동통신 단말기 시험방법(KN 301489-7과 24)을 통합하고 무선설비 공통 시험방법(KN 301489-1)과 5G 관련 우리나라 무선설비 기준 및 국제 표준을 참조하여 이동통신 단말기, 보조기기에 대한 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-52)을 다음과 같이 규정하였다^[14].

5G 단말기 EMC 시험방법은 기지국 장비 시험방법의 규정에서와 동일한 개념을 적용하여 규정하였다.

시험 시스템은 시험장 외부에 위치하여야 하나, 어려운 경우 시험에 영향을 주지 않도록 적절한 보호조치 후 내부에 배치할 수 있도록 하였고, 통신 시뮬레이터가 없는 경우 시험 시스템을 사용하는 대신 간소화된 이동통신망을 구성하여 사용할 수 있도록 규정하였다.

5G 단말기 동작조건은 기준 무선채널과 최대 이득 빔 성



[그림 3] 5G 기지국 장비 전자파적합성 시험구성 예

형조건에서 운용토록 하였고, 통신은 단말기가 지원하는 최대 속도로 동작하도록 설정하였고, 내성시험을 위한 수신 신호는 수신 임계레벨보다 40 dB 높이 설정하며, 수신기 배제대역은 할당된 수신대역의 상·하한에서 최대점유주파수 대역폭만큼 확장하도록 규정하였다.

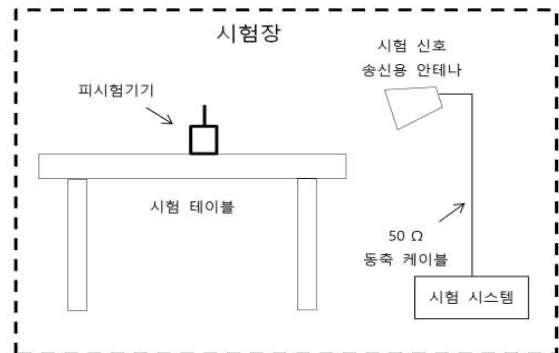
성능평가는 단말기의 운용 상태에서만 시험을 실시하고, 대기상태에서의 시험은 멀티미디어기능 시험과 같은 다른 시험에서 같이 확인하는 것으로 제외하였다. 음성 시험은 현행과 같이 음압방법을 이용하여 평가하며, 성능평가기준은 기준레벨보다 35 dB 이하로 규정하였다. 데이터 시험은 비트오류율이나 처리량 중 하나로 평가하며, 기지국과 동일한 평가기준을 적용한다. 단말기는 시험 전후 기능 및 데이터의 손실 없이 의도된 대로 동작하며, 통신링크를 유지해야 한다.

또한, 5G 단말기 EMC 시험에 대한 이해를 돕기 위하여 기지국 시험방법을 검증하며 사용한 무선링크 시험구성 예를 [그림 4]와 같이 부록으로 제시하였다.

IV. 결 론

5G 이동통신 세계 최초 상용화 목표를 달성하기 위하여 단기간에 정부와 산업체가 긴밀하게 협조하며, 5G 이동통신 기기 전자파적합성 시험방법 개정 연구를 추진하였다.

5G 이동통신 기지국 장비 및 단말기에 대한 전자파적합성 시험방법은 우리나라 무선기기 기준이 참조하고 있는 유럽 표준과 5G 표준화기구인 3GPP의 표준, 관련 국제 기준 및 우리나라 제조사의 의견을 참조하여 우리나라 5G 무선



[그림 4] 5G 단말기 전자파적합성 시험구성 예

기준에 적합한 독자적인 시험방법을 마련하였고, 국립전파연구원이 전자파적합성 시험방법(국립전파연구원 공고 제 2018-103호, 2018.10.19.) 제4조 제12항 제4호에 이동통신 단말기, 제10호에 이동통신 기지국에 대한 전자파적합성 시험방법을 규정하고, KN 301489-52와 KN 301489-50 시험방법을 규정하였다.

이번에 마련된 5G 이동통신 기지국 및 단말기 시험방법으로 5G 이동통신기기들이 적합성인증을 받고 5G 서비스 개시에 기여하였다. 향후 28 GHz 대역 이동통신 기기에 대한 전자파적합성 기준 및 시험방법 연구가 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 과학기술정보통신부 누리집, 보도자료.
- [2] 전자파적합성 기준, 국립전파연구원고시 제2018-19호.
- [3] 전자파적합성 시험방법, 국립전파연구원공고 제2018-103호.
- [4] CISPR/H/353/INF, "Results from CIS/H/341/DC on the development of emission limits in the frequency range 6~40 GHz and their introduction in the generic standards IEC 61000-6-3 and 61000-6-4", Mar. 2018.
- [5] CISPR/A/1242/DC, "Definition of test methodology and site and instrumentation requirements in the frequency range 18~40 GHz", Dec. 2017.
- [6] ITU-T SG5-TD346, "Supplement on Analysis of EMC aspects and definition of requirements for 5G systems", Nov. 2017.
- [7] ETSI EN 301 489-52, "Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 52: Specific conditions for Cellular Communication Mobile and portable (UE) radio and ancillary equipment; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.1(b) of Directive 2014/53/EU", Nov. 2016.
- [8] ETSI EN 301 489-50, "Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 50: Specific conditions for Cellular Communication Base Station (BS), repeater and ancillary equipment; Harmonized Standard covering the essential requirements of article 3.1(b) of Directive 2014/53/EU", Mar. 2017.
- [9] 3GPP TS 38.124, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements for mobile terminals and ancillary equipment (Release 15)", Mar. 2018.
- [10] 3GPP TS 38.113, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements for mobile terminals and ancillary equipment (Release 15)", Mar. 2018.
- [11] KN 301 489-50, "이동통신 기지국, 중계기, 보조기기에 대한 전자파적합성 시험방법", 2018.
- [12] R. Shafik, S. Rahman, and R. Islam. "On the extended relationships among EVM, BER and SNR as performance metrics", *4th International Conference on Electrical and Computer Engineering ICECE 2006*, pp. 408-411, Dec. 2006.
- [13] 3GPP TS 38.104, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 15)", Mar. 2018.
- [14] KN 301 489-52, "이동통신 단말기, 보조기기에 대한 전자파적합성 시험방법", 2018.

≡ 필자소개 ≡

금 홍 식



1992년 2월: 충북대학교 전자공학과 (공학사)
1994년 2월: 충북대학교 전자공학과 (공학석사)
2015년 8월: 충북대학교 전자공학과 (공학박사)
2009년 3월~현재: 한국전파진흥협회 전자파기술원
[주 관심분야] EMC 기술기준 및 표준, 디지털 통신 시스템

양 준 규



2008년 8월: 군산대학교 정보통신공학과 (공학박사)
1997년 12월~현재: 미래창조과학부 국립전파연구원 연구사
[주 관심분야] EMC 기술 기준 및 정책