

<p>가변속 전력구동기기 EMC 기준 및 저주파수 EMC 시험방법 연구</p>	<p>양준규 · 위재형 금홍식*</p>
	<p>국립전파연구원 · *한국전파진흥협회</p>

I. 서 론

산업이 발전하고 자동화됨에 따라 전동기 회전속도의 정밀한 제어가 요구되고 있고, 전력용 반도체 소자의 발달과 마이크로프로세서를 이용한 전력 변환 기술의 발전에 따라 고속·대용량의 교류전동기에 대한 가변속 운전이 가능하게 되었다^[1]. 또한, 에너지 절약과 운전의 정밀성을 향상시킨 고효율 고품능 가변속 전력구동기기가 상용화되고 있으며, 팬, 컨베이어 벨트 등 산업용 설비와 전기 철도, 전기 자동차, 가전제품 등의 응용 분야로 확대되고 있다. 이렇듯 가변속 전력구동기기의 응용 범위가 확대됨에 따라 전동기의 가변속 제어를 위한 전력 스위칭 기술의 사용이 급속하게 늘어나고 있는 실정이고, 이러한 스위칭 동작에서 유발되는 불필요한 저주파수와 고주파수의 전자파로 인해 산업 현장에서의 장애와 기기 오동작 등의 부작용에 대한 우려도 증가하고 있다^[2].

국제전기위원회(IEC) 등 국제표준화 기구에서는 태양광 인버터, 무선전력 전송기기와 같은 새로운 기기에 대한 평가 기준 및 방법 마련과 30 MHz 이하 대역의 복사성 전자파 측정방법 및 기준에 관한 표준화 작업을 활발히 추진하고 있다. 미래창조과학부 국립전파연구원에서는 안전한 전파 환경 조성을 위하여 전자파 적합성 기준의 제·개정 및 새로운 전자파 적합성 정책 마련 등을 추진하고 있다.

본고에서는 가변속 전력구동기기에서 발생하는 고조파와 비의도성 전자파를 최소화하여 주파수 자원을 보호하기 위한 전자파 장애 방지 기준과 저주파수 등 전자파 현상으로부터 기기를 보호하기 위한 전자파 보호 기준 및 시험방법 연구 내용을 살펴보겠다.

II. 가변속 전력구동기기 전자파 적합성 기술 기준 제정

2-1 국내 현황

가변속 전력구동기기는 산업용 설비로 구분하여 전자파 적합성 기준 및 시험방법을 적용하고 있으며, 전자파 장애 방지 기준에서는 제5조에 의한 별표 3의 산업·과학·의료용등 고주파 이용기기류의 장애 방지 기준과 전자파 장애 방지 시험방법 제4조에 의한 별표 2의 KN 11 산업·과학·의료용 기기(ISM)류의 장애 방지 시험방법이 적용되며,^[3] 전자파 보호 기준 제6조에 의한 별표 2의 산업 환경에서의 일반 내성 기준과 전자파 보호 시험방법 제4조에 의한 별표 14의 KN 61000-6-2 산업 환경에서의 일반 내성 시험방법이 적용되고 있다^[4].

가변속 전력구동기기는 의도적 RF 에너지를 발생시켜 재료의 가공에 사용하는 기기가 아니며, 산업용으로 주로 사용되므로 ISM 기기의 구분 중 1종 A급 기기에 해당한다. 1종 A급 ISM 기기 장애 방지 기준은 0.1~30 MHz 대역에서 주전원 포트 전도성 방

본 연구는 미래창조과학부의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음.

해 전압 허용 기준, 30 MHz~1 GHz 대역에서 방사성 방해 허용 기준을 시험장에서 측정하는 경우와 설치 장소에서 측정하는 경우로 구분하여 규정하고 있다.

산업 환경에서의 일반 전자파 보호 기준에서는 합체 포트, 신호선 포트, 입·출력 직류 전원 포트, 입·출력 교류 전원 포트에 대한 전자파 내성 기준을 규정하고 있다. 전원 주파수 자기장, 방사성 RF 전자기장, 정전기 방전, 전도성 RF 전자기장, 서지, 전기적 빠른 과도 현상의 고주파수 전자파 내성 시험 항목과 전압 강하, 순간 정전의 저주파수 전자파 내성 시험 항목에 대하여, 관련 내성 신호원이 각 포트에 인가되었을 때 제품의 성능에 영향을 주는 정도를 평가한다.

ISM 기기와 산업 환경에서의 일반 내성 전자파 적합성 기준은 CISPR 11(ISM 기기 장애 방지 표준), IEC 61000-6-2(산업 환경에서의 일반 내성 표준)을 수용하여 우리나라 실정에 맞도록 제정·운영하고 있다.

가변속 전력구동기기는 산업용 설비로써 자기 적합등록 대상기기로 분류하고 있으며, '13년 600여 모델이 인증을 받았고, 국내는 2곳 이상의 산업체가 연간 100여 모델의 제품을 생산하고 있으며 일본, 독일, 미국 등에서 연간 300여 모델 정도의 제품이 수입되고 있다.

고주파수 관련 EMC 시험은 대부분의 지정 시험 기관에서 시험이 가능하며, 75 kW 이하 저주파수 장애 방지 시험은 유럽 인증(CE) 시험이 가능한 대부분의 지정 시험 기관에서 지원할 수 있으나, 저주파수 내성 시험은 국내 3개 지정 시험 기관에서만 시험이 가능한 상황이다.

산업체에서는 고전력 가변속 전력구동기기가 현재 적용하고 있는 산업·과학·의료용 방사 기준을 만족하기 어렵고, 국제 표준과 외국의 경우에도 별도의 기준이 마련되어 있으므로 이를 반영하여 국내 제도 개선을 요청하였다. 반면, 가전업체에서는 저주

파수 EMC 대책에 따른 경제적 손실 등의 이유로 적용범위를 한정할 것을 요청하였다.

가변속 전력구동기기에 대한 전자파 적합성 표준에는 현재의 전자파 적합성 기준에서 다루지 않았던 고조파, 플리커 등과 같은 저주파수 EMC 기준을 포함하고 있기 때문에, 이에 대한 내용 검토 및 시험기관에서 각각의 시험을 수행할 수 있는 지 등 도입 가능 여부를 파악할 필요가 있다.

이와 같이 산업체 및 시험기관 등에서는 국제적 추세에 따라 가변속 전력구동기기 전자파 적합성 기준 및 시험방법 마련을 요청하였고, 이에 따라 산업용 가변속 전력구동기기의 전자파 영향을 최소화하기 위하여 전자파 적합성 기준 및 시험방법의 마련이 추진되었다.

2-2 국외 현황

전력전자 기기 및 시스템에 대한 국제표준화를 추진하는 IEC TC22/SC22G에서는 가변속 전력구동기기(Power Drive System) 전자파 적합성 표준을 IEC 61800-3으로 규정하고 '12년 3월에 2.1판까지 발간하였고, 추가 개정 작업을 추진하고 있다.

IEC 61800-3은 가변속 전력구동기기 전자파 장애 표준으로 저주파수, 고주파수 기준 및 시험방법, 엔지니어링 개념을 규정하고 있고, 전자파 보호 표준으로 저주파수, 고주파수 내성 요구 조건 및 시험방법을 규정하고 있다.

유럽에서는 국제표준을 수용하여 EN 61800-3을 제·개정('12년 9월)하고, 제품의 인증 및 엔지니어링에 적용하고 있으며 또한 일본에서도 국제표준을 수용하여 기기의 인증에 적용하고 있다.

2-3 가변속 전력구동기기 기준 분석 및 시사점

가변속 전력구동기기는 가정용 분야에서 산업용 분야까지 매우 넓은 응용 분야에서 활용되고 있고, 구동 전력의 범위에 따라 매우 다양한 제품 종류가

있기 때문에 기준 규정을 위한 명확한 기기 분류가 필요하다. 국제 표준에서는 주거용 건물에 전원을 공급할 목적으로 제공되는 저압 배전망에 직접 연결되는 환경을 제1환경으로, 그 외의 환경을 제2환경으로 규정하며, 가변속 전력구동기기를 정격 전압 1,000 V 이하로써 1환경에서 사용되는 기기(C1), 1환경에서 사용되는 고정형 전문가 설치기기(C2), 2환경에서 사용되는 기기(C3)로 분류하고, 정격 전압 1,000 V 초가 또는 정격 전류 400 A 이상의 기기와 2환경 내에서 복합 시스템으로 사용되는 기기를 C4로 분류하고 있다.

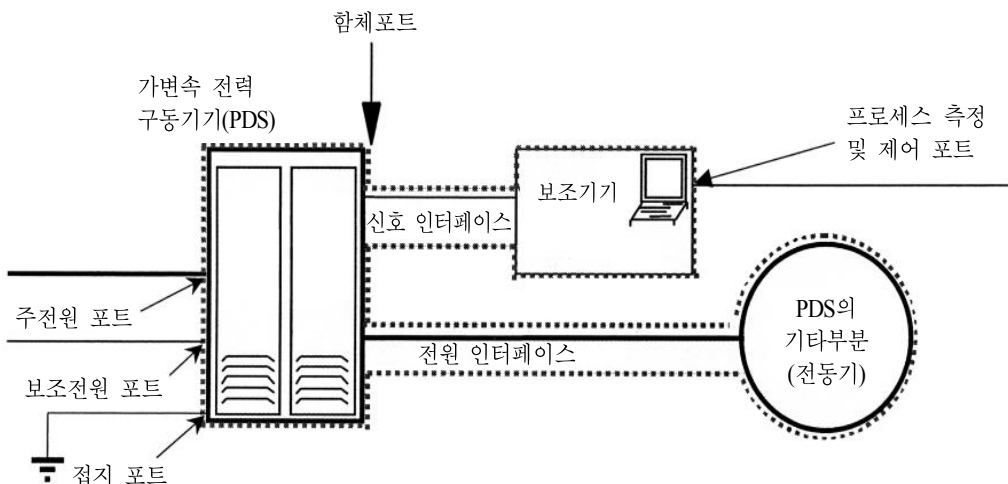
또한, 가변속 전력구동기기는 다양한 인터페이스를 가지며, 구동 전력량에 따라 단일 컨버터 제품부터 여러 개의 컨버터 모듈을 조합한 복합 시스템까지 다양한 형태로 구성되기 때문에 전자파 적합성을 평가할 지점의 정의가 필요하다. 국제 표준에서는 [그림 1]과 같이 인터페이스와 포트를 정의하고 있다.

주전원 포트는 PDS에서 모터 구동 전력으로 전환될 전력을 수전하는 포트이고, 보조 전원 포트는 가변속 전력구동기나 복합 시스템 및 보조기기의 동작에 사용되는 전원을 연결하는 포트으로써 저압 배전

망에 연결되는 전원 포트이다. 통상 1,000 V 초과인 C4 PDS에서는 주전원 포트와 보조 전원 포트의 구분이 명확하지만, 1,000 V 이하의 PDS에서는 하나의 주전원 포트가 두 역할을 병합한다. 신호 인터페이스는 PDS를 작동시키기 위해 PDS와 보조기기 사이의 신호 전송에 사용되는 경로이고, 제어·측정 포트는 모터나 컨버터의 구동상태를 계측하거나 제어하기 위한 포트이다. 전원 인터페이스는 모터 구동 전력이 전달되는 포트로서, PDS와 모터의 연결이나 복합시스템의 컨버터 사이의 연결이다.

가변속 전력구동기기의 전자파 장애 방지 기준은 전도성 고조파 전류 방해와 플리커에 대한 저주파수 방출 허용 기준을 규정하고 있으며, 이것은 가변속 제어를 위한 전력 스위칭으로부터 유발되는 스위칭 주파수와 그의 40차수 고조파까지의 고조파 전류를 제한하기 위한 시험 항목과 빈번한 속도 제어와 부하 변동에 따른 적응 제어로 인해 발생하는 순간 전압 변동으로부터 유발되는 빛의 깜빡임으로 인한 시각적 영향을 평가하는 플리커 시험 항목들로 장애 방지 기준에 처음으로 제정되는 기준이다.

아울러, 주전원 포트, 통신 포트(측정 및 제어 포



[그림 1] 가변속 전력구동기기의 인터페이스와 포트

트), 전원 인터페이스에서의 전도성 방해 전압과 합체 포트에 대한 10 m 측정 거리에서의 방사성 방해 고주파수 방출 허용기준을 C1, C2, C3 PDS 분류에 따라 규정하고 있다. 특히, 대전력 기기인 C4 기기에 대해서는 설치 장소에서의 기준을 고려토록 하고 있다. 이 장해 방지 기준과 항목별 관련 기준과의 관계는 <표 1>과 같다.

가변속 전력구동기기의 전자파 보호 기준은 정격 전압 1,000 V 이하 기기와 초과 기기 별로, 제1환경과 2환경에서의 전원 포트에 대한 고조파, 정류 노치, 전압 편차, 전압 강하, 순간 정전, 전압 불평형, 주파수 변동에 대한 저주파수 내성 기준을 규정하고 있으며, 이 또한 전자파 보호 기준에 처음으로 도입되는 기준으로, 전력 스위칭 노이즈와 부하의 변동에 따른 정격 전압과의 차이인 전압 편차, 연속적인 전압 값의 변동인 전압 변화, 일정 기간 내에서 급격한 전압의 감소·회복인 전압 강하, 상간 전압의 차이인 전압 불평형, 연속적인 전원 주파수의 변동인 주파수 변동과 같은 전력 품질의 변동으로부터 기기의 동작에 영향이 없도록 하기 위한 것이다.

아울러, 합체 포트에 대한 정전기 방전, 방사성 RF 전자기장, 신호/제어 포트와 교류/직류 전원 포트에 대한 전도성 RF 전자기장, 전기적 빠른 과도 현상, 서지에 대한 고주파수 내성 기준을 각각 규정하고 있다. 특히, 스위칭 노이즈로부터 기기의 동작을 보장하기 위하여 전기적 빠른 과도 현상 기준이 일반 내성 기준보다 강화되어 있다. 이 내성 기준과 항목별 관련 기준과의 관계는 <표 2>와 같다.

2.4 가변속 전력구동기기 전자파 적합성 기준안

전자파 장해 방지 기준 개정(안)에서는 제16조를 신설하여 가변속 전력구동기기의 장해 방지 기준 근거를 규정하고, 별표 17에 세부적인 기준을 규정하였다.

가변속 전력구동기기 장해 방지 기준은 가변속 전력구동기기 전자파 적합성 국제 표준(IEC 61800-3)을 참조하고, 산업체, 지정 시험기관 등의 의견을 수렴하여 제정하였다.

가변속 전력구동기기의 사용 환경 및 기기의 분류를 주거용 건물에 전원을 공급하는 환경(제1환경)

<표 1> 가변속 전력구동기기 기준과 전자파 장해 방지 기준 비교

가변속 전력구동기기 기준	전자파 장해 방지 기준과 상관성
○ 주전원 포트 전도성 방해 - 0.15~30 MHz	○ ISM 기기 주전원 포트 전도성 방해의 1종B급, 1종A급, 1종A급, 2종A급 기준에 대응됨
○ 통신(계측 및 제어포트) 전도성 방해 - 0.15~30 MHz	○ ISM 기기 통신 포트 전도성 방해의 1종B급, 1종B급, 1종A급 기준에 대응됨
○ 전원 인터페이스 전도성 방해 - 0.15~30 MHz	○ ISM 기기 주전원 포트 전도성 방해의 1종A급 기준보다 완화
○ 합체 포트 방사성 방해 - 30 MHz~1 GHz(10 m 기준)	○ ISM 기기 합체 포트 방사성 방해의 1종B급, 1종A급, 완화된 1종A급 기준에 대응됨
○ C4 기기의 전도성, 방사성 방해 - 0.15 MHz~1 GHz(설치 장소 10 m/30 m)	○ ISM 기기 전도성 방해의 1종B급, 1종A급 주전원 포트 기준에, 방사성 방해의 설치장소에서의 1종A급 기준에 대응됨
○ 고조파(40차수까지) ○ 플리커	○ 저주파수 방출 허용기준 신규 제정

<표 2> 가변속 전력구동기기 기준과 전자파 보호 기준 비교

가변속 전력구동기기 기준	전자파 보호 기준과 상관성
<ul style="list-style-type: none"> ○ 합체 포트 고주파수 내성 <ul style="list-style-type: none"> - 정전기 방전(기중, 접촉 방전) - 방사성 RF 전자기장(80 MHz~2.7 GHz) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주거환경에 대한 일반 내성기준은 제1환경, 산업 환경에 대한 일반 내성기준은 제2환경 기준에 대응됨
<ul style="list-style-type: none"> ○ 신호(계측 및 제어) 포트 고주파수 내성 <ul style="list-style-type: none"> - 전도성 RF 전자기장(0.15~80 MHz) - 전기적 빠른 과도 현상(5 kHz) - 서지(선간, 선접지간) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주거환경에 대한 일반 내성기준은 제1환경, 산업 환경에 대한 일반 내성기준은 제2환경 기준에 대응됨 <ul style="list-style-type: none"> - 단, 전기적 빠른 과도 현상의 인가 레벨이 일반 내성 기준보다 2배로 강하고, 서지는 제어 포트에 대해서만 규정됨
<ul style="list-style-type: none"> ○ 교류(직류) 전원 포트 고주파수 내성 <ul style="list-style-type: none"> - 전도성 RF 전자기장(0.15~80 MHz) - 전기적 빠른 과도 현상(5 kHz) - 서지(선간, 선접지간) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주거환경에 대한 일반 내성기준은 제1환경, 산업환경에 대한 일반 내성기준은 제2환경 기준에 대응됨 <ul style="list-style-type: none"> - 단, 1환경 직류 전원 포트에 대한 전기적 빠른 과도 현상의 인가 레벨이 일반 내성 기준보다 2배로 강함
<ul style="list-style-type: none"> ○ 고조파, 정류노치, 전압 편차, 전압 강하, 순간 정전, 전압 불평형, 주파수 변동 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저주파수 내성기준 신규 제정

과 그 외 환경(제2환경)으로 구분하였고, 기기 정격 전압(1,000 V 기준)과 사용 환경에 따라 카테고리 C1, C2, C3, C4로 구분하였다.

가변속 전력구동기기의 인터페이스 포트는 [그림 1]에서와 같이 주전원 포트, 보조 전원 포트, 접지 포트, 전원 인터페이스, 신호 인터페이스, 프로세스 측정 및 제어 포트로 규정하였다.

2-4-1 저주파수 방출 허용 기준

저주파수 방출 허용 기준은 연결되는 배전망과 정격 입력 전류에 따라 4가지의 전도성 고조파 전류 방해 허용 기준을 규정하였다. 첫 번째, 입력 전류 16 A 이하 저압 배전망 기기에 대하여 EC 61000-3-2의 A급 기기에 대한 허용 기준을 준용하여 40차수까지의 고조파에 대한 기준을 규정하였다. 두 번째, 16 A 초과 75 A 이하 저압 배전망 기기에 대하여 IEC 61000-3-12의 허용 기준을 준용하여 평형 3상 기기, 평형 3상 기기를 제외한 기기에 대한 13차 이하 개별 고조파 전류(%), 총고조파 왜곡률(%), 14차 이상 부분 가중 고조파 왜곡률(%)에 대한 기준을 규정하였

다. 세 번째, 입력 전류가 75 A를 초과하는 저압 배전망 기기에 대하여 설치 현장의 계약 전력 조건에 따라 기준이 변화하므로 IEC 61800-3(KN 61800-3) 6.2.3.3절을 준용하여 제조자가 적합성을 증명하도록 규정하였다. 네 번째, 산업용 배전망에 연결되는 기기에 대해서도 설치 현장의 계약 전력 조건에 따라 기준이 변화하므로 제조자가 IEC 61800-3(KN 61800-3) 6.2.3.4절을 준용하여 적합성을 증명하도록 규정하였다.

또한, 순간 전압 변동 즉, 플리커에 대한 저주파수 방출 허용 기준을 제정하였다. 입력 전류 75 A 이하인 기기에 대하여 IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-11의 허용 기준을 준용하여 단기, 장기 플리커, 전압 변화량, 상대적인 정상 상태 전압 변화, 최대 전압 변동에 대한 기준을 규정하였다. 입력 전류 75 A 초과인 기기에 대해서는 부하 조건에 따라 방출량이 변동되므로 기준을 규정하지 않았다.

2-4-2 고주파수 방출 허용 기준

고주파수 방출 허용 기준은 IEC 61800-3을 준용하

여 주전원 포트, 통신 포트(측정 및 제어 포트), 전원 인터페이스, 합체 포트에 대하여 규정하였다.

주전원 포트에서의 전도성 방해 전압 허용 기준은 C1, C2, 정격전류 100 A 이하 C3, 정격전류 100 A 초과 C3 기기에 대하여 0.15~30 MHz 대역의 허용 기준을 규정하였다.

통신 포트(측정 및 제어 포트)에서의 전도성 방해 전압 허용 기준은 카테고리 C1 및 C2 기기는 정보기기 B급(가정용 환경) 기준을 준용하고, 카테고리 C3 기기는 정보기기 A급(산업용 환경) 기준을 준용하도록 규정하였다.

전원 인터페이스에서의 전도성 방해 전압 허용 기준은 카테고리 C1 및 C2 기기에 대하여 0.15~30 MHz 대역의 허용 기준을 규정하였다.

합체 포트에서의 방사성 방해 허용 기준은 카테고리 C1, C2, C3 기기에 대하여 30 MHz~1 GHz 대역의 허용 기준(측정 거리 10 m)을 규정하였다.

카테고리 C4 기기에 대해서는 전자파 안전 관리의 필요성과 국제 표준의 내용을 감안하여 설치 장소에서의 허용 기준을 제정하였다. 전도성 방해 허용 기준은 PDS에 의해 피해가 예상되는 가장 가까운 다른 기기 설치 지역에서 가정용(제1환경) 또는 산업용(제2환경) 기준을 적용하도록 규정하였다. 방사성 방해 허용 기준은 PDS 설비 경계(분계점) 기준으로 10(30) m 측정 거리에서 0.15 MHz~1 GHz 대역의 설치 장소 ISM 기준을 적용하도록 규정하였다.

전자파 보호 기준 개정(안)에서는 제19조를 신설하여 가변속 전력구동기기의 내성 기준 근거를 규정하고, 별표 16에 세부적인 기준을 규정하였다.

전자파 내성에 대한 성능 평가 기준은 일반 성능, 토크 특수 성능, 보조 기기와 같은 하위 부품에 대하여 A, B, C로 각각 규정하였다.

24-3 저주파수 내성 기준

저주파수 방출 허용 기준은 IEC 61800-3을 준용하

여 주전원 및 보조 전원 포트에 대하여 사용 환경별로 1,000 V 이하 기기와 1,000 V 초과 기기로 구분하여 규정하였다.

1,000 V 이하 PDS의 주전원 및 보조 전원 포트에 대한 내성 기준은 총 고조파 왜곡률(THD), 고조파, 정류 노치, 전압 편차, 전압 불평형, 주파수 변동 내성 시험에 대하여 성능 평가 기준 A, 전압 강하, 순간 정전 내성시험에 대하여 성능 평가 기준 C로 규정하였다.

1,000 V 초과 PDS에 대한 내성 기준은 총 고조파 왜곡률(THD), 고조파, 정류 노치, 전압 편차, 전압 불평형, 주파수 변동, 전압 강하, 순간 정전 내성시험에 대하여 마찬가지로 성능 평가 기준을 규정하였다. 다만, 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능한 경우, 대체시험, 계산, 모의시험을 통해 적합성을 증명할 수 있도록 하였다.

24-4 고주파수 내성 기준

고주파수 내성 기준은 IEC 61800-3을 준용하여 각 포트에 대한 내성 시험 항목과 요구 조건을 사용 환경별로 구분하여 규정하였다.

제1환경 기기에 대한 내성 조건은 합체 포트에 대하여 정전기 ± 4 kV와 ± 8 kV, 방사성 RF 전자기장 3 V/m(80 MHz~2 GHz)와 1 V/m(2~2.7 GHz)로 규정하고, 전원 포트에 대하여 전기적 빠른 과도 현상 ± 1 kV(5 kHz), 서지 ± 1 kV와 ± 2 kV, 전도성 RF 전자기장 3 V로 규정하며, 전원 인터페이스에 대하여 전기적 빠른 과도 현상을 규정하고, 측정 및 제어 포트, 신호 인터페이스 등에 대하여 과도 현상, 전도성 RF 전자기장을 규정하고, 정전기/과도 현상/서지의 성능 평가 기준은 B, 그 외의 내성시험의 성능 평가 기준은 A로 규정하였다.

또한, 제2환경 기기에 대한 내성 조건과 성능 평가 기준은 제1환경과 대부분 같게 규정하였다. 다만, 전도성 RF 전자기장 10 V, 방사성 RF 전자기장 10

V/m, 내부 신호 인터페이스를 제외한 포트에 대하여 전기적 빠른 과도 현상 ± 2 kV로 내성 레벨이 강화되었다.

Ⅲ. 저주파수 전자파 적합성 기본 시험방법 제정

3-1 저주파수 기준 시험방법 도입 배경

가변속 전력구동기기에 대한 전자파 적합성 기준 마련에 따라 PDS 시험방법이 별표 18로 제정되었고, 저주파수 기준들이 신규로 규정되었으므로 이들 시

험을 위한 기본 시험방법들이 필요하게 되었다.

고주파수 기본 시험방법은 전자파 장애방지 시험 방법에서 KN 16-1 시리즈(측정기 및 시험장), KN 16-2 시리즈(전도성, 방사성 방해 등 기본 시험 방법)로, 전자파 보호 시험방법에서 61000-4 시리즈(전도성 RF 전자기장, 방사성 RF 전자기장, 서지, 과도 현상 등)로 이미 마련되어 있다.

저주파수 기본 시험방법은 전압 강하·순간 정전 내성 시험방법 만이 규정되어 있어 시험의 재현성 및 일관성 제고를 위해 전원 왜곡 현상과 관련된 저주파수 기본 시험방법을 마련하게 되었다.

〈표 3〉 입력전류 16 A 이하 카테고리 C2 PDS의 전자파 적합성 기준 예

적용대상	시험 항목	적용 기준
○주전원 포트	- 고조파 전류 방출 - 단기/장기 플리커, 전압 변화량 - 전도성 방해 전압	: 2.3~0.046 A(40차수까지) : 1.0/0.65. 3.3 % : 79~73 dB μ V(준침두값), 66~60 dB μ V(평균값)
	- 총 고조파 왜곡률 - 고조파 - 전압 편차 - 전압 강하 - 순간 정전 - 전압 불평형 - 주파수 변동 - 전도성 RF 전자기장 - 전기적 빠른 과도 현상 - 서지(선간, 선접지간)	: 8 %; A : 1.5~7.5 %(2차~39차); A : ± 10 %, A : 0 %/1사이클, 70%/30사이클; C : 0 %/300사이클; C : 역상분 2 %; A : ± 2 %; A : 3 V(0.15~80 MHz); A : ± 1 kV(5 kHz); B : ± 1 kV, ± 2 kV; B
○신호 인터페이스 (계측 및 제어 포트)	- 전도성 방해 전압	: 84~74 dB μ V(준침두값), 74~64 dB μ V(평균값)
	- 전도성 RF 전자기장 - 전기적 빠른 과도 현상	: 3 V(0.15~80 MHz); A : ± 1 kV(5 kHz); B
○전원 인터페이스	- 전도성 방해 전압	: 80~74 dB μ V(준침두값), 70~64 dB μ V(평균값)
	- 전기적 빠른 과도 현상	: ± 1 kV(5 kHz); B
○합체 포트	- 방사성 방해	: 40~47 dB(μ V/m)(준침두값)
	- 정전기 방전(기중, 접촉 방전) - 방사성 RF 전자기장	: ± 4 kV, ± 8 kV; B : 3 V/m(80~1,000 MHz); A 3 V/m(1.4~2 GHz); A 1 V/m(2~2.7 GHz); A

고조파 관련 IEC 61000-3-2, IEC 61000-3-12와 플리커 관련 IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-11, 저주파수 내성 관련 IEC 61000-2-2, IEC 61000-2-4 국제 표준을 준용하여 기본 시험방법을 제정하였다.

새롭게 도입되는 저주파수 전자파 적합성 기준의 시험 항목들에 대하여 국내 시험 기관에서의 시행 가능한지 여부와 시험방법의 개선 사항 등을 검토하기 위하여 [그림 2]와 같이 검증 시험을 실시하였다.

가변속 전력구동기기 내수/수출 겸용 모델의 경우, 고조파, 플리커 등 저주파수 방출 및 내성 시험결과, 국제 표준에서 규정한 기준을 만족하였다. 엘리베이터 설비의 경우, 유럽 수출용으로 제조자 요구에 의해 측정된 결과, 국제 표준을 만족하였다. 내수용 냉장기의 경우, 고조파 방출 측정 결과는 국제 표준을 초과하였고, 플리커 측정 결과는 국제 표준을 만족하였다. 내수용 모델의 경우, 저주파수 전자파 대책이 되어있지 않아 기준을 초과하는 것을 확인할 수 있었다.

검증시험을 통해 국내 시험 기관에서 저주파수 내성시험을 수행할 수 있음을 검증하였다. 다만, PDS 국제 표준의 저주파수 내성 시험에서 전압 편차, 주파수 변동, 전압 불평형에 대한 세부 시험조건이 명확하지 않아 시험에 어려움이 있었다. 시험기관의 요청으로 관련 국제 표준을 참조하여 저주파수 전자파



[그림 2] PDS와 엘리베이터 설비에 대한 저주파수 EMC 검증 시험 사진

내성 시험방법에 대한 세부 조건을 KN 61800-3 시험방법의 부록 F에 추가 규정하였다.

3-2 저주파수 전자파 적합성 기본 시험방법안

공공 저압 배전망에서의 고조파 전류 방출 시험방법은 정격 전류 16 A 이하의 기기에 대한 IEC 61000-3-2와 정격 전류 16 A 초과 75 A 이하의 기기에 대한 IEC 61000-3-12를 수용하여 시험조건, 측정 절차, 일반 요구 사항(반복성, 재현성 등) 허용 기준을 별표 1-11로 규정하였다.

공공 저압 배전망에서의 전압 변동 및 플리커 시험방법은 정격 전류 16 A 이하의 기기에 대한 IEC 61000-3-3과 정격 전류 16 A 초과 75 A 이하의 기기에 대한 IEC 61000-3-11을 수용하여 단기 플리커, 장기 플리커 평가 방법, 시험조건 등을 별표 1-12로 규정하였다. 다만, 배전망의 기준 임피던스는 국내 표준 값이 규정될 때까지 국제 표준에서 규정하고 있는 기준 임피던스를 사용하도록 규정하였다.

공공 저압 배전망에서의 저주파수 내성 시험방법은 기기들이 공공 저압 배전망의 저주파수 현상에 내성을 가져야 하므로, 저주파수 적합성 레벨을 규정하고 있는 IEC 61000-2-2를 수용하여, 전압 변동과 플리커, 고조파, 상호고조파, 전압 불평형, 주파수 변동, 전압 강하와 일시적 전원 공급 중단, 과도 과전압 특성을 별표 1-9로 규정하였다.

산업용 저압 배전망에서 저주파수 내성은 IEC 61000-2-4를 수용하여, 전압 편차, 전압 강하 및 순간 정전, 전압 불평형, 주파수 변동, 고조파, 상호고조파, 과도 과전압 특성을 별표 1-10으로 규정하였다.

이 시험방법은 IEC 국제 표준을 참조하였으며, 실제 측정 분석 결과와 산업체 의견 등을 종합하여 마련하였다. 특히, 고조파, 플리커 등 저주파수 EMC 시험방법은 가변속 전력구동기기에 한정하여 적용하도록 한정하였다. 가전기기, 멀티미디어 기기 등에 대한 적용 여부는 EMC 기준전문위원회 T소위에

서 이해 당사자간 합의를 통해 결정할 예정이다.

IV. 결 론

전력 변환 기술의 발전에 따라 교류 전동기에 대한 가변속 운전을 위한 가변속 전력변환기기의 활용이 급속히 모든 산업 분야로 확대되고 있다.

그러나 현재 전자파 적합성 기술 기준 및 시험방법에서는 가변속 제어를 위한 전력 스위칭 기능으로부터 유발되는 저주파수 전원 왜곡 현상을 다루기 위한 EMC 기준이 규정되어 있지 않았다.

국제표준화기구(IEC)에서는 가변속 전력구동기기에 대한 기준과 시험방법에 관한 표준을 이미 제정해 왔고, 외국에서도 국제 표준을 수용하여 규제하고 있다.

관련 제조사와 적합성 평가 시험기관에서는 기기의 해외 경쟁력을 높이고, 시험 비용의 절감을 위하여 가변속 전력구동기기 표준을 도입하여 줄 것을 요청하였고, 이에 따라 이번 연구에서는 기술 발전에 따른 시장 변화에 대응하고, 산업체의 요구를 수용하여 가변속 전력구동기기의 전자파 적합성 기준

및 시험방법(안)을 마련하였고, 아울러 관련 저주파수 기본 시험방법(안)을 함께 마련하였다.

이번에 마련된 기준 및 시험방법 개정(안)은 대전력 기기에 대한 전자파 엔지니어링을 포함하고 있어 새로이 도입을 추진하고 있는 전자파 안전 관리 제도에 부합하고, 저주파수 EMC 시험 비용 절감으로 관련 산업체의 해외 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 김남정, 유지윤, "전동기 가변속기술의 변천", 전기학회지, 46(2), pp. 23-29, 1997년 2월.
- [2] 김남, 전자파적합성(EMC) 국제표준화 대응 연구, 전파연구소 연구보고서, 2010년.
- [3] 전자파 장해 방지 기준, 전자파 장해 방지 시험방법, 2013년.
- [4] 전자파 보호 기준, 전자파 보호 시험방법, 2013.
- [5] IEC 61800-3, *Adjustable speed electrical power drive systems - Part 3: EMC requirements and specific test methods*, Ed.2.1, 2012.

≡ 필자소개 ≡

양 준 규



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

금 홍 식



1994년 2월: 충북대학교 전자공학과 (공학석사)
2009년 3월~현재: 한국전파진흥협회 전자파기술원
[주 관심분야] 디지털 통신 시스템, EMC 기술 기준 및 표준화

위 재 형



2004년 2월: 조선대학교 전자공학과 (공학사)
2012년 9월~현재: 미래창조과학부 국립전파연구원
[주 관심분야] EMC 기술 기준 및 정책