



電氣方式 · 標準電壓 · 商用周波數의 函數關係와 問題點 및 그 對策

The Issue and Measures for Relation of Electric-circuit Method · Standard System
Voltage · Power-frequency



李 大 潤*

Lee, Dai Yoon

* 건축전기설비기술사,
한성기술연구소장.

세계적으로 각 나라에서 통용되고 있는 대표적인 전기방식에는 단상3선식 · 3상3선식 · 3상4선식 등이 있고 전기사업용으로 사용하는 상용주파수는 50Hz와 60Hz의 2가지 종류가 있고 표준전압에는 상용주파수에 따라 적정하게 결정되어야 한다. 그러므로, 전기사업자가 실제로 채택하는 전기방식 및 공급전압은 과학기술을 응용하여 상용주파수(50Hz 및 60Hz)에 적합한 표준전압을 적정하게 적용하여야 하며 전기설비의 안전성 · 편리성 및 경제성을 보장할 수 있도록 하여야 한다. 그런데, 우리 나라는 실제로 상용주파수 60Hz를 채택한 국가로써 모든 국민은 이에 적합한 표준전압을 적정하게 적용하여 전기를 안전하게 사용할 수 있어야 하는데도 불구하고 전기사업자는 전기사용자로 하여금 상용주파수 50Hz에 해당하는 표준전압을 60Hz에서 역지로 사용하도록 요구하는 경우가 있기 때문에 전기설비의 안전사고 및 부실시공 등이 증가하고 있으므로 이에 관한 대책을 시급히 강구하여야 한다.

1. 우리나라는 적정하고 합리적인 산업표준을 제

정 · 보급함으로써 광공업품의 품질의 고도화 및 제품관련 서비스의 향상, 생산 효율의 향상, 생산기술의 혁신을 기하며 거래의 단순 · 공정화 및 소비의 합리화를 통하여 산업경쟁력을 향상시키고 국민 경제의 발전에 이바지함을 목적으로 '산업표준화법'을 제정하였고, 산업자원부장관은 산업표준화법 제4조(산업표준의 제정)의 규정에 의거 산업표준(한국산업규격:KS)을 제정 · 개정 또는 폐지하거나 산업표준의 적부를 확인하도록 규정하였으며 이에 따라, 모든 국민과 공공기관은 국가의 엄정한 시험 및 검정에 의거 생산한 KS규격품을 의무적으로 사용하여야 한다.

KS규격(KS C 4302 · 4303 · 4304 · 4306)에 의거 상용주파수 60Hz용 변압기의 전기방식 및 표준전압을 살펴 보면, 단상 변압기는 당초 단상3선식 100/200V에서 110/200V로 발전되었고 3상 변압기는 당초 3상3선식 200V에서 220V 및 440V로 진전하게 발전되었으며 이와 같이, 상용주파수 60Hz에 적합한 표준전압은 110V · 220V · 440V · 460V임을 확인할 수 있다. 그런데, 3상4선식 220/380V는 상용주파수 50Hz에 적합한 전압이



되지만 상용주파수 60Hz에는 부적합한 전압이 되기 때문에 220/380V 3상 변압기는 KS 규격품이 될 수 없으며 또한, 누구든지 KS 규격품이 아닌 비규격품의 변압기를 억지로 사용하도록 권장할 수도 없는 일이고 60Hz에 부적합한 특수전압(220/380V)을 법적인 표준전압이라고 정할 수도 없는 것이다.

세계적으로 채택하고 있는 상용주파수는 50Hz와 60Hz 등의 2가지 종류가 있고 우리나라의 상용주파수는 미국·캐나다 등과 같이 60Hz를 채택하였으며, 지역적으로 가장 인접한 일본의 상용주파수는 동부와 서부로 나뉘어 50Hz와 60Hz의 2가지 주파수를 채택하고 있어 큰 불편을 겪고 있다. 상용주파수의 60Hz를 채택하고 있는 여러 선진국가의 가정용 전기공급방식과 사용전압의 발전 추세를 살펴 보면, 당초의 단상3선식 100/200V 사용전압에서 110/220V→115/230V→120/240V로 건전하게 발전되고 있으며 우리나라도 당초의 단상3선식 100/200V 사용전압에서 점진적으로 110/220V→115/230V→120/240V로 건전하게 발전되어야 한다. 이와 같이, 상용주파수 60Hz에 따른 전기방식 및 실제 사용전압은 과학기술의 원리 원칙과 국제적 표준에 의거 적정하여야 한다.

2. 우리나라는 전기사업에 관한 기본제도를 확립하여 전기사업을 합리적으로 운용함으로써 전기사용자의 이익보호와 전기사업의 건전한 발전을 도모하고 공공의 안전을 확보함을 목적으로 '전기사업법'을 제정하였고 산업자원부장관은 전기설비의 안전을 위하여 기술기준을 정하였으며 전기사업자 및 모든 전기사용자는 그의 전기설비를 기술기준에 적합하도록 유지하여야 한다(전기사업법 제39조·제40조).

전기설비기술기준 제187조(옥내 전로의 대지전압의 제한)에 의하면, 전기를 사용하는 장소에서 사람이 직접 감전되는 대지전압이 가장 중요하고

주택 등의 전등 및 콘센트 설비와 같이 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 경우의 대지전압은 반드시 150V 이하로 시설하도록 의무화 하였으며 예외로, 사람이 쉽게 접촉할 우려가 없는 경우의 대지전압은 300V 이하로 시설할 수 있도록 허용하였다. 이에 따라, 주택 또는 주택이외의 장소에서 전등 및 가정용 전기기계기구를 사용할 수 있는 전압은 110V와 220V이지만 옥내 전로의 대지전압은 반드시 150V 이하로 시설하여야 하며 대지전압이 150V를 넘고 300V 이하인 경우에는 반드시 사람이 쉽게 접촉할 우려가 없도록 시설하여야 하고 그렇게 하기 위하여는 가정용 전기기계기구를 옥내의 배선과 직접 접속하여 시설하여야 하며 콘센트에 의한 접속행위는 금지하고 있다.

그러므로, 전기사용자의 이익을 보호하고 전기사업을 건전하게 발전시키는 방법은 당초의 단상3선식 100/200V 전압에서 110/220V 전압으로 발전되도록 하며 점진적으로 115/230V 또는 120/240V로써 발전되도록 하여 우리나라도 국제적인 발전 추세에 따라 가야 한다. 그런데, 현재 단상3선식 110/220V 전기방식을 억지로 금지시키어 3상4선식 220/380V 전기방식으로 변경하도록 무리하게 추진하며 강제로 요구하는 것은 모든 전기사용자에게 위협과 불편을 주는 잘못된 관행이며 상용주파수 60Hz에 부적합한 특수전압 220/380V 및 3상4선식을 우리나라의 가정용 전기방식으로 채택할 수도 없는 것이다.

3. 일본에서는 현재 10개의 전력회사가 있고 각 가정에 공급하는 전압은 모든 전력회사가 공히 100V와 200V의 양전압공급방식을 채택하고 있으며 상용주파수는 동쪽 지역이 50Hz, 서쪽 지역이 60Hz로써 둘로 갈라져 있어 큰 불편을 겪고 있으나 주파수를 통일하기 위해서는 막대한 비용이 소요되기 때문에 주파수변환장치를 만들어 전력회사

끼리 전기의 용도에 이용하고 있으며 일본의 전기 사업법시행규칙 제25조에 의거 현재까지도 100V 및 200V를 가정용 표준전압으로 규정하고 있다.

일본은 과거 1895년, 동경전등회사가 독일 AEG 사 제품인 3상 50Hz 발전기를 수입하여 화력발전소를 건설하였고 한편, 이것에 대하여 오사카전등회사는 미국 GE사 제품인 3상 60Hz 발전기를 수입하여 발전소를 건설하였으며 이것이 결과적으로 다른 주파수를 병존시킨 원인이 되어 그 후에 큰 혼란을 남겨 주었다.

일본의 경우, 일반 가정에 공급하는 전기방식 및 사용전압은 단상2선식 100V와 단상3선식 100V/200V 이고 각각 50%씩 구성되어 있으며 특수한 경우의 주택은 3상3선식 220V를 공급하고 있다. 가정용 전기의 사용실태를 살펴 보면, 단상 100V 가정용 룸에어콘은 전기용량 500~1,000W의 소용량에 적합하고 1,000~1,500W의 중용량에어콘은 단상 200V가 효율이 좋으며 2,000W 이상의 대용량 에어컨은 3상 200V가 적정함으로 산업용 펌프지에어콘 등이 해당한다.

그러므로, 우리 나라의 경우, 일반 가정의 전기방식은 단상3선식 110/220V가 가장 안전하고 편리하며 장래성이 좋으나 3상4선식 220/380V는 일반 가정에서 실제로 사용할 수 없는 부적합한 것이다.

4. 전기설비사전 제1장 부하설비 편을 살펴 보면, 상용주파수 50Hz를 사용하는 일본의 경우 일반 전등 및 콘센트용 전기기계기구의 종류와 표준전압의 관계에서, 단상 100V 전압은 모든 부하에 적용할 수 있는 기본적인 전압이고 단상 200V 전압은 그 중 대용량 부하에 적합하며 50Hz 3상 400V 전압은 대형빌딩 또는 공장 등의 3상 동력용 설비에서 사용하는 전압이다.

3상4선식 전기방식에 있어서 주파수 50Hz의 공급전압은 240V/415V가 되고 60Hz의 공급전압은

265V/460V이며 따라서, 사용전압은 각각 400V와 440V가 된다. 이와 같이, 일본의 경우 400V급 전압을 400V로써 통일시키지 못하는 이유는 기술적으로 불가능하기 때문이며 3상4선식 전기방식의 230/400V 및 254V/440V의 사용전압은 실제로 대형빌딩 또는 공장 등의 동력용 전압이다.

그러므로, 우리 나라는 상용주파수 60Hz에 적합한 전기방식과 표준전압을 채택하여야 함으로 정부는 제3차적 입장에서 적정하고 합리적인 표준전압을 제정·보급하여야 하며 전기사용자의 이익을 보호하고 전기사업의 건전한 발전을 도모하여야 함으로 상용주파수 60Hz에 적합한 110V·220V·440V·460V 등을 법적 표준전압으로 정할 수 있으나 50Hz에 적합한 100V·200V·380V·400V 등을 60Hz에 적합한 표준전압인 것처럼 무리하게 정할 수 없는 것이다.

5. 자가용전기설비의 설치 또는 변경공사로서 산업자원부령이 정하는 공사를 하고자 하는 자는 그 공사계획에 대하여 산업자원부장관의 인가를 득하여야 한다(전기사업법 제32조). 이에 의거, 포항종합제철주식회사는 포항제철소 및 광양제철소의 자가용전기설비 설치 또는 변경공사 계획에 대하여 인가신청서 및 전기설계도 등을 산업자원부장관에게 제출하여 그 내용을 인가받았다.

이에 따라, 포항제철소 및 광양제철소의 수변전설비 구성과 배전전압 및 사용전압의 실태 등을 조사한 결과에 의하면, 상용주파수 60Hz에 적정한 사용전압은 110V·220V·440V·3,300V·6,600V·11,000V·22,000V 등이 해당함을 확인할 수 있고 상용주파수 50Hz에 적합한 220/380V 전압은 실제로 60Hz에 부적합한 특수전압이므로 포항종합제철주식회사는 이를 채택하지 않았음을 알 수 있다.

6. 전기사업자(한국전력공사)는 전기사업용전기설



비의 설치 또는 변경공사로서 산업자원부령이 정하는 공사를 하고자 하는 경우 그 계획에 대해 산업자원부장관의 인가를 받도록 규정함에 따라(전기사업법 제31조), 한국전력공사는 원자력발전소 등의 사업용전기설비의 설치 또는 변경공사 계획에 대하여 인가신청서 및 설계도 등을 산업자원부장관에게 제출하여 발전·송전·배전설비 등을 인가받았다.

이에 따라, 전기사업자가 정부로부터 인가받은 원자력발전소의 구내배전설비의 배전전압 및 배전계통 등을 조사해 본 결과에 의하면, 실제로 사용하는 전압은 115V·230V·460V 로써 이러한 전압은 상용주파수 60Hz에 적합한 전압임을 알 수 있으며 우리 나라 전기사업자인 한국전력공사도 상용주파수 60Hz에 부적합한 220/380V 전압을 실제로 사용하지 아니하고 있으므로 한전 직원 등은 전기수용가에게 주파수 60Hz에 부적합한 특수전압을 억지로 사용하도록 요구하지 말아야 한다.

7. 전기용 제어기기(TIMER)의 정격전압 및 주파수를 살펴보면, 100V 및 200V는 50Hz의 정격전압이고 110V 및 220V는 60Hz의 정격전압이며 100V급의 소비전력은 2.2VA이고 200V급의 소비전력은 2.9VA임이 확인되므로 소형 전기제품은 100V용이 200V용보다 경제성이 높고 유익하며 합리적인 전압이란 사실을 알 수 있다. 그러므로, 상용주파수 50Hz의 표준전압은 100V·200V·380V·400V이고 60Hz의 표준전압은 110V·220V·440V·460V임을 알 수 있으므로 누구든지 기술적 원리 원칙에 맞추어 상용주파수 60Hz에 적합한 전압을 표준전압으로 채택하여야 한다.

8. 주요 국가의 가정용 공급전압 및 주파수를 살펴 보면, 일본의 경우는 100/200V 및 50/60Hz이고, 미국·캐나다는 120/240V 및 60Hz이며, 러시아(소련)는 127/220V 및 50Hz이다. 따라서, 상용

주파수 60Hz를 채택한 선진 국가의 가정용 전기공급방식과 사용전압은 단상3선식 100/200V에서 110/220V→115/230V→120/240V로 발전되었으므로 우리 나라도 단상3선식 100/200V에서 110/220V→115/230V→120/240V로 건전하게 발전되어야 하며 전기방식과 표준전압 및 상용주파수와와의 관계는 적정하여야 하고 과학기술의 원리와 국제 표준에 적합하여야 한다.

단상3선식 110/220V 방식은 전등 및 콘센트설비 등의 일반용 전기방식이고 110V 기기와 220V 기기 모두를 자유롭게 사용할 수 있어 편리하며 대지전압은 110V가 되어 안전하기 때문에 전기설비기술기준에 적합한 전기방식이 되지만, 3상4선식 220/380V 방식은 동력설비 등의 특수용 전기방식이고 단상 110V 기기를 전혀 사용할 수 없어 불편하며 대지전압은 220V가 됨으로 위험한 전기방식이다. 또한, 단상3선식 110/220V 방식은 가정용 에어컨 중 110V 소용량과 220V 대용량 기기를 적정하게 사용할 수 있으므로 하계 전력난을 예방할 수 있는 방법이 되고 단상 4선이 소요되는 전기배선을 단상 3선으로 해결할 수 있으므로 전력간선설비의 배선비용을 25% 절약할 수 있으며 전등용 단상 변압기와 실제로 일치되는 것이지만, 단상2선식 220V 또는 3상4선식 220/380V 방식은 대형 산업용 패키지 에어컨을 가정용으로 불법적인 사용을 임의로 할 수 있기 때문에 하계 전력난을 야기시키는 큰 원인이 되고 옥내 각 방마다 110V 용 변압기를 개별적으로 설치하여야 하는 큰 불편을 주며 변압기 자체의 전력손실로 인하여 과다한 전기요금을 부담해야 하고 특수한 보호장치의 설치 및 위험성을 증대시키게 되는 것이다.

그러므로, 한전이 일반 전기사용자에게 위험하고 불편한 특수전압(220/380V)을 사용하도록 요구하는 일은 잘못된 것이며 안전하고 편리한 일반전압(110/220V)을 사용하도록 시정하여야 한다.

9. 1970년 1월, 당시 한국전력주식회사 사장은 대통령 연두순시 때에 승압계획을 보고하여 대통령으로부터 구두 약속을 받아 15년간에 걸쳐 당시 2차 배전전압을 100/200V에서 220/380V로 승압하려는 계획을 추진한 일이 있었다. 그러나, 한전은 이에 관한 승압계획을 무리하게 추진하다가 시행착오를 일으켰고 이를 시정키 위해 1982년 4월 15일, 한국전력공사(사장 성낙정)는 변압기를 신설해 저압으로 수전하는 아파트 및 연립주택 등의 전기공급방식을 그 당시에 실시하던 단상2선식 220V 단일 전압방식에서 단상3선식 110/220V 양전압방식으로 변경하여 시행하였다. 그런데, 한국전력공사는 또다시 문제를 일으켜 1991년, 일부 종합건설회사에 문서를 보내어 전기공사의 시공변경을 강요하였고 종합건설회사에 소속한 전기기술자는 이를 거절할 수 없어 주택용 전기설비의 전기공사를 종래 단상3선식 110/220V의 설계도서를 임의로 변경하여 특이한 단상2선식 220V 방식으로 전기공사의 시공을 부분적으로 변경하게 되었다. 이에 따라, 새로 신축하는 아파트의 입주자에게 큰 불편을 주었고 기존 주택에서 사용하던 110V용 가전제품을 실제로 사용할 수 없도록 함에 따라 입주자 등이 건설업체 및 한전 측에 항의하는 큰 소동이 발생하였으며 주택 내의 각 방마다 변압기를 불법으로 설치해야 하는 큰 불편이 발생하고 있으므로, 정부는 안전하고 편리하며 합리적인 110/220V 단상3선식의 전기방식을 권장하여야 한다.

10. 구공업진흥청은 1995년 2월 17일, 「220V승압에 따른 기술기준 운용요령」을 개정하여, 그동안 110V 단용제품 및 110/220V 겸용제품의 생산을 금지시키고 220V 단용제품만 생산토록 하던 당초의 방침을 바꿔 110V 제품의 생산을 허용하였으나, 한국전력공사 직원은 국가의 안전시

책을 무시하고 과거의 220V 단일화 승압계획을 계속적으로 추진하였으며 장차 1998년이 되면 110V 전기기기는 모두 없어지고 220V 기기만으로 전기를 사용할 수 있게 된다는 '시한부승압론'을 주장하여 왔었다.

그러나, 문화방송에서 직접 취재하여 1997년 4월 17일, MBC-TV '카메라출동' 프로에서 보도한 내용에 의하면, 우리 나라 주택 중 아파트는 50%이고 대부분의 아파트는 110V 전압을 그대로 사용하고 있는데도 불구하고, 한전은 대부분의 아파트의 전기사용 실태를 제외 한채, 현재 전국적으로 97% 가정이, 서울은 91% 가정이 220V를 사용하고 있고 내년(98년)에는 220V만을 사용하는 가정이 100%가 될 것이라는 영터리 자료를 작성 제공하였으며 이것은 일반 가정에서 110V를 사용하든, 220V를 사용하든, 한전은 상관하지도 아니하고 실태조사도 사실대로 하지 않았다는 것이다. 결과적으로, 한전은 영등포·잠실·강남 등의 기존 아파트에서는 실제로 110V를 사용하고 있는데도 불구하고 통계적으로는 220V를 사용하는 것처럼 허위 자료를 만든 것이다. 이와 같이, 정부는 한전 직원의 말만 듣지 말고 과학기술의 원리·원칙에 입각하여 전기사업에 관한 기본 제도를 확립하여야 한다.

그러므로, 정부는 적정하고 합리적인 산업표준을 제정·보급함으로써 거래의 공정화 및 소비의 합리화를 통하여 산업경쟁력을 향상시키고 국민 경제의 발전에 이바지하여야 하며 전기사용자의 이익 보호와 전기사업의 건전한 발전을 도모하여야 하므로 상용주파수 60Hz에 적합한 단상3선식 110/220V 표준전압은 전등용 전기설비에서 적정하게 사용하도록 허용하여야 하고 동력용 전기설비에는 3상4선식 254/440V 또는 265/460V를 사용하도록 허용하여야 한다.

(원고접수일 1999. 3. 25)