



승 · 압 · 이 · 약 · 기

220V 승압에 따른 안전대책 검토

승압 추진 경위

정부는 농어촌의 전화를 추진하는 마당에 있어서 ECAFE와 AID의 권유에 의해 EBASCO에 용역을 주어 검토한 결과 1차배전 전압은 22900V 3상4선식으로 하고 2차배전전압은 220V 1단접지 단선식으로 하기로 하고 1965년 경북 칠곡과 강원 고성에 시험 공급을 시행한바 있다.

이 농어촌 전화사업과는 별도로 기(既)전력공급지구 특히 도시부에서의 경제성장에 따른 가전용기기의 급증으로 인한 전력수요의 격증에 대한 대책도 필요하게 되

었다. 그래서 정부는 배전방식 개선전문 위원회를 발족 대책수립을 심의한 결과 우선 농어촌의 2차 배전전압과 같이 하기로하고 1968년 2차배전방식을 3φ4W220/380V로 결정하고 이에따른 안전대책을 서울대의 용역 결과에 따라 결정하고 1970년 정부는 승압시행 방침을 공표하였다.

전기한 바와같이 농·어촌 전화사업을 수행하고 기공급 도시부 수요증가에 대처하는 방법중의 하나로 승압을 계획하게 되었는데 농·어촌 전화부문에도 해당되는 부분도 있지만 본고에서는 주로 도시부 승압에 대해 언급해 보기로 하겠다.

2차배전전압의 승압 취지와 문제점

• 승압취지

해방후 혼란기를 거쳐 6·25동란을 치렀음에도 불구하고 우리 경제는 크게 성장하여 승압을 계획할 당시는 10년 이상을 년 평균 10%씩 성장 하였으며 이는 세계에 그 유례를 찾아 볼수 없는 증가율로써 전국민이 합심노력한 결과인 것이다. 이에의해 국민의 생활수준도 급격히 향상 전력소비도 급증하게 되었다.

따라서 전력의 공급시설을 증가시켜야 하는데 워낙 급작스러운 전력수요의 증가이어서 이의 공급시설 확충을 위한 자금조달이 여의치 않았다.

그래서 고안해낸 것이 각급 공급 전압을 상승시킴에 의해 그 능력을 증대시키기로 하고 2차배전전압은 기히 놓여준 전화를 위해 검토된바 있는 220V로 상승 하기로 결정한 것이다.

이렇게 할 경우 별 자본투자 없이 전력공급 능력은 배가되고 그 손실은 4로 감축되며 전압변동율은 반으로 줄어든다.

• 승압에 따르는 문제점

이와같은 승압에 있어서의 첫번째 문제는 기보유 가 전기기의 처리문제였다. 이들을 200V급으로 개조 또는 교환해 준다면 보상비가 막대한 뿐 아니라 자재와 노력의 낭비를 초래하게 된다.

둘째는 생산공장이 그 생산체제를 효율적으로 200V급으로 바꾸는 문제이다. 이에 는 투자의 증가, 기술의 개발, 원가고의 억제 등의 대책을 강구해야 한다.

셋째는 가장 중요한 문제로서 220V로 승압함에 따라 야기되는 감전 및 화재의 발생에 대한 안전체제의 확립이다. 즉 대지전압이 100V급에서 200V급으로 상승되었음으로 이에대한 안전대책을 강구 해야 한다.

문제 해결 방안

• 기보유기기 처리문제

1) 신규수요 지구(주로 농어촌)에 대해서는 신규로 220V 배전전압으로 공급 하게 되는데 이 경우 신규기기 구입시는 220V 기기를 구입하면 되지만 100V기기를 가지고 이주해 오는 경우는 문제가 된다. 이에 대한 대책으로서 기기별 개별 변압기를 무상 공급하기로 하였으

나 사용상 많은 불편이 있어 많은 수용가는 전원 인입구에 220V→100V 강압기를 설치하고 있다. 이 경우 강압으로 인한 손실은 전력의 낭비이며 또 그 손실 비용과 강압기는 수용가 부담이 되고 있다.

그리고 이 경우 옥내배선이 100V로 되어 있는 관계상 신규 220V 기기 구입시에는 별도 개별승압기를 설치해야 하는데 승압기 비용과 손실비용 역시 수용가 부담이 된다. 또 겸용기기를 공급할 수 있게 하였음으로 인입구에 강압기를 설치 옥내배선을 100V급으로 하고 있는 수용가는 이를 100V로 사용하고 있는 형편이다. 따라서 220V를 공급하고 있기는 하나 사용기기가 완전히 220V 정격기기로 바꾸어 질때까지는 승압의 효과가 없을뿐만 아니라 오히려 전기한 바와같이 강압기, 승압기 구입경비와 손실 비용이 발생하고 있는 것이다.

2) 기공급지구(주로 도시지구)

기전력공급지구에 있어서는 다행스럽게도 수용가가 밀집되고 있어 배전선로를 절약하기 위해 단상 3선식(단상 2선식의 3/4) 배선으로 되어 있으므로 나머지 1선을 추가인입 함으로써 220V를 추가 공급해 수용기기 220V 기기 구입시에는 220V로 사용케 하고 기보유 100V 기기는 그대로 100V로 그 수명이 다 할때까지 사용하게 했다. 이로서 막대한 자원낭비와 교환 또는 개조 비용이 필요없게 됐다. 이 경우 겸용기기는 생산을 중단시켜야 했는데 이를 그대로 두었기 때문에 대부분의 수용가들은 220V로 사용하기 위한 1선 추가인입선 공사없이도 100V로 사용할 수 있어 옥내 배선용량의 초과에 따른 위험성에 대해서는 아랑곳 없이 100V로 사용하고 있다. 따라서 이 지구에서는 옥내 배선은 온도상승에 따른 위험성이 우려 되게끔 됨과 동시에 승압의 효과도 감사되고 있다.

겸용기기 허용은 이와같이 승압의 목적에 문제를 주었을 뿐 아니라 기기의 원가를 5~10% 상승시켜 수용가에 부담을 증가시켰고 막대한 국가적 자원낭비를 초래케 했다. 이러한 폐단을 조속히 불식시키기 위해 1992년에 이르러서야 단계적으로 겸용기기 생산을 중지시키는 계획을 수립 실천에 옮기게 됨으로서 신규기기가 220V로만 사용되기 시작했다. 즉 이 시점에 이르러 비로서 승압의 효과가 나타나기 시작 된 것이다. 이 시점에서 생각해 볼때 1979년 1선 추가에 의해 220V로 공급을 결정할때 부터 겸용기기의 생산을 중지시키는 것이 바람직 하였다.

• **승압에 따르는 안전 대책**

수용가에서 지락현상이 발생 했을때

i) 저저항 지락시 기기 및 이에 접촉한 인체가 보호되어야 한다. ii) 고저항 지락의 경우에 인체가 기기에 접촉되더라도 보호되어야 한다. iii) 또 인체가 직접 충전부에 접촉되었을 경우에도 보호되어야 한다.(이 경우 종전의 100V급 배전시의 보호방식에 있어서는 보호불능)이상의 조건을 만족시킬수 있는 지락보호 방식으로서 수용가 인입구에 고감도(30mA, 30mSec) 전류동작형 누전차단기로서 과전류 단락보호 기능을 갖는 것을 택하였는데 그의 채택 경위는 다음과 같다.

1) 기기의 저저항 지락의 경우

ELB에 부가되고 있는 과전류차단 전류이상이 될 경우에는(과거에는 휴우즈) ELB가 과전류차단기능에 의해서 동작할 것이고 그 이하의 전류에 대해서는 30mSec 이내에 차단될 것이므로 기기는 보호될 것이다.

2) 기기의 고저항 지락의 경우

이 경우에는 누전차단기의 감도이하의 전류가 지속적으로 흐를 것이나 30mA이하이기 때문에 기기가 소손되지는 않을 것이고 만일 이 고저항 지락기기에 의해 인체가 접촉될 경우에는 인체에 분류되는 전류만큼의 전류증가에 의해 30mA 이상이 되면 ELB는 동작하게 되며 인체도 보호될 것이다.

3) 인체가 전원 인입도체나 충전부에 접촉 되었을때

인체의 저항을 500Ω라고 할것 같으면 인체통과 전류는 $220V/500\Omega=0.44A$ 가 된다. 따라서 누전차단기의 동작시간은 $30(mA \cdot Sec)/0.44(A)=66mSec$ 즉 66mSec이내에만 동작하면 안전한데 이 ELB는 30mSec이내에 동작하니까 안전하다.

누전차단기의 감도전류를 30mA로 정했을 경우 이에 접촉된 인체저항을 500Ω라고 할것 같으면 인체통과 허용전류량이 30(mA·Sec)임으로 동작 시간에 따른 허용전류 허용전압은 아래의 표와 같다.

동 작 시 간	허 용 전 류	허 용 전 압
30(mSec)	1(A)	500(V)
20(mSec)	1.5(A)	750(V)
10(mSec)	3(A)	1500(V)

동작시간을 짧게하면 높은 전위의 경우에도 ELB 단독으로 보호되게 할수 있으나 ELB의 동작시간의 단축은 제작상 어려운 점이 많으므로 30mSec로 하였는데 이는 500V 이하에서는 인체가 보호되는 한계이다. 이상과 같이 고감도 누전 차단기에 의한 보호의 경우 감전 사

고가 발생 하지 않을 것이므로 0급 및 01급 전열기기의 사용이 가능 하며 2·3종의 경우 접지가 불필요 함으로 경제적이다. 이 경우 염려되는 것은 ELB의 신뢰도이나 현재는 세계적으로 그 신뢰도가 인정되고 있으며 우리나라에서도 이를 위해 규격이 제정되어 제작되고 있어 신뢰도가 충분이 높다.

4) 결상대책(단상 2선식의 경우 접지측 단선 경우의 대책)

이번에 채택한 반도체식 ELB는 제어전원을 주회로에서 직접 취하고 있다. 이때 단상의 경우 접지측 인입선이 단선되면 전원회로의 전원도 없어지기 때문에 동작이 불가능 해진다.

그런데 단선은 좀처럼 일어나지 않는다고 할 수도 있으나 배전변압기 2차측에서 부터 부하에 이르기 까지는 많은 접속점이 있고 개폐기 차단기등이 있어 이들의 고장 접속불량으로 인한 단선 상태가 되는 확률이 상당히 높다. 그리고 우리나라 배전선에서 수용가 인입구까지의 전압선의 단선이나 지락이 일어날 경우에는 변전소개폐기가 동작하지만 접지선측의 단선등에는 작동하지 않으므로 이에 대한 대책을 조속히 강구 하여 지락보호에 만전을 기해야 한다.

• **부하기기의 절연**

중전의 2차배전 계통의 보호방식은 대체로 과전류차단을 위한 휴우즈와 접지에 의한 보호방식과 접지와 저감도 누전차단기를 병용한 보호 방식으로 대별할 수 있는데 이들은 그 보호기능이 불충분해서 기기의 절연을 기능절연 이상으로 보강해서 사용하고 있다. 그런데 금번 우리나라에서 승압을 계기로 채택한 과전류 차단능력을 겸비한 고감도 누전차단기에 의한 보호방식에서는 거의 기능절연 만으로 사용할 수 있게 되어 경제성을 향상시킬 수 있게 하고 있다. 즉 배전계통에서는 그 전압이 200V급으로 상승 되었어도 0급 01급 기기의 사용이 가능하게 되었다. 그 사용장소는 다음과 같이 구분된다.

사 용 장 소	절 연 계 급		
	100V급	200V급 (고감도 ELB 보호)	200V 중전의 보호
건조한곳(방, 마루방)	0	0	I, II, III
물에젖을 우려가 있는곳(부엌, 세면장, 욕탕, 옥외)	0,01	0,01	

사 용 장 소	절 연 계 급		
	100V급	200V급 (고감도 ELB 보호)	200V 중전의 보호
휴대용기구, 이동 기구	0, I, II	0, I, II	I, II

그러나 고감도 누전차단기 방식의 경우도 1차배전계통방식에 따라서는 부하기기의 절연을 달리해야 할 경우도 있다. 즉 우리나라와 같이 12차가 접지에 의해 전기적으로 연결되어 있는 다중접지식에 있어서는 혼촉시 중성선 전위상승을 감안해 그 기능 절연내력을 강화할 필요가 있다.

이를위해 혼촉시의 전위상승치를 규명해야 한다.

이상과 같이 우리나라에서는 그 보호방식의 우수성으로 말미암아 2차배전전압을 220V로 승압 했는데도 불구하고 전기한 바와 같이 0급 0.1급을 사용할 수 있는데 공진청 형식승인 기술 기준에는 접지보호방식이나 접지와 저감도 ELB보호방식의 경우를 기준으로해서 기기의 절연을 I, II, III급으로 규정하고 있어 보호기능의 정합 조건이상으로 강화시키고 있다. 이에 대한 보호기능의 정합차원에서 기기절연을 감축 경제적인손실을 방지할 필요가 있다.

(4) 많은 나라에서 200V급 보호방식으로 휴우즈와 접지, 휴우즈와 접지및 저감도 누전차단기 병용방식을 채택하고 있는데 고감도 고속전류동작형 누전차단기를 택하고 있는 우리나라에서는 접지공사를 생략할 수 있으므로 이를 시행 옥내 설비공사비 및 가전기기 원가상승요인을 제거 할 필요가 있다. 이를 위해서는 관련법규의 검토가 필요하다고 생각된다.

결 론

본고를 전기용품안전관리협회지인 “가전시대”에 기고한 것은 220V승압에 따른 지락보호 개념과 그 대책을 소개하고 후속해서 해결 해야할 안전정합 문제를 독자 여러분의 연구검토시에 도움이 되게끔 함 입니다. 그리고 이 기회를 빌려 승압의 추진경위와 승압의 실천단계에 있어 그 목적달성상 미비했던 점을 지적 그의 수정이 공진청의 안전관리부서의 주도에 의해 제기되어 현재 실천에 옮겨지고 있음을 소개했습니다. 아무쪼록 승압의 마무리단계에 왔으니 다시 변경 됨이 없이 실천되어 소기의 목적이 달성 되기를 바라는 바 입니다.

■ 글/이승원 서울대학교 명예교수

증 계 소

우리 협회에서는 각종 검사설비(계측기) 및 제조설비등에 대한 매매(대여)를 위한 난을 개설하였다.

이 난에는 각회원사에서 보유하고 있는 검사설비·제조설비 및 기타 기자재 중에서 제조품목의 변동, 정밀계측기구입, 기타의 사유로 그동안 보유하고 있던 설비등을 사장시키는 경우가 있을 것으로 생각되어 증계소를 통해 매매·대여 등이 이루어 질 수 있도록 하므로 설비등을 새로 구입하는 부담을 줄이고 저렴하게 나눠 사용할 수 있도록 하고자 하오니 아래의 양식에 의거 협회로 알려주시면 적정가로 알선이 되도록 최대한 노력하겠습니다.

업 체 명	대 표 자	전 화 번 호	검 사 설 비 (제 조 설 비 명)	규 격	구 입 년 도	구 입 가 격	양 도 가 격 (대 여 가 격)	비 고