

정보화 시대를 대비한 전압 및 정전의 국내 · 외 관리현황과 대응 방안 ②

글/ 김,응,상 한국전기연구소 전력연구단

3.2 국외의 정전

3.2.1 미 국

1) 미국의 공급신뢰도와 정전

규제완화가 진행되고 있는 미국에서는 거대화 복잡화하는 전력거래에 대한 전력계통의 신뢰도를 유지하는 것이 중요한 과제로 되어 있다. 그 중에서 1996년도 여름철에 연달아서 발생한 수백만호 규모로 영향이 미친 광역 정전사고를 계기로 공급신뢰도의 문제가 크게 부상되고 있다. 현재 전력업계 및 규제측의 쌍방에서 경쟁 환경하에 있는 신뢰도 유지대책에 대해서 상당히 논의가 진행되고 있으나 규제완화로 요구되는 경제성과 공급신뢰도는 상호 교환의 관계에 있다고 거론되고 있으며, 역으로 공급신뢰도의 분야에 있어서는 규제강화를 도모하는 경향이 보인다. 전력시장의 경쟁이 촉진됨에 따라 경제성을 증시하는 것으로 기술적인 문제의 해결이 먼저 진행되어야 한다는 견해도 도출되고 있으나 현재는 규제완화가 공급신뢰도를 저하시킨다고 하는 관련성은 부정적이다.

미국의 공급신뢰도의 현상을 표시하는 데이터를 소개함과 동시에 계통신뢰도를 둘러싼 연방정부의 최근의 동향에 대해서 살펴보기로 한다. 미국에서는 전력업계 단체 중에서 북미 전력신뢰도 협의회(NERC)와 그 하부조직에 있는 10개의 지역신뢰도 협의회에 의해 자주

적인 전력공급신뢰도의 감시와 평가가 행해지고 있다. 통상 에너지청에서는 현재 연방정부에서의 전기사업의 제편에 미치는 법안 검토를 진행하고 있고 그 중에서 [계통 신뢰도에 관한 강력한 권한을 연방에너지규제위원회(FERC)에 갖도록] 하는 여러 종류의 내용을 함께 포함할 것인지가 주목되고 있다.

2) 정전 및 신뢰도 지수의 정의

미국에서 종래 각 전력회사가 독자적인 방법으로 신뢰도 데이터를 관리해오고 있지만 연방정부에서 통일적으로 신뢰도 지표의 정의 실적 데이터의 집약 등은 행해지지 않았다.

그러나 최근에 있어서 미국 전기전자 공업 기술자 협회(IEEE)가 중심이 되어 제안한 신뢰도 지표를 사용해서 서서히 통일화하는 경향에 있다.

(1) 정전 및 재해

IEEE에서는 차단기의 개방에서부터 재투입까지의 단시간 정전 [순시정전: Momentary Interruption] 이외의 정전을 [계속정전: Sustained Interruption]으로 정의하고 있다 (이 이후로 단순히 정전이라고 말하는 경우는 계속정전을 말한다). 그러나 단시간의 정의는 5분을 초월하지 않는 시간으로 나타내고 있고 그 값은 각각의 회사에 따라서 5분, 2분 및 1분으로 다르다. 다음은

재해(Major Event)에 대해서 IEEE에서는
(a) 전력통계에 대규모적인 피해가 있는 경우

(b) 지정한 비율 이상의 수용가가 동시에 정전된 경우

(c) 정전이 지정한 시간이상 계속된 경우로만 정해져 있고 구체적인 내용은 각 전력회사에서 정의하고 있다.

실제로는 수용가의 10% 이상이 정전된 경우 또는 24시간 이상 정전된 경우를 재해로 해서 정의하고 재해를 포함한 것과 삭제된 것과는 별도로 관리하고 있는 회사가 많다.

즉, 주의 공익사업위원회에 제출하는 경우에는 이러한 재해에 의한 정전을 뺀 데이터가 보고되고 있는 경우가 있다. 또한 활선 작업으로 인한 작업정전이 적은 미국에서는 사고정전/작업정전별로의 집계는 적게되고 일반적으로 작업정전은 정전의 하나의 원인으로서 취급된다(경우에 따라서는 정전 집계로부터 제외되는 경우도 있다). 이와 같은 정전의 정의는 의견으로서 연방대에서는 통일되지 않고 있다.

또한 일본에 비해 미국에서는 정전집계에서 작업정전을 제외하는 경우가 많기 때문에 일본과 미국의 데이터 비교를 행하는 경우에는 주의할 필요가 있다.

(2) 신뢰도 지수의 정의

IEEE가 발표하고 있는 신뢰도 지표 중 대표적인 다섯가지 지표의 정의를 표시하면 ①~④는 계속정전을 대상으로 하고 ⑤는 순시정전을 대상으로 한 지표이다. 단 각 기호의 의미는 다음과 같다.

N_i : 정전 i 에 의해 정전된 수용가수

N_T : 총 수용가수

R_i : 정전 i 의 계속시간 (분)

ID_i : 정전 i 시에 차단기의 절체에 의해 발생한 순시정전의 횟수

① SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

$$\text{한 수용가당 정전횟수} = \frac{\sum N_i}{N_T} \text{ (회/호)} \dots\dots (1)$$

② CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

$$\text{한번 정전시의 정전시간} = \frac{\sum (R_i \cdot N_i)}{\sum N_i} \text{ (분/회)} \dots\dots (2)$$

③ SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

$$\text{한 수용가당 정전시간} = \frac{\sum (R_i \cdot N_i)}{\sum N_T} \text{ (분/호)} \dots\dots (3)$$

따라서 (1)~(3)식에 의해

$$(\text{SAIFI}) \times (\text{CAIDI}) = (\text{SAIDI}) \dots\dots (4)$$

④ ASAI (Average Service Availability Index)

$$\begin{aligned} \text{연간공급가능률} &= \\ &= \frac{N_T \cdot \text{연간시간수} - \sum (R_i \cdot N_i)/60}{N_T \cdot \text{연간시간수}} \times 100 \\ &= \frac{8760 - \text{SAIDI}/60}{8760} \times 100[\%] \dots\dots (5) \end{aligned}$$

⑤ MAIFI (Momentary Average Interruption Frequency Index)

$$\text{한 수용가당의 순시정전횟수} = \frac{\sum ID_i \cdot N}{N_T} \text{ (분/호)} \dots\dots (6)$$

① SAIFI, ② CAIDI 및 ③ SAIDI는 일본의 정전 통계에서도 사용되고 있는 지표이다.

3) 계통신뢰도를 둘러싼 최근의 동향

(1) 신뢰도 논의의 대상

기간계통의 공급신뢰도는 정확도(Adequacy)와 안전도(Security)라고 하는 두 개의 요소로부터 이루어진다. 정확도라고 하는 것은 통상 수요에 균형을 갖춘 전원설비 및 송변전설비가 적정히 나누어 준비되어 있는가 어떤가를 표시하는 능력이다. 보통 안전도라고 하는 것은 사고시에 계통이 건전하게 운전을 유지할 수 있는가 어떤가를 표시하는 능력이다. 규제완화에 의해 발전시장의 완전자유화에 따라서 전원의 정확도는 완전히 시장의 구조에 달려있는 것으로 된다.

종래의 수요 상정을 토대로 한 전원계획이라고 하는 것은 발전소는 장사가 된다고 생각이 되는 사람(IPP 등)이 작성하는 것으로 된다. 과연 시장이 좋은 기능을 하는가 공급력 부족을 초월하는가 아닌가 송변전 설비 확충과의 협조가 미치는가 등과 같은 뚜렷한 개념은 있는가 전원개발은 규제의 대상외로 된다. 따라서 현재 연방정부에서 성행, 논의되고 있는 내용으로는 송변전 설비의 정확도와 계통의 안전도, 말하자면 [계통신뢰도]에 관한 규제의 존재방향이 대상으로 되고 있다. 경쟁이 격화됨에 따라서

- (a) 적정한 송변전 설비의 확충은 행해지는가
- (b) 경제성을 우선으로 하는 것 외에 송전선의 한계 조류치가 위협되고 있는가
- (c) 적정한 무효전력의 배분 및 운용이 되고 있는 [계통신뢰도]는 1996년 여름 서부계통 광역정전을 계기로 해서 활발히 논의되고 있다.

(2) 계통신뢰도에 관련된 현재의 체제

에너지성(DOE)이나 연방에너지 규제위원회(FERC)의 신뢰도에 관한 권한은 연

방 동력법(FPA)이나 공익사업 규제 정책법(PURPA)을 토대로 특수한 상황하에서의 계통운용명령이나 정전사고의 정보수집, 탁송이라고 하는 경제적인 면으로부터 본 명령 등에 한정시키고 있다. 또한 각주의 공익사업위원회도 공급력 확보나 신뢰도 평가에 관한 권한을 가지며, 권한은 주내의 계통(주로 배전레벨)에 한정된다.

따라서 현재의 북미전력계통의 신뢰도는 실질적으로 전력업계의 자주적인 운용에 맡겨지고 있다. 북미 전력신뢰도 협의회(NERC)의 그 하부 조직에 있는 10개의 지역신뢰도 협의회(주3)가 계획 및 운용을 협조하여 기간계통의 신뢰도 확보에 노력하고 있다. 그림 2의 지역신뢰도 협의회의 지도에 표시한 바와 같이 공급영역은 미국, 캐나다 및 멕시코 일부를 포함한다.

첫째 NERC는 1965년에 발생한 뉴욕 대정전이라고 부르는 북동부계통에서의 사고를 계기로 전력사업이 동종사고의 재발 방지책으로서 1968년에 자주적으로 설립한 것이다. 구체적으로 신뢰도 기준의 제정 및 신뢰도의 평가, 전원계획 계통계획의 평가, 정전사고의 원인조사 및 그 대책 등을 행하고 있다. 철저히 책상위에서 협조가 있고 계통을 온라인으로 감시 및 제어하는 등 하드 기능은 갖고 있지 않다.

(주 3): 1996년 9월 플로리다 신뢰도 협의회(FRCC)가 남동부신뢰도협의회(SERC)로부터 독립했기 때문에 종래의 9개 지역에서 10개 지역으로 증가했다.

(3) NERC의 동향

NERC는 작년 여름 서부 대정전 이전부터 전력계통에의 신규 참여자의 진출 등 규제완화에 의한 환경의 변화에 대응하고 NERC의 최고 의사결정기관인 평의회외의 구성원으로 IPP나 Power Market의 대표를 확장시키는 등 조직면에서의 대책을 실시

했다. 또한 기술면에서도 탁송량의 증대로 대응하고 제어영역간의 온라인 데이터를 감시하는 네트워크를 설립하고 온라인에서의 광역적인 계통운용의 협조를 도모하는 신뢰도 조정자의 검토를 행했다. 그러나 서부지역 대정전을 계기로 NERC라고 하는 자발적인 조직에 의한 운영의 한계 즉, [신뢰도기준을 시장참가자에 강제로 하는 법적 권한을 갖지 않는 조직에 의한 현 운영방법의 한계]가 지적되었다. NERC 스스로도 이점을 인식하고 지금까지의 자발적인 신뢰도 기준의 운영을 강제적으로 존재하도록 변경하는 방침을 금년 1월의 평의회에서 결정하였다. 이렇게 하기 위해서는 FERC에 뭔가 체크 기능을 부여할 필요가 있다고 하는 의견이 NERC내에서도 있었다.

(4) DOE의 동향

DOE는 점점 격화하는 경쟁시장하에서 계통신뢰도를 어느 정도 유지해 갈 것인가를 검토하고 그 결과를 DOE에 자문하는 기관으로서 1992년 12월에 [계통신뢰도 타스크포스]를 설립했다. 본 타스크포스(특별위원회)는 위원장에 Philip Sharp씨(전 하원의원, 현 하버드대교수)를 최초로 해서 민영전력, 공영전력, IPP, 시장, 대용량 수용가 조합, 주공익사업위원회나 환경보호 단체 등의 대표 24명으로 구성되고 있다.

- (a) NERC는 전력시장의 급속한 변화에 대응한 공평한 운영을 하기 위해 스스로 기구 조직 개편을 급속도로 할 필요가 있다.
- (b) 신뢰도 기준을 강제력으로 하는 것으로 하고 경쟁시장에서 차별이 없도록 실행시키기 위해서 FERC가 NERC의 신뢰도 기준 및 조직운영을 체크할 책임을 갖는다.
- (c) 전시장참가자에 신뢰도 기준을 강제시

키는 권한을 FERC가 갖기 위해서는 새로운 연방법을 제정할 필요가 있다.

DOE는 현재 연방정부에서의 전력사업의 재편을 향해 [포괄적 전기사업 재편법안]의 검토를 진행하고 있다. 특별위원회의 활동결과를 받아 DOE 법안 중에 [계통신뢰도에 관한 강력한 권한을 FERC에 갖도록 한다]라고 하는 조항이 여러 가지를 함께 한다고 하는 것이 주목되고 있다.

3.2.2 일본

1) 신뢰도의 정의

전력공급 설비에 대한 수용가측에서 본 전력공급의 신뢰성은 적정주파수의 유지, 적정전압의 유지 그리고 정전없는 전력공급의 3개 요소가 대표로 되나 전력유통설비의 최종단에 위치하는 배전설비에 있어서 최대의 중요성은 [정전없는 전력공급]에 관한 신뢰성이다. 본 장에서는 배전계통에 있어서 [공급의 연속성]에 한정된 신뢰도의 기본적인 고려방법 및 신뢰도의 정량적인 표현법, 관리법 등에 대해서 설명하고자 한다.

2) 배전계통에 있어서 신뢰도의 고려방법

(1) 신뢰도의 평균치 관리

배전계통은 전력유통 부문의 말단에 위치하고 일반 수용가와 직접 연결되어있고 그 계통방식의 특수성으로부터 만일의 사고 또는 긴급시 등 선로의 공급정지를 필요로 할 때에는 대부분의 경우 수용가의 공급지장을 유발한다.

즉, 일반 배전선은 공급지장사고가 발생한 경우 해당되는 정전 수용가는 사고점 등의 개정 및 보수에 의해 설비가 원래의 건전 상태로 복구한 후에 다시 송전이 계속되는 계통방식이다.

따라서 배전선의 신뢰성을 취급하는 경우 단순히 설비, 모든 기자재의 신뢰성만은 아니

고 사고시의 복구능력을 고려하지 않으면 안 된다. 보통 수용가측에서 본 전력공급의 상황은 [공급]이거나 [정전]이거나 둘 중의 한 상황에 놓이게 되기 때문에 [배전선에 있어서 신뢰성이라고 하는 것은 어느 일정기간 어느 정도, 전력의 계속공급이 가능한가라고 하는 정도를 표시하는 척도]라고 말할 수 있다.

이러한 것에 의해 신뢰도의 표현 방법으로서 [공급]인가 [정전]인가 어떤 상태라도 그 상태의 [계속상황]을 표현하는 것으로 되나 일반적으로 공급정지의 상태를 발생 확률에서 표현하는 경우가 많다.

이상에 의해 배전선에 있어서 공급신뢰도의 표현으로서 배전계통이 광범위한 지역에 펼쳐있고 여러 종류의 수용가가 혼재하는 것 등에 의해 개개의 수용가에 있어서 일정기간의 공급지장량을 개별적으로 검토하고 그 최대치에서 신뢰도를 표현하는 것은 관리 측면에서 대단히 곤란하기 때문에 [일정기간의 공급지장량을 확률적으로 계산에 의해 그 평균치를 갖고 배전계통의 공급신뢰도로 하는 것이 타당하다.

즉, 편파적인 평균치 관리에서는 배전계통의 사고발생 실태가 지역적으로 집중되어서 발생하는 경우도 어느 정도 필요하다고 실태 예측에는 파악되지 않는 면도 있기 때문에 예를 들면 지역적(공장적)으로 사고발생의 분포를 해석하는 등의 수법을 고려하는 것도 가능하나 현실적으로 지역적인 기상조건 같은 것에 의해 좌우되는 경우가 많고 이러한 것들에 대한 관리 수법은 운용면에서 실태에 즉시하기가 어렵기 때문에 본 검토에서 제외하였다. 또한 신뢰도를 검토하는 경우 배전계통의 사고시 수용가의 영향정도가 가장 큰 고압배전계통을 대상으로 했다.

(2) 공급지장의 종류

전력의 공급지장(정전)을 원인별로 보면 일반 사고정전, 특수 재해 사고정전, 작업정전으로 3개로 크게 구별할 수가 있다.

그 중에서 작업정전은 사전에 수용가의 이

해를 얻고 실시하는 것이기 때문에 일반사고 정전과는 성질이 다르다는 것 또한 특수 재해 사고정전은 태풍이나 홍수 등 자연현상에 의한 불가항력에 의한 것이기 때문에 신뢰도를 취급하는 경우 별도로 취급하여 일반사고 정전만을 정전의 대상으로 취급하는 경우가 많다.

보통 정전의 상태를 계속시간 측에서 보면 순시정전과 영구정전 두 가지로 분류된다.

이중에서 순시정전은 사고상태가 계속되지 않고 고장을 차단한 차단기를 재투입하는 즉 재폐로 또는 재폐로에 의해 재송전이 가능한 1~2분 정도의 짧은 시간의 정전이고, 일반적으로 정전이라고 부르는 것이다.

따라서 공급신뢰성의 문제를 취급하는 경우 일반사고에 의한 영구정전을 대상으로 해서 취급하는 것이 타당하다고 생각된다.

(3) 신뢰도를 표시하는 지표

배전계통의 신뢰도 지표로서는 앞에서 설명한 바와 같이 평균치 관리적 견해를 갖는 것이 타당하고 따라서 배전선, 변전소 또는 영업소 등 적당한 지역단위내에서의 한 수용가가 1년간에 걸쳐서 평균적인 공급지장의 크기, 즉, [한 수용가당의 연평균 정전횟수]와 [한 수용가당의 연평균 정전시간]에 의해 일반적으로 표현되고 있고 당 위원회에서 이것을 채용하는 것으로 했다.

따라서 신뢰도 지표는 그 정의로부터 다음과 같이 표현 할 수 있다.

- 한 수용가당 연 평균적 정전회수

$$= \frac{\sum(\text{정전수용가 호수})}{\text{전수용가 호수}} \quad (\text{회/년} \cdot \text{호})$$

- 한 수용가당 연 평균적 정전시간

$$\begin{aligned} & \sum(\text{정전수용가 호수}) \\ &= \frac{\times \text{정전시간}}{\text{전수용가 호수}} \quad (\text{분/년} \cdot \text{호}) \end{aligned}$$

즉, 신뢰도 지표로서는 상기의 정전회수, 정전시간외에 정전범위의 크기(정전 수용가 호수, 공급지장전력 등), 발생시각, 계절, 등이 고려되나 이중에서 발생시각, 계절 등은 자연현상에 좌우되는 경우가 많고 수치로서 정량적으로 표현하는 것이 거의 곤란하기 때문에 신뢰도의 지표에서 제외하는 것이 적절하다.

이것에 대해 [정전회수], [정전시간], [정전범위의 크기] 3가지 요소는 수치로서 정량적으로 표현하는 것이 가능하고 정전방지의 효과적인 대책을 세우는 것에 의해 이것을 감소시키는 것이 가능하고 투자와 효과와의 관련을 어떤 방법으로든 표시하는 것이 가능하다고 고려된다. 따라서 원래는 이러한 3개의 요소를 사용해서 하나의 척도로서 표현하는 것이 바람직하다.

그렇다면 현재의 시점에서 이러한 것을 요약한 하나의 지표는 표출되지 않고 이러한 요소를 어느 정도 조합시킨 지표를 사용하는 것이 타당하다고 고려된다.

(4) 신뢰도에 영향을 미치는 요인

배전시스템의 신뢰도를 향상시키는 경우에는 사고의 발생을 미연에 방지하는 것, 만일 사고 시에는 정전범위를 극소화 할 것(정전범위의 국한화), 신속히 모두 건전한 상태로 복구하는 것(사고 복구의 신속화) 등이 개선 요인이기 때문에 정전회수에 영향을 미치는 요인으로서 [사고발생 빈도에 관한 요인]과 [정전범위의 크기에 관한 요인]이 있고 정전시간에 영향을 미치는 요인으로서는 상기의 정전회수에 영향을 미치는 요인 외에 [사고점의 탐사, 복구에 관한 요인]이 있다. 이러한 관계를 나타내면 아래 그림 1과 같다.

(5) 사고발생 빈도에 관한 요인

사고발생 빈도는 배전선을 구성하고 있는 모든 기자재의 성능과 그 수량에 관계하고 있다. 이 수량은 도시나 농촌이 그 구성은 약간 다르나 공장에 거의 비례한다. 또한 배전선로

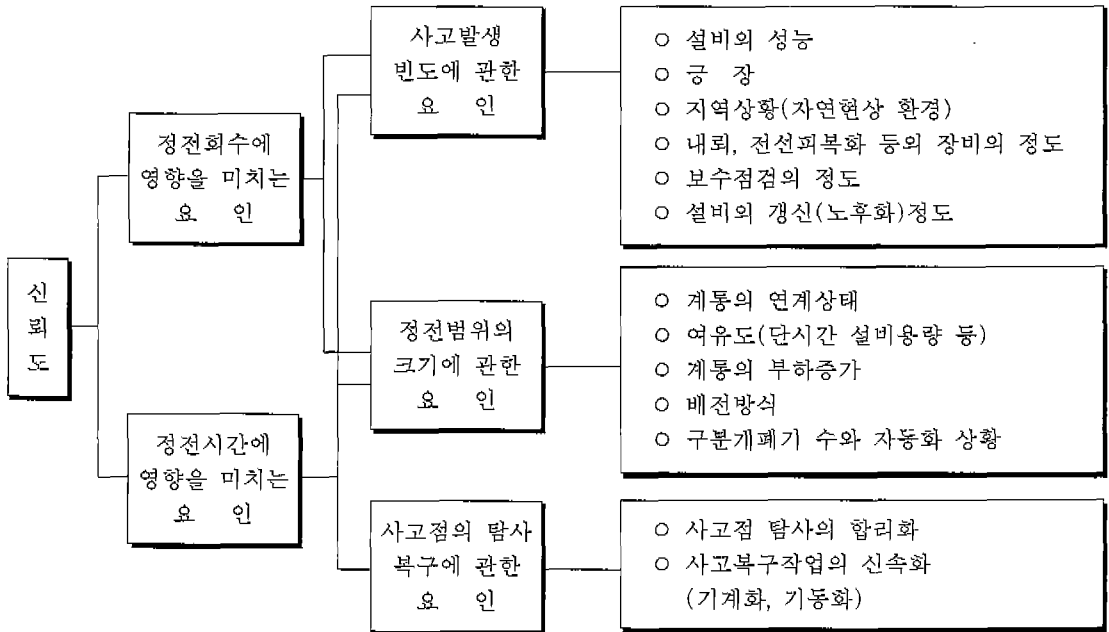


그림 1 신뢰도에 영향을 미치는 요인

의 통과지역의 자연조건(뇌, 풍우, 빙설 등)이나 환경 및 이러한 사고 미연 방지대책(내뢰 설비, 전선의 피복화 등)정도에 따라서도 사고의 발생률은 다르다. 선로건설, 보수 등의 공사시설이 불충분하고 또한 충분하다 하더라도

개폐 서지나 과부하 또는 기자재의 열화등에 의해 사고의 발생을 감소시키는 것이 가능하다.

3.3 국내·외 정전시간 비교표

구 분	한 국	일 본	대 만	캐 나 다		영 국	프랑스 EDF	미 국 DUKE
				APL	YECL			
'89	작업	258	15	184	55	26		
	고장	50	12	25	213	226		
	합계	308	27	209	268	252		
'90	작업	253	11					
	고장	42	19					
	합계	295	30					
'91	작업	229	8			29		
	고장	39	158		82			
	합계	268	167	248			111	
'92	작업	198	8			27		
	고장	36	9			80		
	합계	234	17	183		107		
'93	작업	138	7					
	고장	34	32					
	합계	172	39	153		109	180	
'94	작업	88	4					
	고장	28	37					
	합계	116	41					
'95	작업	21	4					
	고장	18	6					
	합계	39	10			78		
'96	작업	16	4					
	고장	15	10					
	합계	31	14	83		184		
'97	작업	11						
	고장	13						
	합계	24						
'98 (계획)	작업	12						
	고장	12						
	합계	24						

※ APL: ALBERTA POWER LIMITED, YECL: YUKON ELECTRIC COMPANY LIMITED

4. 기존의 대책

4.1 전원 계통 불안정

▶ 국내사례

- 지하철1호선 선로주변의 성동, 광장 변전소에서 고조파로 인한 민원제기
- 경남 가야 변전소에서 60,000kW 아크로로 인해 고조파 및 플리커 민원제기
- 삼성전자 반도체 공장 리액터 소손(고조파 공진)
- LG반도체(청주) 고조파 관련 설비기기 소손초래

▶ 해외사례

미국 및 캐나다 등지의 배전계통의 문제를 파악하기 위하여 90년대 초반부터 수차례 모니터링 실시

- 91년 Canadian Electrical Association의

조사

- 3년간 캐나다의 일반적 전원의 질을 파악하기 위해 수행
- 550개소를 각25일씩 모니터링
- 90년 National Power Laboratory의 조사
- 5년간 미국, 캐나다의 130개소에서 모니터링
- 93년 Electrical Power Research Institute의 조사
- 93년부터 95년까지 4.16에서 34.5kV의 배전선로 모니터링

4.2 전원계통 불안정에 대한 원인 및 대책

계통불안정에 대한 예를 그림으로 설명하면 아래 그림 2와 같고 이들에 대한 지금까지의 원인 영향 및 대책은 아래 각 항목별 표에 나열한 바와 같다.

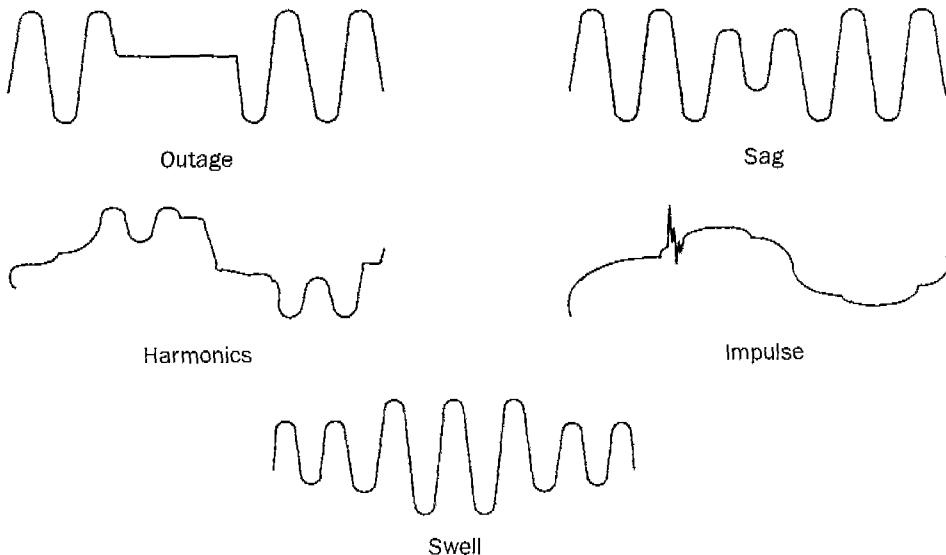


그림 2 계통불안정에 대한 예

가. Temporary Interruption

Description	Planned or accidental total loss of power in a localized area of community
Duration	from 2 seconds to 2 minuter
Cause	Equipment failure Weather Animals Human error (auto accidents, Kites, etc.)
Effect	Systems shut down
Possible Solution	Uninterruptible Power Supply Uninterruptible Power Supply with generator

나. Long-Term Outage

Description	Planned or accidental total loss of power in a localized area of community
Duration	Over 2 minutes
Cause	Equipment failure Weather Animals Human error (auto accidents, kites, etc.)
Effect	Systems shut down
Possible Solution	Uninterruptible Power Supply Uninterruptible Power Supply with generator

다. Sag (Undervoltage)

Description	A decrease in voltage
Duration	Milliseconds to a few seconds Undervoltages are Sags that are longer than a few seconds
Cause	Major equipment start-up or shutdown Short circuits (fault clearing) Undersized electrical circuit
Effect	Memory loss or data errors Dim or bright lights Equipment shutdown/Reset
Possible Solutions	Relocate computer to a different electrical circuit Voltage regulator Uninterruptible power supply Motor Generator Capcitor/Flywheel/Superconductor storage

라. Swell (Overvoltage)

Description	An increase in voltage
Duration	Milliseconds to a few seconds Overvoltages are Swells that are longer than a few seconds
Cause	Major equipment start-up or shutdown Short circuits (fault clearing) Undersized electrical circuit
Effect	Memory loss or data errors Dim or bright lights Equipment shutdown/Reset
Possible Solutions	Relocate computer to a different electrical circuit Voltage regulato Uninterruptible power supply Motor Generator

마. Transient, Impulse, or Spike

Description	A sudden change in voltage up to several hundred to thousand volts.
Duration	Microseconds
Cause	Utility switching operations Starting and stopping equipment or vachenery Static discharges Lightning
Effect	Processing errors Data loss Burned circuit boards
Possible Solutions	Surge suppressor (for transients) Power conditioner Motor generator

바. Harmonic Distortion

Description	An alteration of the pure sine wave (sine wave distortion), due to nonlinear loads, on the powersupply
Duration	Sporadic
Cause	Non-linear loads
Effect	Carses motors, transformers and wiring to overheat
Possible Solutions	Passive active filter

5. 결론

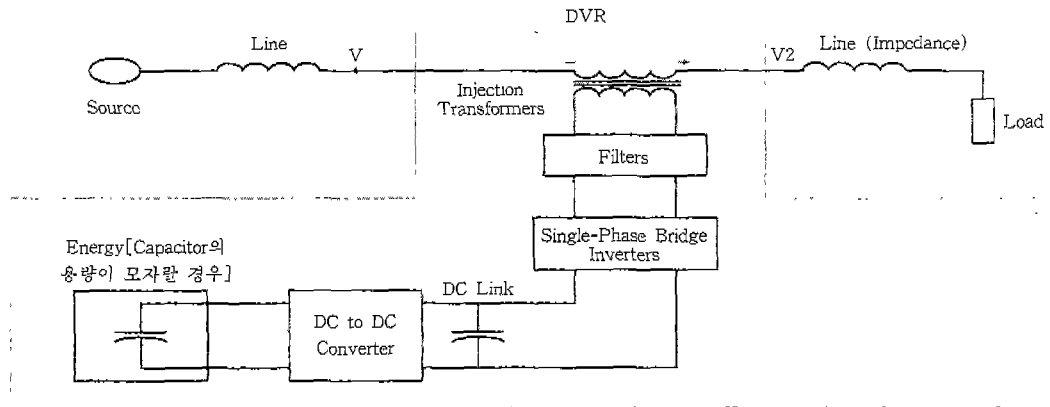
현재 산업용 및 상업용 수용가의 프로세서 제어 및 자동화 관련 장비들이 대부분 전원 불안정에 민감하다. 이러한 상황에서 고압 수용가의 고장파급으로 인한 주변수용가로의 사고의 파급에 대해서 본 고를 통해서 수용가(고객)측면에서의 기술적 대책을 검토해 보면 다음과 같다.

우선 크게 나누면 인근 고객의 고장으로 인한 순간전압 상승 및 강하에 대비한 전압보상 장치로서 DVR을 들 수가 있으며, 순간정전이나 영구정전으로 부터의 보완책으로 인근 다른 선로에서 무정전으로 전력을 공급받기 위한 방법으로 무순단 절체 스위치인 SSTS, SSB를 들 수가 있다.

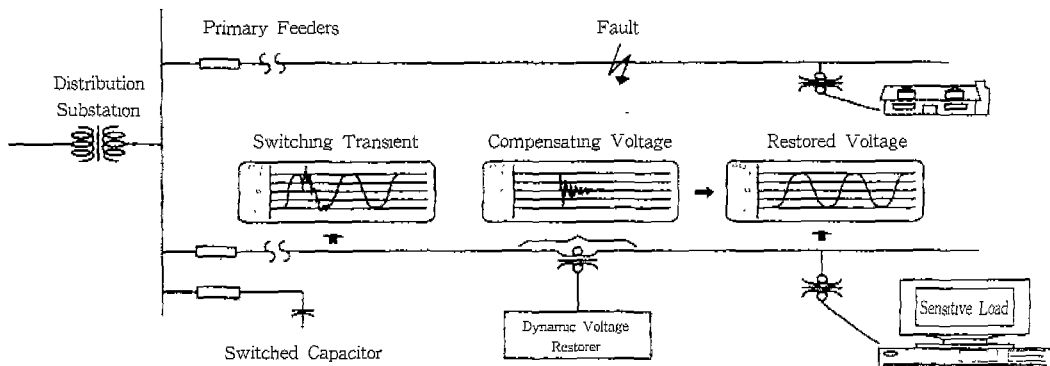
또한 고조파나 역률 보상을 위한 DSTATCOM도 있는데 이들에 대한 간단한 설명과 회로도 를 아래에 나타냈다.

1) Dynamic Voltage Restorer(DVR), (EPRI + Westing house)

- 전압의 급상승/급강하 및 과도상태 저감
- 전압조정(직렬보상)
- 전압 고조파제거
- 고장전류 제한
- SSB등과 병용하여 전원 중단 방지
- IGBT를 사용하며 2-10MVA급이 상용화 (EPRI+WH가 적용연구)



DVR Black Diagram

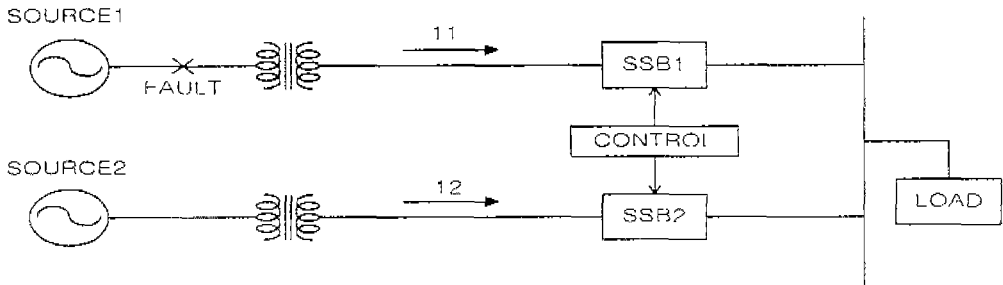


2) Solid-State Transfer Switch(SSTS)

- 반도체 소자로 급전선을 신속히 절체
- GTO를 사용하며 15kV급이 상용화

3) Solid-State Circuit Breaker(SSB)

- 반도체 소자를 이용한 차단기
- 사고전류의 확산을 방지
- GTO(or IGBT, IGCT)를 사용하며 13.8kV, 600A급(일본+미국)이 상용화



4) Distribution Static Compensator (DSTATCOM)

- 무효전력보상
- 전압고조파 제거
- 전원공급중단 방지(SSB, 에너지저장장치 병용)
- IGBT를 사용하며 2MVAR급이 실용화

