

전력품질의 종합평가 - 지수의 종합화

이 범 / 전남대학교 전기 및 반도체공학과 교수

1. 서 론

전기회사는 저렴하면서도 우수한 품질의 전력을 공급하는 것을 목표로 하게 되는데, 전력의 품질은 신뢰도, 전압, 주파수, 고조파, 전압 Sag/Swell 등으로 나타내고 있다. 이들 전력의 품질은 개개 항목으로 평가하기 때문에 전력 품질의 분석에는 어려움이 없으나, 전반적으로 어느 정도의 품질인지를 종합적으로 판단하는 것은 어려운 것이 현실이다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 Analytic Hierarchy Process(AHP)[1]을 사용하여 종합적인 평가를 하는 방법과 전력의 품질을 비용으로 처리하여 전력품질비용을 산정하는 방법에 대한 연구가 진행되어 왔다.

본 연구에서는 개개 전력품질의 지수 등을 종합화하여 하나의 종합지수를 산정하기 위하여 AHP를 도입하고, 이를 절대값의 지수로 표현할 수 있는 Ideal AHP를 개발하여 전력품질을 종합적으로 평가하는 방법을 제시하여 수용가계통의 전력품질을 하나의 지수로 평가하는 방법을 제시하였다.

2. 전력의 품질

통상의 좋은 품질의 전력은 무정전, 정전압, 정주파수,

완벽한 파형을 갖춘 전력을 말하지만, 현실적으로 완벽한 품질의 전력은 구현되기 힘들기 때문에 다음과 같은 관점에서 전력의 품질을 평가한다. 이중 주파수는 계통전체에 관련하기 때문에, 수용가계통에서는 평가하기 힘들기 때문에 논외로 한다.

2.1 신뢰도 및 전압 Sag/Swell관련

전력을 무정전으로 공급하는 것은 불가능하며, 어느 정도의 정전이 발생하는지, 순간적인 전압강하/상승은 없는지를 기준으로 전력품질을 평가하게 된다.

(1) 신뢰도

전력의 신뢰도는 IEEE Std. 1366-2001[2]로 평가하고 있다. 본 신뢰도지수로는 지속적인 정전에 대해 SAIFI, SAIDI, CAIDI 등의 지수를, 순간적인 정전에 대해 MAIFI 등의 지수를 사용하여 신뢰도를 평가한다.

(2) 전압 Sag/Swell

공급되는 전력의 전압 Sag/Swell은 IEEE P1564[3]로 평가하고 있다. 본 전압 Sag/Swell지수로는 SARFI, SCI_{system} 등을 사용하여 전압 Sag/Swell 등을 평가한다.

2.2 파형 및 전압 관련

전력은 무정전 이외에도 매끈한 파형과 일정한 전압을 유지하여야 하는데, 이와 관련하여 다음과 같은 방법으로 전력품질을 평가하고 있다.

(1) 고조파

전력계통에 나타나는 고조파는 IEEE Std. 519-1992[4]으로 평가하고 있다. 고조파는 50배까지의 스펙트럼으로 분류하여 평가할 수 있으며, 고조파의 종합적인 지수로는 THD, TIF/IT 등의 지수를 사용하고 평가하고 있다.

(2) 정전압

공급되는 전력의 전압 등은 IEEE Std. 1159-1995[5]로 평가하고 있다. 본 기준은 전력의 모니터링에 대한 기준으로 전압의 강하 등에 대해 다루고 있으며, 이중 전압의 변동이 20%를 초과하는 전압에 대해서는 정전으로 평가하는 방법 등도 연구되고 있다.

3. Analytic Hierarchy Process

특정한 대상을 평가하거나, 중요도를 산정하는 데에는 다양한 평가기준이 존재하는 경우가 많다. 이러한 경우에 종합적인 평가를 위해 AHP가 널리 사용된다.

3.1 AHP

AHP는 평가대상을 다양한 평가기준을 적용하여 평가하는 방법이다. 구체적으로 여러개의 평가대상에 대해 다양한 평가기준을 사용하여 평가대상의 경쟁력을 계산하여 어떤 대상이 어느 정도 우수한지를 판단하는 방법이다.

3.2 Ideal AHP

AHP는 평가대상이 달라지면 전반적인 구성을 새로 해야 하는 문제점이 있어, 이를 절대적으로 평가하기 위한 방법[6]이 연구되어 활용되고 있다. 이 방법은 평가대상을 3개로만 한정하고, 이중 하나는 이상적인 상태를, 다른 하나는 최소기준만을 만족하는 상태로 정의한 다음, 실제상태가 이들 상태사이에서 어느 위치에 놓이는가 하는 것을 평가하는 방법으로 평가대상을 절대적인 기준으로 평가할 수 있는 장점이 있다. 이들 평가의 결과는 Eigenvalue로 나타나게 된다.

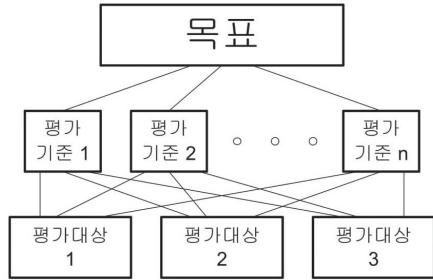


그림 1 AHP의 개념

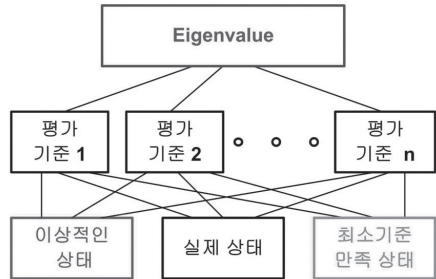


그림 2 Ideal AHP

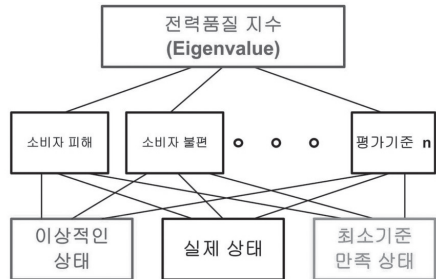


그림 3 Ideal AHP를 사용한 전력품질지수

4. AHP에 의한 전력품질지수

앞에서 설명한 전력의 품질은 각기 다른 품질의 평가 기준에 따라 평가하기 때문에 개개의 항목에 대해서는 평가가 가능하나, 전반적으로 전력의 품질이 어떠한지를 판단하는 것은 힘들기 때문에 본 연구에서는 Ideal AHP를 사용하여 전력의 품질지수를 산정하였다.

4.1 Ideal AHP의 적용

전력품질과 관련이 있는 신뢰도와 관련된 각종 지수, 전압 Sag/Swell과 관련된 각종 지수, 고조파와 관련된 각종 지수, 전압변동과 관련된 각종 지수 개개에 대하여 Ideal

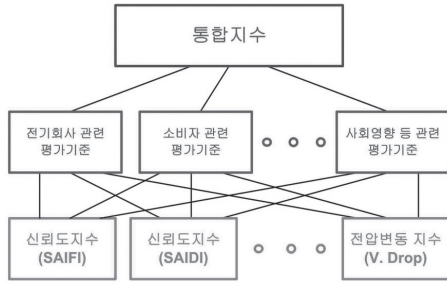


그림 4 각종 지수를 사용한 종합지수의 산출

AHP를 적용하여 절대값을 갖는 Eigenvalue를 산출하여 지수 개개에 대한 평가를 한다.

4.2 Scale 재설정

개개의 지수는 각기 다른 Scale을 사용하기 때문에 이들 지수를 일정하게 할 수 있도록 Scale을 재설정하고, 이를 사용자의 감각에 적합하도록 조정한다. Scale의 재조정 역시 Ideal AHP를 활용하며, 이상적인 상태로 “1”을, 최소기준 만족상태로 “0”을 사용하여 실제 상태를 “0~1” 사이로 표시할 수 있도록 하였다.

4.3 전력품질지수의 개발

신뢰도 등 각종 지수를 사용하여 전기회사관련 평가기준, 소비자관련 평가기준, 사회영향 등의 평가기준 등 다양한 평가기준에 적합한 전력품질지수를 개발하였다. 종합지수를 산출하는 AHP모델을 그림 4에 나타내었다.

구체적인 방법으로 다음의 과정을 거쳐서 종합지수를 산정하도록 한다.

- (1) 전력품질의 계산 및 지수의 산정
- (2) 수용가계통을 정의하고, Scale 재설정 및 1:1 행렬의 구성
- (3) AHP의 계산방법을 사용하여 Eigenvalue 산정
- (4) Eigenvalue로 종합지수 산정 및 평가

상기의 방법을 활용하여 각종 지수를 통합한 하나의 지수로 수용가계통의 전력품질을 평가할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 종합적인 평가에 활용되어온 AHP를 도입하고, 이를 절대값으로 평가할 수 있는 Ideal AHP를 개발하였으며, 이를 수용가계통에 적용하여 전력품질을 절대값으로 종합적인 평가를 할 수 있도록 하였다. 본 연구를 통하여 수용가계통간의 평가가 아닌 수용가별로 절대적인 평가를 할 수 함으로서, 계통의 평가 뿐만 아니라 계통의 성능을 개선할 수 있는 지표로 사용할 수 있도록 하였다.

본 기고문은 본 기고자가 지금까지 신뢰도와 관련하여 발표한 논문 등 출판물을 기반으로 하여 작성하였음을 알려드립니다.

참 고 문 헌

- [1] Saaty, T.L., “The Analytic Network Process: Decision Making with Dependence and Feedback”, Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1996
- [2] IEEE, “IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices”, IEEE Std 1366, 2001
- [3] Math, H. J. et al., “Voltage-Sag Indices - Recent Developments in IEEE P1564 Task Force”, IEEE P1564 Task Force, 2003, pp34-41
- [4] IEEE, “IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems”, IEEE Std 519, 1992
- [5] IEEE, “IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality”, IEEE Std 1159, 1995
- [6] Buhm Lee et. al., “Power Quality Evaluation Model for Electric Customer based on Analytic Hierarchy Process”, ISAHP 2014, June, 2014