

전력시장체제하에서의 전력품질제어 메커니즘에 대한 모델링

論文
52A-7-4

A Model for Power Quality Control Mechanism for Electric Power Market

李 根 準
(Geun-Joon LEE)

Abstract - To provide a specified power quality under electric market system is becoming an important issue for customers and utility company. However, there is no realistic infra-structure to design a power system for the specified power quality. Present electric market is operating under the economic point of view. The low power price could be attractive, but the effect of low price could result the lower power quality for the long time and threat power system security. This paper presents a model which conceptualize the dynamic power quality control mechanism to minimize total cost of a society which is affected electric power quality. This model aims to produce a basic infra-structure to balance cost and quality under the electric market system.

Key Words : Power Quality Control Mechanism, Electric Power Market, Power Quality Index, Engineering Process, Failure Cost

1. 서 론

전력 시장의 규제완화에 따라 어떤 특정한 계약에 의한 전력품질을 보장하는 것은 전력공급자와 수요자 양측에 보다 중요한 관건이 되고 있다[1,2]. 가변속 드라이브의 전압 민감도에 대한 특별한 문제, 그리고 반도체 생산 산업체의 요구들은 커다란 주목을 끌고 있다. 수요자들은 자동화 및 디지털 설비의 보급에 따라 종전보다 나은 전력 품질을 요구하고 있다[3]. 전력품질의 가치는 얼마나 되는가와 그리고 얼마나 많은 수요자들이 향상된 품질에 대한 비용을 부담하려는가, 얼마나 많은 산업체들이 전력향상 설비를 구입하려는가 등에 대해서는 많은 조사가 되어 있다[4,5].

신뢰도와 사회적인 정책 간에는 많은 연구가 진행되었다. 참고문헌 [6]은 복잡한 이들 간의 상호문제들을 논하였으며 그에 대한 요약은 표 1과 같다.

수용가와 제어분야에서 낮은 가격은 분명히 매력 있는 선택이지만, 장기간에 걸친 저가/저 품질의 영향은 간과되어서는 안 될 것이다. 또한 엔지니어링에서는 가격 대 품질간 적절한 평형을 취해야 할 것이지만 요구되는 전력품질의 수준과 그에 수반되는 비용, 그리고 엔지니어링 능력 차이에 의한 변화 등과 같은 상호간의 문제들은 별로 관심을 끌지 못하고 있다.

전력품질의 가격 문제는 과거의 지장 전력비나, 정전에 의한 제품 및 인력상의 손실을 계상한 손실비용 또는 전력품질 향상에 소요되는 보상장치의 설비비를 계상하는 방법 등 여러

러 관점에서 제기되고 있으며, 일부는 상용화되고 있다[7]. 종합적이고 분석적인 전력품질 향상 기본 개념들은 [8]에서 제시하고 있다. 그렇지만 전력시스템을 어떤 특정한 수준의 전력품질에 맞추어 모의하거나 설계하는 방법을 제시하는 구체적인 기반 구조는 아직 제시된 바 없다.

표 1 사건과 투자에 대한 상호간 이슈

Table 1 Interactive issues for events and investments

요소	효과 및 영향
캐스케이딩	작은 사건이 대규모 탈락과 큰 비용으로 발전할 가능성
의사결정	대다수 의사 결정자들은 가격제어에는 익숙하지만 미래시스템에 발생할 문제에 대한 예지 및 관련 기술적 검토능력은 부족
비용 균등화	비용의 균등한 배분
최적화	엔지니어링, 윤리, 환경 그리고 사회적 요구의 상호충돌에 대한 관리

본 논문에서는 전력계통에서 전력품질 관리를 어떤 모형에 의해 수행할 것인가를 주된 논점으로 하고 있다. 기본적인 목표는 전력 공급자와 수요자에게 전력품질과 가격을 평형되게 유지할 수 있는 올바른 신호를 주는 엔지니어링의 기반구조를 제공하는데 있다. 전력품질과 품질가격간의 정보는 전력품질 투자와 이로 유발된 가치상승의 비율과 같은 것이 될 수 있다. 이러한 접근 방법은 주로 배전 시스템에 응용되겠지만 적절한 모형을 추가하는 경우 발송변전 사업 분야에도

* 正 會 員 : 忠北科學大學 電氣에너지시스템學科 助敎授 : 工博
接受日字 : 2002年 11月 14日
最終完了 : 2003年 6月 20日

응용이 가능할 것이며, 종합적인 전력품질 평가와 제어의 체계적인 접근이라는 관점은 보다 보편적으로 해석적 접근에 의한 전력품질의 제어와 투자를 달성할 수 있는 방법론을 제시할 수 있을 것이다. 전력품질의 평가와 관련된 일련의 지표 및 개선 방법들은 [9]에 실려 있으며, 이러한 전력 품질을 매개로 한 각 의사결정 개체간의 상호작용들은 동적 시스템으로 볼 수 있으며, 이것이 이 논문의 주된 논점이다.

2. 전력품질 문제의 가격 정량화

전력 시스템의 수요자들은 산업용, 상업용, 주거용으로 분류된다. 각 서비스의 범주 내에는 전력의 수준, 전압 수준, 차단 가능성, 수용가의 선택에 따라 일반적으로 많은 요금 적용 항목이 있다. 전력 요금은 보통 서비스 요금, 에너지 요금, 전력수용요금으로 구성된다. open access 하에서 전력서비스 요금은 경쟁적인 서비스와 전송 서비스 요금의 두 가지로 구성된다.

미국의 경우 전국가적으로 조사된 바에 의하면 공급차단비용과 기타 품질 문제 관련 비용들은 대략 30억에서 1조 달러에 이르는 것으로 알려지고 있다[10]. 이 비용은 산업체의 차단 또는 손실 비용이거나, 전력 품질을 유지하기 위한 설비비, 특히 배전분야에서는 기술용역상의 비용, 그리고 배전변압기에서 고조파에 의한 실제 에너지 손실 비용이 포함될 수도 있다. 이러한 전력 차단과 부적절한 전력 품질에 의한 국가 경제상의 손실은 부적절한 투자에 의한 결과로 볼 수도 있다 [7]. 따라서 현재의 요금 시스템은 전력품질 요소를 반영하여 서비스 저하에 의한 경제적 손실을 보상할 수 있도록 조정되어야 할 것으로 전망된다.

표 2 전력품질의 저하에 의한 경제적 손실[11]

Table 2 Economic losses due to power quality degradation[11]

손실	전력사업자	수용가
실제 산업 제품 손실		○
특정 수준의 전력 품질을 유지하기 위한 설비의 가격	○	○
금융서비스와 같은 상업부문에서 정전에 의한 영업 손실		○
요금 수입의 감소	○	
주거용에서의 성가심		○

표 2는 전력품질 저하에 의한 경제적 손실 내역이다. 이 손실들은 공급자와 수요자사이에 합리적으로 배분되어야 한다. 특히 반도체 제작사와 같은 전력 품질에 민감한 수용가에 대해 공급하는 전력 시스템은 특정 품질 지표에 의해 계획, 운용될 필요가 있다. 표 3은 시스템 부하의 3분야에서 대표적인 수용가들의 고장비용을 나타낸다.

표 3 대표적인 수용가들의 공급지장비용[16]

Table 3 Failure costs of customers[16]

국가	년도	방법	자료원	공급지장비(1991, US\$/k조)		
				주거용	상업용	산업용
USA	1985	실제손실조사	Subramanian	3.97-6.15	10.69-24.4	5.79-21.85
스웨덴	1986	I/O 해석	Anderson & Taylor	0.50-31.7	11.5-109	5.10-31.3
캐나다	1980	실제손실조사	Ontario Hydro		13.3-26.05	7.22-26.92

3. 전력품질수준의 지표와 전력품질투자의 모형화

전력품질 수준의 설계는 시스템 설계와 투자의 적정성을 평가하는데 중요하다. 그렇지만 부분적으로 상충하기도 하는 모든 요구 사항들이나 고려조건 들을 모두 수용할 수 있는 단일 품질지표는 없다.

표 4 전력품질의 적정성을 대표하는 전력품질 지표들

Table 4 Power quality indices for PQ adequacy

지표	약자	정의	적용
시스템 평균차단빈도지표	SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)	순간차단에 대해 (총순간차단수)/(총피관측전송지점수) 지속차단에 대해 (총지속차단수)/(총피관측전송지점수)	서비스중단을 횟수, 기간, 가혹한 정도로 영향을 평가하는데 적용
시스템 평균차단기간지표	SAIDI (System Average Interruption Duration Index)	(총차단기간)/(총피관측지점수)	
시스템 평균 복구 지표	SARI (System Average Restoration Index)	(모든정전의총기간)/(총지속차단수)	
전송점비신뢰도지표	DPUI(Delivery Point Unreliability Index)	(총미공급에너지MW-min)/(시스템 점두부하 MW)	에너지 차단에 의한 전력 품질의 영향 평가
시스템 평균 RMS 변화 빈도지표	SARFI _{sv} (System Average RMS Variation Frequency Index Voltage Threshold)	(변화 I에 대해 rms<%V를 겪은 수용가수)/(총 수용가수)	전압 sag를 평가하는 방법
수용가 평균차단기간지표	CAIDI(Customer Average Interruption Duration Index)	SAIDI/SAIFI	수용가 평균 정전기간
IEEE519와 일치하는 시스템평균운전시간비율			고조파가 서비스와 손실에 주는 영향 평가
고조파 부하전류에 의한 연간 에너지손실 추정치			

표 4는 순간적인 사건들에 연관된 일부 유력한 측정치들을 나타내고 있으며, 표 5는 일부 연속적이고 반복적인 현상들을 정량화한 일부의 지표들을 나타내고 있다.

전력품질의 측정방법에 대해서는 많은 논의가 있었지만 [13], 그 대부분은 주어진 조건이나 경우에 대해 정량화된 값으로서 그 지표들은 가격 또는 집합적인 수용가에서 본 전력품질의 영향을 고려한 측정값에서 거리가 있다. 보통 전력품질의 종합적인 영향을 계량하는 데는 표 4의 지표들을 사용한다. Chowdhury 와 Koval[14]등은 이들 여러 지표들을 전력품질이 경쟁시장에 주는 영향과 연관시켜 보았으며, 그 결과 전력품질의 지표는 특정 시스템의 현상을 잡을 수 있는 제량의 벡터로 되어야 한다고 제안하였다. 이 접근 방법은 전력품질 벡터의 요소에서 필요한 일부 요소를 선택적으로 쓰는 것이 가능하게 된다. 본 논문에서는 이 전력품질 벡터를 λ 로 표시하기로 한다.

표 5 연속적인 현상: 전력품질 측정값
Table 5 Power quality measures for continuous phenomena

지표	정의	주요 응용
총 고조파 왜율(THD)	$\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} I_i^2}}{I_1}$	일반적, 표준
역률(PF)	$\frac{P_{tot}}{ V I }$	손실 보상
전화영향지수	$\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} w_i^2 I_i^2}}{I_s}$	
C 메시지 지표	$\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} c_i^2 I_i^2}}{I_s}$	
IT곱	$\sqrt{\sum_{i=1}^{\infty} w_i^2 I_i^2}$	음향회로 간섭, 병렬커패시터의 스트레스
VT곱	$\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} w_i^2 V_i^2}$	전압왜곡 지표
K factor	$\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} h^2 I_h^2 / \sum_{h=1}^{\infty} I_h^2}$	변압기 용량감소
파고율	$\frac{V_{peak}}{V_s}$	유전체 스트레스
불평형율	$\frac{ V_- }{ V_+ }$	삼상 회로 평형
플리커율	$\frac{\Delta V}{ V }$	전등, 모션전압조정, 단락용량

만약 전력시장이 완전히 분화되었다면, 전력시스템은 그림 1과 같이 네 가지 요소의 조합으로서 나타낼 수 있다.

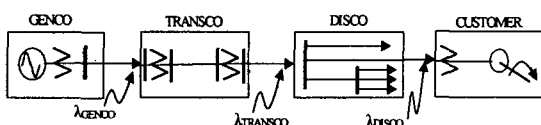


그림 1 전력품질에 의해 제어되는 전력시스템
Fig. 1 Electric power system controlled by power quality

우선 발전회사(GENCO)는 전압의 크기, 주파수, 신뢰도 그리고 고조파 등의 내용들을 포함하는 전력품질 벡터 λ_{GENCO} 을 가지게 되며, 송전회사(TRANSCO)에서는 전압크기, 고조파, 신뢰도등을 포함하는 $\lambda_{TRANSCO}$ 의 전력품질벡터를 가지게 된다. 전력 품질의 주요 적용 대상인 배전시스템(DISCO)에서는 수용가에서 문제가 되는 모든 상황들을 포함하는 는 전력품질 벡터 λ_{DISCO} 를 가지게 된다. λ 항목을 어떻게 결정하는가에 대한 주된 논점은, 모든 사건을 포함하면서, 모든 환경에 타당한 단일 측정치가 존재할 수 있는가에 대한 것이다. λ 의 요소들은 표 4에 나타난 지표들이 될 수 있다. 범용성이 높고 가격환산이 용이한 λ 를 정의하는 것에는 보다 깊은 연구가 수행되어야 할 것이다.

만약 전력시스템이 특정 전력품질 지표 λ 에 의해 수급 계약이 되며, 해당 전력품질지표를 만족하도록 설계, 운영된다 고 가정하면 그림 1의 각 요소들은 어떤 동적제어시스템으로 볼 수 있다. 그림 2는 전력품질 제어와 관련된 각 동적 프로세스 및 입출력 변수들을 나타낸 것이다. 그림 2에서 요구 전력품질 수준은 $\lambda_{PQrequired}$ 로, 실제 전력품질 수준은 $\lambda_{PQactual}$ 로 되어 있다. 전력품질에 영향을 주는 다른 입력들은 외란, 부하, 기상상태, 사회적인 고려사항, 엔지니어링 의사결정 등이다. 그림 2의 주된 관점은 전력품질은 전력시스템을 구성하는 각 블록간의 상호 동적 특성과 여기에 작용하는 입력들에 의해 결정된다는 것이다. 그림 2의 신호 경로들은 실제 전기적인 신호라기보다는 정보의 흐름이라는 것에 유의하여야 한다.

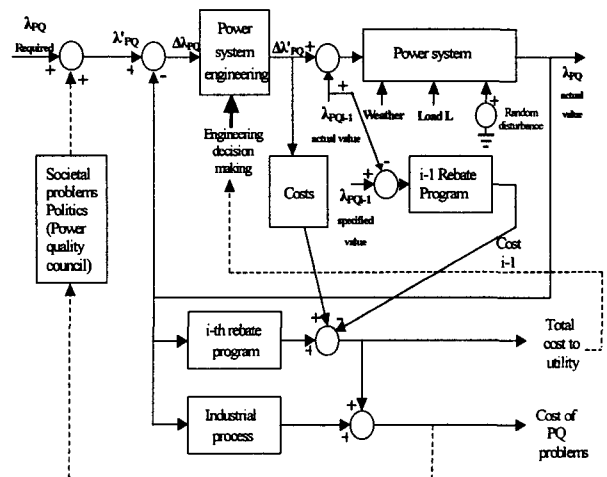


그림 2 전력품질 제어의 개념도
Fig. 2 Conceptual diagram of power quality control

위의 기본적인 전력품질 제어 모형에는 보상프로그램 (rebate program)이 추가되어 있다. 이 보상프로그램은 전력 품질 운전실적에 따른 결과인데, 낮은 품질의 전력을 받는 수용가들의 불편에 대한 보상용이다. 전력회사의 총 비용은 그림 2에 나타나 있다. 산업 프로세스에서 전력품질 저하에 대한 비용은 "industrial process"를 통해 모형화될 수 있다. $\lambda_{PQ_{i-1}}$ 은 전 단계 전력품질지표를 나타내며 따라서 전력품질

비용은 현 단계 품질보상비와 품질향상비용을 더한 것에 수전전력에 대한 품질비용을 공제한 값이 된다. 총비용은 사회 비용으로 합쳐지며, 이 사회비용은 부분적으로 정치적 문제로 발전하게 된다. 이 때문에 그림 2에서는 사회블록을 입출력간 점선으로 나타내었다. 또한, 배전 분야의 엔지니어링 의사 결정들은 부분적으로 총 품질비용에 의해 결정된다. 따라서 엔지니어링 의사결정은 그림 2의 총 전력회사 비용에서 점선에 의해 구동되는 것으로 표시하였다.

그림 2와 같이 제안된 전력품질 제어 모형에서 소요 전력 품질수준 $\lambda_{PQRequired}$ 는 사회와 정치적인 제반 문제들과 비교되며, 전력환경변화에 따라 현실적으로 필요한 여러 가지 전력품질 수준을 받아들여지게 된다. 전체 프로세스 결과 어떤 비용이 산출되고 그 결과 전력품질 수준에서 요구되는 변화가 결정되면 이 변화값은 전단계의 실제 전력품질수준과 합쳐져서 전력시스템의 입력값으로 된다. 전력품질의 제어의 개념을 유효히 활용하는 경우, 나쁜 특성들은 모두 상쇄되거나 최소화되면서 전력시스템의 비용이 최소화되도록 하는 문제로 접근 시킬 수 있다.

표 6 전력품질 제어 모형상의 제반 변수들의 영향
Table 6 Effects of varrious variables on power quality control model

전력시스템상의 영향 요인	상호 연관된 동적 모형상의 출력
부하 특성/변화 : 전력시스템상의 대부분 변수들은 부하 특성과 크기 변화에 영향을 받는다. 이들 입력은 시스템이 큰 경우(즉 전력회사 1개의 차원에서 보면) 일련의 복합 부하로 모형화할 수 있다.	전력시스템의 품질 변화
전력시스템에 작용하는 외란 : 일기, 사고, 설비고장은 전력품질에 영향을 준다. 이는 통계함수로 모형화할 수 있다.	전력회사의 비용 : 지정한 전력 품질을 만족시키기 위한 추가 전력설비의 설계, 설치와 운전비, 그리고 전력 품질을 평가하기 위한 엔지니어링 비용들과, 보상 비용 등이 포함됨.
날씨 : 부하외란 그리고 시스템 용량에 영향을 준다.	전력 품질의 보상 프로그램은 계약 차원에서 고려되어야 하며, 전력회사가 전력시스템에 대한 투자에 적절한 의사결정을 할 수 있도록 하는데 중요함.
	전력품질 문제에 의한 산업체와 사회 비용 : 이 출력은 계약상에서 산업체에서 회망하지 않은 부수적인 비용임

엔지니어링 의사 결정의 과정은 전력품질의 엔지니어링 기반 구조와 과정의 디자인에 있어 중요하다. 전력품질 엔지니어링에는 여러 가지 계획과 운전 의사 결정과정들이 포함된다. 만약 희망 전력품질과 실제값 사이에 오차가 있다면, 엔지니어링 과정에서 일련의 대체 가능한 계획을 세울 것이다. 전력품질 엔지니어링은 전력품질 상의 요구들을 충족시키기 위해서 보통의 엔지니어링 과정과는 다른 통합적인 접근수단이 필요하다. 만약 요구조건이 단순하며 배전선로에 연결된 산업체와 같은 일부 수용가들에 국한된다면 엔지니어링 프로세스의 해답은 비교적 간단해진다. 이와 반대로, 만약 요구조건이 크고 시스템 전체에 걸쳐있는 경우, 그리고 의사결정의 영향이 많은 다른 수용가에 영향을 주는 경우는 문제는 간단하지 않다. 그런 해답은 다목적 함수를 갖는 운용계획문제를

해석해야 할 것이다.

이 문제는 주어진 시스템 조건과 품질 한계, 재정적 한계, 그리고 시간의 제약을 가진 목적함수

$$C(x,y,\lambda,t) :$$

x : 추가 설비의 값,

y : 전력시스템변수(운전비)

λ : 전력품질지표

t : 의사결정을 하는데 필요한 시간

를 최소화하는 문제로 볼 수 있다.

전력시스템의 영향은 표 6에 나타나 있는데 상호 연관을 가진 다이내믹 메커니즘 출력도 함께 나타내었다. 요구되는 전력품질의 변형인 λ_{PQ} 는 전력품질 엔지니어링 블록의 입력인데 이 파라메타는 다양한 사회의 의견들을 반영하기 위한 구조적인 단계에서 결정된다. 의사결정 엔지니어링과 cost와 같은 각 블록의 제어 함수를 찾아내는 것은 쉬운 작업이 아니지만, 이는 인공지능적인 함수에서 제한된 시정수를 가진 제어함수로 가정할 수 있다.

4 장 전력품질 인프라 구조에의 적용

앞에서 제시한 개념적인 모델을 가지고, 전력품질제어 시스템은 비용과 품질저하를 최소화하는 다목적 최적화 문제로 해석하는 경우를 고려해 보자. 그림 2에서, 공급자와 수요자는 특정 전력품질지표 λ 에 동의한 것으로 한다. 만약 품질 오차가 검출되면 전력시스템 엔지니어링 블록에서는 그 신호를 전력회사의 목표에 적합한 일련의 의사결정을 하는 과정으로 신호를 처리하게 된다. 그림 3은 이 프로세스를 세부적으로 나타낸 것이다.

전력품질의 동적-상호 메커니즘은 일련의 측정 장비, 소프트웨어 처리 및 데이터베이스로 구성되므로 대부분의 요소들을 인공지능 함수 또는 제한된 시정수를 갖는 프로그램으로 나타낼 수 있고 이는 간단한 입/출력관계로 표현될 수 있다. 일례로 고조파 전압품질은 시스템 SSC(Short Circuit Capacity)의 함수이다[11, 13]. 그림 2는 전력품질 지표를 제어변수로 하는 다목적 최적화 해를 갖는 제어시스템으로 취급될 수 있다.

엔지니어링 프로세스는 첫 단계에서, 전력시스템을 해석하여 에라들을, 즉 시스템의 실제 품질과 요구품질과의 차들을 엔지니어링 해들로 바꾸게 된다. 전력조류해석, 고장해석, 고조파해석, 고조파 전력조류해석, 안정도해석 및 다른 해석을 포함하는 여러 종류의 정상해석 또는 과도해석들을 사용하여 에라의 원인을 분석하고 시스템 동특성을 향상시키기 위한 추가 조건들을 만족시키기 위한 해를 찾는다. 이 정보들을 가지고, 문제에 적합한 제어, 운용, 계획상의 하나 이상의 대책들을 수립하게 된다. 최적 전력품질 대책을 찾아내기 위해서는, 모든 엔지니어링 요소를 포함하는 비용-이득 해석이 필요하다. 보통, 제어프로세스는 가장 가격이 싸고 빠르며, 의사 결정자들에게 가장 수용가능한 해가 될 것이다. 그러나 제어의 응용범위는 종종 현재 시스템 운용 설비들에 의해 제

한되며, 일반적으로 제어는 상호간 매우 까다로운 엔지니어링 기술이 뒤따라야 한다. 많은 실제 응용에서 혁신적인 고급기술의 해들을 이용하여 전력시스템을 최대한 활용하는 설정치를 지정할 수 있다.

운영 프로세스에서는 전력품질을 증가시키기 위해 유효한 시스템 설비 스케줄을 조정함으로써 부차적인 선택이 가능할 수 있다(일간, 주간, 월간 단위).

계획 과정은 새로운 설비를 설치함으로써 시스템 용량을 증대시키지만, 일반적으로 계획에는 요구되는 결과를 얻기 위해서는 큰 자본과 장시간이 요구된다.

반면, 전력시장의 각 단계에 있는 해당 프로세스의 각 블록을 어떻게 설정하고 함수화하는 것과 그 인프라 구조를 어떻게 결정하는가, 그리고 전력품질을 어떻게 정량화하는가 등에 관한 많은 미결과제가 남아 있으며, 이는 전력시장의 민영화와 더불어 품질관리의 비중이 높아질수록 수치적인 해석을 통한 합리적인 전력품질정책을 수립하기 위해서 시급히 해결되어야 할 것이다.

감사의 글

이 연구는 산업자원부 및 기초전력공학공동연구소 프로그램으로 지원된 것이며 이에 감사를 드립니다.

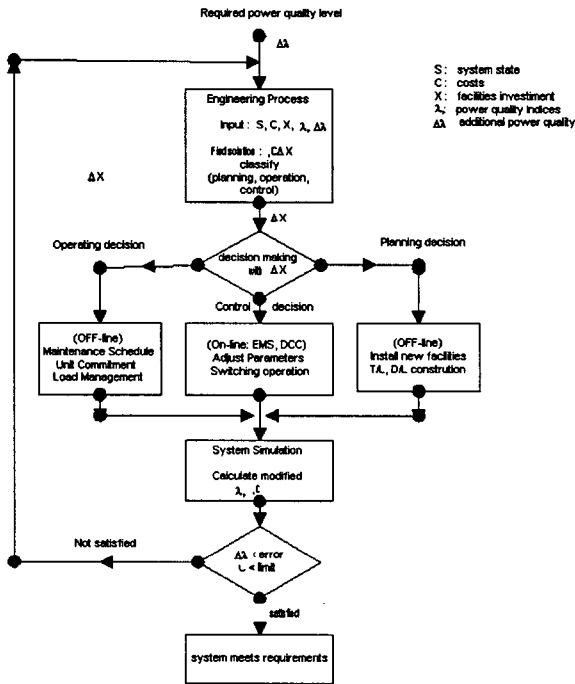


그림 3 엔지니어링 프로세스
Fig. 3 Engineering process for power quality

참고 문헌

- [1] Electric Power Research Institute, "The Western states power crisis: imperatives and opportunities," EPR white paper, June 25, 2001, Palo Alto, CA.
- [2] M. Muhlwitz, J. Meyer, G. Winkler, "Advanced power quality rating under the conditions of deregulated markets," 16th International Conference and Exhibition (IEE conference publication No. 482) v. 2, 2001, p. 5.
- [3] A. Robert, "Supply quality issues at the interface between power system and industrial consumers," Proceedings of the 8th conference on Harmonics and Quality of Power, October, 1998, Athens, Greece, pp. 182 - 189.
- [4] R. Lamedica, G. Esposito, E. Tironi, D. Zaninelli, A. Prudenzi, "A survey on power quality cost in industrial customers," Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Winter Meeting 2001, v. 2, pp. 938 -943.
- [5] M. Sullivan, M. Sheehan, "Observed changes in residential and commercial customer interruption costs in the Pacific Northwest between 1989 and 1999," Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Summer Meeting 2000, v. 4, pp. 2290 -2293.
- [6] W. Golomski, "Reliability and social policy," IEEE Transactions on Reliability, v. 50, No. 2, June 2001, pp. 131-34.
- [7] W. E. Brumsickle, R. S. Schneider, G. A. Luckjiff, D. M. Divan, M. F. McGranaghan, "Dynamic sag correctors: cost-effective industrial power line conditioning," IEEE Transactions on Industry Applications, v. 37, No. 1, January - February 2001, pp. 212 -217.
- [8] E. W. Gunther, H. Metha, "A survey of distribution system power quality preliminary results," IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 10, no. 1, January 1995.
- [9] G. T. Heydt, Electric Power Quality, second Edition, Stars in a Circle Publications, Scottsdale(AZ), USA, 1994.
- [10] G. Heydt, "The costs of impaired electric power quality," 1996 IEEE Transmission and Distribution

5. 결 론

이 논문에서는 전력품질 엔지니어링의 인프라 구조를 확립하기 위한 기본 방안을 제시하였다.

중심개념은 전력시장에서 전력공급자와 수용가가 전력품질에 대해 계약한 경우 전력회사의 총 비용(투자, 손실등)과 수용가가 부담하는 비용(예를 들면 제품의 손실) 및 기타 사회적 관여기관의 비용을 종합적으로 최적화하는 제어모형을 제안하고 이를 해석할 수 있는 방안을 제시함으로써 비용과 이득에 의해 전력품질의 제어가 수행되는 전력품질제어 메커니즘을 제안하였다.

이 메커니즘을 적용하면 현재까지 개념상으로만 제시되고 있는 전력품질 보상에 대한 논의들을 전력품질 지표와 실제적인 의사결정 모형을 이용하여 처리함으로써 사회적 총합 품질비용을 합리화하는 전력품질관리를 기할 수 있는 장점이 있다.

Meeting, September 1996, Los Angeles, CA.

- [11] R. Brown, M. Marshall, "The cost of reliability," Transmission and Distribution, December 2001, pp. 13-20.
- [12] SRI Consulting, "Appropriate level of loss of load probability for Korea," Technical Project 1116, June, 1999, Seoul, Korea.
- [13] G. T. Heydt, W. T. Jewell, "Pitfalls of electric power quality indices," IEEE Transactions on Power Delivery, v. 13, No. 2, April 1998, pp. 570-578.
- [14] A. Chowdhury, D. Koval, "Development of transmission system reliability performance benchmarks," IEEE Transactions on Industry Applications, v. 36, No. 3, May-June 2000, pp. 899-903.
- [15] M. Ryan, M. Osborne, "Power quality: a perspective of system problems and solution considerations," IEE Colloquium 28 on Issues in Power Quality, Warwick, UK, pp. 1/1-1/9, November 1995.
- [16] N. C. Koskolas, S. M. Megaloconomos, E. N. Dialynas, "Assessment of power interruption costs for the industrial customers in Greece," Proceedings of the 8th Conference on Harmonics and Quality of Power October, 1998, Athens, Greece, v. 2, pp. 761-766.

저 자 소 개



이근준(李根準)

1957년 9월 4일생. 1981년 울산공대 전기공학과 졸업. 1985년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 울산대 전기공학과 졸업(공학박). 1976-1998 한전 전력연구원 선임연구원. 1988년-1989년 미국 University of Texas at Arlington

에너지시스템 연구소 연구원. 2001년-2002년 미국 Arizona State University PSERC 교환교수. IEEE Senior member, 발송배전기술사. 현재 충북과학대학 전기과 교수. 주요관심 분야는 전력계통 안정도, FACTS, 전력품질평가시스템 및 계통해석 엔지니어링

Tel : 043-730-6321, 016-466-3726, Fax : 043-730-6329
E-mail: gjlee@ctech.ac.kr, roundyou@hotmail.com