

## 에너지 최적화 및 블랙아웃 방지를 위한 에너지 그리드 기술<sup>1)</sup>

최진식\*

최근 각종 매체를 통해 전력 공급에 대한 우려의 목소리가 커지고 있다. 신문 방송에서도 대규모 블랙아웃을 방지하기 위한 기업의 강제 절전이나 에너지 절약 운동의 필요성을 역설하고 있다. 본 고에서는 소비자의 에너지 절약 노력이나 적극적인 참여도 중요하지만, 에너지 발전 및 배전의 지능화와 에너지관리시스템들을 정보통신 기반에 연결하여 에너지 소비의 지능화를 이룩하기 위한 에너지 그리드의 필요성과 그 효과에 대해 소개하고, 블랙아웃 방지 및 에너지 최적화를 위한 개선책으로 제시하고자 한다.

### 목 차

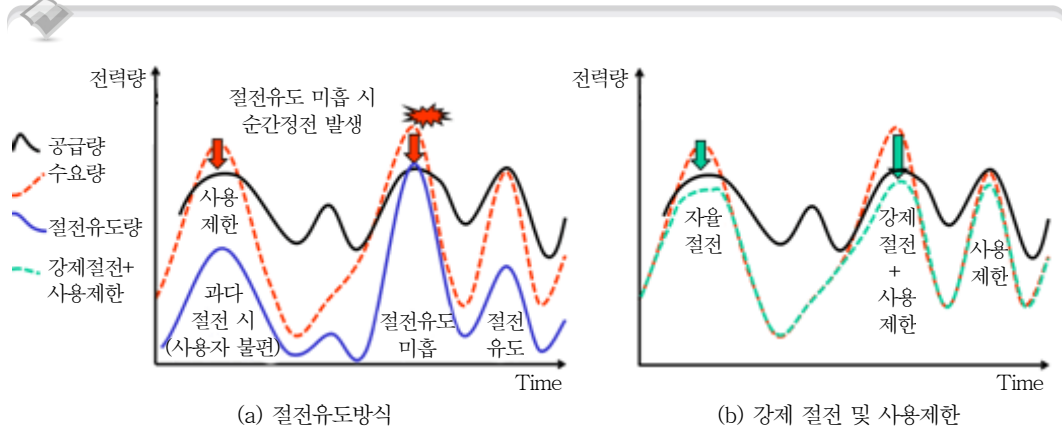
- I. 서 론
- II. 첨단 정보통신 기술을 활용한  
에너지 그리드 기술
- III. 자율형 에너지 최적화 및 에너지  
재생산기술
- IV. 결 론

### I. 서 론

전력은 공급량과 소비량에 적절한 균형을 유지해야만 안전하고 유용하게 전기를 사용할 수 있다. 그러나 (그림 1)처럼 일시적 수요가 늘어나거나 공급이 줄어들 경우 대규모 정전사태가 발생하는 블랙아웃이 발생할 수 있다. 그렇다고 전력 수요의 변화에 따라 전력 생산량을 빠르게 증가시킬 수 없다[1]. 전력을 사용하는 사용자도 전력 공급량의 변화에 따라 에너지 절약이나 전력 수요를 빠르게 조절할 수 없다. 특히, 최근 에너지 사용량이 급격히 늘어나는 여름이나 겨울철의 경우 그리고 발전장비의 결

\* 한양대학교 컴퓨터공학과/교수

1) 이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. H6121-2013-1298) :



(그림 1) 전기 공급량과 수요량의 불균형에 따른 블랙아웃 현상

함이 발생하는 경우, 일시적 전력 수요공급의 불균형에 따른 대규모 정전사태의 위기가 본격화할 전망으로 예측되고 있다[2].

대규모 정전사태의 방지를 위해 정부는 대단위 예비전력을 확보하고, 예비 전력이 부족한 전력 피크 시간대의 경우 대기업이나 공공기관 나아가 일반 가정에도 절전을 유도하고 있다. 또한 선택형 최대 피크 요금제를 확대하고 전력소비 절약을 위해 에너지 규제와 절약 인센티브를 병행하여 추진하고 있다[3]. 전기안전공사도 정부대책에 선제적으로 전력대란 예방을 위한 전력공급 차질 방지, 대국민 절전 홍보, 자체 에너지절약 대책 시행 등 3개 분야별 예방 대책을 추진하고 있다[3].

그러나 자발적 전기 절약의 유도는 사용자가 절약해야 하는 전력량을 즉시 알기 어렵고, 안다고 하더라도 어떤 전기 기기의 절약을 유도해야 될지 알 수 있는 여지가 많지 않다[8]. 즉, 사용자가 전등을 끄거나 에어컨을 끌 경우 전력 수급에 얼마나 도움이 되는지 바로 알기 어렵다. 피크 시간에 각 개인이나 대기업, 공기업 등에 강제 절전을 유도할 경우 절약되는 전력량에 비중이 얼마나 절약되는지를 즉시 파악하는 것과 자신이 절약한 전기가 자신의 요금에 얼마나 효과를 주는 지도 바로 알기 어렵다. 병원이나 신호등 그리고 기타 중요한 전기의 사용에 대해서도 일일이 중요도를 검사하며 절약을 유도하기 어렵고, 피크 시간이 지나고 전력 수급에 여유가 생길 경우 다시 사용을 유도하기도 쉽지 않다.

본 고에서는 소비자의 에너지 절약 노력이나 적극적인 참여도 중요하지만, 에너지 발전 및 배전의 지능화를 넘어 에너지 소비의 지능화를 이룩하기 위한 에너지 그리드의 필요성과 그 효과에 대해 소개하고, 블랙아웃 방지 및 에너지 최적화를 위한 개선책으로 제시하고자 한다.

## 11. 첨단 정보통신 기술을 활용한 에너지 그리드 기술

스마트그리드 기술은 첨단 정보통신 기술을 활용한 전력 네트워크의 지능화로 에너지 산업의 녹색화 기술이다[4]. 첨단 정보통신 네트워크 기술을 이용하여 전력 생산자와 공급자 그리고 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하고 활용하여 에너지 효율을 높이기 위한 최적화 기술이다. 공급자와 소비자 사이에 실시간 양방향 통신을 통해 전력 공급 및 소비에 대한 의사결정에 필요한 정보를 공유한다. 에너지 공급자 입장에서 이러한 정보의 공유는 사용자 계량기로부터 다양한 디바이스 정보 및 사용량을 얻을 수 있어 전력량 공급에 효율성을 제공할 수 있고, 반대로 전력운영회사의 소비가격이나 예비 전력량에 대한 정보를 제공하여 스마트 디바이스의 운용 모드를 유연하게 변경할 수 있다. 나아가 대형 발전소 건설 대신 비상용 발전기와 에너지 저장장치(Electric Energy Storage: EES)를 신축 대형 건물이나 관공서에 장착해서 여유분을 비축하고 비상시 활용하는 방안이 제시되었다[7]. 또한 최근 에너지 수급의 불균형을 미리 방지하기 위한 수요반응 기술을 도입하거나, 신재생 에너지를 통한 클린 에너지를 확보하고 에너지의 분산 발전을 통한 지역단위의 마이크로 에너지 그리드를 추진하고 있다[4]-[6].

그러나 스마트그리드 기술은 공급량에 비례한 수요조절이나 전기저장장치 또는 분산발전, 마이크로 에너지 그리드 등 전력 공급에 따른 소비 제한과 같은 예방적 대처방법으로는 순간적으로 변화하는 전력 사용 요구를 따라가기에는 부족하다[3]. 또한 아직까지 구체적인 비즈니스 모델이나 서비스 시장 창출 등이 부진한 상태이다. 수요반응 시설도 정부 재정에 한정된 범위만 진행되고 있다. 전기에너지 저장장치는 세계적인 경쟁력을 보유하고 있으나 초기 투자비용 부담과 낮은 전기요금 등으로 투자 및 설치가 어려운 상태이다. 따라서 정부와 관계자들이 에너지 공급과 수요에 균형을 유지하면서 대규모 정전사태를 방지하고 비용절감 효과를 얻기 위한 새로운 기술 개발을 필요로 하고 있다.

소비자 입장에서는 사용자 에너지 기기에 대한 전력 사용량을 분석하고 사용자 스스로 전력 사용을 절감하도록 제어 관리해 주는 에너지관리시스템(Energy Management System: EMS)의 확산이 필요하다[7]. 또한 다수의 에너지관리시스템들을 유기적으로 상호 연결하여 사용자 측면에서 총체적 에너지 절약을 유도하거나 저장한 에너지 및 절약된 에너지를 필요한 사용자에게 제공함으로써 전력 재생산과 전력 사용자 만족도도 높여야 한다.

에너지 그리드 기술은 에너지의 생산에서부터 분배 및 소비에 이르기까지 그리고 절약

하거나 저장한 에너지를 다른 사용자가 사용할 수 있는 재생산에 이르기까지 총체적 에너지 관리 기술이다. 또한 전력회사 측면에서는 전력부하 예측에 따라 정전사태와 같은 장애를 사전에 감지하고, 사용자의 전력에 대해 실시간 자율적 제어가 가능하도록 에너지관리시스템들과 스마트그리드와의 유기적 결합을 구현시키는 기술이다. 그리고 사용자가 스스로 에너지 절약의 참여를 유도하고 사용자들끼리 에너지를 공유할 수 있도록 에너지 소비지능화를 위한 에너지관리시스템들의 결합 기술이다. 에너지 그리드 기술은 효율적 전력 생산 및 분배 그리고 에너지 저장 및 소비에 이르기까지 에너지 생산에 소비를 모두 포함한 종합적 에너지 지능화 기술이다.

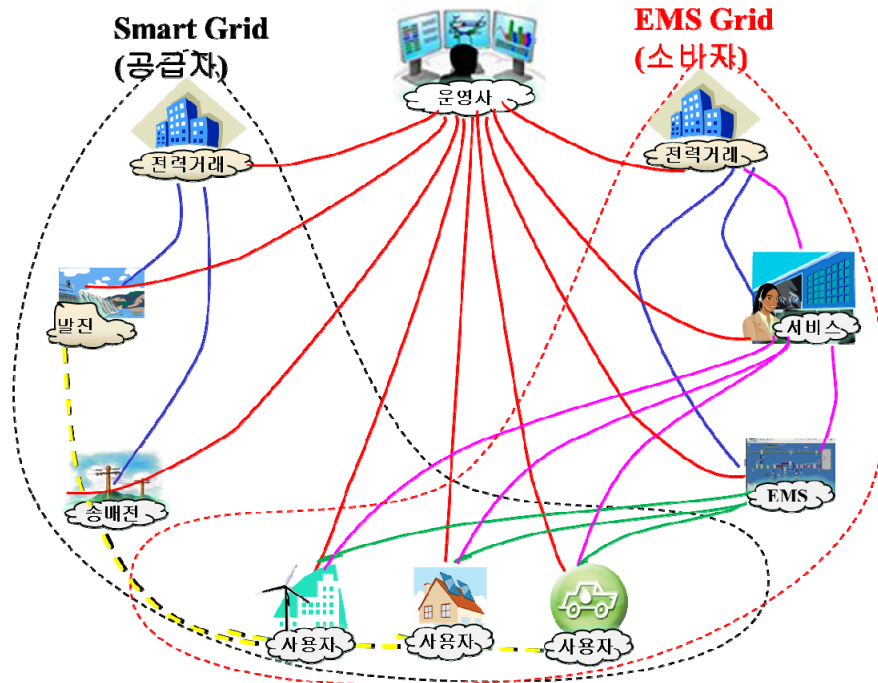
### 111. 자율형 에너지 최적화 및 에너지 재생산기술

에너지 그리드는 (그림 2)와 같이 사용자들을 위한 에너지관리시스템 그리드와 스마트 그리드의 유기적 결합 기술이다. 에너지관리시스템 그리드는 사용자의 현재 전력 사용량과 전체 예비 전력 공급량에 대한 비율을 알려줌으로써 스스로 아껴 쓸 수 있는 자율형 에너지 제어 기술이다. 전력 수급이 여유가 있을 경우 모든 시설을 사용자의 편의에 따라 사용할 수 있다. 점점 전력 수급이 어려워짐에 따라 우선 편의 시설에 대한 전기 사용을 제한하고, 전력 수급이 조금 더 어려워지는 단계에서는 전등 등 약간의 부가 시설에 대한 전기 사용을 제한할 수 있다. 아무리 사용자가 전기를 사용하려고 해도 전력 수급의 불균형이 일어날 경우 수용반응 기술을 이용하여 전원 공급을 제한할 수 있다. 대신 병원이나 공공시설처럼 반드시 사용되어야 할 곳에 대한 전력은 항상 보장해준다. 이처럼 전력 수급 위기 수준에 따라, 또한 에너지 사용 대상에 따라 적절한 에너지관리 방법을 차별화함으로써 사용자 만족도와 에너지 효율성도 높일 수 있다.

다음은 에너지관리시스템들의 유기적 결합이다. 전력 수급 상황에 따라 모든 에너지관리시스템이 협력하여 반응한다. 블랙아웃이 예상되는 경우 모든 에너지관리시스템이 가정이나 빌딩 내 전력 사용의 중요도에 따라 미리 설정된 정전 제어 기능을 활용하여 전력공급원으로부터 절전에 대한 실시간 요구사항을 받아 강제적으로 전원을 끌 수 있다. 예를 들어 전체 전력 수급에 대한 상황과 각 에너지관리시스템이 사용 가능한 전력량을 각 가정이나 빌딩의 에너지관리시스템에 알려주고, 각 에너지관리시스템은 미리 설정된 대응 단계에 따라 자율적으로 전력을 강제 절전하여 빠르게 대응 절전을 실시한다.

사용자가 전기를 추가로 사용하려고 할 때도 에너지관리시스템이 전력 수급 상황 및 중요도에 따라 미리 공급 가능 여부를 정보통신망을 이용하여 상위 에너지관리시스템과 거래하고, 전력 공급 회사의 에너지관리시스템은 공급 전력량 여부에 따라 사용 허락을 통해 전체 전력 사용자와 사용량을 제한할 수 있다. 만일 추가적인 공급이 어려울 경우라도 사용자와 사용자 간에도 서로 남은 유휴 전기를 서로 거래할 수 있도록 중계한다. 이 경우, 일부 사용자의 에너지 절약을 유도하여 인센티브를 제공하고 절약을 통해 줄어든 전기를 필요로 하는 사람이 재사용하여 일시적 수요 불균형도 자체적으로 해결한다. 또한 전력 저장장치가 있다면 해당 시간에 전력 저장장치를 켜서 자신의 전력 사용은 줄인다. 저장장치의 사용을 통해 줄어든 전력량은 다시 전력공급 시설에 보고되고 다른 사용자가 재사용할 수 있다. 에너지 절약이 다른 사용자에게 제공되는 일종의 전력 재생산 기술을 제공한다.

결국 에너지 그리드 기술은 발전 및 송배전 측면에서 지능화 기술인 스마트그리드 기술을 넘어 사용자 측면에서도 에너지 사용에 지능화 기술을 통해 에너지 생산, 분배, 소비에서 에너지 효율성을 높이고 필요한 곳에 에너지를 제공하는 에너지 사용 최적화 기술이



(그림 2) 스마트그리드와 에너지관리시스템 그리드들의 상호 연결된 에너지 그리드

다. 다수의 사용자와 에너지 저장장치들을 유기적으로 묶어 전력 수급에 대한 변화에 따라 사용자의 사용량을 강제로 조절할 수 있어 블랙아웃도 방지할 수 있다. 또한 전력이 모자랄 경우 사용자에게 불필요한 전기의 낭비를 줄이고 절약을 유도하여 절약한 전력을 다른 사용자가 다시 쓸 수 있게 에너지 재생산도 가능하다.

에너지 그리드 구축을 위해서는 첨단 정보통신의 역할이 중요하다. 많은 가정이나 빌딩에 에너지관리시스템이 구축되어야 한다. 에너지관리시스템은 사용자의 기기와 유기적 스마트 홈/빌딩 네트워크를 구축하여 기기의 사용을 제어할 수 있어야 한다. 가정의 스마트그리드 전력계량기와도 유기적 결합이 필요하고, 정보통신망을 통해 모든 에너지관리시스템과 서비스 공급자와도 결합되어야 한다. 사용자는 별개의 정보통신망을 활용하여 사용자 측면에서 에너지관리시스템 그리드를 형성함으로써 사용자, 서비스 공급자와 에너지관리시스템들이 연결될 수 있어야 한다. 많은 수의 사용자 응용 프로그램이 개발되어 사용자에게 스마트 홈/빌딩 서비스가 제공되어야 한다. 스마트 홈/빌딩 사용자의 확대는 다시 전력 공급자와의 연결을 통해 다수의 사용자가 가지는 자율적 에너지 절약이나 다수의 사용자가 동참하는 강제 절전, 나아가 사용자가 절약한 에너지가 꼭 필요한 사람에게 사용될 수 있게 하는 에너지 재생산을 통해 에너지 최적화 및 블랙아웃 방지 기능을 제공해야 한다.

#### IV. 결 론

우리나라는 전 세계에서 가장 발달한 첨단 정보통신망을 보유하여 온 국민이 정보통신의 혜택을 가장 잘 받고 있는 나라이다. 전력 발전 및 송전, 배전기술에서도 스마트그리드 구축을 통해 에너지 효율을 지속적으로 늘리고 있다. 본 고에서는 사용자 측면에서 정보통신망 활용을 통해 에너지 사용의 최적화 및 대규모 정전사태를 방지할 수 있는 에너지 그리드를 소개하였다. 에너지 그리드는 가정이나 빌딩 내 소규모 에너지관리시스템을 구축하고 이들을 정보통신망으로 연결하여 사용자에게는 전력 사용의 종류에 따라 양질의 전력을 공급하고, 에너지가 모자랄 경우 불필요한 전력만큼 자율적 절약을 유도하며, 사용자가 절약한 에너지나 저장장치에 확보된 에너지를 다른 사람과 공유하는 에너지 재생산 기술이다. 특히, 스마트그리드와 유기적인 연결관계를 구성하여 전력 생산 및 분배의 최적화뿐만 아니라 가정이나 빌딩 등 수요자 입장에서 공급량에 대한 수요 조절과 자율적 절

약을 유도함으로써 대규모 정전사태와 같은 문제가 예상될 경우, 강제적으로 전력 사용을 제한할 수 있는 에너지 제어 기술이다. 또한, 다른 사람이 절약하거나 저장한 에너지를 꼭 필요한 사람에게 제공하면서 필요한 사용자에게 양질의 전력을 재생산하여 쉽고 편하게 에너지 최적화를 이룩할 수 있다.

### <참 고 문 헌>

- [1] 여름철 전력 수급 전망 및 대책 발표, 산업통상자원부, 2013년 5월 31일. <http://www.mke.go.kr>
- [2] 김상기, 오늘 블랙아웃 위험.. 원전 가동중단 여파, 국민일보, 2013년 6월 3일.
- [3] 김병일, 올 여름 ‘블랙 아웃’ 예방 총력 대응, 전기신문, 2013년 6월 2일.
- [4] 도윤미 외, “스마트그리드 기술 동향: 전력망과 정보통신의 융합기술”, ETRI, 전자통신동향분석 제 24권 제 5호 2009년 10월, pp.74-86.
- [5] 최향미, “글로벌 에너지 위기 대응을 위한 한국전력의 스마트 에너지 전략”, 국제경영리뷰 제 16권 제 1호, 2012. 3, 275-293 p.19.
- [6] “원격 에너지관리시스템- 제 1부: 일반요구사항,” SGSF-053-3, 2014.
- [7] ICT 신기술을 활용, 절전한 양만큼 시장에 되팔 수 있게 된다, 산업통상자원부, 2013년 8월 19일. <http://www.mke.go.kr>
- [8] 김병일, “비상발전기·EES 전력위기 극복 대안으로”, 2014-07-17, [http://www.electimes.com/m/view.jsp?news\\_uid=115064](http://www.electimes.com/m/view.jsp?news_uid=115064)

\* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.