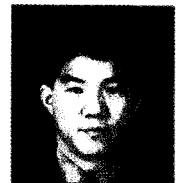


## DC 배전기술 현황 및 전망



김응상  
한국전기연구원 신재생에너지시스템연구센터  
팀장/책임연구원

### 1. 배경 및 필요성

19세기 말 전력산업 초창기에는 기술적 사회적으로 AC 배전이 훨씬 유리했기 때문에 전력인프라가 AC체제로 구축되었으나 최근 미국 환경보호협회 조사에 따르면 거의 2.5billion의 전기제품이 전력

공급기를 내장하고 있고, 매년 400~500million의 새로운 전력공급기가 공급되고 있는 것으로 조사되었다. 이 전력공급기를 통해 흐르는 전력량은 207 billion kWh 이상이며, 전체 전력요금의 6% 정도를 차지하므로 효과적인 설계를 통해 15~20% 정도의 에너지를 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

이는 연당 32billion kWh이고 금액으로 산정하면 2.5billion 달러에 해당되며, 사용되고 있는 대부분의 마이크로 프로세서는 직류 전원 공급이 필요하고 정밀한 기기의 동작을 위해 정교한 조정이 필요하다. 이러한 장치내에서의 AC/DC 변환과정에는 25~35% 정도의 전력손실이 발생한다. 이 손실의 반은 AC/DC 변환과정에서 발생하며, 나머지는 DC/DC 변환과정에 생긴다. 단순히 AC/DC 변환을 제거할 경우 10%~20%의 손실을 줄일 수 있다는 것이 미국 EPRI의 분석이다.

또한 선진국은 물론 국내에서도 최근 저탄소 녹색성장 정책에 부합되는 클린 에너지로 분류되는 신재생에너지에 대한 보급을 대폭적으로 증대시키고 있다. 이러한 신재생에너지 중 태양광, 연료전지 등 일부는 직류로 발전되어 교류로 변환하여 기존 계통에 연계시켜 전력을 공급한다. 또한 전력계통에서 공급받은 교류는 상당 부분 다시 직류로 변환

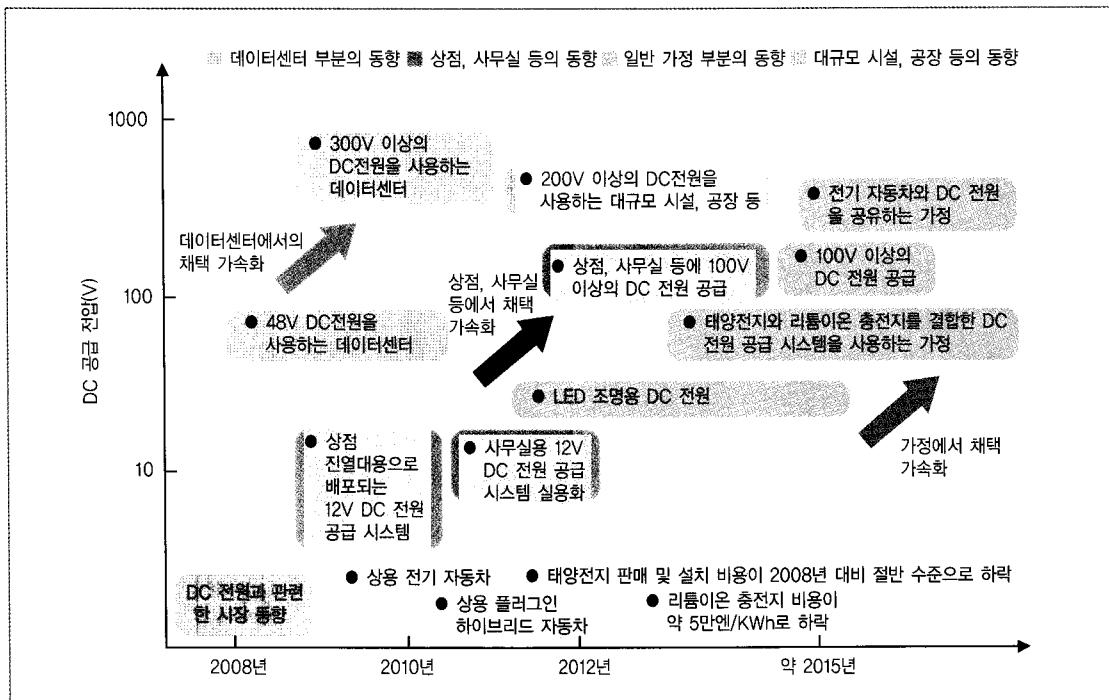
하여 부하에 전력을 공급한다. 이러한 여러번의 변환 과정에서 많은 전력이 손실되고 있다. 따라서 본고에서는 직류 공급의 필요성, 국내외 기술개발 현황 및 시장 현황에 대해서 검토해 보고자 한다.

## 2. 국내외 기술개발 동향

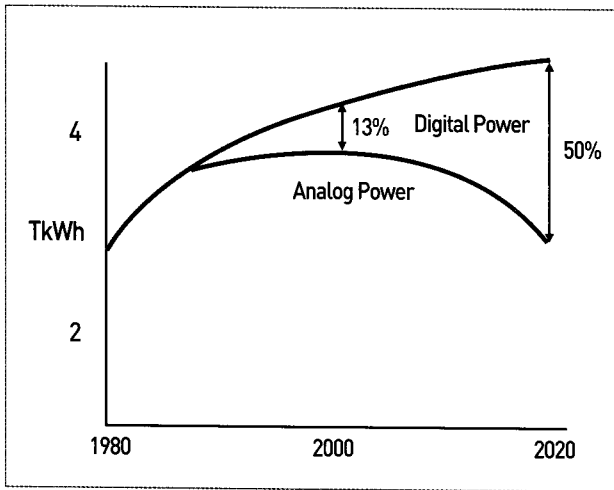
저탄소 녹색성장 정책에 의한 직류 발전을 많이 포함하는 신재생에너지의 보급증대 및 최근의 생활 변화에 따른 직류부하의 증가로 직류배전 공급의 필요성이 대두되고 있는 상황에서 국내외 기술개발 현황을 알아본다.

### 2.1 국외 기술개발 동향

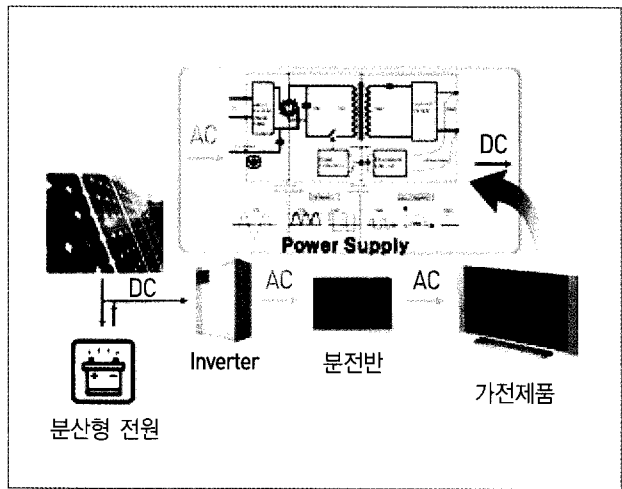
일본 파나소닉 전기공업에서는 AC와 DC를 모두 처리할 수 있는 배전반을 올해 출시할 예정이며, 샤프,



[ 그림 1 ] 일본의 DC 도입 로드맵



[ 그림 2 ] 부하변화 예측(EPRI)



[ 그림 3 ] 부하변화 예측(EPRI)

TDK 등에서는 DC Home 개념을 설계하고 있다. 한편 바닥이나 벽 등을 통한 DC 공급 시스템도 개발 중에 있다. 또한 48V DC 공급을 이용한 데이터 센터를 2008년 10월에 개소하였으며, NTT 퍼실리티즈와 히타치는 DC전원 공급 시스템을 사용하는 IDC 구축계약을 체결한 상태이다. NTT에너지는 2008년 11월에 48V DC 전원공급에 대한 가이드라인을 공개하였다.

그림 1에서와 같이 우선 데이터 센터의 DC화, 상업 및 사무실, 일반가정, 대규모 시설 및 공장으로 구분하여 시차를 두고 추진하고 있다.

미국 전력연구소 ERPI에서는 수용가의 DC 전원 및 고품질 전력 수요에 대응하고 분산전원과 전기 자동차의 전력망 연계를 효율적으로 수행하기 위해 전력용 반도체 소자를 사용한 변압기 IUT (Intelligent Universal Transformer)를 개발 중이다. 이를 통해 15kVac 입력전원으로부터 240Vac, 400Vdc 및 고주파 등의 전원을 수용가로 직접 공급하고자 하며, 2020년에는 부하의 50%가 디지털 부하

로 구성될 것으로 예상하고 있다. 그림 2는 직류 부하의 증가에 대한 추이를 그림 3은 신재생에너지가 도입됨으로써 직류 부하 및 전원이 증가하는 추세를 보여주고 있다.

한편, 루마니아는 국가과제로 DCiDER(2005~2008) “DC distribution grids for optimal use of renewable energy sources.”와 DCnet(2006-2008) “DC Distribution Networks for Industrial Applications”을 수행하고 있으며, 스웨덴에서는 저전압 DC 공급방식에 대해 검토하고 소규모 DC 망에 대한 실증시험을 수행한 바 있다. 향후 과제로 계통 최적화, 보호, 접지 및 DC 마이크로 그리드 연구를 제시하고 있다.

핀란드 Lappeenranta University에서는 LV(Low Voltage) DC 시스템이 부하가 300kW 이하인 MV(Middle Voltage) 분기선로를 대체하는데 경제성이 있는 것으로 평가하고 있으며, 최저 부하는 50kW 정도인 것으로 평가하고 있다. 이를 근거로 핀란드 배전계통 중 50~300kW의 분기선로를

LVDC로 대체할 경우에 전압변동, 정전, 순간전압 강하, 과전압, 고조파, 전압 불평형 등의 전력품질 을 검토한 결과 저장장치와 IGBT AC/DC 컨버터 로 인해 품질이 향상되었음을 보고하고 있다.

## 2.2 국내 기술개발 동향

전기위원회 보고에 의하면 아래 표 1 및 그림 4에 서와 같이 상업·가정용은 컴퓨터, OA 기기, 디스 플레이 등 디지털 기기 보급과 냉난방용 전력수요 등 국민소득 증가에 따라 지속적인 증가세를 나타 내고 있고, 조류 발전 신재생에너지 또한 지속적으로 증가하고 있는 추세이며, 에너지기술기획평가원 에서는 DC 배전에 대한 구체적인 준비가 추진되고 있다.

KT에서는 2008년에 목동 IDC(Internet Data Center)를 DC화하여 전력변환 횟수 감소로 20% 에너지효율을 향상시켰으며, 향후 신축하는 IDC는 DC로 구축할 계획이나 아직 기존 전력공급장치 및 전기배선 규격 등이 표준화되지 못한 상태이다.

경원대에서는 삼성물산과 공동으로 가정내 DC 배선에 따른 영향과 효과분석에 대한 연구를 수행 한 바 있으며, 건국대에서는 수용가내 DC 저압배 선 방식에 따른 효율 비교시험을 수행하고 역율, 소비 유효전력, 대기전력 측면에서 기존 AC방식에 비 해 유리함을 증명하였다.

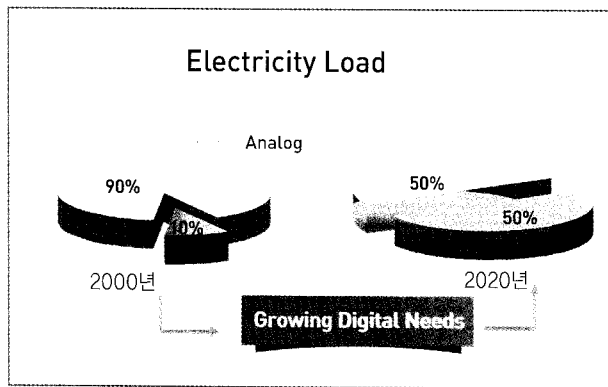
삼성물산에서는 제로에너지 시범주택인 'Green Tomorrow'을 설계하면서 태양광, 태양열, 풍력, 지열 발전과 함께 DC 구내 배전시스템을 구축하 여, 전기자동차의 직접 충전이 가능하도록 하였다. 주요 내용을 보면 DC 수배전반, 컨버터 30kW, 수전 용량 30kW, 지붕형 BIPV 22kWp, 창문형 BIPV, 블라인드형 BIPV, 풍력 발전기 3kW 1대, 리튬 전 지 50kWh, 연료전지 200W, 주거용 초고속 정보 통신 설비 등으로 구성되어 있다.

전자부품연구원에서는 DC Home 구축 타당성 검토를 수행한 결과 현재의 옥내의 600V 전선으로 400Vdc 공급이 가능하며 DC 공급시 41% 용량 증

전기위원회 웹진 50호, 2007년

연 도	TV	냉장고	김치냉장고	세탁기	선풍기	에어컨
1985	0.69	0.87	-	0.39	1.32	0.02
1989	1.04	1.03	-	0.65	1.49	0.09
1993	1.35	1.08	-	0.91	1.40	0.09
1997	1.37	1.05	-	0.95	1.54	0.21
2000	1.43	1.08	0.11	0.96	1.58	0.29
2002	1.44	1.05	0.33	0.96	1.61	0.38
2004	1.45	1.04	0.48	0.96	1.61	0.42
2006	1.46	1.02	0.63	0.98	1.75	0.48
2004년 대비 증감율	0.69%	-1.92%	3.25%	2.08%	8.70%	14.29%

[ 표 1 ] 가전용 디지털 기기 보급 증가



[ 그림 4 ] 직류부하 증가 추이(지식경제부)

대 효과가 있으며, 태양광 발전 및 전기자동차가 연계될 경우 5~6% 에너지 효율 상승이 가능한 것으로 제시하고 있다. 한국전기연구원에서는 에너지기술기획평가원 지원으로 2009년 6월부터 “스마트배전시스템 개발” DC 배전시스템 구축을 위한 타당성 조사연구를 수행하고 있으며, 2010년 부터는 DC배전 구축을 위한 요소기술 개발에 착수하였다.

### 3. 맺음말

본 DC 배전의 기술현황 및 전망에서는 국가 에너지 사용 효율과 자급률 향상, 기후변화 적극 대응, 지속가능 경제성장을 위한 에너지 혁신 기술에 근거한 그린홈, 그린카, 그린IT 등 그린에너지 인프라 구축이 중요하고, 디지털화에 부응하는 직류 배전 전력공급의 중요성을 강조하였다.

따라서 상기와 같은 필요성이 대두되는 DC 배전의 구축 및 운영을 위해서는 ▲DC 배전에 대한 전압레벨 등 구성형태 및 운영방안 선행과 함께 이와 같은 DC 배전 시스템 구축을 위한 ▲핵심 요소 기술의 체계적인 개발 또한, 수용가를 통한 시범적용, 시범단지 조성 및 관련 제도 개선 등 직류 서비스 실용화를 통한 ▲직류 서비스 체계의 단계적 구축, 이 같은 시행방안은 정부 및 민간이 혼연일체가 되어 추진해 나가야 한다. KEA