



저압 직류 마이크로그리드 기술동향

전진홍 <한국전기연구원 책임연구원>

1 서론

환경문제는 이제 전력분야의 가장 큰 고려사항이며 신재생에너지원의 이용 및 에너지 효율 향상은 전력분야의 주된 이슈가 된지 오래다. 에너지효율을 극대화하기 위해 기존의 계통구조를 변화시키고자 하는

노력은 마이크로그리드를 비롯한 새로운 전력망구조를 탄생시켰으며 이미 세계 각지에 구현되어 그 효율성을 입증하고 있다. 잘 알려진 대로 전기산업이 태동할 당시부터 최근까지 여러 가지 이유로 전력분야는 교류(AC)를 중심으로 움직여왔다. 하지만 1900년대 후반 전력전자기반의 기기들이 전력계통에 유입되

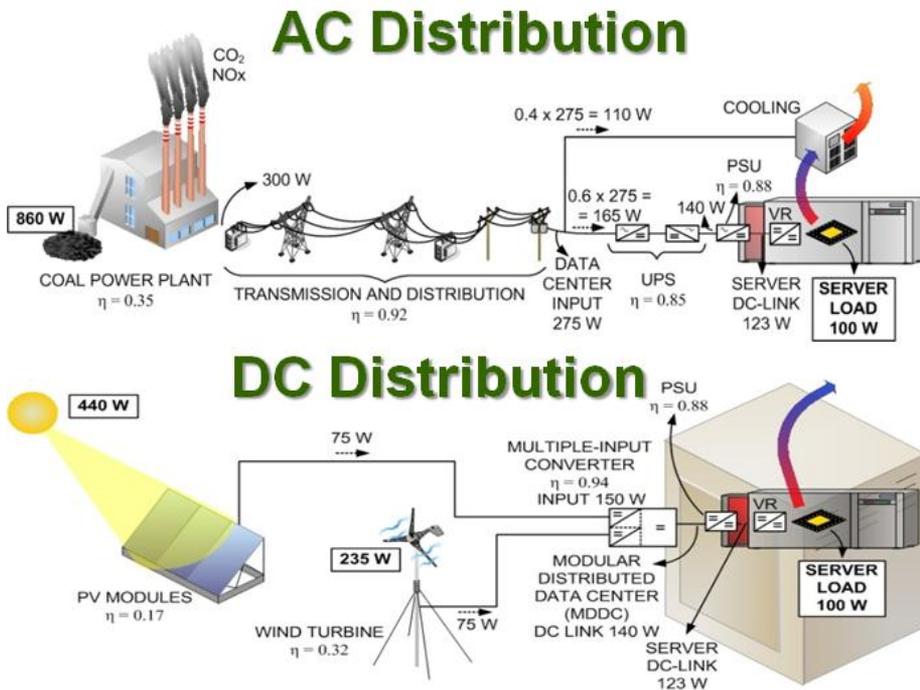


그림 1. 100kW부하 공급을 위한 교류, 직류 단계적 효율 비교 (1)

고 그 응용분야를 넓혀간 끝에 직류가 가지고 있는 단점들을 어느정도 극복하고 그 적용분야에 대해 다시 생각해볼 수 있는 시점까지 오게 되었다. DC를 선두로 한 직류기반의 기기들, 태양광발전, 에너지저장장치 등을 비롯한 직류기반 전원들은 이들의 효율을 극대화할 수 있는 새로운 계통의 필요성을 부각시켰고 수용가 전체를 직류로 급전할 수 있는 직류배전시스템의 개발을 촉진시켰다. 직류배전은 기존 교류중심의 전력계통에 새로운 흐름이 되고 있다. 직류배전의 주요 장점은 아래와 같다.

- 직류부하에 대한 높은 전원공급효율
- 직류기반 발전원의 연계 유연성 (PV, ESS, Fuel Cell 등)
- 무효전력 관련사항 고려 불필요
- 기존 교류계통과의 연계 및 재연계에 필요했던 동기화 문제 제거

직류배전의 시스템효율을 논하는 것은 복잡한 일이다. 정확히 언급하자면 직류배전은 특정 조건에 대해

시스템효율 극대화가 가능하다. 그림 1과 같이 여러 문헌에서 직류배전시스템에 대한 단계별 효율을 보여 주며 기존 교류시스템보다 효율이 높다고 기술하는 것은 대부분 직류부하를 전적으로 사용하거나 특정계통조건하에서 계산된 결과를 가지고 판단한 것이다. 즉 직류배전의 시스템효율이 경우에 따라 달라지므로 명확한 기준을 제시하기 어렵다는 것이 전문가들의 중론이다. 하지만 특정조건에 대한 효율극대화가 가능하다는 점은 부인할 수 없으며 특정조건이 보편화되어 일반적인 상황으로 여겨지는 시점이 온다면 직류배전의 시스템효율이 꼭 조건부라고 평가하기 힘들 수도 있다. 실제로 그림 2과 같이 일본에서 IT 장비와 PC 기타 직류기반 부하의 에너지사용량은 매년 증가하고 있으며 수치적으로 최근 5년 사이 18%의 증가를 기록하였다. 직류 부하는 현 상황으로 미루어볼 때 계속적으로 증가할 것이 유력하다. 직류 부하의 비중이 높은, 예를 들어, 데이터센터나 통신설비 등은 처음 건설단계부터 직류로 공급하는 체계를 갖

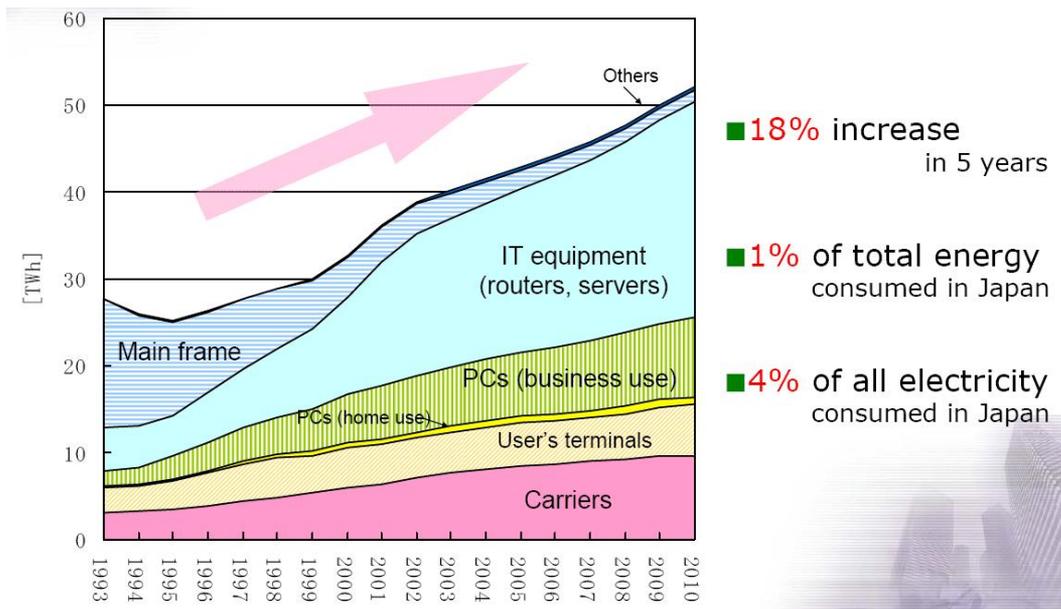


그림 2. 통신과 컴퓨터분야의 에너지사용량(일본) 추세 (2)

추는 것이 가장 좋은 방안이 될 수 있다.

2. 직류 마이크로그리드

신재생에너지원 중 직류기반의 발전원인 PV, Fuel Cell 등은 직류배전시스템에 연결이 더 용이하고 빌딩이나 일반수용가에 다른 신재생에너지원보다 적용이 쉬워 직류배전시스템의 적용분야를 한층 넓이는 요인이 될 수 있다. 그동안 마이크로그리드는 교류계통을 기반으로 연구가 많이 진행되어 왔다. 하지만 교류마이크로그리드에서 개발한 운영기법 대부분이 직류마이크로그리드에 큰 수정없이 적용 가능하고 특히 무효전력문제와 기존 교류계통처럼 상위계통과의 재연계에 필요한 동기화문제를 고려하지 않아도 되는 장점은 직류마이크로그리드의 제어와 구현을 보다 쉽게 할 수 있게 한다. 그림 3에 직류 마이크로그리드의

간단한 구성도가 나타나 있다.

최근의 직류배전을 향한 관심에도 불구하고 아직 직류배전분야는 해결해야 할 과제가 많이 남아 있는 것이 사실이다. 새로운 기술이지만 도입을 고려하는 입장에서 볼 때 직류배전시스템이 기존 교류시스템을 대체할 만큼의 경제적인 이득을 제공해 줄지는 의문스럽다. 이는 직류배전시스템의 적용분야가 아직 한정적이라는 점, 전력전자기기 (컨버터 등)의 가격이 더 저렴해져야 한다는 점, 직류부하가 더 증가해야 한다는 점 등 복합적인 요소들이 모두 극복된 상태에서 최종소비자중심의 적합한 비즈니스모델이 제시되어야 해결가능하다. 또한 전자기기 제조사들 대부분이 이미 많은 전자기기가 직류기반임을 인지하고 있지만 직류분야의 표준화가 미비한 상태에서 입력부부터 직류기반으로 구성된 제품을 설계하거나 생산하기를 꺼려하는 것은 당연한 일이다. 따라서 직류관련 국제표

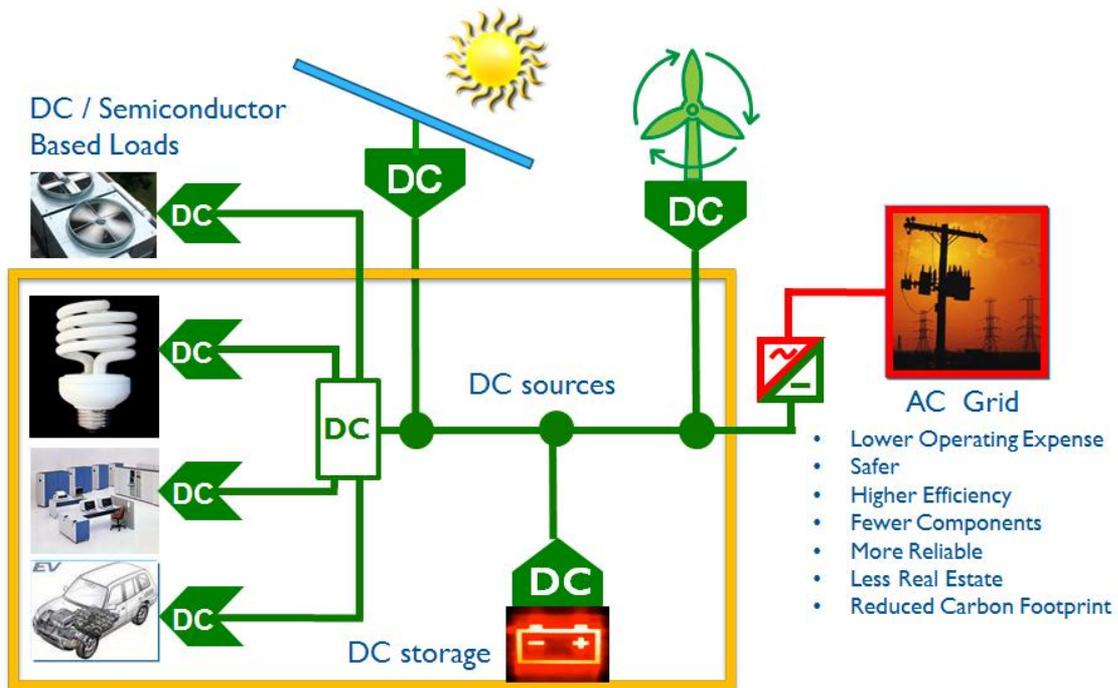


그림 3. 직류마이크로그리드 구성도 (3)

준작업이 빨리 진행되어 관련연구와 제품개발에 도움을 줄 수 있어야 한다.

3. 전기연구원 파일럿 플랜트

아직 위와 같이 미성숙한 환경이지만 직류배전기술

의 개발을 위한 다양한 연구가 국내에서 진행되어 왔다. 하지만 가장 중요한 것은 직류배전기술을 구현하고 운영할 실증사이트를 확보하는 것이다. 직류배전 연구는 초기단계이기 때문에 실증연구를 통해 계속적으로 문제점을 도출하고 이를 해결하는 과정이 필요하다. 본 시스템은 저압직류배전시스템에 투입될 요

표 1. 직류배전 기술 자료 목록

번호	문서명	저자, 발행처	발행년도
1	2013 마이크로그리드 심포지엄 발표자료		2013
2	Direct Current Distribution Networks	Navigant Research	2013
3	IEC SMB SG4 워크숍 2011 발표자료	IEC	2011
4	Optimizing Energy Savings from Direct-DC in U.S. Residential Buildings	Lawrence Berkeley Lab.	2011
5	Phase voltage control and filtering in a converter-fed single-phase customer-end system of the LVDC distribution network	Pasi Peltoniemi, LUT	2010
6	DC Power for Improved Data Center Efficiency	EPRI	2008
7	DC Distribution Systems	Daniel Nilsson	2005

KERI DC MicroGrid Pilot Plant

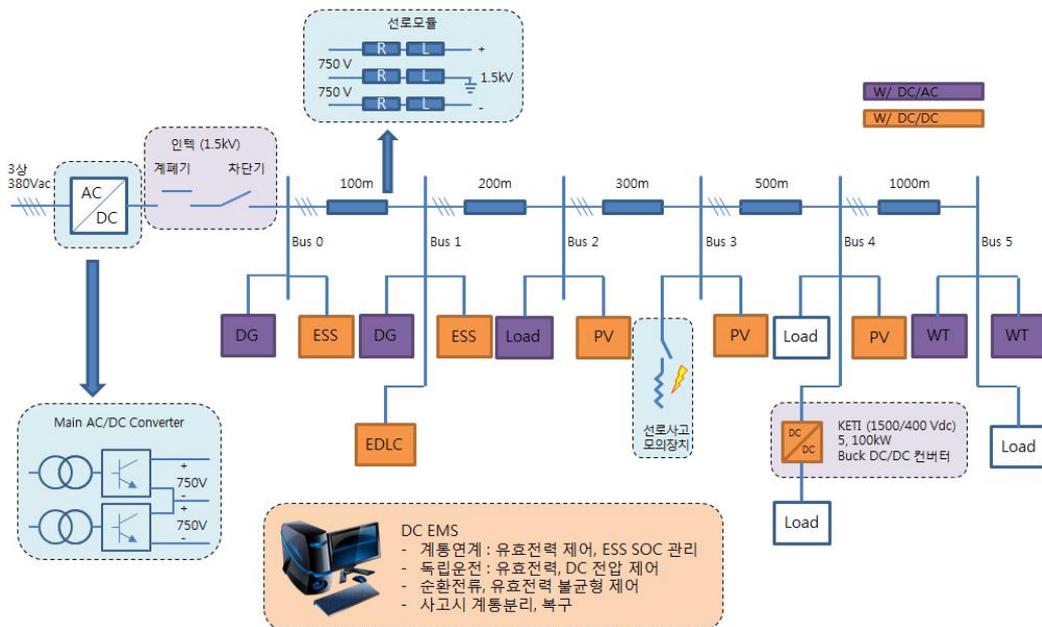


그림 4. 한국전기연구원 DC 마이크로그리드 파일럿 플랜트 구성도

기술해설

소기기를 개발하고 시스템을 운영하는 기법을 연구하는 것을 목표로 하고 있다. 그림 4는 전기연구원에 구축할 저압직류 마이크로그리드 파일럿 플랜트의 간단한 개념도이다. 본 파일럿 플랜트는 국제적인 직류표준동향과 향후 시험할 장비의 사양, 연계될 발전원과 부하의 용량과 표 1에 나열한 직류배전 기술자료 등 복합적인 요소들을 고려하여 설계하였다.

4. 맺음말

현재 한국전기연구원에서는 저압 직류 마이크로그리드 파일럿 플랜트의 구축을 진행 중에 있으며 향후 이를 이용하여 저압 직류 마이크로그리드 운영 시스템, 요소 기기 등을 시험할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] Clarkson University
- [2] NTT Facilities, INC
- [3] NexTek Power Systems

◇ 저 자 소 개 ◇



전진홍 (全鎭洪)

1972년 12월 16일생. 1995년 성균관대학교 전기공학과 졸업. 1997년 성균관대학교 전기공학과 졸업(석사). 2012년 부산대학교 전기공학과 졸업(박사). 1997년~현재 한국전기연구원 차세대전력망연구본부 책임연구원.

Tel : (055)280-1355

E-mail : jhjeon@keri.re.kr