

# 인터넷데이터센터의 교류, 직류급전시스템 비교 분석

김두환, 이성민, 유태식, 김효성  
공주대학교 전기전자제어공학부

## Comparative Study on AC and DC Feed System for Internet Data Center

DuHwan Kim, Sungmin Lee, Taesik Yu, Hyosung Kim  
School of EE and Control Engineering, Kongju National University

### ABSTRACT

인터넷데이터센터는 현대 IT산업의 중심설비로서 수십 MW의 전력을 소비하는 집중부하형태를 취하고 있다. 인터넷데이터센터의 특성상 전원의 신뢰성을 높이기 위하여 무정전전원장치(UPS)를 사용하는 것이 필수사항이다. 따라서 기존의 교류방식은 (교류 직류), (직류 교류), (교류 직류)의 3단계 전력변환이 필요하여 전체 급전계통의 효율저하를 가져온다. 이에 비하여 직류급전방식은 기존 계통 망에 연결하기 위한 (교류 직류) 1단계의 전력변환만 필요하므로 효율을 크게 개선할 수 있을 뿐만 아니라 전원의 신뢰도를 높일 수 있다고 알려져 있다.<sup>[1]</sup> 본 논문에서는 인터넷데이터센터 내에 220V교류방식과 300V직류방식의 시험용 급전계통을 구축하고 똑같은 부하운전 조건에서 실제의 급전효율을 측정하였다.

### 1. 서론

현재 인류문명은 산업사회로부터 정보사회로 전환단계를 거치고 있다. 정보사회의 하드웨어적인 요소는 컴퓨터로 대표되는 디지털기기에며 웹2.0시대를 맞이하면서 디지털빅뱅의 시대를 예고하고 있다. IT통신 분야는 녹색성장에 있어서 에너지 흐름의 효율성을 추진해야할 주요한 개발대상으로 주목 받고 있다.

2008년 발간된 정보통신정책에 따르면 한국 내 데이터센터 1개의 전력소모량은 2만kW정도로 아파트 약 7,000가구의 전력소모량과 비슷한 수준으로서 무시할 수 없는 부하규모이다.<sup>[2]</sup>

미국 내 데이터센터의 전력 소모량을 분석한 보고서에 따르면 시스템 구동을 위해 쓰이는 전기는 전체 전력 소모량의 34%에 불과하고, 나머지 66%는 시스템의 열기를 식히는데 사용된다. 쿨링시스템의 효율을 50%로 가정한다면, 데이터 센터의 전력시스템효율은 약 50%이하로서 매우 저조함을 알 수 있다.<sup>[3]</sup>

따라서 IDC내에 발생하는 열기를 효율적으로 냉각할 수 있도록 서버를 재배치하거나 집중발열을 해결하는 모듈러 쿨링방식을 개발하는 노력이 요구 된다. 그러나 이보다 더 중요한 것은 근본적으로 전력공급시스템의 변환 효율을 10%개선하면 IDC내에 열 발생이 10%줄어들어 50%효율의 쿨링시스템의 용량은 20%줄이는 효과가 수반된다.

본 논문에서는 데이터센터 내에 소규모의 직류배전시스템과 교류배전시스템을 구축하여 실제로 구동하는 조건에서 소모전력과 공급전력을 비교하여 실제의 사이트에서의 효율을 도출하였다.

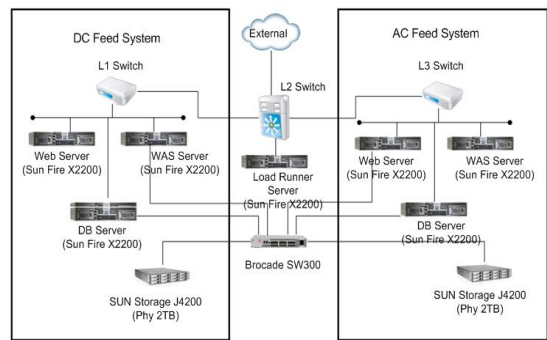


그림 1 데이터센터 테스트 베드의 서버부하 배치 개념도

## 2. 데이터센터 테스트베드 실험

### 2.1 테스트베드의 구성

그림 1은 데이터센터 테스트 베드에 설치된 서버부하의 배치 개념도이다. 직류 및 교류 급전 시스템에 각각 3대의 서버가 WEB server, WAS server, 및 Storage server의 기능을 분담하여 수행하며 1대의 기억장치가 배치되며, 서버들은 로드런너의 지시에 의하여 9시간의 작업을 수행시켜서 실제의 데이터센터의 동일한 운전상황에서 직류급전시스템과 교류급전시스템에서의 전력소비를 비교 분석을 하였다.

### 2.2 부하 실 운전 에 따른 전원 효율 측정

그림 2는 전원 효율 측정을 위한 계측시스템의 외관을 보인다. LabVIEW 계측장비를 사용하여 측정 및 자료 처리를 자동화 하여 전압과 전류를 실시간으로 취득하여 순시전력을 구하고, 시간평균법에 의하여 유효전력을 계산한다.

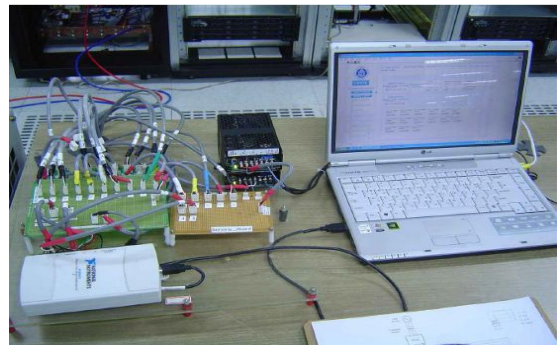
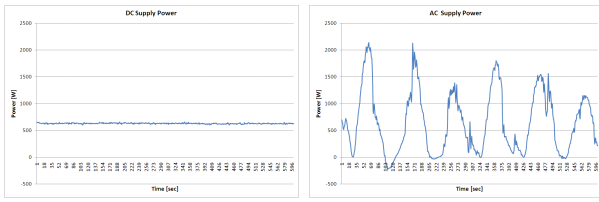
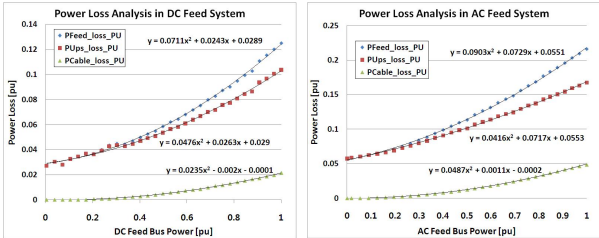


그림 2 LabVIEW를 사용하여 구축한 자료 처리 시스템의 외관



a) DC Feed system      b) AC Feed system  
 그림 3 무부하 운전 조건의 순시전력 파형



a) DC Feed system      b) AC Feed system  
 그림 4 Feed Bus Power를 기준으로 한 퍼유닛 손실전력 곡선

표 1 Feed Bus입력단에서 본 전원 운전 효율

		DC Feed System	AC Feed System
1.5kW base	Short Cable(1m)	90.19%	83.16%
	Long Cable(100m)	89.44%	81.74%

그림 3는 무부하시의 소비되는 순시전력 파형이다. 직류급전 시스템의 경우는 약 610W 정도의 일정한 크기의 순시전력이 소비되는 반면, 교류급전시스템의 경우는 최대값이 약 2,000W로 맥동하는 형태의 순시전력이 소비된다.

데이터센터 테스트베드에 설치되어 있는 전원은 10kW 출력 용량이며, 서버부하는 최대 1.2kW 이므로 전원의 입장에서는 10%정도의 부하밖에 걸리지 못한다. 따라서 전부하 운전영역에서 전체 급전시스템의 효율을 측정하기 위해서 전원의 손실과 서버부하의 소비전력을 퍼유닛 단위로 표현하여 계산한다.<sup>[4]</sup>

표 1은 그림 4의 손실자료를 토대로 구한 전원효율 분석결과이다. 총 서버의 부하용량은 1,200W이고, 급전전원의 용량을 1,500W로 설정한 경우에 대하여 각각의 효율을 분석 하였다. 또한, 배선케이블이 1m로 짧은 경우와 100m로 긴 경우에 대하여 효율을 따로 구하였다. 실제로 케이블의 길이는 다를 수 있으며, 퍼유닛 손실함수를 사용하면 임의의 다양한 케이블 길이를 갖는 조건에서 효율을 구할 수 있다.

## 2.4 PSU 효율측정

표 2은 로드러너 제어에 의한 운전시의 측정실험 한 교류급전 시스템과 직류급전시스템에서 서버의 PSU 평균효율이다.

직류급전시스템에서 서버의 PSU 평균효율은 약 83%정도인 것에 반하여, 교류급전시스템에서 서버의 PSU 평균효율은 약 72%정도로서 약 11%높은 것으로 측정되었다.

표 2 AC Sever 및 DC Sever PSU의 효율측정 결과

	DC Feed system		AC Feed System	
	P <sub>input</sub> [Wh]	P <sub>Output</sub> [Wh]	P <sub>input</sub> [Wh]	P <sub>Output</sub> [Wh]
WEB Sever PSU	1,738.92	1,430.47	2,144.83	1,471.78
WAS Sever PSU	1,859.95	1,551.70	2,146.59	1,517.06
DB Sever PSU	1,954.43	1,635.37	2,144.92	1,645.34
Total	5,553.30	4,617.54	6,436.34	4,634.18
PSU Efficiency [%]	83.15		72.00	

표 3 전체 급전시스템 효율

	DC Feed system	AC Feed system
Sever PSU Efficiency [%]	83.15	72.00
Power Supply Efficiency [%]	100m Cable	90.19
	1m Cable	89.44
System Efficiency [%]	100m Cable	75.0
	1m Cable	74.4

## 2.5 전체 급전시스템의 효율

전체 급전시스템의 효율을 구하기 위해 표 1에서 구한 값을 적용하며, 서버 PSU효율은 표 2에서 측정된 결과를 적용한다. 전체 급전시스템효율은 다음 식으로 정의 한다.

$$\text{전체급전시스템효율} = \text{전원효율} \times \text{서버PSU효율} \quad (1)$$

표 3은 전체급전시스템의 효율이다. 300V직류급전시스템의 효율이 220V교류급전시스템의 효율에 비하여 약 14.8~15.5% 정도 향상되는 것을 알 수 있다.

## 3. 결론

본 논문에서는 전기 먹는 하마로 일컬어지는 데이터센터의 에너지효율을 높이기 위한 방편으로 기존 220V교류급전계통에 대한 300V직류급전계통을 제안하였다. 테스트베드를 구축하여 서버부하의 실 운전 조건에서의 모의실험을 통하여 각 급전시스템의 효율을 분석하고 비교하였다.

실험결과 300V직류급전계통은 220V교류급전계통에 비하여 운전효율이 약 15%정도 개선되며, 같은 케이블을 사용하는 경우 케이블에서의 전압강하는 50%정도 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 동일한 부하에 대한 순시전력의 분석결과 교류급전계통에 비하여 직류급전계통의 전원설비용량이 2배~3배 정도 줄어들 수 있음을 보였다.

“이 논문 또는 저서는 2011년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임(지역거점연구단육성사업/에너지 자립형 그린빌리지핵심기술사업단)”  
 이 논문은 차세대 IDC 테스트 베드 연구 No. 1003524 지원에 의하여 수행되었음

## 참고 문헌

- [1] John Humphreys, Jessica Yang, "Sever Innovations: Examining DC Power as an Alternative for Increasing Data Center Efficiency and Reliability," IDC White Paper, pp.1 7, 2004, IDC.
- [2] 녹색성장을 위한 IT산업 전략 (Green IT), 지식경제부, 2008년 12월.
- [3] Pratt, A.; Kumar, P.; Aldridge, T.V., "Evaluation of 400V DC distribution in telco and data centers to improve energy efficiency," INTELEC 2007, pp. 32 39, Oct. 4 2007.
- [4] N.Rasmussen, "Electrical Efficiency Modeling of Data Centers," APC White Paper #113, Revision 1, [http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN\\_66CK3D\\_R1\\_EN.pdf](http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN_66CK3D_R1_EN.pdf)
- [5] 그린인프라와 그린웨어 기반의 차세대 IDC 테스트베드 구축, 2010년 지식경제부 그린/클라우드 컴퓨팅 R&D 성과 발표회, 2010년 11월