

Development of Power Supply Device for Load Characteristic Experimentation

李鍾弼[†]·池平植*·林栽尹**
(Jong-Pil Lee · Pyeong-Shik Ji · Jae-Yoon Lim)

Abstract - The reduced power quality due to some of disturbances on power system has great influence on the efficient and life of load for bad with serious economic loss. The response of load about disturbance needs to analysis quantitatively in detail to improve load characteristics.

In this research, a power supply device is developed to supply disturbed power similar to that of power system. The developed device can output a voltage and frequency from 180[V] to 240[V], 55[Hz] to 65[Hz] respectively. The most outstanding feature of this device is a function to be performed steady and dynamic state characteristic experiment on load or appliances. Also, this device is designed to include high accuracy output and simple measurement .

Key Words : Load characteristic experiment, Disturbance power supply

1. 서 론

전력계통에서 외란으로 인한 전력의 품질저하로 중요설비의 오동작 및 운전정지, 정보의 손실 등을 야기 시켜 이에 따른 막대한 경제적 손실을 초래하고 있으며, 이러한 계통의 외란은 부하기기의 수명저하는 물론 전기기기의 효율도 크게 저하시키는 것으로 보고되고 있다[1-2].

이와 같은 전력계통에서 외란의 영향을 정량적으로 분석하기 위해서는 부하기기의 응답특성에 대한 자료의 취득이 필요하다. 그러나 부하기기의 응답특성은 실 계통에서 외란이 발생한 시점에 있어서 측정, 분석하여야 하지만 실 계통에서 외란의 발생시점 등은 매우 다양하고, 불규칙적이며 불확실하므로 실 계통에서의 직접측정은 불가능하고 실험실 등에서 실제의 계통과 유사한 외란을 부하기에 공급하여 부하의 응답특성을 측정하여 분석하는 간접측정만이 유용하다. 이와 같이 간접측정을 위해서는 부하기에 대하여 실 계통과 유사한 외란을 공급할 수 있는 전원장치를 필요로 한다[3-4].

지금까지는 실 계통의 외란을 모의하여 부하기기의 특성 자료를 얻기 위한 한가지 방법으로 동기발전기를 이용하여 계통에서 발생할 수 있는 외란과 유사한 전압과 주파수를 인위적으로 만들어 그 부하특성 자료를 측정, 분석하여 사용해 왔으나, 현실적으로 전력계통의 전압의 변화는 상당히 짧은

시간에 이루어지고 있기 때문에 동기발전기에 의한 실 계통의 외란 모의는 불가능할 뿐만 아니라, 계통고장시 재폐로계 전기의 동작시간도 수 사이클 이내에 동작하고 있어 지금까지의 연구에 사용되어 왔던 동기발전기는 이러한 요구를 충족시키지 못하고 있는 실정이다[5-7].

또, 현재 연구 개발되어 상용화된 전압과 주파수 가변장치는 세계 각국의 사용전압의 상이로 인하여 수출제품에 대한 제품 개발 및 품질 관리시 사용되고 있으나, 이는 전력전자 스위칭소자만을 채용하여 일정 전압과 주파수의 공급은 가능하지만 계통에서 발생하는 외란의 공급은 불가능하여 부하기에 대한 특성실험 등 관련 학문 및 기술분야에서 외란의 공급에 의한 부하기기의 특성 파악은 불가능하다. 따라서, 부하기기의 특성 파악을 위해 계통에서 발생하는 외란과 유사한 전원의 공급은 물론 수출제품의 개발 및 품질관리시 적정 전원을 공급할 수 있는 통합된 전원장치의 개발이 시급히 요청되고 있다[8-12].

본 연구에서는 전압 및 주파수에 대하여 가변할 수 있는 전원의 공급은 물론 외란의 모의가 가능한 전원장치를 개발하였다. 단상 220[V], 5[kVA]급으로 주파수 55~65[Hz], 전압 180~240[V]까지 사용자의 사용목적에 따라 임의로 가변시킬 수 있으며, PLC, CVVF, 단권변압기 등을 채용하여 실 계통과 유사한 외란의 모의가 가능하도록 설계, 제작하였으며, 또 전력변환기를 부가함으로써 실험자료의 취득을 용이하게 하였다.

[†] 교신저자, 正會員 : 忠北大學校 電氣工學科 博士課程
E-mail : jolious@ddc.ac.kr

* 正會員 : 忠州大學校 電氣工學科 專任講師 · 工博

** 正會員 : 大德大學 電氣科 副教授 · 工博

接受日字 : 2005年 2月 18日

最終完了 : 2005年 5月 10日

2. 부하특성실험을 위한 전원공급장치

개발된 전원공급장치는 입력된 전력을 부하특성실험에 필요한 전압, 주파수를 가지는 에너지로 변환하여 공급하는 장

치로서 스위칭 소자 부품설계, 수동소자 설계, 아날로그/디지털 필터, EMI/EMC 기술, 정밀제어회로기술, 선형제어/스위칭 제어, 절연, 냉각, 실장 소음방지, 효율개선 보조회로 및 제어 등의 기술이 결합되어 있다. 본 장치는 부하특성실험은 물론 전력계통과 유사한 외란을 주거용 부하기기에 공급하여 그 성능을 평가한 후 제품화를 추진함으로써 추후 연구용 및 교육용 전원공급장치로의 사용이 가능하게 하였으며 장치의 용도 및 구성은 다음과 같다.

2.1 장치의 용도

본 장치는 PLC, CVVF 및 단권변압기 등을 사용하여 사용자의 요구에 따라 적정 전압 및 주파수의 공급이 가능하며, 계통에서 발생하는 외란의 모의가 가능하고 측정데이터의 취득을 위한 변환기를 부설하여 실시간으로 자료의 취득이 가능하도록 설계, 제작되었으며 주된 용도는 다음과 같다.

본 장치는 계통에서 발생하는 다양한 외란의 모의가 가능하기 때문에 여러 종류의 부하에 대한 정태특성 실험 및 동태특성 실험, 집단부하에 대한 특성실험도 가능하다. 부하기기의 특성실험 자료 취득을 위해 전압 및 전류 변환기, 유효전력 및 무효전력변환기 등을 본 장치에 설비함으로써 실시간으로 데이터를 취득할 수 있도록 하였으므로 연구용 외란공급 전원장치로의 사용이 가능할 뿐만 아니라 대학 및 전문대학에서 부하설비의 실험실습과 관련한 데이터의 취득 및 분석을 가능케 함으로서 교육용 실험실습장비로서 사용이 가능하다.

한편, 세계 각국의 전압과 주파수는 서로 다르기 때문에 각국의 실정에 맞는 일정 전압 및 주파수를 설정하여 공급할 수 있고, 전기용품의 연구 및 개발시 필요한 전압 및 주파수를 임의로 설정하여 양질의 전압 및 주파수를 부하기기에 공급할 수 있는 전압, 주파수 가변장치로의 사용이 가능하다.

2.2 장치의 구성

부하기기 즉, 부하설비의 응답특성을 정확하게 파악하기 위해서는 각각의 부하에 대하여 실제 계통과 유사한 전압과 주파수를 인가해 줄 수 있어야 하고 조작 및 측정이 용이하여야 한다. 따라서 본 장치는 전원부, 조작부, 계측부, 표시부 등으로 구분하여 그림 1과 같이 설계, 제작하였으며, 사용은 도 및 습도, 노이즈, 실험자의 안전 등을 최대한 고려하였고, 사용자의 다양한 측정장비를 고려하여 외부측정 단자 등을 부가하였다. 본 장치의 외형도를 그림 2에 나타내었다.

전원부에서는 그림 3과 같이 5[kVA] 단권변압기에 제어용모터를 조합하여 전압의 변화를 제어할 수 있는 전압제어 유닛과 그림 4와 같은 주파수 제어 오차범위가 0.01[%]인 주파수변환기 유닛으로 구성하였으며, 전압 및 주파수를 사용자의 사용목적에 적합하도록 자동 또는 수동으로 제어할 수 있게 구성되어 있다.

조작부에서는 각종 부하기기의 특성 실험은 물론 수출제품의 개발 및 품질관리시 일정 전원의 공급이 용이하게 할 수 있도록 정태실험 및 동태실험을 하기 위한 선택스위치를 설비하고, 정태실험의 경우 자동/수동용 선택스위치를 부설하여 자동 또는 수동으로 실험할 수 있도록 하였다. 또, 동태실험

은 기동/정지스위치에 의해 설정된 시간만큼의 급격한 외란을 공급할 수 있도록 하였다. 즉, 정태실험 및 동태실험, 자동 또는 수동으로 부하기기의 특성실험을 사용자의 요구에 맞추어 조작할 수 있도록 각종 스위치류로 구성되어 있으며, 전압과 주파수, 외란 변화의 정도 즉, 전압 dip의 정도 및 시간 등도 조정할 수 있도록 구성하였다.

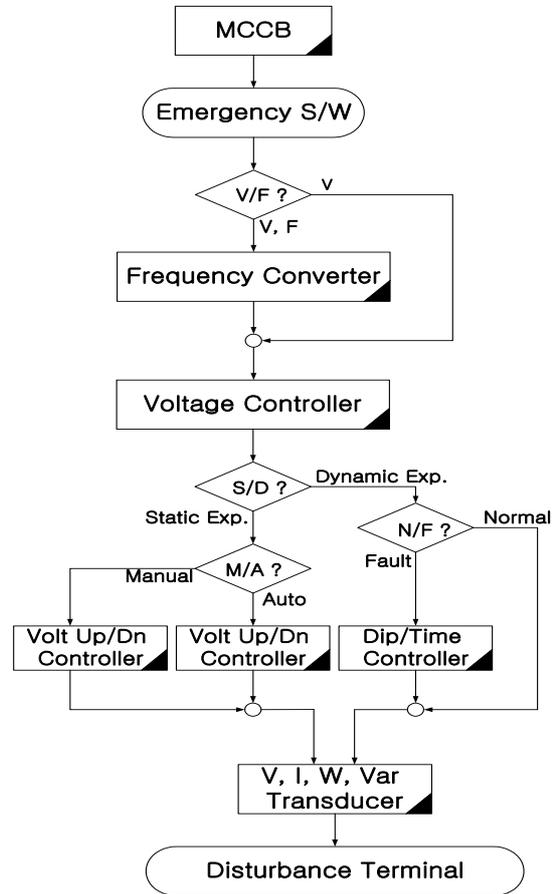


그림 1 전원공급장치의 동작원리
Fig. 1 Operation scheme of device



그림 2 장치의 외형도
Fig. 2 Power supply device



그림 3 전압제어 유니트
Fig. 3 Voltage control unit



그림 4 주파수변환 유니트
Fig. 4 Frequency control unit

계측부는 부하 설비의 전압 및 전류, 유·무효전력, 주파수, 역률 등을 측정할 수 있도록 그림 5와 같이 전력용 변환기를 추가하여 RS-232C 통신케이블에 의한 데이터의 취득이 가능하도록 하였으며, 또한 다양한 측정장비 등을 고려하여 본 장비에서 직접 실측하여 그 분석이 가능하도록 그림 6과 같이 측정용 터미널도 추가하였다.

표시부는 현재 운전 중인 전압, 전류, 주파수를 실시간으로 표시할 수 있는 디지털 계측기를 장비의 전면에 설치하였다.



그림 5 전력용 변환기
Fig. 5 Transducers



그림 6 측정용 터미널
Fig. 6 Terminal for data acquisition

2.3 장치의 특징

본 장치는 최근 송·배전 계통에서 많이 발생하는 외란과 유사하게 전원을 공급하여 부하의 특성을 모의할 수 있는 전원공급장치로 상용전원을 이용하여 부하의 정태실험 및 동태실험 등이 용이하고 제품 개발 및 품질관리 등에 필요한 적절한 고품질의 전압 및 주파수를 용이하게 공급할 수 있는 장치로 그 특징은 다음과 같다.

본 장치는 고효율 인버터 방식에 의한 주파수의 변환에 의하여 상용교류 전원의 전압과 주파수가 안정되어 있어 원하는 주파수를 정확하게 얻을 수 있으며, 또한 시퀀스회로에 의한 단권변압기의 채용으로 정확한 출력을 얻을 수 있다. 또, 실 계통의 재폐로계전기 동작시간과 같은 2~3사이클 정도의 외란 발생도 설정된 Dip 및 타이머에 의해 공급이 가능하다.

또, 고효율 다중인버터 방식에 의한 주파수 변환기를 채용함으로써 주파수의 변환 효율이 극히 우수하며, 주파수 변환 없이 전압 변화분에 의한 외란 공급시와 주파수 및 전압을 동시에 변화분을 모의하기 위한 선택스위치를 추가하는 등 조작용 스위치를 실험별, 용도별로 설계, 제작함으로써 장비 사용의 효율성을 극대화하였다.

또, 출력전압 및 주파수가 정확하고 장치의 효율이 우수하고, 자료의 취득이 용이하고 전원의 THD가 작아 관련 부하 기기 연구 및 품질 관리시 유용하게 활용될 수 있다. 또한, 과전류, 과전압, 지락사고 등 이상전압에 대한 보호장치를 부

가하였으며, 특성실험 또는 관련 연구시 이상 상태에서부터 전원을 긴급차단 할 수 있는 비상스위치를 부가함으로써 장치의 안전성을 한층 높였다. 또한, 수출제품 개발 및 품질관리, 정태실험 및 동태실험시 실험별, 전압별, 주파수별 실험을 용이하게 하기 위한 조작용 스위치를 장비 전면의 중앙에 집중하여 부설함으로써 조작을 용이하게 하였으며, 특성실험 결과 등의 데이터를 쉽게 취득할 수 있도록 전력용변환기와 측정용 외부단자를 부설함으로써 장치의 사용시 그 편리성을 도모하였다.

본 장치는 주파수변환기의 입력으로 상용전원이 사용되며 multi inverter방식을 채용함으로써 주파수변환기의 출력을 전압조정용 단권변압기의 입력으로 하고 있기 때문에 입력전압 변동 및 부하변동에 대하여도 출력전압의 안정도가 매우 좋다. 부하시 전압변동률은 설정전압의 1[%] 미만이다. 이와 같은 특징을 갖고 있는 본 장치의 사양을 표 1에 나타내었다.

표 1 전원공급장치의 사양

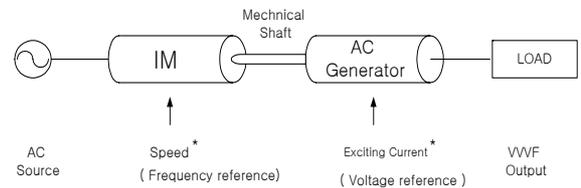
Table 1 Specifications

항 목	사 양
용 량	5[kVA]
입 력 전 압	단상 220[V]±10[%]
입 력 주 파 수	60±0.1[Hz]
출 력 전 압	1φ 180~250[V], Variable
출 력 주 파 수	55~65[Hz], Variable
출력전압 변화율	정태시 3[V]/sec, 동태시 0.7[P.U]/sec
출력전압 안정도	설정전압의 1[%] max
주파수 안정도	±0.01[%]이하
냉 각 장 치	강제 풍냉식
보 호 장 치	과전류, 과전압, 지락보호장치, 비상스위치
지 시 계 기	전압계, 전류계, 주파수계 0.1급
소 음	50[db] 이하(전, 후, 좌, 우 1m 거리)
사용온도 및 습도	0~40[°C], 10~90[%]
측 정 방 식	RS-232C 통신케이블

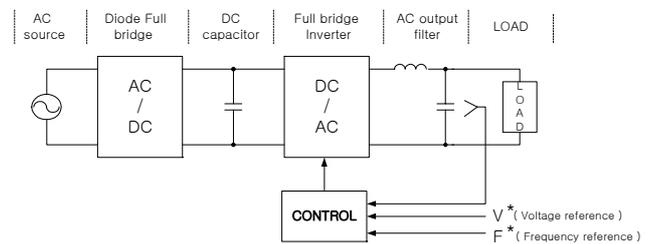
2.4 장치의 동작원리

본 절에서는 그림 1에 제시한 동작원리를 근거로 하여 간략히 기술한다. MCCB는 과전류 및 과부하 등을 차단할 수 있는 보호장치로 외란공급 전원장치를 동작시킬 때 on하고 모든 실험이나 장비의 동작이 종료되었을 때 off한다. Emergency S/W는 실험 및 장비운용시 비상상태에 대해 전원을 긴급 차단할 수 있는 보호장치이다. 또한, V/F selector SW는 외란을 공급할 경우 전압과 주파수의 변동을 주는 경우와 주파수는 상용전원을 사용하고 전압의 변화만을 인가하고자할 경우에 사용하는 선택스위치이며, Frequency Converter는 일반적으로 상용전원으로부터 가변 전압 가변

주파수의 교류전원을 얻기 위해서는 그림 7의 (a)와 같이 Motor-Generator를 이용하는 회전형 방식과 (b)와 같이 스위칭 소자를 사용하는 정지형 방식을 고려할 수 있다. 전자의 경우 중량문제와 더불어 시스템이 복잡해지는 단점이 있으나, 후자의 경우 소형경량으로 제작이 용이하여 일반적인 전력변환 장치는 물론이고 실험용 전원장치에 널리 사용되고 있다.



(a) Rotating type



(b) Static type

그림 7 VVVF 출력 전력변환장치
Fig. 7 VVVF output conversion types

그림 7의 (a)에서는 교류전동기와 발전기를 이용하여 VVVF(variable voltage variable frequency)출력을 갖는 구조를 나타내고 있다. 그림 (b)에서는 본 장치에 사용한 5[kVA] 주파수 변환기를 나타낸다. 주파수 변환기는 AC→DC→AC 간접변환방식으로 AC→DC에서는 그림에서 보는 바와 같이 다이오드 Full-bridge 방식을 사용하고 있으며 DC→AC에서는 단상전압형 인버터구조로 되어 있다.

출력 전압에 대해서는 180~240[V_{rms}]와 주파수에 대해서는 55~65[Hz]의 가변 범위를 갖도록 제작하였으나, 외란을 모의하기 위해 출력전압을 220[V]로 조정하였으며 주파수는 조정이 가능하도록 조작부 판별 외부에 주파수 조정용 가변 저항기를 부설하였다. 본 주파수 변환기는 조정 범위 내에서 정전압 정주파수의 정현파 전압을 출력하게 된다.

Voltage controller는 주파수의 변화와 함께 전압이 그림 8 및 그림 9와 같이 변화하는 상황을 유사하게 모의할 수 있어야 하기 때문에 그림 8과 같은 정태 특성 상태에서의 설정된 시간 동안에 전압 변동폭을 자유자재로 변화시킬 수 있으며, 그림 9와 같이 급격한 전압의 변화, 즉 voltage sags등을 모의할 수 있고, 또 이때의 시간 제어가 가능하여야 한다.

따라서 전압제어 장치는 그림 3에 제시한 바와 같이 단권 변압기에 서어보 모터를 조합하여 제어함으로써 그림 8과 같은 정태특성의 실험이 가능하도록 하였다. 따라서 본 장치의 전압변화 특성은 2~4[V/s]로 변화가 가능하며 이를 위한 전압변화를 제어용 VR은 전압제어장치에 부설하였으며 180~240[V]까지 전압의 제어가 가능하도록 하였다.

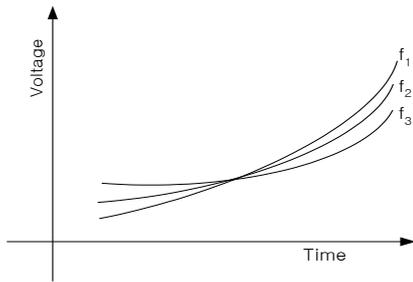


그림 8 전압의 변화(정태)
Fig. 8 Voltage profile(steady state)

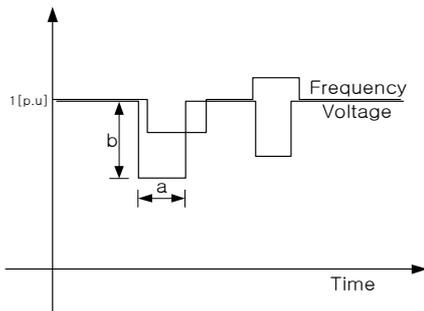


그림 9 전압의 변화(동태)
Fig. 9 Voltage profile(dynamic state)

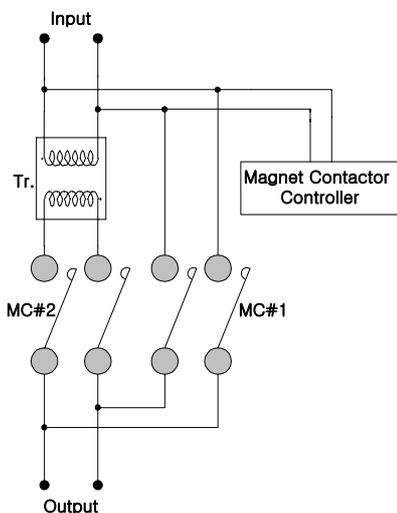


그림 10 전압제어회로
Fig. 10 Voltage control configuration

한편, 그림 9와 같은 동태특성을 모의하기 위해서 그림 10과 같이 제어회로를 구성하였다. 그림 10에서와 같이 단권 변압기의 전압조정에 의하여 그림 9에서 'b'와 같이 고장전압의 정도를 조정할 수 있으며, 이때 MC#1이 동작할 수 있게 PLC를 설계하고, 정상상태에서는 MC#1이 동작할 수 있도록 PLC회로를 설계하였다. 이때 MC#1과 MC#2는 인터록 회로를 채용하여 출력단 전압의 동요를 억제한다. 한편, 그림 9에서 'a'와 같이 고장시간의 지속여부는 MC#2의 여자시간에 따라 제어가 가능하도록 하였으며, 같은 방법으로 MC#1의 여

자시간 제어에 따라 정상상태 전원공급시간의 제어가 가능하도록 하였다.

S/D selector SW는 그림 8과 같은 정태실험인 경우와 그림 9와 같은 동태실험인 경우에 대한 선택스위치이고 M/A selector SW는 정태실험인 경우 수동 또는 자동운전에 대한 선택스위치이다. 또, Volt Up/Dn controller는 그림 8과 같은 정태특성의 실험에서 수동인 경우 스위치 조작시에만 전압의 상승과 하강을 할 수 있으며, 이때 적정 전압은 조작판넬 전면부에 부착된 디지털미터에 의해 조정할 수 있도록 되어 있고, 정태특성의 실험에서 자동인 경우 180~240[V]까지 앞에서 기술한 바와 같이 2~4[V/s]로 상승하였다가 설정시간 후에 다시 하강하도록 PLC가 설계되어 있다. Dip/Time controller는 그림 9와 같은 동태특성의 실험에서 'a'와 같은 고장지속 시간과 'b'와 같은 고장전압의 정도를 조정하는 장치로 전압 제어장치에 부착되어 있다.

3. 성능평가

본 장치는 고품질의 설정 전압 공급 및 외란에 의한 부하의 특성실험을 위해 설계, 제작되었으며 앞 절에서 기술한바와 같은 특성을 가지고 있다. 따라서 본 절에서는 이와 같은 장치의 성능을 평가하기 위한 기초실험을 실시하여 그 결과를 제시한다.

3.1 무부하시 출력 전압

무부하시 본 장치에 대한 출력파형을 그림 11에서와 같이 무부하시 본 장치의 출력파형은 사인파를 나타내고 있으며, 종합고조파왜형율(THD)은 한국전력공사 권장치 3[%]보다 훨씬 적은 1[%] 미만으로 출력전원의 상태는 양호한 것으로 나타났다.

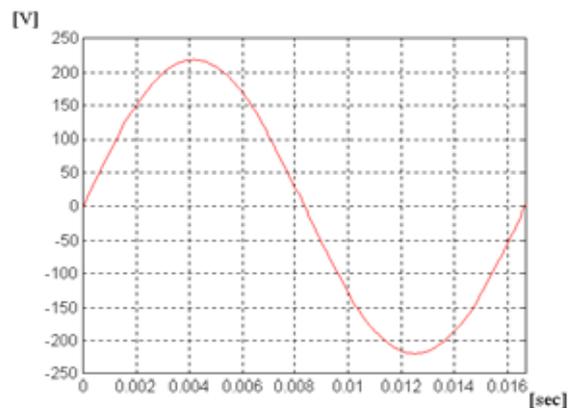


그림 11 장치의 출력파형
Fig. 11 Ouput voltage of power supply device

3.2 정태실험 결과

전압의 변화는 가전기기의 특성에 따라 정태특성 실험의 경우 전압은 약 0.7[P.U]~1.1[P.U]를 30[s] 동안에 변환하며, 이때의 주파수는 56, 58, 60, 62[Hz]로 고정하고 각각 이때의

전압, 전류 및 유효전력 및 무효전력을 측정하였다. 그림 12는 전동기 부하에 대한 정태실험 결과의 예를 나타낸 것이다. 이와 같은 실험 결과는 부하의 특성을 파악하는데 유용하게 활용될 수 있다.

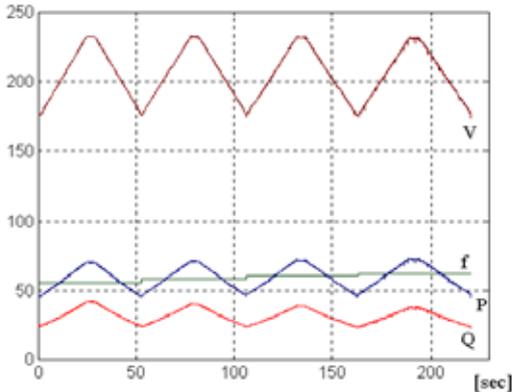


그림 12 전동기 부하의 정태특성실험 결과
Fig. 12 Steady state experiment result of a motor

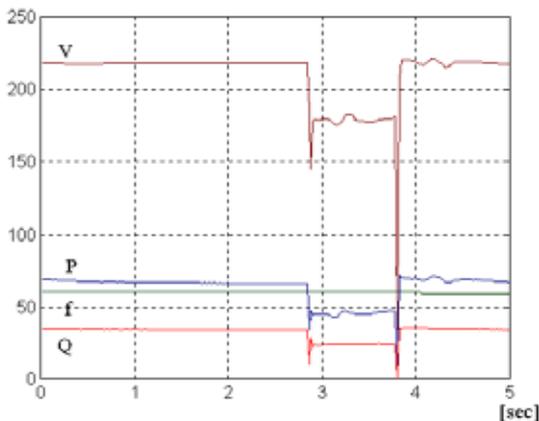


그림 13 선풍기 부하의 동태특성 실험 결과
Fig. 13 Dynamic state experiment result of fan

3.3 동태실험 결과

또한, 동태특성 실험은 급격한 전압의 변화를 요구하므로 정상상태에서 고장전압까지 급격한 변화를 가하며 이때의 주파수는 증가 또는 감소시키며 다양한 조건에서의 부하의 응답특성을 측정하였다. 그림 13은 선풍기 부하에 대한 동태특성 실험 결과를 나타낸 것으로 전압의 Sag/swell 현상이나 전력계통에 있어서 지락사고 등에 의한 계통 차단 시 재폐로 계전기 등의 동작에 따른 부하의 특성을 모의할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 부하특성실험시 실 계통과 유사한 외란을 공급할 수 있는 전원공급장치를 개발하였다. 계통에서 발생

되는 각종 외란으로 인한 전력의 품질저하는 막대한 경제적 손실과 부하기의 수명저하, 전기기기의 효율 등이 크게 영향을 미치기 때문에 이와 같은 외란의 영향을 정량적으로 분석하기 위해 전원공급장치를 개발하여 그 성능평가를 실시하였다. 본 장치는 출력전압 THD가 약 1[%] 이내이며, 부하시 전압변동률이 설정전압의 1[%]미만으로 출력전압의 특성이 매우 우수하여 부하기 특성실험에 따른 전원공급장치는 물론 전압, 주파수 가변장치로 사용이 가능하여 전기용품의 개발 및 제작시 관련업체에서 유용하게 활용할 수 있다.

또한, 대학 및 전문대학에서 부하기 관련 교과목에서의 부하의 특성을 파악하는데 사용이 가능하며 전력계통에 있어서 지락사고 등에 의한 계통 차단시 재폐로계전기 등의 동작에 따른 부하의 특성도 모의할 수 있어 부하기와 관련하여 유용하게 활용될 것으로 사료된다.

따라서 이와 같은 전원공급장치의 개발로 다양한 조건의 전압 및 주파수에서 부하기의 실험 및 연구가 가능함으로서 정교한 부하모델링이 가능하여 계통해석 정도는 물론 전력품질의 인식제고, 고효율 부하기 개발동기를 부여 할 수 있다. 또, 에너지 변환을 통해 사용자에게 필요한 형태의 전력을 공급하는 핵심기반기술로서 신소재 개발, 새로운 응용분야 창출, 시스템 공정개선 등의 부가효과를 창출할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Balsler, S.J., Clark, H.K., "Long-term disturbance monitoring for improved system analysis (power systems)", IEEE Computer Applications in Power, Vol. 2, Issue: 2, pp. 33 -36, April 1989
- [2] IEEE Task Force on Load Representation for Dynamic Performance, "Load representation for dynamic performance analysis", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 8, No.2, pp. 472-482, May 1993
- [3] C. Concordia and S. Ihara, "Load Representation in Power System Stability Studies" IEEE Trans. on PAS, Vol. PAS-101, 1982
- [4] General Electric Co., "Load Models for Power Flow and Transient Stability Computer Studies", EL-5003, Vol. 1-4, EPRI Project 847-7, 1987
- [5] EPRI Report of Project RP849-7, "Load Modelling for Power Flow and Transient Stability Studies", EPRI EL-5003, Prepared by General Electric Company, January 1987
- [6] 한국전력공사 기술연구원 "전력계통 안정도 해석을 위한 적정부하 모델에 관한 연구" KRC-88S-J02, 1989. 10.
- [7] 한국전력공사 전력연구원, "전력계통안정도 정밀해석을 위한 적정부하모델에 관한 연구", 한국전력공사 연구보고서, TR 98PJ08.J2001. 107, pp. 84-102, 2001. 3
- [8] H.K. Clark and T.F. Laskowski, "Transient Stability Sensitivity to Detailed Load Models: A Parametric Study", Paper A78 559-7, IEEE PES Summer Meeting, Los Angeles, July 16-21, 1978

- [9] C.W. Taylor, "Power System Voltage Stability", New York : McGraw- Hill, 1994
- [10] P. Kundur, "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, 1993, pp.271-311
- [11] Peter W. Sauer, M.A. Pai, "Power System Dynamics and Stability", Prentice Hall, Inc. 1998, pp. 89-218.
- [12] J.Y.Lim et al, "Load Characteristic Identification Using Artificial Neural Network and Transient Stability Analysis", 1998 International Conference on EMPD, Singapore, March 1998

저 자 소 개



이 중 필 (李 鍾 弼)

1970년 12월 14일생. 1996년 충북대학교 공대 전기공학과 졸업, 1999년 동 대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사), 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정
E-mail : jolious@ddc.ac.kr



지 평 식 (池 平 植)

1964년 3월 5일생. 1994년 충북대학교 대학원 전기공학과 석사과정 졸업(공학석사), 1998년 동대학원 전기공학과 박사과정 졸업(공학박사), 현재 충주대학교 전기공학과 전임강사
E-mail : psji@chungju.ac.kr



임 재 윤 (林 栽 尹)

1961년 8월 4일생. 1984년 충북대 공대 전기공학과 졸업, 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사), 1995년 홍익대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사), 1999~2000 Texas A&M Univ. 방문교수, 현재 대덕대학 전기과 부교수
E-mail : jylin@ddc.ac.kr