

원전 발전기 디지털 제어시스템 개발 III

Development of digital excitation system in nuclear power plant

신만수*, 이병구**, 임익현*, 이주현*, 류호선*

Shin Man-su, Lee Byeong-gu, Lim Ick-heon, Lee Ju-hyun, Ryu Ho-seon

Abstract - Nowadays the core control systems are made by multiple redundancy strategy. There are analog excitation systems which have been operating during more than twenty years. This project is aim to retrofit nuclear power plants, also improves the reliance, safety, faculty of nuclear generator excitation system.

Key Words : excitation, nuclear, generator, kdr2000

1. 서 론

발전소 핵심 제어설비를 다중화하여 내고장 설비로 구축하고 MMI(Man-machine Interface)를 강화하여 시스템의 운전 편의성과 고장 진단 능력을 향상시키고 있는 것이 최근 기술의 추세이다. 국내 가동 중인 일부 원전 발전기는 이미 20년 이상 상업운전되어 설비 노후화가 급속히 진전되고 있다. 또한 1990년대 중반 이후에 신규 건설된 석탄화력발전소와 원전에 디지털 시스템이 도입된 관계로 20년 이상 운전 중인 원전에는 내구년수가 거의 수명에 다다른 아날로그 시스템이 운전되고 있는 실정이다.

한편 전력연구원에서는 2001년 6월에 KDR-2000이라는 삼중화 디지털 발전기 여자시스템을 개발하여 울산화력발전소 5호기에 적용한 이래로 총 9기가 화력발전소와 수력발전소에서 상업운전 중에 있다. 그렇지만 시스템의 설계 및 제작과 관련된 품질활동을 체계화하고 1000[MW]급 대용량 원전 발전기에 적용되기 위해서는 대전력 정류기 설계 및 제작기술 등이 필요한 관계로 본 연구를 추진하게 되었다.

2. 본 론

적용 예정 발전기 여자시스템은 그림 1과 같이 제자 회전형 교류여자 형식으로 제어카드 사용 연산 회로는 연산 증폭기 중심의 아날로그 회로를 사용하여 이중 채널 상시 운전 형식을 취하고 있다. 전 계통은 양 채널로 똑같은 제어 및 보호 기능을 가진 설비이며 만약 한 채널에서 고장이 발생했을 경우 나머지 채널에서 전 부하 운전할 수 있는 용량으로 설계되어 있다. 어떤 이유에 의해서 양 채널 모두 자동 기능이 상실되었을 때는 수동 제어가 가능하도록 되어 있다.

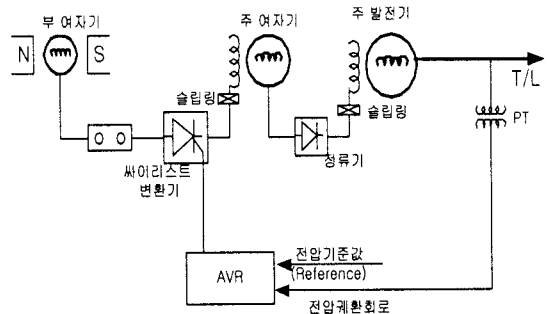


그림 1. 적용 예정 발전기 여자시스템

2.1 제어기 선정

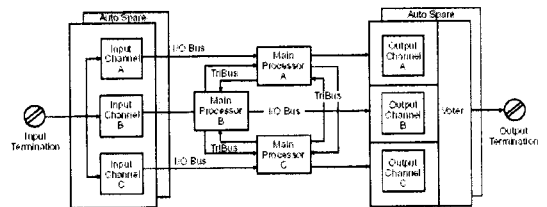


그림 2. 삼중화 디지털 제어기

디지털 제어기는 다중화하여 내 고장 설비로 구축하는 것이 최근의 추세이다. 신뢰도 향상을 위해 완벽한 후비 보호가 있는 삼중화 방식의 Tricon을 채용하였다. 본 시스템은 그림 2와 같이 주 제어기 및 입출력 모듈이 삼중화로 되어 있는 것이 특징이며, 울산화력 4-6호기 발전기 여자시스템을 비롯하여 국내 발전소 15기 정도, 국내 화학 공장 100여기, 국외 6000여기가 적용된 바 있는 신뢰성이 확보된 것이다.

저자 소개

* 신만수, 임익현, 이주현, 류호선 : 한전 전력연구원

** 이병구 : 맥스파워(주)

2.4 전동발전기를 이용한 여자시스템 모의시험

여자시스템을 실제통에서 시운전하기 전에 그 기능과 건전성을 확인하는 방법에는 하드웨어적인 방법과 소프트웨어적인 방법 등이 있다. 소프트웨어적인 방법으로는 실제 발전기를 모델링하여 그것을 C언어 등으로 구현하여 DSP를 이용하여 나온 신호를 전력 증폭기를 거쳐서 가부하 장치 등을 연결하여 하는 것이다.

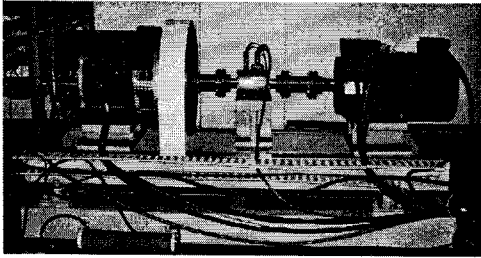


그림 8. 전동발전기

여기서는 하드웨어적인 방법을 사용했는데, 그림 8과 같이 실제 발전기를 축약한 전동발전기를 이용한 종합 기능시험을 통해 여자시스템의 제어, 제한 및 보호 기능들과 시스템의 건전성을 확인하였다. 수행한 시험항목은 운전 모드별 발전기 전압 확립(그림 9), 자동 추종 및 모드 전환, 모드별 발전기 전압 조정범위 확인, 부족여자제한, 계단 응답 시험(그림 10) 등이 있다.

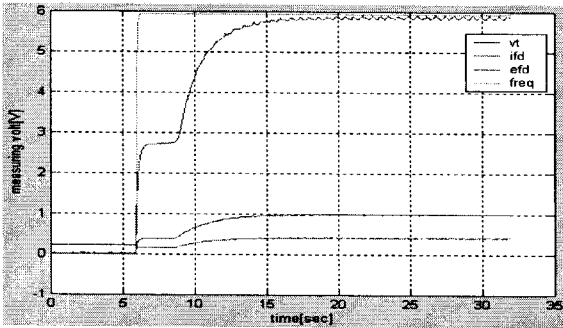


그림 9. 제작된 여자시스템 자동모드 전압 확립

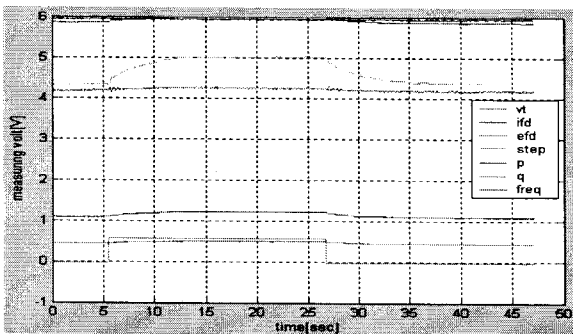


그림 10. 제작된 여자시스템 부하 3% 계단 응답

2.5 연구개발 품질관리 문서 개발

본 연구개발 공정과 결과물을 확인 및 검증하기 위한 계획을 수립하고 이에 따라 품질보증 활동을 수행하였다. 소프트웨어 확인 및 검증은 개발공정에서 정의하는 산출물과 개발 공정 계획에 의거하여 식별되는 형상 항목과 활동에 대하여 확인 및 검증을 수행하였으며 또한 개발되는 시스템의 무결성을 위하여 개발되는 시스템의 소프트웨어 품질 확인 방법으로 소프트웨어 시험 계획을 수립하여 소프트웨어 시험의 절차, 수행할 시험의 단위, 시험의 유형 등에 대하여 정의하고 시험 유형별 완료 기준 등을 제시하였다.

3. 결 론

전력연구원에서 화전용으로 개발하여 상용화한 KDR-2000 여자시스템 기능을 향상시키고 원전에 적용하기 위한 품질관리문서를 개발하는 것이 본 연구의 목표였다. 현재 연구과제 기간은 종료되었지만 본 연구의 결과물이 조만간 원전 발전기에 적용되기를 기대한다. 그 적용 결과를 후속 논문에 실을 수 있기를 기대해 본다.

본 연구는 산업자원부 전력기반조성사업 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] 임익현, 송성일, 이주현, 류호선, 신만수, 김봉석, 이남연, 탁병욱, 이병구, 김영재, 진세훈, 강민구, "원전 발전기 디지털 제어시스템 개발 최종보고서", 산업자원부
- [2] 신만수, 이병구, 임익현, 이주현, 류호선, 정태원, "원전 발전기 디지털 제어시스템 개발 II(2차년도 중간보고서 요약)", 대한전기학회 하계학술대회, D권, pp. 2594-2596, 2005. 7.
- [3] 신만수, 임익현, 이주현, 류호선, 이병구, 정태원, "원전 발전기 디지털 제어시스템 개발 I(1차년도 중간보고서 요약)", 대한전기학회 하계학술대회, D권, pp. 2677-2679, 2004. 7.
- [4] 신만수, 류호선, 이주현, 임익현, "화력발전소용 정지형 여자시스템 MMI에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회, D권, pp. 1012-1014, 2002. 7.
- [5] 이주현, 류호선, 신만수, 임익현, "화력발전소 여자시스템의 제어알고리즘에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회, D권, pp. 1214-1216, 2003. 7.