

## 원전 비상디젤발전기 여자시스템 고찰

신만수\*, 이주현\*, 임익현\*, 정태원\*\*  
한전 전력연구원\*, 충남대학교\*\*

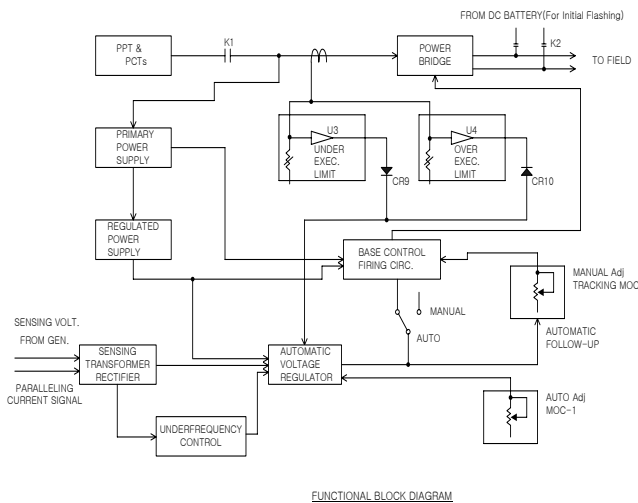
### Investigation of Excitation System for Nuclear Emergency Diesel Generator

Shin Man-su\*, Lee Joo-hyun\*, Lim Ick-hun\*, Jeong Tae-won\*\*  
KEPCO KEPRI\*, Chung-nam University\*\*

**Abstract** - It is excitation system for nuclear emergency generator that is to startup automatically and sequentially supply essential loads with power. There are static type and alternating exciter, etc in its excitation system. An object of study is static excitation system which power is taken from power potential transformer and power current transformer. It is to complement curtailment of excitation system ability at happening short accidents. And Startup mode are quick startup and slow startup, etc. Its characteristic is looked into in this paper.

#### 1. 서 론

본 고에서 살펴볼 여자시스템의 여자용 전원은 여자용 변압기(Power Potential Transformer)와 여자용 변류기(Power Current Transformer)의 조합으로 이루어져 있다. 여자용 변압기의 결선 Y/Δ 결선으로 이루어져 있는데 특이한 점은 여자용 변압기 2차 권선이 여자용 변류기 2차 권선과 직렬로 연결되어 정류기 입력측으로 연결되어 여자시스템에 교류 전력을 공급하는 역할을 한다. Semi-converter 방식으로 불리는 Power Bridge는 3개의 Power Thyristor와 3개의 다이오드로 그림 9와 같이 이루어져 있다.



〈그림 1〉 대상 원전 비상디젤발전기 여자시스템 구성도(기존)

전압 조정 및 점호 회로는 발전기 단자전압을 검출하여 발전기 단자전압을 자동으로 조정한다. 정류 SCR 점호 펄스 시간 제어 기능이 가능하다. 초기 여자 회로는 여자시스템 기동시에 소내 축전지에 의해서 직류전원 공급으로 발전기 단자 전압을 정격 전압의 50%까지 확립 가능하다. 일정크기의 단자전압을 확립한 후에는 자동으로 차단된다. 또한 계자차단기 역할을 하는 전자접촉기(K1)는 정류기 입력측으로 전력을 차단하거나 투입한다. 또한 수동모드 전환시 동요(Bump)를 방지하기 위한 Tracking MOC의 자동 추종 기능과 자동전압조정기능과 독립적으로 수동모드 운전시 SCR 게이트 기본 점호 기능 등이 있다. 기타 제한 회로에는 과여자 제한 회로, 저여자 제한 회로, 저주파수시의 발전기 전압 자동강하특성 등이 있다.

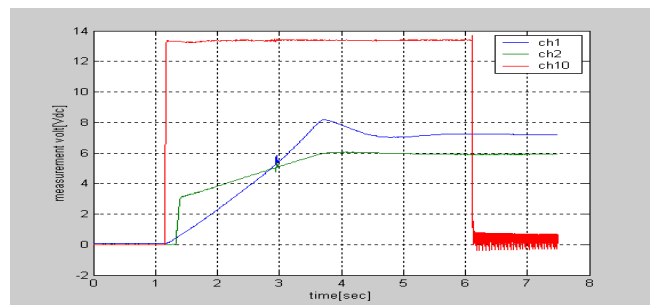
#### 2. 본 론

#### 2.1 원전 EDG 여자시스템 실행통에서의 기동

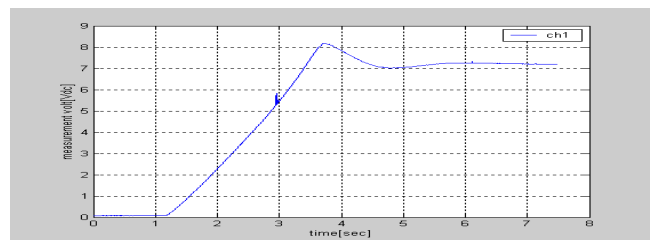
원전 비상디젤발전기는 규제기관의 인허가요건, 품질 Q등급, 전기 안전등급의 기기검증요건 등을 만족하여야 하는데, 그 요건 중의 하나인 소내 정전(부족전압계전기 동작)을 감지한 후 10초 이내에 부하를 감당할 수 있는 상태까지 기동이 되어야 한다. 기동 모드는 급기동과 완기동이 있는데 급기동은 엔진 속도를 급상승시켜서 최대한 빨리 정격속도로 올려서 안정을 취하는 방식이고 완기동은 엔진에 무리를 주지 않기 위해서 천천히 속도를 상승시켜서 정격속도까지 올리는 방식이다. 이러한 기동 방법의 차이에 따라 어떻게 여자시스템에서 달라지는지 살펴 보겠다. 기동데이터 취득은 HiCORDER라는 기록계와 SCB라는 입출력변환 시스템을 사용하여 이루어졌다. 측정점은 발전기 단자전압, 주파수, 계자전압, 계자전류, 여자용 변압기 2차측 전압, 초기여자 인가 신호 등인데 지면 관계상 다 실지 못하고 발전기 단자전압(ch1), 발전기 주파수(ch2), 초기여자 인가(ch10) 등만을 실었다.

##### 2.1.1 급기동

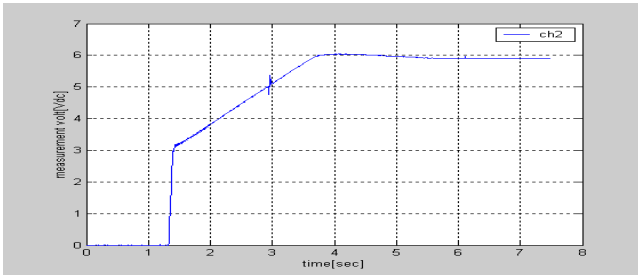
대상 비상디젤발전기 여자시스템은 정격 속도(450[rpm])의 약 51% (230[rpm])에서 초기여자회로가 동작하게 되어 있고, 단자전압의 일정한 크기를 감지한 후 자동으로 복귀된다. 초기여자회로가 동작되는 시점은 다음 그림에서 살펴 보면 엔진이 속도가 250[rpm](약 3[V]) 부근부터 450[rpm] (6[V])까지 선형적으로 상승되는 것을 볼 수 있다. 그리고 다른 호기 비상디젤발전기 시운전 자료 등에서 그 아래 속도에서도 선형적으로 변하는 것을 볼 수 있다. 이 두가지로 미루어 초기여자회로의 동작 시점은 엔진이 상승하기 시작하는 시점으로부터 약 2.5초 후라고 추정할 수 있다. 참고로 본 시험의 주파수 데이터 취득 방법은 SCB를 이용한 것으로 주파수를 측정하는 센서에서 바로 취득하지 않고 전압신호를 받아서 그 신호에서 연산했음을 밝혀 둔다.



〈그림 2〉 급기동



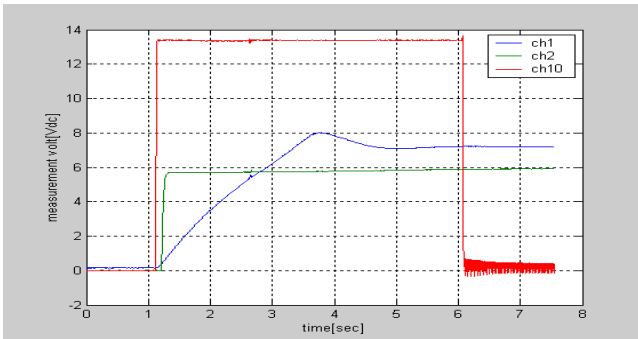
〈그림 3〉 급기동 (발전기 단자전압)



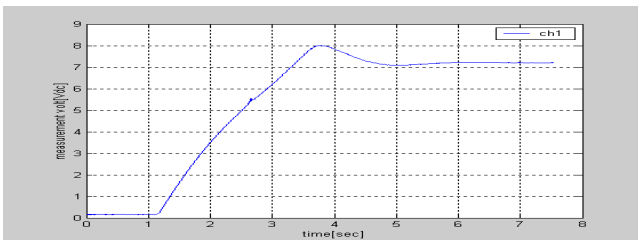
<그림 4> 급기동(주파수)

### 2.1.2 완기동

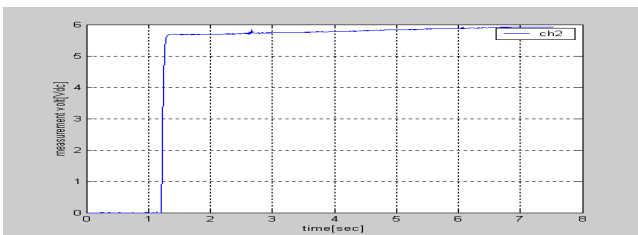
원전 비상디젤발전기의 주기적인 기동시험으로 인한 엔진의 손상을 방지하고 시험의 신뢰성을 확보하기 위해서 대부분은 완기동으로 시험하고 가끔씩 급기동으로 시험하고 있다. 완기동은 여자시스템은 정격 속도(450[rpm])의 약 96[%] (230[rpm])에서 초기여자회로가 동작하게 되어 있고, 단자전압의 일정한 크기를 감지한 후 자동으로 복귀된다. 초기여자회로가 동작되는 시점은 다음 그림에서 추정하기는 무리가 따른다. 또한 다른 호기를 살펴 보아도 기동 파형이 직선적이지 않고 구간별로 꺾여져 있다.



<그림 5> 완기동



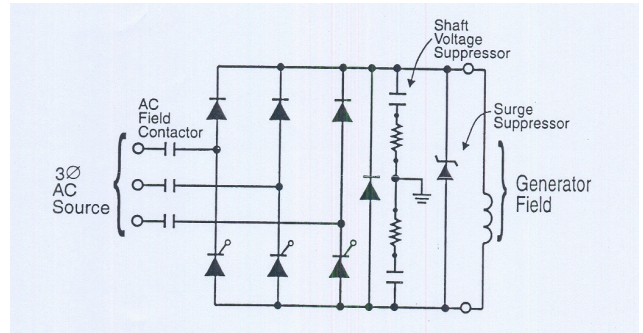
<그림 6> 완기동(발전기 단자전압)



<그림 7> 급기동(주파수)

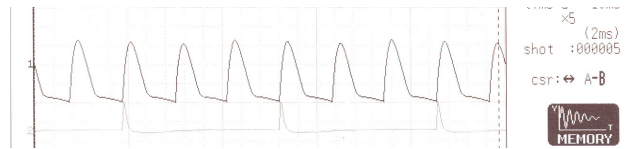
### 2.2 기타

대상 비상디젤발전기 여자시스템의 정류기는 Semi-converter 방식으로 다음 그림과 거의 같게 구성되어 있다.



<그림 8> Semi-converter의 구성 예시

다음 파형은 SCR 게이트 신호에 따른 정류기 출력파형을 부하대별로 측정된 것이다.



<그림 9> 정류기 출력전압(무부하 정격계자전압 45[Vdc])



<그림 10> 정류기 출력전압(부하 정격계자전압 101[Vdc])



<그림 11> 정류기 출력전압(부하 정격계자전압 120[Vdc])

## 3. 결 론

본 시험은 원전 비상디젤발전기 여자시스템 개발에 활용하기 위해서 기동시험시 파형을 취득한 것이다. 완기동은 주발전기의 기동 패턴과 큰 차이가 없으나 급기동에서는 주발전기와는 달리는 정격속도의 50% 부근에서 초기여자가 진행된다는 점이 차이점이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 임익현, 이주현, 신만수, 허태영 외, "원전 비상전원공급 디젤발전기 여자시스템 개발 1차년도 중간보고서", 한국수력원자력(주), 2006
- [2] 신만수, 이주현, 임익현, "영광원자력 2호기 비상디젤발전기 여자시스템 기술지원보고서", 한전전력연구원, 2007