

## 부하특성에 따른 동기발전기 여자시스템 변경 사례

김종서, 천영식, 박연출, 임영출,  
한전KPS 기술연구원\*

### A Case of Changing Excitation System as the Load Characteristics

Jong-seo Kim, Young-sig Cheon, Yun-chool Park, Yeong-chul Im  
KPS(Korea Plant Service & Engineering)\*

**Abstract**-공장 단독부하에 전력을 공급하고 있는 디젤발전소에서, 자여자 방식으로 적용된 여자시스템이, 무하변동이 심하여 전압요구가 빈번하게 발생하는 곳에서 적용하기에 부적합한 것으로 판명되었고, 이에 PMG(Permanent Magnet Generator)를 이용한 타여자 방식의 여자시스템으로 변경하여 정상화 시킨 정비사례임.

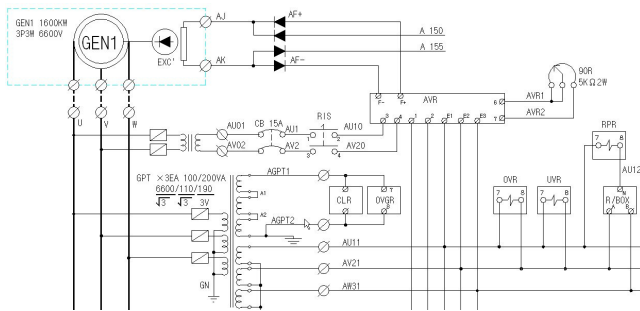
#### 1. 서 론

동기발전기의 출력은 터빈출력에 비례하여 제어되지만, 무효출력은 여자시스템에 의하여 발전기의 출력전압을 제어함으로써 이루어짐. 여자시스템은 제어기와 정류기로 크게 구분되고 제어기는 전압제어, 무효전력제어, 계통안정도 향상 및 발전기의 보호기능에 관련하여 제어신호를 정류기에 전송하는 기능을 함. 정류기는 제어기로부터의 제어신호를 입력받아 원하는 발전기의 출력전압을 유지하기 위하여 요구되는 발전기 계자전류를 공급하게 됨.

여자시스템은 종래에는 소용량의 스위칭소자를 사용하여 PMG의 출력을 제어 및 정류하여 여자의 계자에 공급하고, 이의 정류 출력을 발전기의 계자에 공급하는 간접여자방식의 여자시스템이 일반적이었으나, 대용량 스위칭소자의 개발과 전력전자 기술의 발달로 여자변압기로부터 공급받는 발전기의 출력을 직접 제어 정류하여 발전기 계자전원에 입력하는 직접여자방식의 여자시스템을 채용하는 추세임.

#### 2. 본 론

##### 2.1 D/G AVR 운전상태 분석

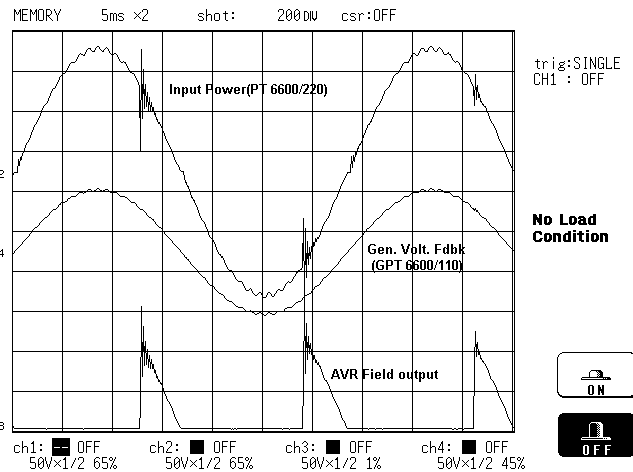


〈그림 1〉 D/G AVR 구성도면

D/G 3대만으로 3300kW의 공장부하를 담당하며 생산라인의 부하 중 원목으로 보일러 원료인 Chip을 만드는 분쇄기 Chipper (400HP) 3대가 기동되어 Loading하게 되면 소내 단자전압 및 주파수가 급격히 감소하였다가 다시 Unloading 상태가 되면 급격히 상승하는 전압변동 상황이 심각한 상태였으며 Rotating Diode 소손이 빈번하게 발생하고 있는 상태이었음.

##### 2.1.1 운전상태 비교

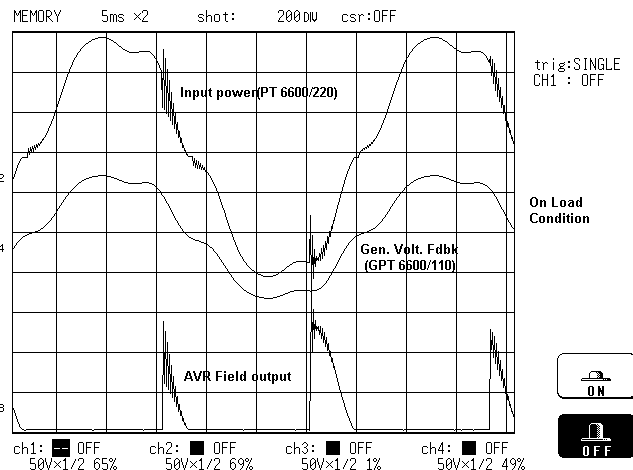
###### (1) 무부하 운전



〈그림 2〉 무부하 운전 시 출력파형

위의 그림 2에서와 같이 무부하 상태에서 AVR 입력전원의 상태는 양호하며 이에 따라 PT 입력신호도 양호함을 알 수 있음.

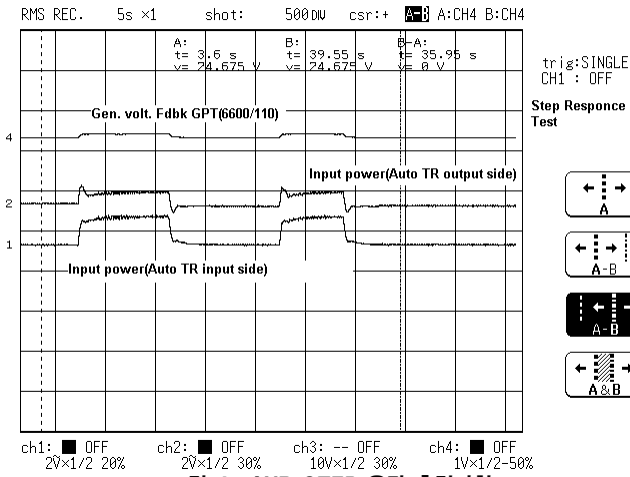
###### (2) 부하운전



〈그림 3〉 100kW 이하 부하 운전 시 출력파형

그림 3에서는 100kW 이하의 부하에서도 이공장내의 전압파형이 심하게 왜곡됨을 알 수 있는데 이런 상태에서 AVR의 전원전압, SCR의 Power, PT 입력신호에 고조파가 함유된 전원이 공급되어 AVR Field 출력 파형을 보면 매 주기마다 정류되는 파형의 크기가 일정하지 않음을 알 수 있음. 특히 PT 신호가 일정하지 않으므로 전압의 동요가 계속 발생하는 것임.

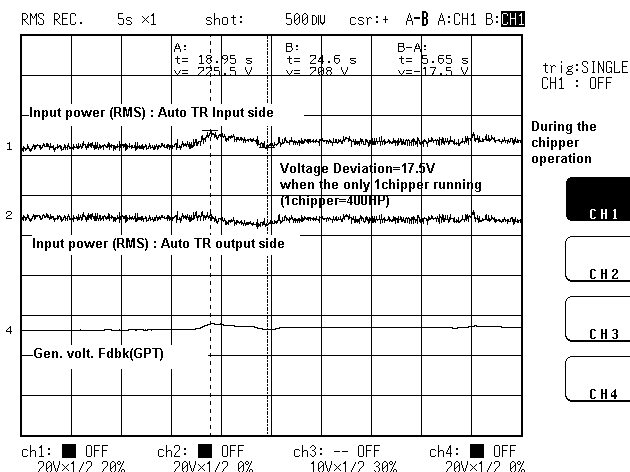
###### (3) AVR STEP 응답 특성



<그림 4> AVR STEP 응답 출력파형

그림 4는 AVR의 Step 응답시험을 한 결과이며 PT 신호를 보면 오버슈트 없이 추종하는 것을 볼 수 있음. 그러나 Auto TR의 입력력단의 전압도 같이 변화됨을 알 수 있음. 이러한 입력전압의 동요는 전차소자의 수명을 단축시키는 요인으로 작용하며 특히 이곳처럼 부하의 변동이 심한 곳 일수록 평상시 운전 중에도 전차소자가 계속 열화요인을 가지고서 동작한다고 볼 수 있음.

### 2.1.2 대용량 부하의 Loading/Unloading 비교



<그림 5> Chipper Loading/Unloading시 전압변동

그림 5는 Chipper 1대를 기동하여 원목을 투입하면서 측정한 파형으로 원목이 모두 갈아서 부하가 없어지는 순간과 다시 원목이 투입되는 순간 전압이 Drop되는 현상을 측정함.

Chipper 1대 운전 시 측정된 전압강하 분은 17.5V로 225V에서 208V로 강하됨. 이것을 평상시 3대가 운전되는 조건으로 환산하면 Chipper만을 감안해도 17.5V×3대=52.5V가 Drop됨.

AVR의 입력전원의 공급범위는 190~277Vac 이어야하나 이러한 전압강하 발생 시는 정격 220V에서 52.5V의 전압강하로 AVR의 입력전원이 167.5V까지 Drop되어 AVR의 정상동작을 보장하는 전원을 확립시켜 주지 못하게 됨.

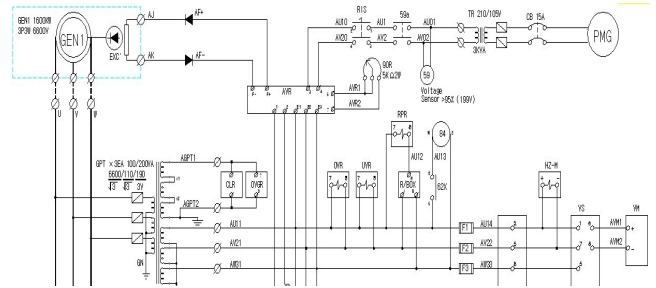
### 2.2 원인 분석

#### (1) 운전 상황 점검

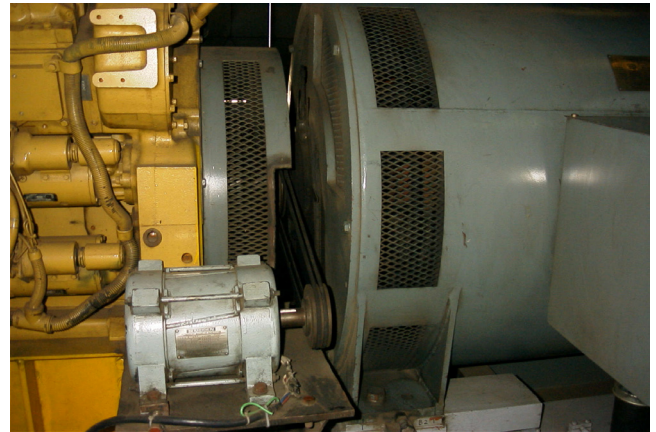
현제의 D/G 발전기는 자여자 방식으로 계통전압의 변동이 심하지 않는 안정된 전력계통에서 사용하는 것으로 이곳 전력계통처럼 전압변동이 심한 곳에서의 적용은 부적합한 것으로 판단.

AVR의 입력전원의 안정화를 위하여 PMG를 이용한 타여자 방식으로의 변경이 필요할 것으로 판단하여 도면 및 설비변경을 실시함.

#### (2) 설계변경



<그림 6> PMG 설치 후 AVR 구성도면



<그림 7> PMG 설치 사진

### 3. 결 론

공장 단독부하에 전력을 공급하고 있는 디젤발전소에서, 자여자 방식으로 적용된 여자시스템이, 부하변동이 심하여 전압동요가 빈번하게 발생하는 곳에서는 AVR 입력전원이 부하변동에 따라 Drop되는 현상이 발생하여 계자 출력전압 변동의 영향을 주므로 이러한 자여자 방식을 적용하기에는 부적합한 것으로 판명되어, PMG를 이용한 타여자 간접여자 방식의 시스템으로 변경하여 설비의 안정적 운전과 신뢰성을 확보할 수 있었음

### [참 고 문 헌]

- [1] IEEE Standard Definitions for Excitation Systems for Synchronous Machines. IEEE Std 421.1-1986
- [2] IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies. IEEE Std 421.5-1992
- [3] Instruction Manual for Static Voltage Regulator(Basler Electric) : Publication Number 9 1859 00 990
- [4] AVR System Schematic Drawing
- [5] AVR 운전 및 정비 매뉴얼