

## 가스터빈 기동에 따른 정지형 주파수 변환장치(SFC:Static Frequency Converter)의 노이즈 특성 분석

정태훈\*, 최성욱, 김현수\*  
삼현전자통신(주), 한국중부발전(주)\*

### An Analysis of the Noise Feature of a Static Frequency Converter (SFC) according to the Operation of a Gas Turbine

Tae-hoon Jeong, Sung-Wook Choi, Hyeun-soo Kim

**Abstract** – This study aims to analyze the features of malfunction of an SFC that helps maintain the frequency of static rotation during the operation of a gas turbine in power plants where power generators and controllers have such a complicated structure as a nerve system, by using electric interference with peripheral devices and maintaining acquired data efficiently. Also, in order to track the possibility of malfunction by various surges and noises which may occur in the process of inserting an SFC during the operation of a gas turbine and to prepare protective measures for the possibility, the study intends to offer data for developing a surge protector suited to the features of a section that is supposed to incur the possibility of malfunction.

#### 1. 서 론

최근 전력설비는 반도체 장비 및 소자의 급격한 발달로 고정밀화, 집적화, 소형화, 첨단화되고 있는 추세에 있으며, 이러한 변화는 전력품질, 신호 및 제어계통의 안정성을 요구하게 되었다. 또한 저전력을 소모하여 효율성을 높이고, 고신뢰성의 제품을 제공하기 위해 각종 제어 장비들은 복잡한 알고리즘과 민감한 전기적 특성을 지니게 되었다. 특히, 발전소와 같은 전력을 생산하기 위한 플랜트에는 여러 가지 발전설비와 제어설비들이 신경망과 같은 구조로 연결된 복잡한 구조를 가지고 있다. 전력 생산을 위한 발전 설비는 주변기기와의 전기적 간섭에 의해 노이즈를 발생하거나 각종 계장시설 및 장치의 동작에 의한 간섭 등으로 여러 가지 문제를 야기 할 수 있다. 본 논문에서는 가스터빈 기동 시 경격 회전수를 유지하도록 하는 SFC 장치의 오동작 특성을 분석하기 위해 SFC 장비가 주변 기기들로부터 받는 영향을 분석하여 이에 대한 노이즈 및 각종 서지에 대한 SFC 장치의 오동작 특성을 분석하고 취득된 데이터를 효율적으로 관리 할 수 있도록 하는데 그 목적이 있으며, 가스터빈 기동 시 SFC 장치의 투입과정에서 발생하는 각종 서지 및 노이즈에 의한 오동작 가능성을 추적하고 이에 대한 보호대책을 마련하기 위해 오동작 가능성을 유발할 것으로 판단되는 구간의 특성에 맞는 서지보호기 개발을 위한 자료를 제공하고자 한다. 본 연구의 데이터 취득은 한국중부발전(주) 보령복합화력발전소에서 운용중인 가스터빈 기동장치 중 7호기와 8호기에 장착된 SFC 장치에서 취득한 데이터이며, 본 장치는 가스터빈 기동에 따른 불규칙한 오동작 특성이 발생되는 구간이다.

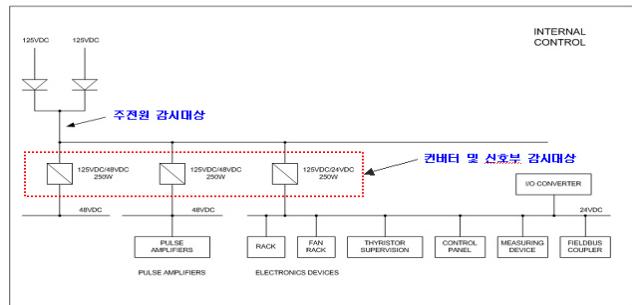
#### 2. 본 론

가스터빈 기동 시 SFC 오동작 상태는 SFC Room 내부에 설치된 메인 컨트롤 장비의 디스플레이가 다운되어 더 이상의 제어기능을 상실하는 현상이 발생되었다. 이를 위해 현장조사를 실시하였다. SFC 메인 컨트롤부의 주전원 계통과 제어 패널의 주요 전원부에 대한 모니터링을 실시하였다. 가스터빈 기동 시 투입되는 SFC 관련 동작 순서를 살펴보면, GT 기동 시, GT기동→Brush Lift off Device Close(GT기동 2Step)→Starting Isolator Close(GT기동 2단계)→Starting Isolator Close(GT기동 2단계)→MVB Close→Feed in Isolator Close→Step Up→3240rpm 도달,의 순서로 진행되며, GT 정상 기동에 따른 SFC 정지는 SFC Off→MVB, Feed in Isolator Open→Starting Isolator Open→10초후 Brush Lift-off Device Open의 순으로 동작한다. GT 기동 및 정지 시의 특성을 검증하기 위해 레코더를 이용해 실시간 데이터를 12개월 동안 추출하여 오동작 발생 시 특성과 정상상태에서의 데이터 특성을 분석하였다. GT기동 시/SFC 정지 시 동작특성과 관련하여 SFC 장치에서 운용하는 장비 중 각종 서지 및 노이즈에 영향을 받을 것으로 예상되는 대표적인 설비의

해당범위를 결정하는데 있어 SFC 장치의 오동작은 SFC 제어 패널의 디스플레이 및 제어기능 불능상태에서 비롯되는 오동작 특성으로부터 정상상태로 복구하기 위해 제어패널의 전원을 초기화하는 과정이 필요하게 되는데 이러한 오동작 원인을 분석하기 위해 SFC 제어장치의 패널에 인가되는 전원부의 상태를 점검하고 전원부의 상태를 감시하는 신호부의 특성을 분석하므로써 SFC 장치의 오동작 원인을 규명하여 이를 제거하기 위해 주요 분석 대상을 다음과 같이 분류하였다. ① 125VDC 주 전원부, ② ELECTRONIC DEVICES, ③ PULSE AMPLIFIER ④ INTERNAL CONTROL부가 주요 대상이며, 상세 분석 구간은 다음과 같다. 전원부의 경우, ①각종 제어패널에 연결된 125VDC 메인 전원부, ②INTERNAL CONTROL의 125/48VDC DC-DC 컨버터, ③PULSE AMPLIFIERS의 125/48VDC DC-DC 컨버터, ④ ELECTRONIC DEVICES의 125/48VDC DC-DC 컨버터, 신호부의 경우, ①INTERNAL CONTROL UNIT의 상태를 점검하는 접점 신호부, ②PULSE AMPLIFIERS UNIT의 상태를 점검하는 접점 신호부, ③ELECTRONIC DEVICES UNIT의 상태를 점검하는 접점 신호부에 대한 특성을 분석하였다.

#### 2.1 특성분석구간

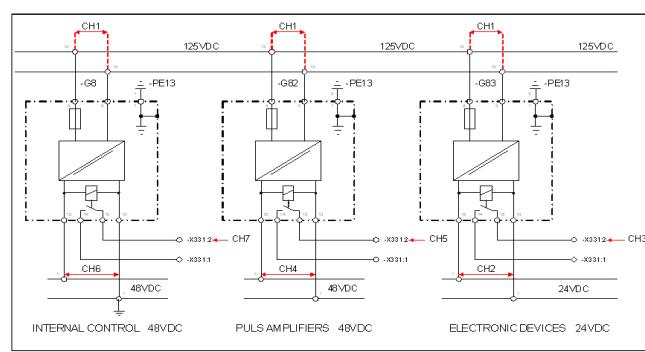
##### 2.1.1 SFC 주전원계통



<그림 1> SFC INTERNAL CONTROL 구성도

주전원 감시대상 : SFC CONTROL 패널의 125VDC 주전원  
컨버터 및 신호부 감시대상 : INTERNAL CONTROL, PULSE AMPLIFIERS, ELECTRONIC DEVICES의 DC-DC 컨버터, INTERNAL CONTROL UNIT, PULSE AMPLIFIERS UNIT, ELECTRONIC DEVICES UNIT의 상태를 점검하는 접점 신호부가 포함된 구간.

##### 2.1.2 DC-DC 컨버터와 상태점검 접점 신호부

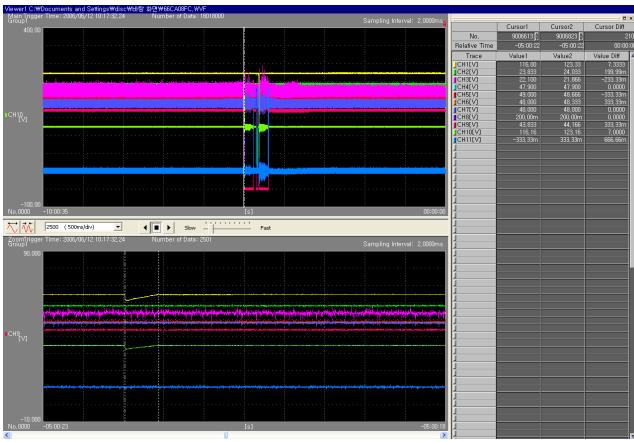


<그림 2> SFC LV-DISTRIBUTION DC-SUPPLY 24VDC/48VDC

## 2.2 상시 검토 구간의 상태별 특성

#GT7/#GT8호기의 선행기동과 후행기동 시 SFC 감시 채널별 특성을 살펴보았으며, SFC 오동작 발생 시의 대표적인 특성을 도시하였다.

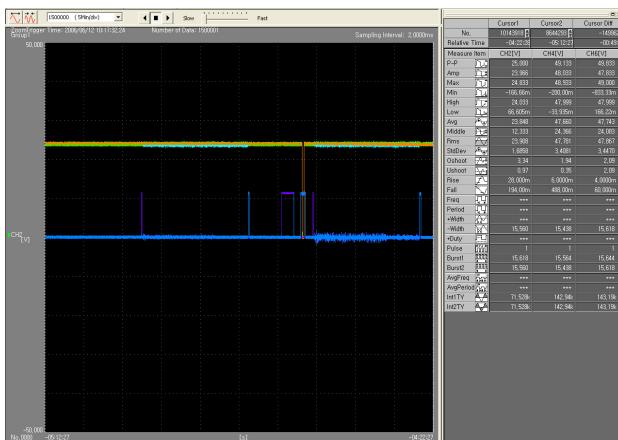
#### 2.2.1 주전원 125VDC 구간의 SFC 투입 시 특성



〈그림 3〉 GT 기동에 따른 SFC의 125VDC 주전원계통 특성

<그림3>은 GT 기동에 따른 SFC의 125VDC 주전원계통의 특성을 분석한 것으로 #GT7 선행기동과 #GT8 후행기동에 있어 주전원계통에 7~13.5V (사용전압의 최대 10%전압 하강) 범위내의 Sag가 발생되고 있으며, 시간폭은 500ms정도 발생되고 있다. 이는 SFC 정상상태와 오동작상태에서 동일한 특성을 보이고 있으며, SFC Control 패널의 주요 전원부의 DC-DC 컨버터의 출력에 있어서 Sag를 유발하지 않아 오동작특성에 영향을 미치지 않는 것으로 판명되었다.

### 2.2.2 DC-DC 컨버터의 출력 상태 특성



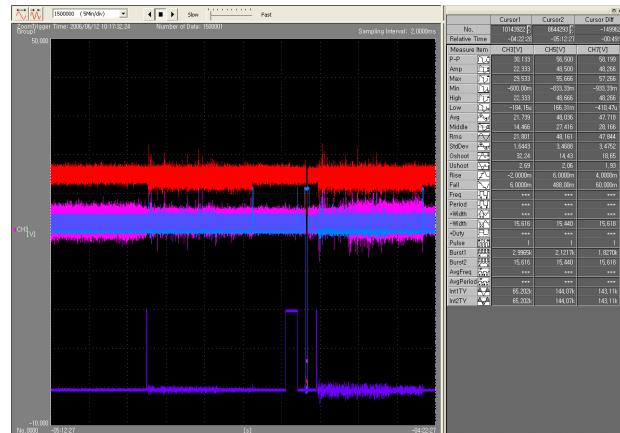
〈그림 4〉 GT 기동에 따른 SFC의 DC-DC 컨버터의 출력상태

<그림4>은 GT 기동에 따른 SFC의 DC-DC 컨버터의 출력 상태 데이터를 취득한 그래프이다. LV-DISTRIBUTION DC SUPPLY 125VDC의 Sag에 영향을 받지 않아 입력측의 10%내외의 Sag 특성은 나타나지 않고 있으나 GT기동에 따른 영향으로 각 구간별 최대  $\pm 4\%$  내외의 변동 특성을 지고 있다. 이러한 변동특성은 정상상태와 오동작상태 모두에 대해 동일한 특성을 보이고 있으며, 일반적인 DC 부하장비의 경우 DC/DC 컨버터의 LOAD REGULATION 특성에 있어 10%이내에서는 정상동작하여 하는 것을 감안하였을 때 오동작에 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

〈표 1〉 GT 기동에 따른 SFC의 컨버터 출력상태 특성전압

주요 부품 및 구조		측정 값[VDC]
ELECTRONIC DEVICES	24VDC 구간	19.25~25
PULS AMPLIFIER	48VDC 구간	45.7~51
INTERNAL CONTROL	48VDC 구간	45.5~51

### 2.2.3 DC-DC 컨버터의 상태 감시 접점 신호 특성



〈그림 5〉 컨버터 상태 감시 접점부 특성

<그림5>은 GT 기동에 따른 SFC의 DC-DC 컨버터의 상태를 감시하는 접점 신호부의 데이터를 취득한 그래프이다. DC/DC 컨버터와 마찬가지로 LV-DISTRIBUTION DC SUPPLY 125VDC의 Sag에 영향을 받지 않고 있다. 그러나 GT기동에 따른 터빈의 동작으로 인해 각 구간별 최대  $\pm 30\%$  내외의 변동 특성을 지니고 있다. 이러한 변동특성은 정상상태와 오동작상태 모두에 대해 동일한 특성을 보이고 있으나, GT 기동에 따른 SFC의 투입이 정상적으로 동작하였을 때 동일 구간의 변동특성은 최대 20%이내의 특성을 지니고 있는 것으로 확인되었다. 또한 감시 접점부의 동작특성은 TTL 레벨로 설계되어 있어 MOS계열의 설계에 비해 ESD 특성이 우수하나 노이즈에 대한 영향을 많이 받는 문제점을 지니고 있으며, 해당구간의 특성데이터를 추출한 결과 오동작 발생시점에서는 항상 본 구간의 노이즈 특성이  $\pm 30\%$  내외로 측정되었다.

〈표 2〉 GT 기동에 따른 SFC의 컨버터 상태 감시 접점 신호 특성전압

	평상 대기 중		기동 시	
	측정 값 [VDC]	변동율 [%]	측정 값 [VDC]	변동율 [%]
ELECTRONIC DEVICES 24VDC 감시 구간	19.3~25	15	15.9~31.4	30
PULS AMPLIFIER 48VDC 감시 구간	45.7~51	7	41.1~58.1	25
INTERNAL CONTROL 48VDC 감시 구간	45.5~51	6	39.5~58.1	20

### 3. 결 론

가스터빈 기동을 위해 회전속도(주파수)를 제어하는 SFC 장치의 오동작 특성을 분석하기 위해 해당 장치의 125[VDC] 주전원과 컨버터 및 상태 감시 신호부의 전원 및 신호상태를 분석하였다. 그 결과 ELECTRONIC DEVICES 24VDC 감시 구간, PULS AMPLIFIER 48VDC 감시 구간 및 INTERNAL CONTROL 48VDC 감시 구간에서 평상 대기 중의 전압 변동률에 비해 오동작 발생 시 노이즈가 2배 이상 겹출되었다. 또한 감시 접점부의 동작특성은 TTL 레벨로 설계되어 있어 MOS계열의 설계에 비해 ESD 특성이 우수하나 노이즈에 대한 영향을 많이 받는 문제점을 지니고 있으며, 해당구간의 특성데이터를 추출한 결과 오동작 발생시점에서는 항상 본 구간의 노이즈 특성이 ±30% 내외로 측정되었다. 이러한 데이터 분석 결과를 통해 해당 상태 감시 구간에는 평상 대기 중의 전압 변동값과 유사한 정도로 특성을 완화 시킬 수 있는 노이즈 필터를 장착하여 SFC 기동 장치의 오동작 특성을 제거할 수 있도록 하여 노이즈 필터 적용으로 인한 특성을 분석 해 볼 계획이다.

[참고문헌]

- [1] Keith W.Eilers, "Applications and Safety Issues for Transient Voltage Surge Suppressors", IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL.36, NO.6, NOVEMBER/DECEMBER 2000
  - [2] IEC 61643-21 Amendment 1 – Low voltage surge protective devices - Part 21: Surge protective devices connected to telecommunication s and signalling networks – Performance requirements and testing methods.