

### 제어시스템의 기기검증 시험 종류와 시험방법

박두용\*, 임익현\*\*, 임건표\*\*\*  
 전력연구원\*, 전력연구원\*\*, 전력연구원\*\*\*

### Test Methode & kind of Equipment Verification for Control System

Doo-Yong Park\*, Ik-Hun Lim\*\*, Geon-Pyo Lim\*\*\*  
 KEPRI\*, KEPRI\*\*, KEPRI\*\*\*

**Abstract** - 화력발전소에 사용되는 제어시스템을 개발함에 있어 하드웨어 분야는 시스템의 안정성과 신뢰성 확보를 위해 반드시 기기검증시험을 통과한 후 적용하여야 한다. 이러한 시험은 제어모듈의 모든 종류의 개별 시험과 실제 사용하고자 하는 구성으로 캐비닛에 모두 장착한 상태에서 시험하여야 한다. 이번 시험은 제어시스템을 설계하고 제작한 후 설계 제원대로 성능을 가지고 있는지에 대한 검증 목적을 하였으며, 유럽규격의 CE 마크 획득에 필요한 기준으로 시험을 수행한 기준을 설명한다.

#### 1. 서론

기기검증 시험이란 개발한 제품의 설계 성능과 수명을 보장할 수 있는지를 각종 시험 방법에 따라 수행하고, 기준 요건에 만족하는지를 점검하고, 요건에 미달할 때 원인해소를 하여야하며, 연구과제 수행 성과물의 개발 목적을 달성하기 위한 필수과정으로서 기기검증을 통과한 상태의 기기를 대량생산하여 실 시스템에 적용하여야 한다.

#### 2. 본론

##### 2.1 시험 대상 제어모듈

시험대상 제어모듈은 아래와 같다.

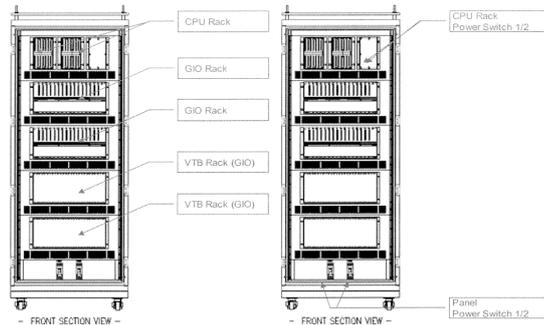
표 1. CPU Rack 장착보드					표 2. GIO Rack 장착보드						
구분	부드	형상	GUARDIAN-B	GUARDIAN-T	동작요원	구분	부드	형상	GUARDIAN-B	GUARDIAN-T	동작요원
CPU	MPU-V8SA	●	●		DC 5V	GIO	GIO-DI16	●	●		DC 24V
COMM	COM-SC4A	●			GIO-DO16		●	●			
	COM-F9PB	●			GIO-CO16		●	●			
	SIO-LSV5	●			GIO-AI16		●	●			
SIO	SIO-PLUB	●			GIO-IO16	●	●				
	SIO-SYNC	●									
	SIO-SFRB	●									

표 3. VTB Rack 장착보드					표 4. Backplane 및 전원						
구분	부드	형상	GUARDIAN-B	GUARDIAN-T	동작요원	구분	부드	형상	GUARDIAN-B	GUARDIAN-T	동작요원
GIO VTB	VTB-DO16	●	●		DC 24V	CPU	VME Backplane				DC 5V
	VTB-AO16	●	●			GIO	BPB-IO16	●	●		DC 24V
	VTB-AI16	●	●			GIO VTB	BPB-STO2	●	●		
	VTB-IO16	●	●			SIO VTB	BPB-STO2	●	●		
SIO VTB	VTB-RD16	●	●			POWER	PWR-DC1S	●	●		
	VTB-LSV5	●	●			POWER	PWR-DC3S	●	●		
	VTB-PLUB	●	●								
	VTB-SYNC	●	●								
	VTB-SFRB	●	●								

##### 2.2 시험 대상 제어모듈을 장착한 캐비닛 구성

시험대상 캐비닛 구성은 아래와 같다.



〈그림 1〉 시험대상 캐비닛 구성

##### 2.3 시험 항목에 대한 적합/부적합 기준 등급

시험항목에 대한 적합(Pass)/부적합(Fail)의 기준은 아래와 같다.

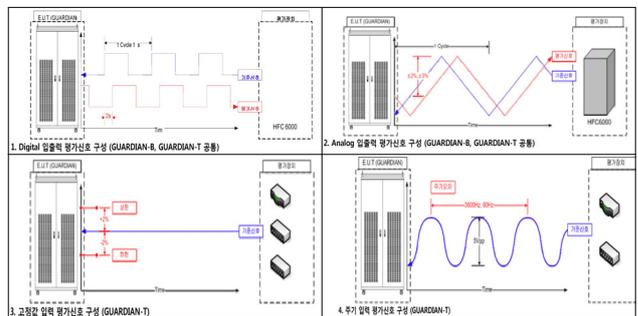
- 2.4.1 A 등급 : 시험중 또는 종료후 시험품의 성능유지
- 2.4.2 B 등급 : 시험중 성능저하, 시험종료후 정상동작
- 2.4.3 C 등급 : 시험중 성능저하, 시험종료후 전원개폐 또는 재시동에 의한 복원

##### 2.4 기기검증 시험 항목의 세부 항목 및 기준

기기검증 시험의 대분류 항목은 신뢰성 시험, 진동시험, EMC 시험, 안전시험, 노이즈 시험이 있으며 상세 기준은 아래와 같다.

구분	시험항목	시험조건	평가기준	동작구분
신뢰성 시험	저온시험	■ 온도:-25℃ ■ 저장시간:72h(후처리1-2시간)	A	비동작
	고온시험	■ 온도:70℃ ■ 저장시간:72h(후처리1-2시간)	A	비동작
	열충격시험	■ 고온:70℃/저온:-25℃ ■ 온도유지시간:고온/저온각3h ■ 반복:5회 ■ 온도변화주기:2~3분 ■ 소요시간:30h(후처리1-2시간)	A	비동작
	습도시험	■ 온도:40℃±2℃ ■ 습도:RH93(+2,-3)% ■ 시험시간:10D ■ 후처리:1~2h(상온,RH60%)	A	비동작
	온도사이클시험 (Burn In 시험)	■ 고온:55℃/저온:5℃ ■ 시간:각3h ■ 반복:5회 ■ 온도변화율:1℃/분 ■ 소요시간:40h	A	동작
진동 시험	진동시험	■ 시간 :30 m ■ 주파수 : 10~13~100Hz ■ 변위/가속도 :0.75mm/1G peak-peak ■ 소인속도 : 1 Octave/분	A	비동작
	잠음단자전압 (CE)	■ 0.15~0.5MHz : 79dB uV(Q), 66dB uV(A) ■ 0.5~30MHz : 73dB uV(Q), 60dB uV(A)	Pass	동작
EMC	잠음전계강도 (RE)	■ 30~230MHz:40dBuV/m ■ 230~1000MHz:47dBuV/m ■ 측정거리:10m	Pass	동작
	정전기방전 (ESD)	■ 금속표면, ■ 기중:±8kV, 절연표면 및 슬롯	B	동작
	복사전자기장 (RS)	■ 80~1000MHz:10V/m, ■ 80%AM변조(1kHz)	A	동작
	전기적과도현상 (EFT)	■ 교류입력전원선: 1.0kV(peak),5ns/50ns(Tr/Th),5kHz ■ 교류입력출력전원선: 0.5kV(peak),5ns/50ns(Tr/Th),5kHz	B	동작
	서어지 (Surge)	■ 교류입력전원선:1.0kV(P-P),2.0kV(P-E) ■ 직류입력전원선:0.5kV(P-E) ■ 신호선및전송선:4.0kVor1.5kV	A	동작
	전도간섭내성 (CS)	■ 0.15~80MHz:10V,(80%AM변조,1kHz)		
안전 시험	내전압시험	■ 전원/FG간0.5kV 이상	Pass	비동작
	누설전류시험	■ 전원/FG간0.25mA 이하	Pass	동작
	절연저항시험	■ 전원/FG간1MΩ 이상	Pass	비동작
	소비전력시험	■ 각보드별,Rack별 측정	측정	동작
노이즈 시험	소비전류시험	■ 각보드별,Rack 측정	측정	동작
	Impulse Noise 시험	■ DC±0.9KV,AC±1.8KV, ■ Pulswidth:50ns ■ Cycle:16ms ■ 시험시간:1시간	A	

##### 2.5 디지털, 아날로그, 고정값, 주기입력 입.출력 평가신호의 구성



##### 2.6 평가신호의 기준

###### 2.6.1. GIO 입출력 평가신호

평가신호	신호구분	입/출력 신호범위	기준신호 입력값	오차범위	비고
GIO-DXXX VTB-DXXX	Digital 입력 ->Digital출력	DC 0~24V	-16ch, 주기5sOn/Off	-2s지연시Fault	
GIO-AXXX VTB-DXXX	Analog 입력 ->Analo출력	Current : 4~20mA	-16ch, 10~90%,삼각파 주기280sOn/Off	±3%, Fault	-정밀도및 변동주기교려

### 2.6.2. SIO 입력 평가신호

평가신호	신호장치 ▶ 계측기기 ▶ E.U.T		기준신호 입력값	오차범위	비고
제어보드	신호구분	입력신호 범위			
SIO-LVSV VTB-LVSV	LVDT 입력	DC 0~10.0V	-5.67V, LVDT센서고정값	-±0.06V,1%,Fault	-입력채널수1Ch -Source:LVDT센서
SIO-PLUB VTB-PLUB	Analog 입력	DC 1.0~5.0V	-8ch Ch1 : 1.34V (10%) Ch2 : 1.73V (20%) Ch3 : 2.12V (30%) Ch4 : 2.50V (40%) Ch5 : 2.89V (50%) Ch6 : 3.28V (60%) Ch7 : 3.67V (70%) Ch8:4.43V(90%)	-±0.08V,2%,Fault	-입력채널수8Ch -Source:
	PT 입력	DC ±10.0V	-6Vrms	-±0.5V,2.5%,Fault	-Source:계측기1
	CT 입력	DC ±10.0V	-6Vrms	-±0.5V,2.5%,Fault	-Source:계측기1
SIO-SPRB VTB-SPRB	Speed Pick Up	Sine wave	-3600Hz,5.0Vpp -고정주기	-±18Hz,0.5%,Fault	-입력채널수3Ch -Source:계측기2
SIO-SYNC VTB-SYNC	PT입력	Sine wave	-60Hz,5.0Vpp -고정주기	-±1.2Hz,2%,Fault	-입력채널수6Ch -Source:계측기3

### 2.6.3. SIO 출력 평가신호

평가신호	E.U.T ▶ 평가장치		기준신호 출력값	오차범위	비고
제어보드	신호구분	출력신호범위			
SIO-LVSV VTB-LVSV	Servo 출력	DC1.0~5.0V	-25% 2.0V,고정 0~25%,1.0~2.0V, 주기80sOn/Off	-±2%,Fault	-출력채널수2ch (저항오차고려)
SIO-PLUB VTB-PLUB	Digital 출력	DC 24.0V	-8ch,주기5sOn/Off	-2s지연시Fault	
SIO-SPRB VTB-SPRB	Digital 출력	DC 24.0V	-8ch,주기5sOn/Off	-2s지연시Fault	
SIO-SYNC VTB-SYNC	Digital 출력	DC 24.0V	-8ch,주기5sOn/Off		

### 2.6.4. TC/RD 입력 평가신호

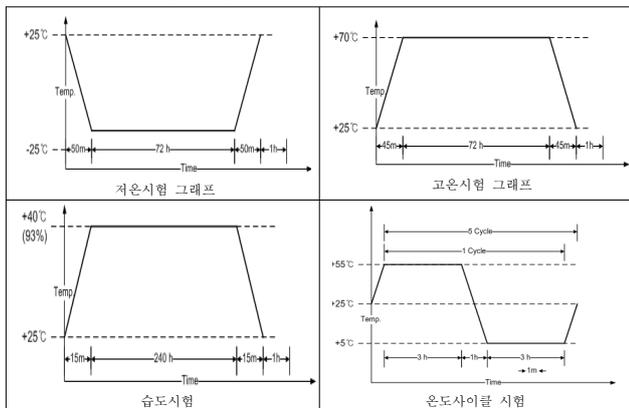
평가신호	신호장치 ▶ 계측기기 ▶ E.U.T		기준신호 입력값	오차범위	비고
제어보드	신호구분	입력신호 범위			
GIO-TC16 VTB-TC16	Termo Couple	E-Type	16ch, 고정값,+5.982mV	100±10°C	Source: 계측기4
GIO-RD16 VTB-RD16	Resistance Temperature Detection	PT100-Ty pe	16ch, 고정값,100Ω±5%	0±15°C 5±15°C	Source:외부저항 (저항오차및초기 값기준)

### 2.6.5. 사용 계측기 목록

계측기	입력신호	제조사	모델명	Serial No.
1	6 Vrms	한창트랜스	HCS-2SD20	-
2	3600Hz,5Vpp	Agilent	33120A Function Generator	US36045000
3	60Hz,5Vpp	YOKOGAWA	FG110 Function Generator	91G519931
4	5.982mV	YOKOGAWA	TYPE 553 DC Voltage/Current Standard	08E3L00470001
5	12mA	YOKOGAWA	7651 Programmable DC Source	91K519954
6	CPU	YOKOGAWA	MX100-J-1M	27C912516

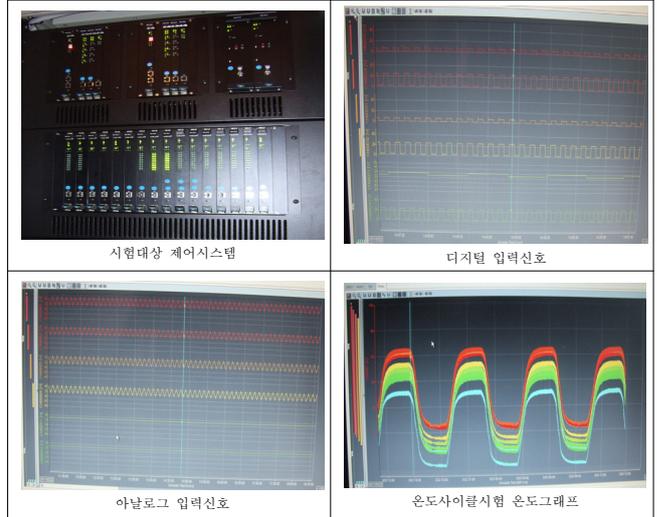
### 2.6. 신뢰성 시험 그래프

- 신뢰성 시험을 그래프로 표시하면 아래와 같다.
- 저온시험 : -25°C, 72시간, - 고온시험 : 70°C, 72시간
  - 열충격시험 : -25~70°C, 5주기 40시간
  - 습도시험 : 40°C, 93%, 24시간



### 2.7. 온도사이클 시험

온도사이클 시험은 위의 기준으로 시험하였으며, 시험중 온라인으로 데이터 송수신시 1개 모듈에서 Fault 가 발생하여 원인을 해소하고 다시 시험을 완료하였다. 시험대상 제어시스템과 입력신호 그래프, 캐비닛 각 부분의 온도 측정결과의 그래프는 다음 사진과 같다.



### 2.8. 각종 시험 계통도 (시험항목 중 일부)



### 2.9. HMI 모니터링 화면 (온라인 데이터 송수신, 저장, 감시)



### 3. 결 론

본 시험에 앞서 시험방법과 시험기준을 정의한 시험절차서를 사전에 준비하였고, 시험일정에 맞추어 약 1개월 동안 기기검증시험을 수행 하였다. 시험중 일부항목에서 설계기준을 만족하지 못한 부분이 발생하였으나, 원인을 찾아내고 조치를 하여 시험기준을 만족시켰다. 상세한 내용은 연구과제 성격상 내부적으로만 사용하며, 각종 시험방법과 기준을 준수한 것과, 통과한 규격으로 설치용 제품을 제작하여 하드웨어, 소프트웨어 종합시험 시행하고 발전소 실 시스템에 적용할 예정이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 육심균 "기기검증 시험 절차서", 2011.03
- [2] 박두용 "기기검증시험 결과 중간보고서", 2011.05