

KNICS 개발 개념

- 김동훈, 이철권 / 한국원자력연구소(KAERI)
- 신재활, 김영백 / 한국전력기술주식회사(KOPEC)
- 권순만 / 한국전기연구원(KERI)
- 송성일 / 한전전력연구원(KEPRI)

요 약

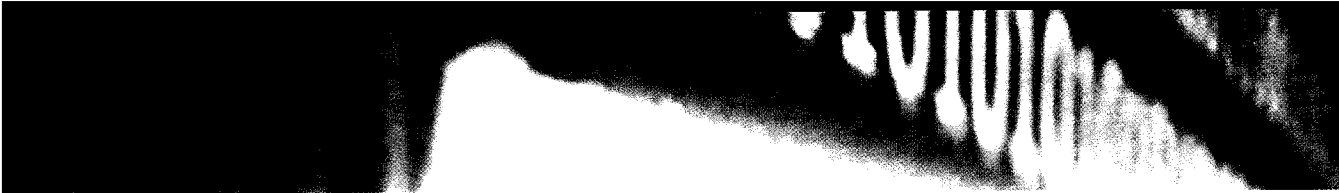
원전에서 사용되는 계측제어계통 기기들의 국산화율을 위하여 수행중인 KNICS 사업의 개발내용을 요약하였다. 본 연구개발은 계측제어계통 구성의 근간이 되는 핵심 기기를 PLC와 DCS로 선정하여 국산화하고, 이를 기반으로 원전에서 요구되는 각종 보호계통, 제어계통 및 감시계통 캐비닛을 개발한다. 원전 적용시 필수적으로 거쳐야 하는 인허가 획득을 위하여 개발요건 수립에서부터 기기검증에 이르기까지 체계적인 계획하에 개발을 추진중에 있으며, 개발결과는 국내 후속원전 건설 및 기존 원전의 기기교체 시 사용가능할 것으로 기대한다.

배 경

1) 원전 계측제어계통 기능 및 구성

원전 계측제어계통은 그림 1과 같이, 안전기능을 담당하는 계통과 비안전 계통으로 분류할 수 있다. 안전계통은 원전의 사고를 방지하거나 완화시키는 기능을 수행하는 계통으로서, 원전 특성으로 인한 고유한 기능을 갖는다. 비안전 계통은 일반 산업 분야와 마찬가지로 플랜트 운전에서 요구되는 계측, 제어, 감시 및 정보처리 기능을 수행한다.[1]

안전계통은 원전 사고 방지와 완화 기능을 수행하기 때문에 설계부터 구현, 제작 및 시험 까지 매우 엄격한 절차와 검증과정을 거쳐 개발해야 한다. 이들 안전계통에는 안전 계측계통, 보호계통, 기기제어계통 및 기타 안전관련 감시계통이 있으며, 안전관련 변수를 감지하고, 미리 설정된 위험 상태의 접근 여부를 판단하고, 위험 판단 시 사고 상태로 진전되는 것을 막기 위하여 원자료를 정지시키거나 사고시 이를 완화시키기 위한 제반 기기의 작동을 개시하고 감시하는 기능 등을 수행한다. 비안전계통은 원전 운전을 위한 제반 제어행위를 수행하는 제어계통, 원전 전체의 상태 정보를 수집, 처리, 분석하고 경보와 화면 정보 제공하는 정보계통, 특정 기능의 판단 및 감시를 위하여 데이터를 수집하고 처리하는 감시계통 및 현장 변수를 감지하고 처리하여 각 계통에 공급하는 계측계통 및 각종 BOP 관련 계통으로 구성된다. 제어계통은 급수제어, 증기우회 제어, 원자로 출력조절, 가압기 수위제어, 가압기 압력제어, 제어봉 구동장치제어, 및 원자로 출력감발 기능을 수행하는 하부 계통으로 구성된다. 감시계통은 원자로냉각재펌프 축 속도 및 진동, 음향누설, 내부 구조물진동, 금속과편 및 방사선 감시를 위한 계통으로 구성된다. 정보계통은 원전 자료수집, 발전소 컴퓨터, 노내외 출력검출, 경보 및 지시 등을 위한



계통으로 구성되며, 계측계통은 온도, 압력 등의 공정 변수들을 감지 및 처리하여 관련 계통에 변수 데이터를 제공한다. BOP 관련 계통은 이차측의 계측, 감시 제어에 요구되는 제반 기능을 수행하는 수많은 계통으로 구성된다.

2) KNICS 개발 목적 및 필요성

고리 1, 2호기 및 월성 1호기 도입준비 및 건설사업 참여를 통하여 시작된 우리나라의 원자력 산업은 1978년 건설이 착수된 고리 3, 4호기부터 한국전력공사가 사업관리를 주도하고 외국 업체에 분할 발주하는 형태로 발전하면서 기술자립을 위한 기반을 마련하였고, 영광3, 4호기 건설사업 추진 시부터 주계약자를 외국 업체로부터 국내업체로 변경하고 국내 참여 기관 및 업체별 기술자립 업무 분담 및 기술도

입 계약체결 등을 위시한 지속적인 노력을 경주함으로써 원전 계통설계의 기술자립을 이룩하여 한국형 표준원전 모델을 확보하게 되었다. 또한, 안전성과 경제성의 획기적 향상을 목표로 한 한국형 차세대원자로 설계개발 사업을 성공적으로 수행하여 APR1400 모델을 개발하고 신고리 3, 4호기에 적용하는 단계에 이르렀다. 이처럼 원전 계측제어시스템의 계통설계 분야는 괄목할 만한 수준의 기술 발전을 이룩한 반면, 기기설계와 기기제작 기술 분야의 발전은 국내외의 불리한 산업 여건과 외국 업체와의 지적재산권 문제 및 계약적인 제약 등으로 말미암아 기술자립 실적이 비교적 저조한 실정이다. KNICS 사업은 원전 계측제어 시스템의 기기설계 및 기기제작 기술 능력을 향상시켜 해외업체의 독점으로 인한 폐단을 극복하고 국가 원자력산업의 완전한 기술자립을 목표로 추진하게 되었다.

3) KNICS 개발 범위

KNICS 사업은 보호계통 및 제어계통의 기기 국산화와 부분적인 운전감시지원 기술을 1단계 개발 범위로 하며, 이를 기반으로 2단계에서는 국산기기 기반의 통합 원전계측제어계통을 개발한다. 세부 개발 내용으로는 안전등급 PLC와 보호계통의 개발, 비안전등급의 DCS 개발 및 제어계통 캐비닛의 개발, 기기 및 계통캐비닛의 S/W 검증 등의 인허가 기술개발, 제어봉구동장치 제어계통의 국산화, 제어실 운전원의 감시 및 운전지원 기술개발 등이 있다.

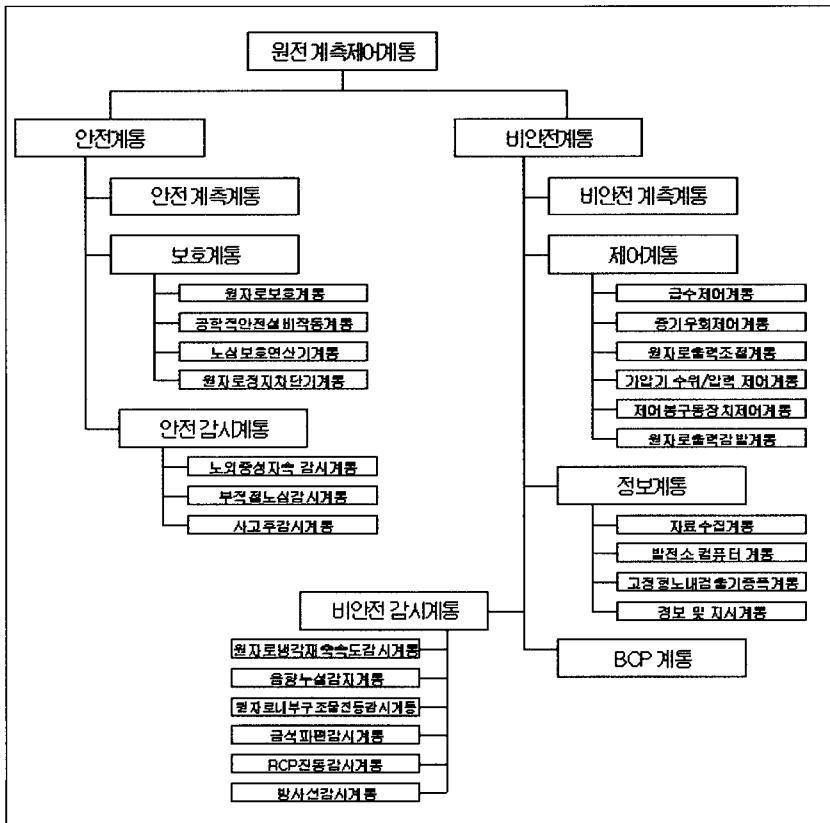


그림 1 원전 계측제어계통 구성 및 분류

KNICS 개발기준

1) 개발원칙

- KNICS는 개발되거나 사용중인 국산기기를 사용하여 설계한다.
- KNICS는 표준설계 인증을 획득한 APR 1400 설계요건을 만족하며, 운전 및 유지. 보수가 용이하도록 기능개선을 위한 새로운 설계요건을 부가한다.
- KNICS 개발 전 과정을 체계적인 품질보증 프로그램 하에서 관리하여 설계 및 개발 결과의 안전성을 확보하고, 고품질을 유지한다.

2) 설계기준[2,3]

- 계측제어계통 설계기준
 - 공통모드고장에 대한 다양성의 수준을 최소화하면서 여유부품 확보와 운전 및 보수를 용이하게 하기 위한 부품의 표준화를 극대화한다.
 - 플랜트의 안전성과 이용률 제고를 위해 오류허용 및 검증된 기술을 적용한다.
 - 계통간의 정보전달을 위해 통신망을 적용한다.
 - 검증된 상용기기를 사용하여 계통을 구성한다.
 - 적용 가능한 최신의 규제요건과 산업표준을 만족한다.
 - 소프트웨어기반의 디지털 기술을 사용한다.
 - 컴퓨터기반 계통의 기기에 대한 연속적인 자동시험과 주기적으로 요구되는
 - 주기시험을 위해 수동 및 자동 기능시험을 제공한다.
 - 최소한의 H/W 변경에 따른 설계변경을 수용하도록 충분한 확장성을 제공한다.
 - 기능이 표준화된 하드웨어와 소프트웨어 블록으로 구현되는 계통은 모듈화 한다.
- 인간기계연계 설계기준
 - 인간기계연계 설계는 운전원이 원자료를 안전하고 경제적으로 운전할 수 있도록 모든

운전정보와 제어수단을 제공하는 제어실을 설계한다.

- 제어실은 사고시 방사능으로부터 보호될 수 있도록 한다. 주제어실은 정상운전조건에서 발전소를 안전하게 운전하고, 사고조건 하에서도 발전소를 안전한 상태로 유지
- 인간기계연계 설계에 NUREG-0711에서 제시한 인간공학적 설계방법 및 절차를 설계 초기부터 체계적으로 반영하여 인적요인에 의한 오류를 감소시켜 발전소의 안전성 및 효율성을 향상한다.

3) 상위 설계요건

KNICS 개발시 적용하는 주요 설계요건으로는, 가용성 및 신뢰성, 표준화 및 다양성, 다중성 및 구획성, 보수성 및 시험성, 여유성 및 확장성, 소프트웨어 및 하드웨어 건전성, 자료통신 건전성 등이 포함된다.

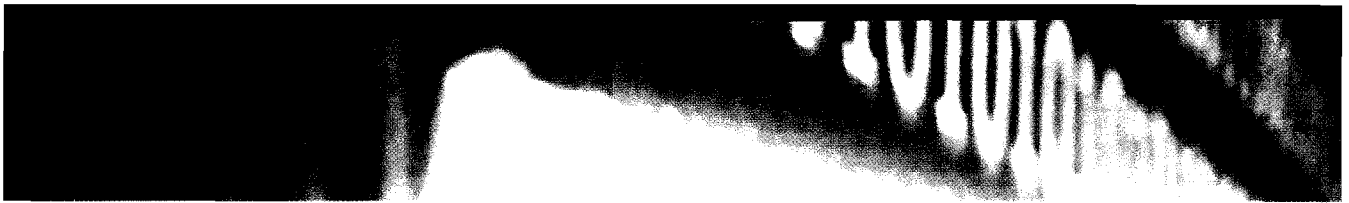
KNICS 기기개발

1) 안전등급 PLC

보호계통 기기로서 지난 20여년 동안 산업체에서 널리 사용되어 안전성 및 성능이 입증된 PLC를 선정하였으며, 원전에서 요구하는 안전등급의 규격요건을 만족하는 PLC를 개발하기 위하여 상세기능, 성능 및 신뢰도, 운전 및 시험, 검증, 품질보증에 관한 설계요건을 개발하였다. 개발된 기기는 엄격한 검증 과정을 거쳐 보호계통을 통해서 성능이 입증된다.

2) 분산제어시스템(DCS)

원전에 적용 가능한 고 신뢰성의 디지털 분산제어 시스템(DCS)을 개발하고 개발된 시제품을 현장에 시험 적용하여 신뢰성 있는 운전이력을 입증하는 것을 최종적인 목표로 한다. 이를 위해 고 신뢰성의 결정론적 통신망의 개발, 하드웨어의 신뢰성 확보 및 개발 소프트웨어의 품질확보를 주요 개발 개념으로



한다.[4] 상세 설계개념은 다음과 같다.

- 고 신뢰성의 결정론적 통신망

- 대형 시스템 구축이 가능한 충분한 용량의 데이터 송수신 능력
- 고속 실시간 제어 및 대규모의 데이터 전송 가능
- 단일고장에 대응되는 구조 및 기능
- 유지 및 관리가 용이한 구조

- 하드웨어의 신뢰성 확보

- 중요 기기의 2중화
- 원전설치 환경에 대한 내구력 확보

- 소프트웨어의 품질 확보

- 소프트웨어 수명주기에 따른 품질관리 계획 수립

- 개발 단계별 확인 및 검증(V&V)
- 소프트웨어 형상관리

3) 제어봉구동장치제어계통(CEDMCS)

원자로내의 핵반응을 제어하는 핵심계통의 하나인 제어봉구동장치제어계통은 크게 논리제어를 담당하는 논리제어부와 구동장치에 공급되는 전력제어를 담당하는 전력제어부로 구성된다. 계통은 최신 기술을 적용하고 디지털 기술의 장점을 최대한 활용하여 개발하며, 특히 디지털 기술의 짧은 설계수명을 고려하여 KNICS 전체 시스템과 연계되는 상위의 논리제어부는 개량이 용이하도록 설계된다. 또한 신뢰성 향상을 위하여 다중화 개념을 도입하고 자기진단 및 고장 대처 기능을 가지도록 한다. 연계신호들은 전기적으로 절연시키며 유지보수성 향상을 위하여 MMI 기능을 강화하고 개방형, 표준형, 모듈형으로 개발하여 호환성을 대폭 향상시킨다. 주요 특징은 표 1과 같다.

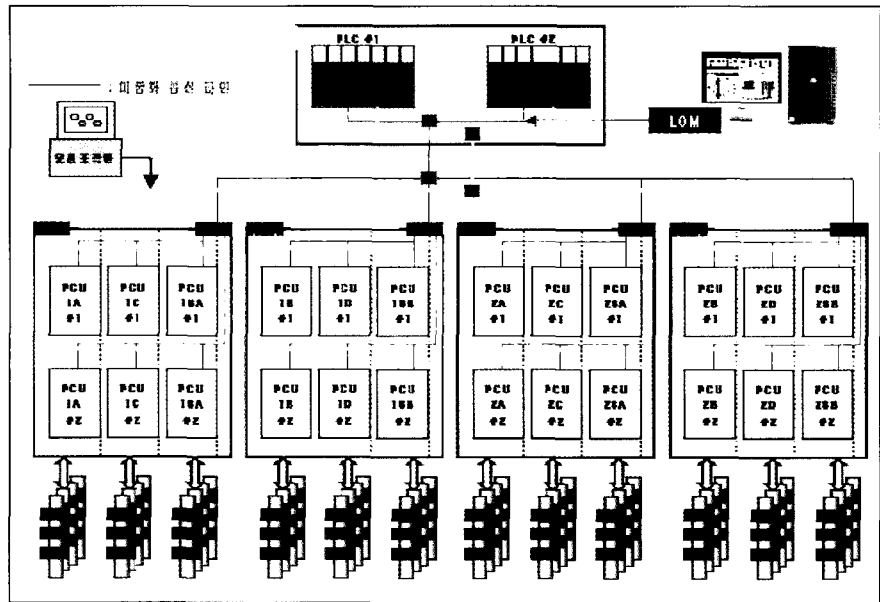


그림 3 제어봉구동장치제어계통 설계 (PCU: 전력제어유닛)

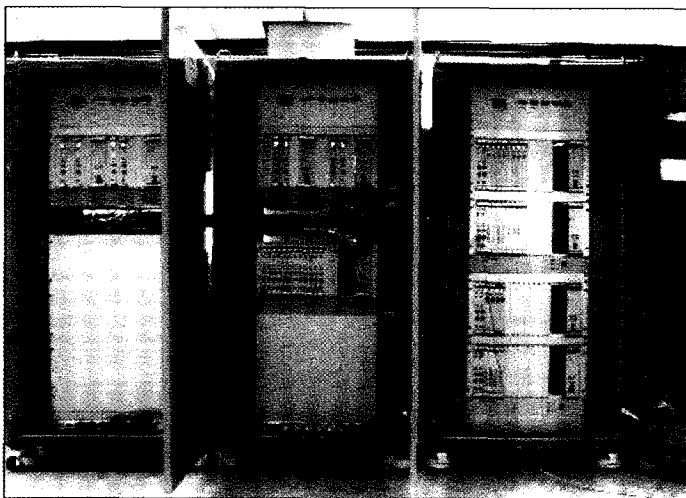


그림 2 개발중인 분산제어시스템 시제품(일부)

표 1 계통설계의 주요 특징

특 징	구현된 기능	특 징	구현된 기능
디지털 시스템	- 주제어기: PLC 또는 DCS - 전력제어기: TI TMS320 Series	사용자 편의성 향상	- 현장감시제어반(LOM) 설치 - 코일 전압/전류 감시 기능 - 이상시 코일 전압/전류 저장 기능 - Event Logging 기능
고신뢰화	- 주제어기는 Hot-standby 형식 이중화 - 전력제어기 Alternate Master/Slave 방식 이중화 - Fault-Tolerant 통신망 및 전원 이중화 - Double Hold Mode 구현	강화된 자기 진단 및 감시기능 (상시 검출 기능 부가)	- 주제어기 및 전력제어기 자기진단 및 감시 - 주제어기 및 전력제어기 제어카드 제거 감시 - 전력소자 Fault 감시 - 퓨즈 Fault 감시 - Power Supply Fault 감시 - 코일 건전성 감시
유지 보수성 향상	- Draw-out 형식의 단위 전력변환 모듈 - Stationary와 Movable 전력변환 모듈의 호환성 - Hold Bus Power Supply Panel 제거 - On-line 유지보수용 유지보수 Panel 설치 - 전력제어기 카드 종류 단순화 및 동일 소프트웨어 탑재 - 타 카드 삽입방지 기능	기타 부가 기능	- 이동 검출 기능 - 제어봉 Drop Time Test 기능

보호계통 개발개념

보호계통은 원자로보호계통과 공학적인 안전설비-기기제어계통(ESF-CCS)으로 구성되며, 이들 계통에 적용될 디지털 제어기기로 안전등급 PLC를 사용한다. 이 PLC는 KNICS 원자로보호계통 및 공학적인 안전설비-기기제어계통 설계요건과 안전계통에 적용하기 위한 제어기기 일반요건에 따라 국내 PLC 전문회사에서 개발하고 있다. KNICS 보호계통은 다음과 같은 주요 설계특징을 갖는다.

- APR 1400 요건 만족
- 자동주기시험기능 적용으로 이용률 향상
- 중요 프로세서 완전 이중화로 신뢰도 향상
- 네트워크 확대 적용으로 유지보수 향상

그림 4는 KNICS 보호계통 구조를 나타낸다. KNICS 원자로보호계통은 전기적/물리적으로 격리된 4개의 채널로 구성되며, 각 채널에는 PLC로 구성된 비교논리 프로세서(BP), 동시논리 프로세서(CP), 자동시험 및 연계프로세서(ATIP)가 설치된다. 각 채널의 비교논리 프로세서와 동시논리 프로세서는 완전 이중화 구성을 가진다. 또한, 캐비닛운전원모듈, 주제어실 및 원격정지실 운전원 모듈, 노심보호연산

기, 원자로 정지차단기 등이 각 채널에 포함된다. 각 프로세서들의 운전정보는 이중화된 ICN(Intra-Channel Network, Profibus-FMS)을 통해 전송되고, 비교논리프로세서와 동시논리프로세서간 안전데이터 전송은 SDL(safety Data Network, Profibus-FDL)을 통해 이루어진다. 자동시험 및 연계프로세서는 자동주기시험을 권장하며, 타 채널 및 ESF-CCS와의 연계를 수행한다. 자동주기시험은 비교논리 및 동시논리프로세서 입출력모듈, 비교논리, 보팅논리에 대해 정해진 주기마다 자동으로 시험이 개시되고 자동으로 시험이 이루어진다. 캐비닛 전면에는 유지보수를 위해 캐비닛운전원모듈(COM)이 장착되며, ICN을 통해 전송된 각 프로세서의 운전정보가 CRT 상에 표시된다. 또한, COM에는 유지보수시 사용될 트립채널우회 및 전채널우회 스위치가 설치되어 있다.[5]

표준원전이나 올진 5&6 호기에서는 ESFAS를 ESFAS-AC와 PCS(Plant Control System)로 구성되어 있지만 KNICS에서는 이들을 통합하여 ESF-CCS로 설계한다. ESF-CCS는 전기적/물리적으로 격리된 4개의 디비전으로 구성되며, 각 디비전에는 PLC로 구성된 그룹제어기(GC), 루프제어기(LC), 통신 및 시

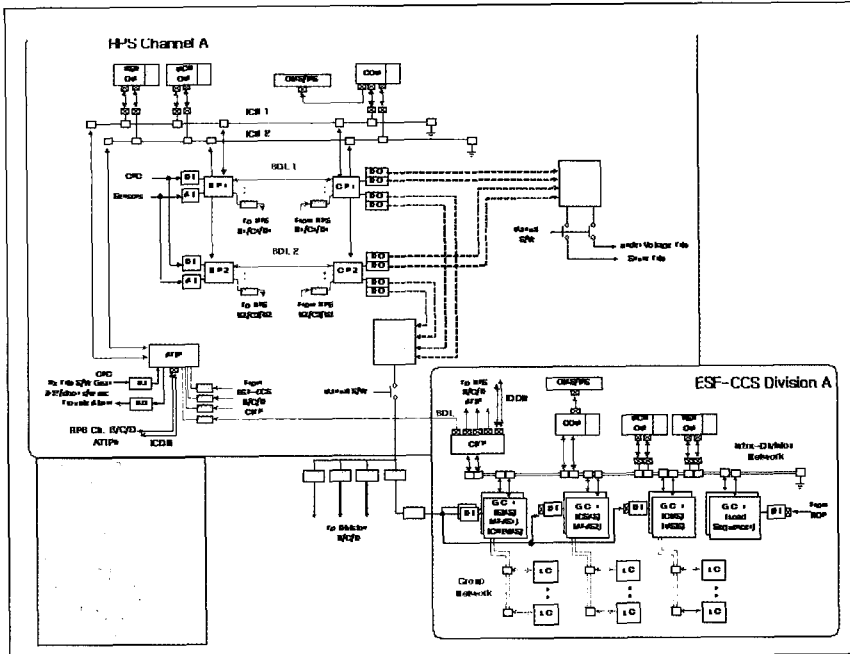
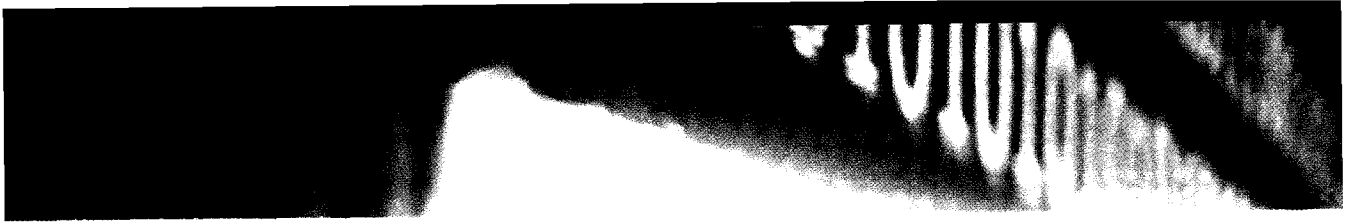


그림 4 KNICS 보호계통 한 채널 구조

협프로세서(CITP)가 설치된다. 또한, 캐비닛운전원 모듈과 주제어실 및 원격정지실의 수동제어반이 포함된다. 각 디비전의 그룹제어기는 완전 이중화 구성(계열 1과 계열 2 그룹제어기)을 가진다. 그룹제어기는 4채널 RPS에서 전송된 공학적인안전설비 작동신호를 취득하여 Full 2/4 보팅을 수행한다. 보팅결과는 그룹네트워크(GN)을 통해 관련 루프제어기로 전송되고, 루프제어기는 정해진 논리에 따라 관련 기기를 작동시킨다. 그룹네트워크는 안전데이터링크와 동일한 안전등급 기준을 만족한다. 각 그룹제어기와 통신 및 시험프로세서간에는 IDN(Intra-Division Network)을 통해 운전정보를 공유한다. 통신 및 시험프로세서는 ESF-CCS 운전정보를 원자로보호계

통 자동시험 및 연계프로세서로 SDL을 통해 전송된다. 자동주기시험은 그룹제어기의 입출력모듈과 보팅논리에 대해 정해진 주기마다 자동으로 시험이 개시되고 자동으로 시험이 이루어진다. 캐비닛 전면에는 유지보수를 위해 캐비닛운전원모듈(COM)이 장착된다. ESF-CCS는 Multi-loop 제어와 모든 제어기간의 네트워크 통신의 적용으로 유지보수성과 경제적 측면에서 장점을 갖는다.[6]

제어계통 개발개념

KNICS 제어계통의 개발 개념은 최근 산업체에서 많이 사용되고 있으며 이미 검증된 분산제어계통을 원전의 비안전등급 제어계통에 적용하여 안전하고

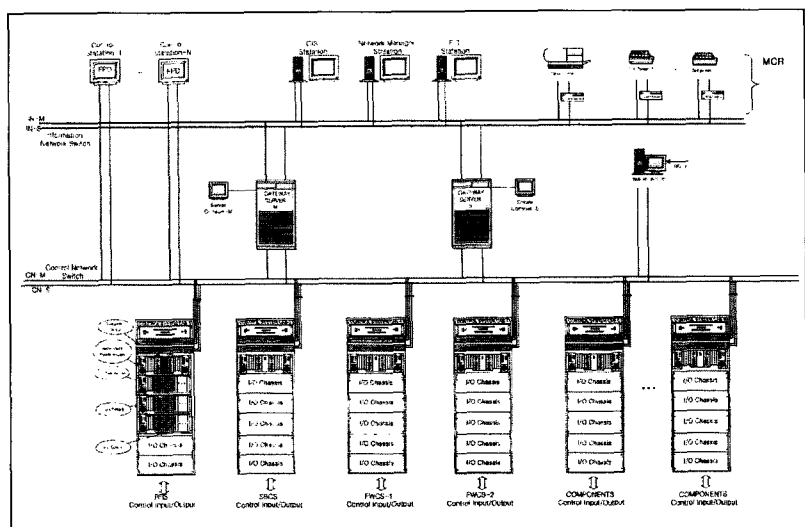


그림 5 KNICS 비안전 제어계통 구성도

신뢰성 있는 통합된 계통을 구성하는 것이다. 즉, 기존의 아날로그 방식으로 구현되었던 계통을 디지털화 함으로써 제어계통 구성 기기의 단종으로 야기되는 문제점을 해결하고, 더 나아가 국산 제어 기기를 사용하여 선진국의 독과점을 방지하여 궁극적으로 원전 건설의 국가 경쟁력을 확보할 수 있도록 한다. KNICS 비안전 계측제어계통은 분산제어계통을 적용할 수 있는 계통과 적용할 수 없는 계통을 통합하여 구성한다. 현재 개발 중인 KNICS의 비안전 제어 계통의 계통 구성은 그림 5와 같다.

분산제어계통을 적용한 비안전 제어계통의 주요 개발 개념은 다음과 같다.[4]

- 신뢰성 : 마이크로프로세서에 의해 구현되는 계통으로 정확하고 신뢰성 있는 감시 및 제어 기능을 수행한다.
- 이중화 : 계통 내의 단일 고장으로 인해 수행 중인 계통의 감시 및 제어 기능에 영향이 없도록 기기를 이중화 한다.
- 유지보수 : 고장 감지를 위한 자기 진단 능력을 보유하고, 제어계통의 정상운전 중에도 고장난 기기의 수리가 가능하도록 한다.
- 격리 : 단일 기기 고장으로 인한 영향이 최소화 되도록 격리한다.
- EMI/EMC : 전자파 간섭의 발생을 최소화하고, 외부에서 발생하는 전자파 간섭에 대응할 수 있도록 한다.

통신망 설계개념

KNICS에서 개발되는 계통기기들을 통합하기 위하여 개념 설계되는 통신망의 전체적인 구조는 그림 6과 같이 크게 공학적인 안전설비 기기제어계통 및 원자로 보호계통 등을 포함하는 보호망, NSSS 및 BOP의 제어계통을 포함하는 제어망, 정보 및 지시계통과 정보처리계통, 제어실 연계를 위한 Backbone 망인 정보통신망, 그리고 현장 기기 및 센서 데이터 전송을 위한 필드망으로 구성된다. Backbone의 정보

통신망은 상용의 100Mbps의 Fast-Ethernet을, 보호계통 통신망은 포스콘에서 개발 중인 12Mbps의 Profibus를, 제어계통 통신망은 우리기술에서 개발 중인 100Mbps의 Token-Ethernet을 선정하였다. 이외에도 계통내부 통신망이 다수 사용되나 통신망 설계요건 하에서 계통개발자의 재량에 따른다. KNICS 통신망의 핵심 설계기준은 다음과 같으며, 이들 기준은 안전계통 통신망의 안전성 보장을 위한 설계 기준이며, 비안전 계통을 위한 통신망도 가능한 한 이 기준에 따라 설계한다.[7]

- 결정론적인 통신구조이어야 한다.

안전계통을 위한 통신망은 통신방법과 구조 및 설계요소들에 대한 모든 특성이 계산 및 예측 가능하도록 한다. 이는 통신상의 모든 방법과 기술, 구현 등이 투명해야 하는 것으로서, 데이터양과 속도, 전체적인 전송지연시간 및 각 전송데이터의 도착시간과 전송 데이터의 경로가 확정적인 특성을 보유하며 통신망의 어떠한 불확실성도 갖지 않도록 한다.

- 상태기반의 전송구조이어야 한다.

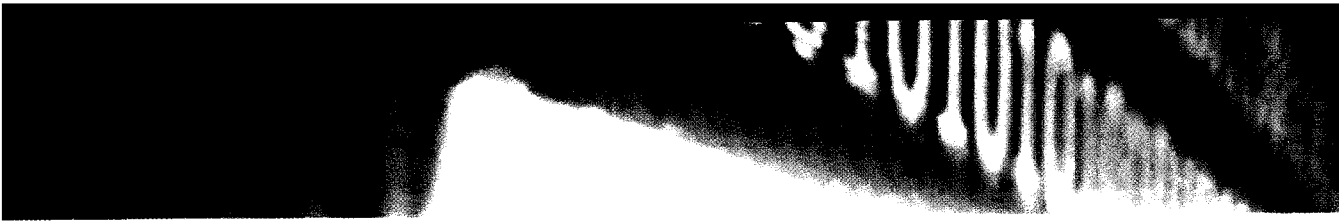
결정론적인 구조를 갖기 위해서는 전송요구 자체가 확정적이어야 하며 이를 위해서는 사건기반의 비결정론적인 전송요구 특성보다는 발생 가능성을 갖는 데이터 요구를 모두 고려하여 고정적으로 전송기능을 수행하는 상태기반 방식의 전송구조를 갖도록 한다.

- 계통 및 채널간 분리 및 격리를 보장해야 한다.

계통 및 채널의 독립성 보장을 위하여 반드시 요구된다. 계통 분리에 따라 당연히 통신 수단도 분리되어야 하며 무엇보다도, 고장 격리성을 보장해야 한다. 이를 위해서는 전기적 격리를 위한 광케이블의 이용, 단방향 전송 및 전송경로의 구별이 되도록 개발한다.

- 확인 및 검증이 가능해야 한다.

원자력에서 요구되는 수준의 증명된 기술을 이용하던 지 증명할 수 있는 기술을 적용한다. 데이터 전송기술과 기능 및 구현상에 Black box가 존재하지 않도록 하며, 불확실한 요소와 불분명한 상태는 배



제되어야 한다. 복잡한 고 기능의 방식보다는 단순 명확한 방식의 구조를 갖도록 개발한다.

- 신뢰도 데이터를 확보할 수 있어야 한다.

안전통신망에 대한 정량적인 신뢰도를 제시할 수 있도록, 모든 구성요소는 신뢰도 데이터를 분석 및 제시할 수 있는 구조, 부품 및 방식으로 개발한다.

제어실 및 정보처리계통 설계개념

KNICS 제어실은 운전원이 VDU(Visual Display Units)를 통해 정보를 취득하고 소프트웨어 방식을 이용하여 발전소의 기기 및 공정제어를 수행하는 착석식의 소형제어반과 제어실 전면부에 발전소 전반적인 운전상태를 표시하는 대형화면으로 구성된다. KNICS 제어실 설계 개념은 KNICS 개발기준과 설계 인증된 APR 1400 요건으로부터 설정되며, 기존 발전소의 계통 중심과는 달리 운전원 중심의 설계를 요구하는 인허가 요건에 따라 발전소 기능 및 운전원 업무분석 데이터로부터 체계적으로 설계한다.

정보처리계통은 제어실에 운전정보를 적기에 제공하고 제어 및 보호계통의 운전원 입력을 위한 수단을 제공한다. 정보처리계통은 정상운전 중에 사용되는 계통과 사고 및 비정상운전에도 사용가능한 안전등급 계통이나 기기로 나뉘어 설계하며, 계통기기의 다중화 및 다양성 설계에 의하여 운전정보 상실에 따른

운전 불능상태를 방지한다. 정보처리계통은 발전소 상태감시, 진단 및 운전원 지원 기능을 처리하는 상세정보처리계통, 경보발생 시 정확한 운전을 위한 원인경보 제공 등 첨단의 정보처리 기능을 갖는 정보처리계통, 운전절차서 표시계통, 대형화면 표시계통, 소프트웨어 구동계통으로 구성된다. 상세정보처리계통에서는 사고원인 추적 및 분석을 위한 감시 및 진단기능도 제공된다. KNICS 정보처리계통은 통신망을 통하여 제어계통, 보호계통, 감시 및 계측계통과 연계되고, 운전원 수동에 의한 제어 및 보호기능의 작동 경우에는 정보용 통신망과는 별도의 전용통신망이나 실배선을 이용함으로써 격리요건을 만족할 수 있도록 한다.

통합설계

KNICS 계통 및 기기는 그림 6과 같이 통합 설계된다. KNICS는 통신망을 근간으로 제어, 보호, 감시, 정보처리 계통들이 안전등급에 따라 그룹핑된다.

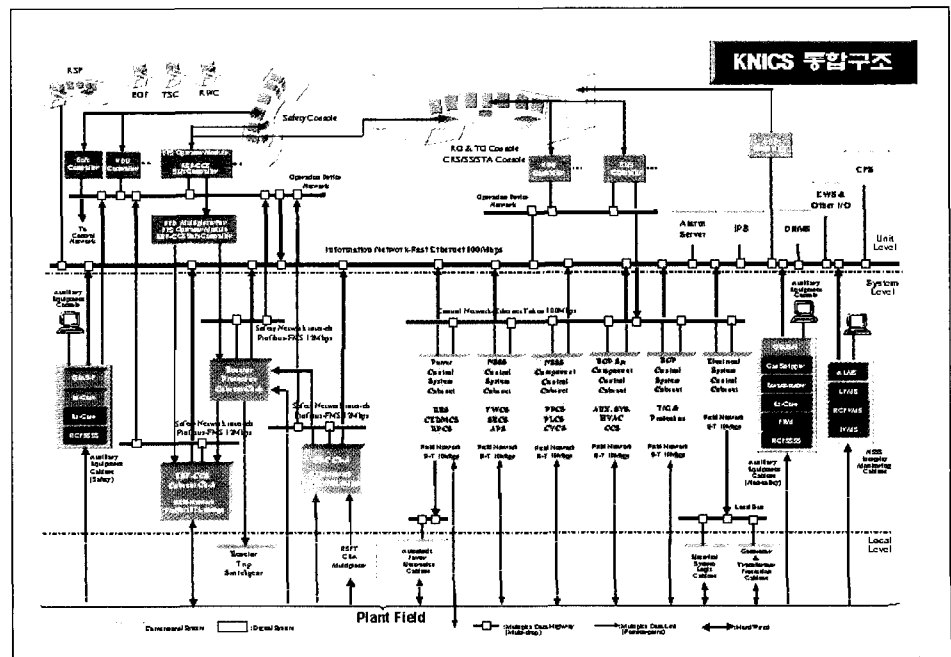


그림 6 KNICS 통합구조

결 론

본 사업은 원전 계측제어분야에서 수행되었던 어떤 과제보다도 국산화의 의지를 가지고, 기존에 외국 업체에서 공급하던 원전 계측제어 기기를 국산기기로 대체하여 실제 원전에 적용함을 목표로 수행되고 있다. 원전의 안전성 우선으로 품질과 공급 경험을 무엇보다도 요구하고, 사용되는 계측제어계통의 기술과 종류가 다양하다는 측면에서 그 간 국산화가 미진했으나, 축적된 운전경험과 성숙된 국내 계측제어 산업기반을 고려할 때, 개발되는 기기 및 계통들은 안전성이 확보되고 우수한 성능을 가질 것으로 기대한다.

본 사업을 통하여 개발되는 기기 및 계통들은 향후 국내 신규원전의 계측제어계통 뿐만 아니라 기존 원전의 개량 시에 활용될 것으로 기대하며, 나아가 동남아의 원전건설 사업과 신규원전 건설이 어려워 기존 원전의 수명연장을 추진 중인 해외 원전으로의 수출이 가능할 것으로 예상된다.

[참고문헌]

- [1] 이철권의, “원자력발전소 계측제어계통 기능 설명서”, 한국원자력연구소, KAERI/TR-2459/2003, 2003
- [2] “KNGR Standard Safety Analysis Report”, Chapter. 7, 18, 한국전력공사
- [3] “EPRI ALWR Utility Requirements Document”, Chapter 10, MMIS VOL II, 1991
- [4] 이철권의, “원자력발전소 제어계통의 일반 설계 사양서”, 한국원자력연구소, KAERI/TR-2430/2003, 2003
- [5] 박주현, “원자로보호계통 설계사양서”, 한국원자력연구소, KNICS-RPS-DS101, 2002
- [6] 김호, “공학적안전설비 기기제어계통 설계사양서”, 한국원자력연구소, KNICS-ESF-DS101, 2002
- [7] “Data Communications”, NUREG/CR-6082