

## 7.0 계측제어

### 7.1 개요

본 장은 'DSAR 3.1.2.1 전체 요건'의 '일반 설계 기준 13 계측제어'에서 정의하고있는 제어 계통과 관련된 계측기들에 대해서 기능 요건, 설계 기준, 계통 설명, 설계 평가와 관련된다.

계측제어 계통의 주 목적은 정상 상태와 과도 운전 동안에 발생하는 불안전하고 부적절한 운전에 대응하기 위한 자동 보호와 적절한 제어를 제공하고 고장 조건의 결과를 완화하기 위한 개시 신호를 제공하는 것이다.

결과적으로, 본 장에서 기술되어있는 정보는 공중의 건강과 안전성에 대한 지나침이 없는 위해도를 보증하는 것을 중점으로하는 계측제어 계통들을 강조한다.

원자력발전소의 안전한 운전과 관련된 U.S. Nuclear Regulatory Commission, 일반 설계 기준, IEEE 표준들과 같은 적용가능한 기준과 코드들은 이러한 계통들에 의하여 만족된다.

본 장에서 사용된 용어는 IEEE 279-1971에서 주어지는 정의에 기초한다.

#### 7.1.1 안전관련 계통의 표시

##### 7.1.1.1 안전 관련 계통

안전성 평가에서 가정된 계통 응답을 얻고, 발전소의 안전 상태에 필요한 기능을 하는 계측기들은 7.5, 7.6 및 7.7절에서 토의된다.

##### 7.1.1.1.1 사용후 연료 저장조 냉각 계통

사용후 연료 저장조 냉각 계통(SFPCS)은 기능적으로 9.1.3 절에서 정의된다. 운전 기능을 제공하는 지시계(온도, 수위, 유량, 압력)와 경보(온도 HI/HI-HI, 수위 LO/HI)를 포함하는 기기들은 7.5, 7.6.2 및 9.1.3 절에서 표기되고 토의된다. 사용후 연료 저장조 냉각 계통의 설계 기준들은 9.1.3.1 절에서 제공된다.

##### 7.1.1.1.2 기기 냉각 (해)수 계통

기기 냉각 (해)수 계통은 기능적으로 9.2 절에서 정의된다. 구동 기능을 제공하는 기기들은 9.2 절에서 표기되고 토의된다. 기기 냉각 (해)수 계통의 설계 기준들은 9.2.1.1 및

9.2.2.1 절에서 제공된다.

#### 7.1.1.1.3 방사선 감시 계통

공정 및 유출물 방사선 감시 계통은 기능적으로 11.4 절에서 정의된다. 구동 기능을 제공하는 기기들은 11.4 절에서 표기되고 토의된다. 공정 및 유출물 방사선 감시 계통의 설계 목적은 11.4.1 절에서 제공된다. 지역 방사선 감시 계통은 12.1 절에 기술되고, 설계 기준은 12.1.4.2 절에 있다.

#### 7.1.1.1.4 공기 조화, 가열, 냉각 및 순환 계통

공기 조화, 가열, 냉각 및 순환 계통 기능적으로 9.4 절에서 정의된다. 구동 기능을 제공하는 기기들은 9.4 절에서 표기되고 토의된다. 공기 조화, 가열, 냉각 및 순환 계통의 설계 기준은 9.4.1 절에서 제공된다.

#### 7.1.1.1.5 계측제어 전원 공급 계통

계측제어 전원 공급 계통의 설계 기준은 7.1.2.1.3 절에 있다. 계통의 세부적인 설명은 7.6.1 절에 제공된다.

#### 7.1.1.2 안전관련 지시 계측기

지시 계측기는 운전원에게 연료 영구인출 조건의 사건들에 대한 제어 행위 결과들을 감시할 수 있게 한다. 7.5 절과 표 7.5-1은 연료 영구인출 조건에서 발전소를 유지하는 필요한 정보를 제공한다.

#### 7.1.1.3 삭제

#### 7.1.1.4 삭제

### 7.1.2 안전 기준의 표시

7.1.2.1 절은 7.1.1.1 절에서 제공되는 계통들의 설계 기준을 제시한다. 비안전성 관련 계통들은 해당 계통을 설명하고 있는 절에서 제공된다. 계측 에러에 대한 보수적인 고려 사항들은 15장에서 표기되어있는 사고해석에 포함되어 있다. 보수적인 가정과 파라미터를 사용한 사고 해석 결과에 기초하여 개발된 기능 요건들은 이러한 계통을 설계할 때 사용되며, 운영전의 시험 프로그램이 이 설계의 적정성을 확인하게 한다.

아래의 문서 목록은 7.1.1절에서 제공되는 계통들의 설계에서 고려되었다. 일반적으로, 이런 문서들의 범위는 그 문서 자체에서 주어진다. 이것은 문서가 적용가능한 계통들이나

계통 부품을 결정한다. 계통에 대한 각 문서들의 만족여부에 대한 토의는 참조 절에서 제공된다. 어떤 문서들은 설계와 시험이 완료된 이후에 발행되었기 때문에 기기 문서화가 어떤 표준들의 형식 요건을 만족하지 못할 수 도 있다. 고려되는 문서들은 다음과 같다 :

1. "General Design Criteria for Nuclear Power Plants," Appendix A to Title 10 CFR Part 50, July 7, 1971. (See Section 3.1, and 7.7)



2. The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., "IEEE Standard ; Criteria for Protection Systems for Nuclear Power Generating Stations," IEEE Standard 279-1971. (See Section 7.6).
3. The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., "IEEE Standard Criteria for Class 1E Electrical Systems for Nuclear Power Generating Stations," IEEE Standard 308-1971. (See Section 7.6).
4. 삭제
5. 삭제
6. 삭제
7. 삭제
8. 삭제
9. The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., "IEEE Trial-Use Guide for Seismic Qualification of Class I Electric Equipment for Nuclear Power Generating Stations," IEEE Standard 344-1971. (See Section 3.10)
10. 삭제
11. Regulatory Guides of the U.S. Nuclear Regulatory Commission (Formerly U.S. Atomic Energy Commission) - (See Chapter 3).
12. The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., "IEEE Standard Criteria for Safety Systems for Nuclear Power Generating Stations," IEEE Standard 603-1991. (See Section 7.1.2.11)
13. The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., "IEEE Standard Criteria for Digital computers in Safety-Related Systems of Nuclear Power Generating Stations," IEEE Standard 7-4.3.2-1993. (See Section 7.1.2.12)



### 7.1.2.1 설계 기준

#### 7.1.2.1.1 사용후 연료 저장조 냉각 계통

사용후 연료 저장조 냉각 계통의 설계 기준은 9.1.3.1 절에 기술되어 있다.

#### 7.1.2.1.2 기기 냉각수 계통

기기 냉각수 계통의 설계 기준은 9.2.2.1 절에 기술되어 있다.

#### 7.1.2.1.3 방사선 감시 계통

공정 및 유출물 방사선 감시 계통의 설계 기준은 11.4.1 절에, 지역 방사선 감시 계통의 설계 기준은 12.1.4.2에 기술되어 있다.

#### 7.1.2.1.4 공기 조화, 가열, 냉각 및 순환 계통

공기 조화, 가열, 냉각 및 순환 계통의 설계 기준은 9.4.1 절에 기술되어 있다.

#### 7.1.2.1.5 계측제어 전원 공급 계통 설계 기준

계측제어 전원 공급 계통은 발전소 안전에 필요한 모든 계측제어 기기들에게 연속적이고, 신뢰도 높은 정류된 단일 위상 AC 전원을 공급한다. 이 계통의 세부 사항들은 7.6절에 제공된다. 설계 기준들은 다음과 같다 :

1. 인버터는 공급되는 기기의 적정한 운전을 위한 AC 출력에서 요구되는 용량과 정류 능력을 가져야 한다.
2. 여분의 부하는 다른 인버터로부터 공급되는 다른 배전 판넬에 지정되어야 한다.
3. 상관 기기들을 구동하는데 필요한 부속 기기들은 하나의 보호 세트 내의 전원 상실이나 다른 보호 세트 내의 기기의 기능 상실을 방지하도록 동일한 배전 판넬로부터 전원을 공급받아야 한다.
4. 각각의 배전 판넬은 오직 각각의 인버터 공급원과 보조 전원 공급원에만 연결되어야 한다.
5. 계통은 IEEE 308-1971, 5.4절을 만족하여야 한다.

#### 7.1.2.1.6 비상 전원 설계 기준

비상 전원의 설계 기준과 계통 설명은 8장에서 기술한다.

#### 7.1.2.1.7 삭제

#### 7.1.2.1.8 삭제

#### 7.1.2.2 다중화 안전관련 계통의 독립성

원자력발전소의 다중화 회로를 위한 전원 공급, 계측, 제어 도전체는 다중성을 유지하고 어떤 단일의 신뢰할만한 사건도 전기 도전체의 손상으로 인해서 관련된 기능이 정지되는 것을 못하게 하는 일이 없도록 물리적으로 분리되어야 한다.

신뢰할만한 사건은 제한이 있는 것은 아니지만, 회로 단락의 효과, 배관 파단, 미사일 화재 등을 포함하며 발전소 설계에서 기본적으로 고려되었다. 제어 보드의 세부적인 사항은 7.7.1.10 절에서 기술한다.

#### 7.1.2.2.1 일반

전기 기기와 케이블 계통은 8.3절에서 세부적으로 검토된다. 전기 계통의 물리적 독립성, 다중의 보호 및 안전기기의 완벽한 물리적인 분리는 케이블 트레이와 각각 케이블들의 적정한 거리, 분리된 룸내부의 위치, 방벽 등으로는 구현된다. 비안전 전기 기기와 케이블 트레이는 안전 기기들로부터 완전히 분리된다.

#### 7.1.2.2.2 특정 계통

채널 독립성은 센서에서부터 보호 기능을 구동하는 기기들까지 계통에 전반적으로 적용된다. 물리적 문리는 다중화 전송기의 분리에도 적용된다. 결선의 문리는 분리된 결선경로, 케이블 트레이, 콘지트 경로, 각 다중화 채널에 대한 격납건물 관통부를 통하여 구현된다. 다중화 기기는 다른 보호 택 속에 모듈들을 배치함으로써 분리된다. 각 다중화 채널은 분리된 AC 전원으로부터 에너지를 공급받는다. 4개의 분리된 공정 보호 택이 있다. 다중화 채널의 분리는 공정 센서에서 시작해서 현장 결선, 격납건물 관통부, 공정 보호 택에서 논리 택 내의 다중화 트레인으로 유지된다. 다중화 채널들은 다른 택 내에 모듈들을 설치함으로써 분리된다.

#### 1. 삭제

#### 2. 삭제

### 3. 계측제어 전원공급 계통

분리 기준은 또한 부하 센터의 전원 공급기와 배전용 버스, 다중화 기기와 이러한 전원 공급기의 제어에 적용된다.

#### 7.1.2.2.3 화재 방호

화재 방호의 세부사항은 9.5.1절에 기술된다.

#### 7.1.2.3 안전관련 기기의 물리적인 표시

원자로 트립, 공학적 안전 기능과 계측제어 전원 공급 계통과 같은 안전 관련 계을 구분하기 위하여 적절한 표시가 사용된다. 이전에 언급된 바와 같이, 4개의 보호 채널 랙이 있다. 각 랙은 보호 세트를 나타내기 위하여 색깔로 구분된 명판을 사용한다. 보호 세트의 명판의 색깔은 다음과 같다.

보호 세트	색깔 코딩
I	적색(흰색 문자)
II	흰색(흑색 문자)
III	청색(흰색 문자)
IV	황색(흑색 문자)

모든 랙에 장착되지않은 보호 기기와 구성 부품들은 표시용 태크와 명판이 제공된다. 릴레이와 같은 작은 전기 부품들은 그들을 수납하고있는 엔클로저 상에 명판을 가지고 있다. 제어 보드의 상부 또는 하부, 계측기 랙, 케이블 트레이, 다중 회로를 가지고있는 콘지트 등과 같은 밀집된 영역에서는 항구적인 표식으로 표기되어야 한다. 그런 표식의 목적은 미래의 변경과 추가를 위한 케이블 라우팅 표시를 편리하게 하기 위함이다. 케이블 또는 및 도전체의 포지티브 영구 표시는 모든 터미널 지점에서 만들어져야 한다. 또한 논리 캐비닛의 입력 판넬 상에는 표시용 명판이 있다.

#### 7.1.2.4 삭제

#### 7.1.2.5 삭제

7.1.2.6 삭제

7.1.2.7 삭제

7.1.2.8 삭제

7.1.2.9 삭제

7.1.2.10 삭제

7.1.2.11 Conformance to IEEE 603, 1991 as Augmented by Reg. Guide 1.153

공정 보호 캐비닛과 센서는 IEEE 603, 1991, “IEEE Standard Criteria for Safety Systems for Nuclear Power Generating Stations” 요건을 만족하며, 이는 Regulatory Guide 1.153, “Criteria for power, Instrumentation, and Control Portions of Safety Systems”를 통하여 강화되었다.

7.1.2.12 Conformance to ANSI/IEEE 7-4.3.2, 1993 as Augmented by Reg. Guide 1.152

Regulatory Guide 1.152, “Criteria for Programmable Digital Computer System Software in Safety-Related Systems of Nuclear Power Plants”에서는 ANSI/IEEE 7-4.3.2, 1993이 원자력발전소 안전관련 계통의 소프트웨어 설계, 소프트웨어 확인, 소프트웨어 구현 및 컴퓨터 시스템을 검증하는데 허용가능한 방법을 제공한다고 기술하고 있다. 공정 보호 캐비닛에서 사용되는 소프트웨어는 Regulatory Guide 1.152에서 강화된 것과 같이, ANSI/IEEE 7-4.3.2에 따라서 개발되고 시험된다.

7.1.3 삭제

1. 삭제

2. 삭제



## 7.2 삭제

## 7.2.1 삭제

## 7.2.1.1 삭제

## 7.2.1.1.1 삭제

## 7.2.1.1.2 삭제

## 7.2.1.1.3 삭제

## 7.2.1.1.4 삭제

## 7.2.1.1.5 삭제

## 7.2.1.1.6 삭제

## 7.2.1.1.7 삭제

## 7.2.1.1.8 삭제

## 7.2.1.1.9 삭제

## 7.2.1.1.10 삭제

## 7.2.1.2 삭제

## 7.2.1.2.1 삭제

## 7.2.1.2.2 삭제

## 7.2.1.2.3 삭제

## 7.2.1.2.4 삭제

## 7.2.1.2.5 삭제

## 7.2.1.2.6 삭제

## 7.2.1.3 삭제

## 7.2.2 삭제

## 7.2.2.1 삭제

## 7.2.2.2 삭제

## 7.2.2.2.1 삭제

## 7.2.2.2.2 삭제

## 7.2.2.2.3 삭제

## 7.2.2.2.3.1 삭제

## 7.2.2.2.3.2 삭제

## 7.2.2.2.3.3 삭제

## 7.2.2.2.3.4 삭제

## 7.2.2.2.3.5 삭제

## 7.2.2.2.3.6 삭제

## 7.2.2.2.3.7 삭제

## 7.2.2.2.3.8 삭제

## 7.2.2.2.3.9 삭제

## 7.2.2.2.3.10 삭제

## 7.2.2.2.3.11 삭제

## 7.2.2.2.3.12 삭제



7.2.2.2.3.13 삭제  
7.2.2.2.3.14 삭제  
7.2.2.2.3.15 삭제  
7.2.2.2.3.16 삭제  
7.2.2.2.3.17 삭제  
7.2.2.2.3.18 삭제  
7.2.2.2.3.19 삭제  
7.2.2.2.3.20 삭제  
7.2.2.2.3.21 삭제  
7.2.2.3 삭제  
7.2.2.3.1 삭제  
7.2.2.3.2 삭제  
7.2.3 삭제



( )

KRN 1 FSAR

표 7.2-1 ~ 7.2-3 삭제



( )

KRN 1 FSAR

그림 7.2-1 ~ 7.2-11 삭제





### 7.3 삭제

#### 7.3.1 삭제

##### 7.3.1.1 삭제

###### 7.3.1.1.1 삭제

###### 7.3.1.1.2 삭제

###### 7.3.1.1.3 삭제

###### 7.3.1.1.4 삭제

###### 7.3.1.1.5 삭제

##### 7.3.1.2 삭제

###### 7.3.1.2.1 삭제

###### 7.3.1.2.2 삭제

###### 7.3.1.2.3 삭제

###### 7.3.1.2.4 삭제

###### 7.3.1.2.5 삭제

###### 7.3.1.2.6 삭제

##### 7.3.1.3 삭제

#### 7.3.2 삭제

##### 7.3.2.1 삭제

##### 7.3.2.2 삭제

###### 7.3.2.2.1 삭제

###### 7.3.2.2.2 삭제

###### 7.3.2.2.3 삭제

###### 7.3.2.2.4 삭제

###### 7.3.2.2.5 삭제

##### 7.3.2.3 삭제

##### 7.3.2.4 삭제

###### 7.3.2.4.1 삭제

###### 7.3.2.4.2 삭제

#### 7.3.3 삭제



( )

KRN 1 FSAR

표 7.3-1 ~ 7.3-3 삭제



( )

KRN 1 FSAR

그림 7.3-1 삭제



7.4 삭제

7.4.1 삭제

7.4.1.1 삭제

7.4.1.2 삭제

7.4.1.2.1 삭제

7.4.1.2.2 삭제

7.4.1.2.3 삭제

7.4.1.2.4 삭제

7.4.1.3 삭제

7.4.1.4 삭제

7.4.1.5 삭제

7.4.1.5.1 삭제

7.4.1.5.1.1 삭제

7.4.2 삭제





( )

KRN 1 FSAR

표 7.4-1 삭제



## 7.5 안전관련 지시 계측기

### 7.5.1 설명

운전원이 필요한 수동 안전 기능을 수행하도록 정보를 제공하는 계측 계통들이 7.1절에서 술된다.

### 7.5.2 분석

Table 7.5-1 에서는 운전원이 필요한 수동 안전 기능을 수행하고, 영구 연료인출 상태 사건에서 수행한 수동 동작의 효과를 결정하는데 필요한 정보 목록을 나낸다. 표는 발전소가 영구 연료인출 상태를 유지하는데 필요한 정보 목록을 나타낸다.

지시계를 선택하는데 사용된 설계 기준은 다음과 같다.

1. 지시계의 범위는 15장에서 분석한 영구 연료인출 상태 사건의 결과로서 측정할 수 있는 변수의 최대 예상되는 범위까지 확장되어야 한다.

지시계의 파라미터 표시에 대한 근거는 Table 7.5-1에서 표시되어야하며, “Purpose” 칸에 나타나 있다.

표 7.5-1  
운전원에게 제공되는 주제어반의 지시계와(또는) 기록계  
(연료 영구 인출 상태 사고)


변수	채널 수		범위	경보 설정값	지시계/기록계	목적
	가용	필수				
1. 사용후 연료 저장조 온도						사용후 연료 저장조 냉각 상태 감시
2. 사용후 연료 저장조 수위						사용후 연료 저장조의 열 흡수 상태 감시를 위한 수위 감시
3. 지역 감시기						사용후 연료 저장조 지역 (보조건물 재장전 지역) 의 방사선 준위가 10 CFR 20 한계 내에 있는지 감시

Table 7.5-2~ 7.5-3 식재



( )



## 7.6 안전에 필요한 모든 다른 계통

### 7.6.1 계측제어 전원공급 계통

#### 7.6.1.1 설명

다음은 계측제어 전원 공급 계통의 설명이다.

1. 그림 7.6-1 계측제어 전원 공급 계통의 전형적인 단일 라인 그림이다. I&C 전원 공급 계통에 대한 세부적인 배전과 추가적인 토의는 8장에 기술되어 있다.
2. 채널 I, II, III 및 IV에 공급하는 것은 4개의 인버터와 4개의 분전 판넬이다. 각각의 인버터는 한 개 채널, 한 개 분전 판넬에 독립적으로 연결된다.
3. 인버터는 NSSS 계측기들의 운영을 위하여 118 Volts AC 60 Hz 의 정원을 제공한다. 이 전원은 480 VAC, 3상, 60Hz 분전 계통으로 공급을 받거나, 발전소 블랙아웃 사건시에 계측기 계통의 연속 운전을 보증하는 발전소 배터리로부터 공급을 받는다.
4. 4개의 분전 판넬의 각각은 118VAC 전원의 백업 소스에 연결되는 능력을 가지고 있다. 연결은 인버터를 배전 판넬에 연결하는 브레이크와 자동 인터록되어있는 Static Transfer Switch(STS)로 이루어지며, 배전 판넬은 두 개의 전원 공급원에 동시에 연결할 수는 없다. 정비를 위해서 인버터와 Static Transfer Switch는 수동 우회 스위치 (MBS)에 의하여 우회될 수 없다.

#### 7.6.1.2 분석

두 개의 독립적인 480VAC 전원 공급원이 있으며, 각각은 그림 7.6-1과 같이, 두 개의 인버터와 한 개의 배터리 충전기로 구성된다. 각각의 충전기는 배터리 충전을 유지할 뿐만 아니라, 다중화된 직류 전원 공급원을 인버터에 공급한다. 따라서 두 개의 480VAC 전원 공급원을 상실하게되면, 네 개의 인버터중에서 단지 두 개의 인버터에만 영향을 미치며, 영향을 받는 인버터는 480VAC가 공급이되지 않는 동안에 배터리의 직류 전원으로부터 전원을 공급받게 된다.

각 인버터는 각각의 계측기 분전 판넬에 독립적으로 연결되어있으며, 인버터의 고장시에는 네개 분전 판넬중에서 한 개 이상에는 영향을 줄수 없다.

또한 네 개 분전 판넬의 각각은 백업 118VAC 전원 공급원에 연결되어있다. 각각의 분전 판넬은 운전원 제어에 의하여 118VAC 백업 전원으로부터 수전할 수 있다. Static Transfer Switch는 인버터와 백업 전원과 병렬로 운전되는 것을 방지하기 위해서 자동 인

터록되어 있다. 직류 버스 사이에서 두 개 브레이커로 연결로되는 수동 버스 연결은 두 개의 배터리 충전기가 정비를 위해서 제거될 수 있는 것을 허용한다.

따라서 계측제어 전원공급 계통의 어떤 단일 고장 또는 관련 전원 공급원은 다중 부하중에서 한 개이상의 전원 공급차단을 개시 할 수 있다.

인버터는 출력을  $60\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ ,  $118\text{VAC} \pm 2\%$  의 한계내에서 유지할 수 있다. AC 또는 직류 입력의 상실은 제어실에 경보를 발생하며, 인버터 출력의 상실을 유발한다. 제어 보드 상에는 입너터 브레이커 제어기는 없으며, 480VAC 전원 상실 시에는 어떤 수동 전환이 필요하지 않다.

화재로부터 보호하기 위한 물리적 분리와 기구들은 9장에서 토의된다.

이 계통의 가용성은 계통이 공급하는 계통들의 운전 상태에 의하여 연속 지시(그림 7.6-1)되며, 운영 계통에 대한 주기적인 시험에 의하여 확인된다. 인버터들은 3.10절에서 토의된 바와 같이, 내진 검증되었다.

#### 7.6.2 사용후 연료 저장조 냉각 계통

사용후 연료 저장조 냉각 계통은 저장조 내에 저장되어있는 사용후 연료 다발들로부터 발생하는 잠열을 제거하기 위하여 설계되었으며 SFP 및 재장전수 저장탱크(RWST)의 내용물을 정화한다. 냉각은 저장조로부터 가열된 물을 취수하고, 열교환기로 펌프를 운전하고, 저장조로 냉각된 물을 순환함으로서 이루어진다. SPPCS는 SFP 물을 물의 표면에서 과도한 습분이 생성되지않고 증발이 발생하지 않을 정도로 충분히 낮은 온도로 유지할 수 있으며, 연료 취급 운전하는 동안에 작업자 환경을 안락하게 유지한다. 수위와 온도 계측기는 현장 또는 제어실에 저장조 수위 낮음 또는 높음, 수온이 높음, 매우 높음 경보를 발생시킨다. 계측기는 현장과 제어실에 수위와 온도를 지시한다.

제어실에 있는 제어 및 지시 계측기는 다음과 같다.

- SFP 온도
- SFP 수위 (2 채널)
- SFP 열교환기 출력 온도
- SFP 보충펌프 출구 압력
- SFP 보충펌프 출구 유량
- SFP 펌프 스위치
- SFP 보충수 펌프 스위치

SFPCS의 운전 상태는 다음과 같이, 제어실의 경보 윈도우에 표시된다.

- SFP 수위 높음/매우 높음
- SFP 온도 높음/매우 높음

세부적인 계통 요건은 다음 장에서 기술되어 있다.

- 설계 기준 : 9.1.3.1 절
- 계통 설명 : 9.1.3.2 절
- 안전성 평가 : 9.1.3.3 절

#### 7.6.3 주 제어실지역 비상활성탄정화계통

주 제어실지역 비상활성탄정화계통은 제어실의 거주성이 영구정지조건에서도 적절하게 유지될 수 있도록 6.4절, 9.4절에 따라서 설계되었다. 계통의 운전은 제어실에서 수동으로 기동이 가능하다. 이중화된 공급 및 회수 팬, 물에 의한 냉각기가 필수적으로 요구된다. 이중 운전 기기의 각각은 사고 기간 동안에 요구되며, 제어실의 고방사선 신호에 의하여 자동으로 기동된다. 제어실에는 다음과 같은 지시를 위한 계측기가 제공된다 : 공기유로 상태, 팬 운전 상태, 비상 필터 플레넘의 과도한 온도 상태, 댐퍼 위치, 고 방사선.

#### 7.6.4 사용후 연료저장 지역 활성탄 배기계통

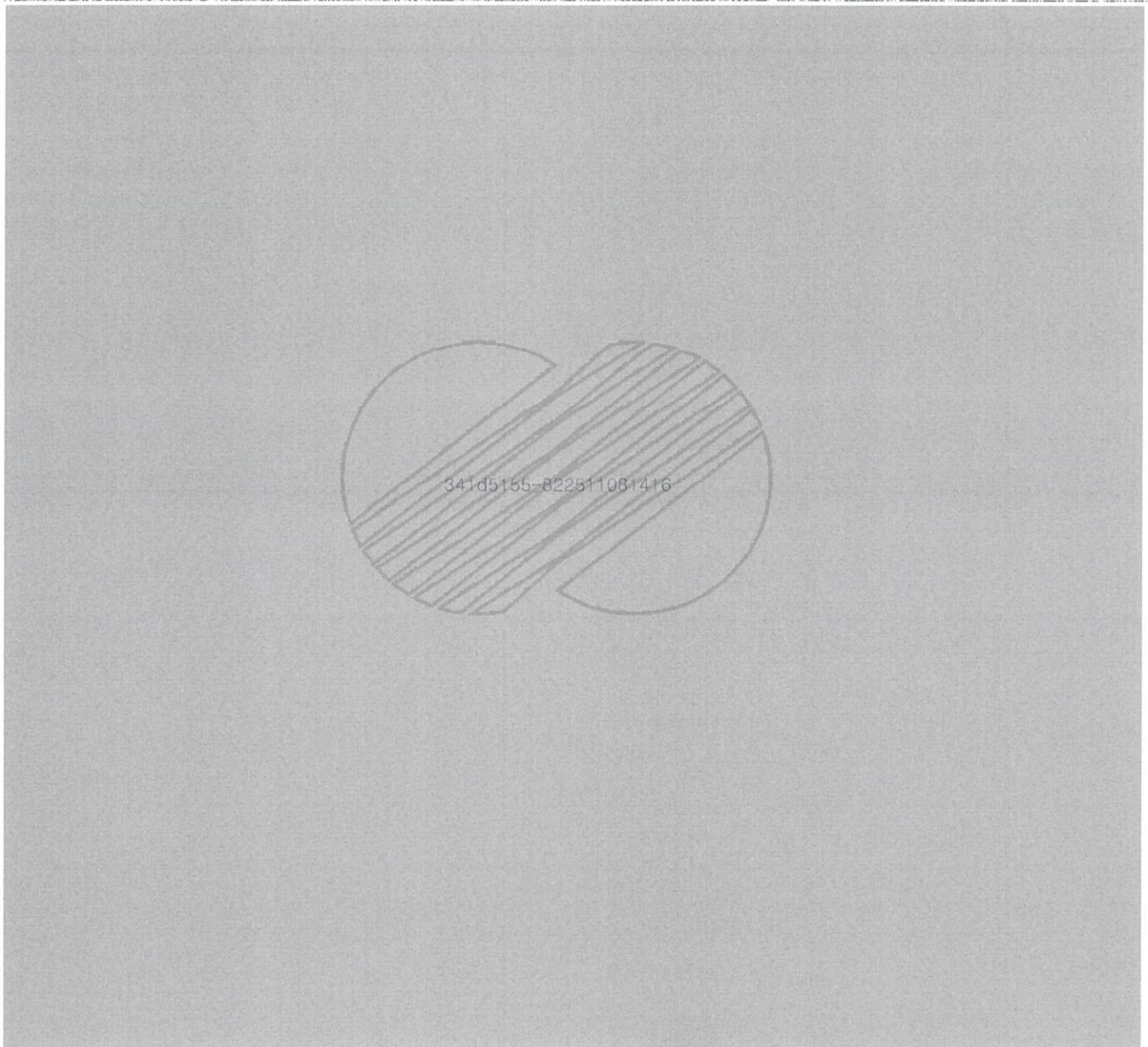
이 Class I 계통의 기능은 9.4.2.1의 1,3,4,5,6,7항의 설계 기준을 만족하기 위한 것이다. 이 계통은 제어실 또는 로컬에서 수동으로 제어되는 하나의 필터 플레넘, 두 대의 다중 팬과 관련 댐퍼들로 구성된다. 팬들은 관련 배출 댐터가 개방되거나, 보조 빌딩 HEPA 배출 팬이 가동되지 않으면 동작하지 않는다. 저 공기 흐름, 공통 방출 덕트에 있는 팬의 연기, 팬 트립, 히팅 코일의 하부 유로에서의 저/고 온도, HEPA 필터 양단의 고 차압, 중합 공기 세정 유닛, 탄소 필터 모듈의 고/고-고 온도에서 제어실에 경보를 발생시킨다.

#### 7.6.5 삭제



( )

KRN 1 FSAR



341d5155-822511081416



KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER COMPANY  
KRN 1 FSAR

INSTRUMENTATION AND CONTROL  
POWER SUPPLY SYSTEM

FIGURE 7.6-1



( )

KRN 1 FSAR

그림 7.6-2 삭제



## 7.7 안전기능이 요구되지 않는 제어계통

### 7.7.1 삭제

#### 7.7.1.1 삭제

#### 7.7.1.2 삭제

##### 7.7.1.2.1 삭제

##### 7.7.1.2.2 삭제

##### 7.7.1.2.3 삭제

#### 7.7.1.3 삭제

##### 7.7.1.3.1 삭제

##### 7.7.1.3.2 삭제

#### 7.7.1.4 삭제

##### 7.7.1.4.1 삭제

##### 7.7.1.4.2 삭제

#### 7.7.1.5 삭제

#### 7.7.1.6 삭제

#### 7.7.1.7 삭제

#### 7.7.1.8 삭제

#### 7.7.1.9 삭제

##### 7.7.1.9.1 삭제

##### 7.7.1.9.2 삭제

#### 7.7.1.10 주제어반

연료 영구 인출상태(Defueled Condition)에서 설비에 대한 모든 관리는 단일 주제어실에서 수행한다. 주제어실 내의 전형적인 수직패널 및 운전원 콘솔이 그림 7.7-5에 나타나 있다.

일반적으로 주제어 콘솔은 연료 영구 인출상태(Defueled Condition)에서 계통과 기기들의 안전한 운전을 위해 모든 제어기 및 정보 계기를 포함하며, 이를 통해 감시 대상 지역을 효과적으로 감소시켜 신속한 제어를 가능하도록 한다.

전기제어반(main electrical board)은 보다 확실한 감시와 신속한 제어가 가능한 곳에 설치되어야 한다.

수직형태의 환기계통과 방사선감시계통(RMS) 패널은 전기제어반과 주제어반(main control board) 사이에 설치되어야 한다. (그림 7.7-5)

운전원 콘솔은 발전소 컴퓨터와 LCD, 키보드, 출력 장치들을 갖추고 동시에 컴퓨터 모니터 시스템과 주제어반 및 수직형태 패널들을 감시할 수 있어야 한다.

주제어반은 기립 자세에서 조작하도록 설계되어야 하며, 각각의 주제어반은 경보, 수직, 벤치보드 세 개의 구역으로 구분되어 있다. 경보 구역은 MCB의 최상단에 있으며, 이를 그대로 경보들을 포함한다. 이 구역은 전방으로 약 17도 정도 기울어져 운전원의 가시성을 개선시킨다. 수직 구역은 가운데에 있으며 디스플레이, 상태 지시등, 디지털 지시계를 포함한다. 일부 몇 개의 제어기들이 이 구역에 있다. 이들 제어기는 해당 구역 하단에 위치하도록 하여 쉽게 접근해서 조작할 수 있어야 한다. 벤치보드 구역은 MCB(주제어반)의 가장 하단부에 위치하고 있다. 대부분의 제어기들이 있으며, 22도의 경사가 있어 운전원이 쉽게 접근할 수 있도록 한다.

주제어실 내 경보 및 경보 표시장치는 운전원에게 안전하지 못한 상태 또는 비정상 운전 상태를 알린다. 여러 수직 패널들에 있는 경보는 주제어반에 있는 패널 경보 창을 동작시킨다.

반복적인 발전소 운전 환경 및 각종 기록의 관리 지표로서 기록계가 제공된다.

연료 영구 인출상태(Defueled Condition)에서 요구되는 제어계통의 감시, 부가적인 운전 정보 그리고 데이터 기록과 알람을 위해 발전소 컴퓨터가 제공된다.

모든 계기와 제어설비는 65°F 에서 85°F 사이의 환경조건에서 요구되는 정확도 내에 작동하도록 설계하며, 최대 110°F에서 연속적인 동작이 가능해야 한다.

모든 패널과 제어반에 설치된 계기와 제어 장치들은 계통에 따라 기능적으로 그룹화되어 정렬되어야 한다.

유사한 형태의 방사선감시계통과 환기계통 수직 패널들은 방사선감시와 환기계통의 감시 및 제어와 관련된 기기를 포함한다.

주제어 콘솔 좌측 보드 영역에는 기기냉각수계통과, 기기냉각해수계통 및 재장전수저장계통을 위한 계측기와 제어장치가 있다.

주제어 콘솔 가운데 보드 영역에는 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통, 1차측보충수계통 및 폐기물처리계통을 위한 계측기와 제어장치가 있다.

주제어 콘솔 우측 보드 영역에는 화재방호계통, 순환수계통, 순수계통, 보조증기계통 및 계기/기기용 공기계통을 위한 계측기와 제어장치가 있다.

345kv 와 154kv 변전소(substation) 차단기(breaker), 4-KV 스위치기어 차단기의 감시 및 제어를 위해 전기제어반(main electrical board)이 사용된다.

전기제어반(main electrical board)은 두 대의 디젤 발전기 제어를 포함한다. 미믹 선도(mimic bus)가 전기제어반(main electrical board)에 제공된다. 전기제어반(main electrical board)에 설치되는 설비는 미터기, 지시등, 레코더, 제어기 그리고 제어 스위치들이 있다.

고리 1호기 운전원은 345kv 및 154kv 스위치야드에 있는 고전압 변압기(high voltage transformer)를 차단기(circuit breaker)로 제어한다

#### 7.7.1.10.1 기타 제어반

간헐적인 제어를 위해 폐기물 처리계통 현장제어반을 사용한다. 이 경우 제어 룰 내에 적합한 경보설비가 있어야 하며, 고장 또는 위험한 상태에 도달하는 경우 경보가 작동하여야 한다.

폐기물처리계통 패널은 보조건물에 있다. 제어반에서는 설비들이 있는 일반구역 내 폐기물의 처리과정을 감시하고 제어할 수 있어야 한다.

계통 내 기기들의 경보 신호가 이 제어반에 전달된다. 해당 패널에서 발생하는 모든 경보는 주제어반에 일반경보(공통경보) 형태로 발생된다. 이들 시스템의 감시는 주제어실에서 이와 같은 형태로 관리된다.

#### 7.7.1.11 삭제

##### 7.7.1.11.1 삭제

##### 7.7.1.11.2 삭제

##### 7.7.1.11.3 삭제

#### 7.7.1.12 삭제

##### 7.7.1.12.1 삭제

##### 7.7.1.12.2 삭제

##### 7.7.1.12.3 삭제

##### 7.7.1.12.4 삭제

## 7.7.1.12.5 삭제

## 7.7.1.13 삭제

## 7.7.1.13.1 삭제

## 7.7.1.13.1.1 삭제

## 7.7.1.13.1.2 삭제

## 7.7.1.13.1.3 삭제

## 7.7.1.13.2 삭제

## 7.7.1.13.2.1 삭제

## 7.7.1.13.2.2 삭제

## 7.7.1.13.2.3 삭제

## 7.7.1.13.2.4 삭제

## 7.7.1.13.2.5 삭제

## 7.7.1.13.2.6 삭제

## 7.7.1.13.3 삭제

## 7.7.1.14 인간공학

## 7.7.1.14.1 서론



고리1호기의 설계에 인간공학을 적용한 목적은 발전소를 안전하게 운전하기 위해서이다. 고리1호기 주제어실은 한국 표준 인체자료를 기반으로 주제어실 제어반 및 운전원 콘솔이 설계되어 제작되어 있으며, 디스플레이, 디지털 계측기 및 기록계도 인간공학적으로 설계되어 있다. 주제어실 설계변경이 발생할 경우에도 인간공학적 원칙은 유지되어야 하며 이를 위해 설계과정 중에 인간공학원칙이 점검되어야 한다.

## 7.7.1.14.2 인간공학 프로그램 적용

인간공학 프로그램은 네 가지 단계, 즉 계획, 분석, 인터페이스 설계, 평가의 각 단계별로 적용된 10가지 요소로 구성되어 있으며 그림 7.7.1.14-1에 도시되어 있다. 4개의 단계는 순차적으로 적용되어야하지만 경우에 따라서는 피드백 되어 선행단계에 반영되기도 한다.

인간공학계획 수립단계는 주제어실 개선처럼 설계변경의 범위가 광범위한 경우에 적용하며 이를 통해 인간공학의 10개 요소가 충분히 반영될 수 있다. 그러나 지시계 변경과 같이 소규모의 개선에서는 별도의 인간공학계획을 수립하지 않고 설계변경 절차를 통해 인간공학적 요소를 검토하는 차별화된 전략을 구사할 수 있다.

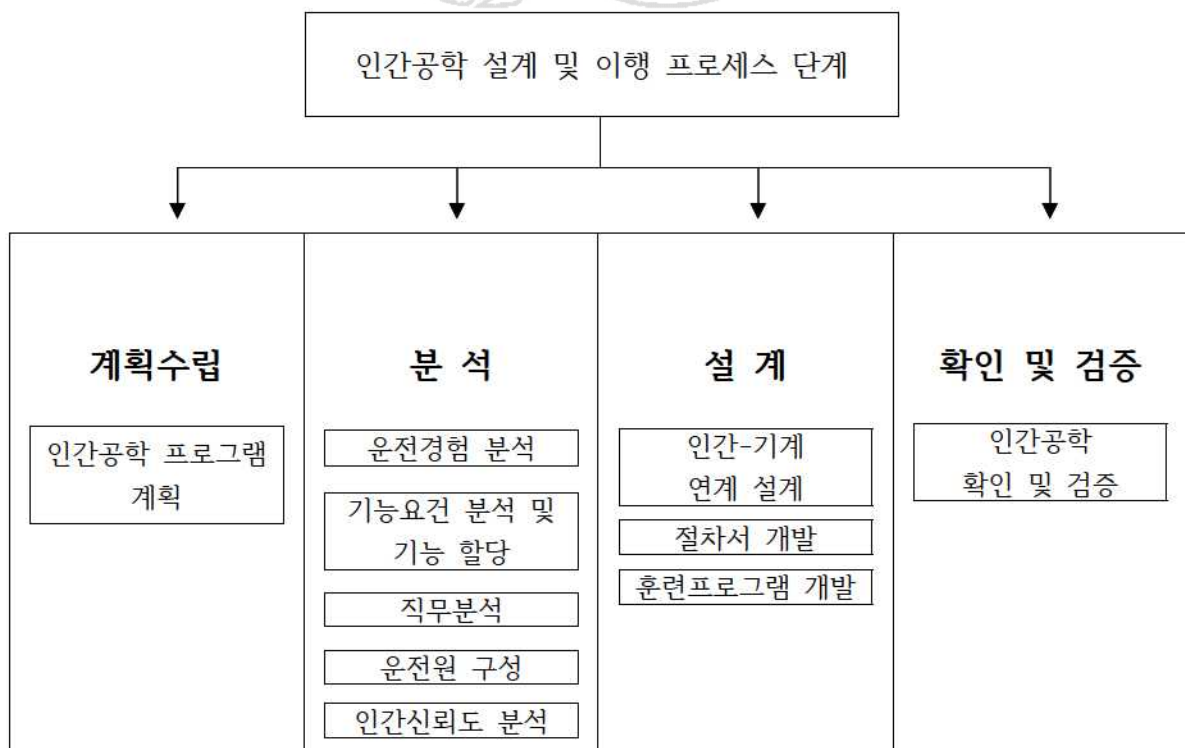


분석 단계는 운전경험 분석, 기능요건 분석 및 기능 할당, 직무분석, 인간신뢰도 분석을 포함한다. 운전경험 분석은 설계변경과 관련된 사례가 있는지 검토하며, 그 결과가 설계에 반영되도록 한다. 기능요건 분석 및 기능할당은 주로 발전소의 필수 안전기능과 관련하여 설비 혹은 운전원에게 그 기능을 할당하는지를 결정한다. 직무분석은 운전원에게 할당된 업무들이 실제 수행하기 적절한지 검토한다. 인간신뢰도 분석은 직무를 수행하는데 운전원이 실수할 확률을 계산한다. 주제어실 개선과 같은 대형 사업에서는 이 모든 단계를 이행하지만 소규모 개선에서는 선택적으로 적용할 수 있다.

인터페이스 설계는 지시계, 제어기, 경보 등의 설계를 의미한다. 글자의 크기 등과 같은 가시적 특성도 있지만 운전원들은 다양한 정보를 통합하여 발전소의 상태를 파악하기 때문에 설계자는 운전원의 인지과정을 충분히 고려하고, 운전사례를 가정하여 설계하여야 한다.

평가는 설계된 인간기계연계를 실제로 확인 검증하는 활동이다. 도면으로 검증을 할 수도 있으며, 시뮬레이터 상에서 검증을 할 수도 있다. 검증에는 가용성 검증, 적합성 검증, 유효성 검증이 있으며, 가용성 검증은 운전에 충분한 계기들이 설치되어 있는지 검증하는 일이다. 주로 절차서 기반으로 계기의 구비성을 확인한다. 적합성 검증은 글자의 크기, 색, 소음, 환경 등을 검증하는 작업으로 인간공학지침을 참조하여 검증한다. 유효성 검증은 사용성을 평가하는 작업으로 주로 사고 시나리오나 비정상 시나리오를 기반으로 시뮬레이터에서 주로 검증한다.

인간공학 프로그램을 적용하면서 발견되는 결함사항은 설계가 이행될 때까지 추적하여 결함이 없도록 관리해야 한다. 결함사항을 제어하는 방법에는 인간기계연계를 개선하는 방법이 효율적인 방법이지만 교육훈련, 절차서 개선 등으로 해소될 수 있다.



## 그림 7.7.1.14-1 인간공학 프로그램 계획 요소

## 7.7.1.14.3 인간공학 설계 요건

## 7.7.1.14.3.1 일반

제어반 및 관련 판넬에 설치된 장치들은 인적오류를 최소화 할 수 있도록 아래의 인간공학 설계요건에 부합되도록 설계되어 있다.

## 7.7.1.14.3.2 경보창

1. 제어반 경보창은 운전원이 신속하고 정확하게 경보를 확인하고, 적기에 정확하게 대응하고, 비상 상황을 쉽게 알아차릴 수 있도록 되어 있다.
2. 기능에 따른 그룹 분류  
경보창은 기능 및 시스템별로 그룹핑되어 있다.
3. 경보인지제어  
경보를 큰 푸쉬 버튼으로 인지할 수 있으며, 각각의 푸쉬 버튼은 직경이 2cm 이상이다.
4. 소등 개념  
제어반 경보창은 “어두운 보드” 컨셉을 고수하여 정상 상태에서는 “꺼짐”으로 되어 경보발생이 없다.
5. 고장 및 빈 경보창  
고장이 발생한 경보창 및 빈 경보창은 운전원이 오경보로 인식하지 않도록 설치되어 있다.
6. 경보 배열  
경보는 발생한 매트릭스의 행과 열에 따라 경보 발생 위치가 확인된다. 동일한 프로세스 계통에 속한 경보는 동일한 열에 위치할 수 있도록 배열 및 구성했다. 그리고 같은 타입의 경보는 동일한 행에 배열했다. 예를 들면, A 와 B 계열의 동일한 펌프의 트립 경보는 인근 세로 열의 동일한 가로 행에 배열되어 있다.
7. 라벨링 및 명명 방법  
경보 기호는 읽기 쉽고 선명하게 되어 있다.
  - 약어  
계통 기억 테이블 및 약어집 표준 목록을 가지고 약어를 만들었다. 약어는 기기 타입, 계통명, 트러블 타입 등을 알 수 있게 일관성을 가지고 있다.

## - 라벨링

### 각인 및 제목 셋업

- 각 경보의 제목은 아래 순서로 작성되었다.
  - ♦ 첫 번째 : 경보 소스(예 : 펌프 A, AFW)
  - ♦ 두 번째 : 고장형태(예 : 개방, 전원상실, 압력, 유량)
  - ♦ 세 번째 : 심각도, 필요시(예 : 저-저)
- 만약 세 번째 줄의 포맷이 필요 없을 경우, 두 번째 제목까지만 사용해도 된다. 세 번째 줄 이상의 경보명은 사용하지 않는다.
- 경보명은 줄 당 14개 문자 정도로 맞췄다.
- 문자의 폰트는 굵은 보스톤(산세리프체)과 같은 고딕체가 최대로 잘 보인다. 글자 간격은 일반적으로 사용하는 간격보다 더 넓게 하며, 글자는 3:8의 비율과 높이로 한다. 따라서 글자 높이는 1/4인치가 된다.
- 경보명은 플라스틱 확산 타일에 각인하며 검은색으로 표시한다.

## 8. 다중 입력 경보창

여러 경우에서 다중 입력을 갖는 경보창이 사용되며, 각 입력에 대한 운전원 조치가 동일한 경우에 한하여 다중 입력이 허용된다. 예를 들면 경보에 대한 운전원 조치가 현장 제어반에 누군가를 보내야만 할 경우 입력은 종류에 관계없이 한 경보창에 할당 가능하나, 운전원이 다른 조치를 취해야만 할 경우 별도의 경보창을 사용하였다.

### 7.7.1.14.3.3 판넬 배열

#### 1. 판넬의 일관성 및 표준화

- 판넬 배열은 일관성이 있게 배치되어 있다.
- 각 타입의 제어기 및 표시기는 가능하면 한 가지 타입의 하드웨어를 사용한다. 예를 들면, 모든 차단기를 제어하는 제어기는 동일 모델을 사용한다. 그렇지만, 모든 기록계가 같아야 된다는 것을 의미하는 것은 아니다. 이는 유사한 기능(예를 들면, 5개 입력 포인트에서 선형변수 데이터를 받아 트렌드를 분석하거나, 특정 범위를 일정 주기로 읽는 경우)을 수행하는 모든 기록계는 동일한 모델을 사용해야 한다는 것을 의미한다.

#### 2. 판넬 크기 및 형태

바닥면 위에 설치하는 수직 판넬은 아래의 계측제어 판넬 규격을 준수하여 설치되어 있다.

	제어반 최소/최대	모니터(디스플레이) 최소/최대
주요판넬(major)	86 / 135 cm(34 / 53 인치)	127 / 165 cm(50 / 65 인치)
보통판넬(normal)	86 / 178 cm(34 / 70 인치)	104 / 178 cm(41 / 70 인치)



“주요판넬”은 운전원이 자주 사용하거나 간단하게 조작하는 판넬이나 모니터를 말한다.

### 3. 디스플레이 및 제어 그룹

서로 관련이 있는 계측기 및 제어반은 그룹핑 되어 있으며, 유체흐름, 에너지흐름에 따라 배치되어 있다.

#### - 그룹핑

각 시스템의 제어기 및 지시기는 관련되는 경보에 따라 통합하여 그룹을 지어 놓았다. 경보창은 일반적으로 판넬의 가장 높은 곳에 배열하였다. 상태 표시등 및 LED 메터는 그 아래 배열하였다(그렇지만, 최소 바닥에서 170cm 높이에 배열하였다). 다른 제어기 및 지시기는 각각의 벤치 구역에 위치하게 하거나 170 cm 하부 위치에 배치시켰다. 판넬의 수직면에는 주로 지시거나 제어장치와 같은 지시장치를 배열하였다. 특히 제어장치나 조작용 핸들은 주로 벤치 구역에 배열하였다. 그렇지만, 제어기와 지시기가 아래와 같은 프로세스 흐름을 따를 경우에는 예외로 하였다.

#### - 하드웨어 레이아웃 미믹

시스템의 프로세스 흐름에 따라 계측기나 제어기가 혼재될 수 있도록 하드웨어는 제어 판넬에 배치하였다. 예를 들면, 펌프나 밸브 제어기는 프로세스 흐름상의 관련 위치를 준용하여 차압계나 유량계 인근에 같이 배치하였다. 소량의 제어기나 지시계만 있는 작은 계통이나 복잡하지 않은 계통은 이런 형태의 배치 원칙을 따르지 않았다.

### 7.7.1.14.3.4 시각 지시기

시각 지시기는 읽기 쉽고, 분명하고, 유지정비가 용이하며, 필요한 관련 정보를 제공한다. 지시기는 눈부심이 적어 쉽게 읽을 수 있다.

#### 1. 색깔 부호

색깔 부호는 지시등에서 간편하게 설비상태에 대한 정보를 알려준다.

색깔 표시등은 일반적으로 아래와 같이 상태를 지시해 준다:

- 적색 : 설비 또는 계통이 운전상태(열림, 운전중, on) 또는 운전원에게 즉각적인 정보를 제공하거나 주의를 주기 위해 사용한다.
- 녹색 : 설비나 계통이 정지 상태(닫힘, 정지, off)
- 하얀색 : 설비가 trouble/disable 상태, 일반적인 정보 또는 상태. 만약 전구 대신에 LED를 사용하고 있다면 노란색이 하얀색을 대신한다(사람 눈에는 하얀색과 노란색이 별 차이가 없다).
- 호박색 : 경고용으로 사용하지 않는다. 필요시 “자동”을 지시하는 용도로 사용하며, 또는 비교적 덜 중요한 정보를 운전원에게 제공하거나 주목 용도로 사용한다.

## 2. 글자인쇄 및 표시

글자인쇄 및 표시는 모든 상황에서 명확하고, 일관성 있고, 쉽게 읽을 수 있다.

- 일관성 : 모든 지시기의 용어체계는 발전소 명, 계통 명 및 기타 표준 용어가 일관성이 있다.
- 표시등의 범례 : 범례 및 기기명은 표시등에 각인되지 않았다. 이는 각인된 글자로 인해 디스플레이가 방해되는 것을 최소화하기 위해서이다. 램프가 나가거나 전원이 상실되는 등 어떠한 상황에서도 각인된 글자를 볼 수 있도록 분리된 라벨을 제공하고 있다.

시각 지시기 디스플레이에 글자를 인쇄할 때는 7.7.1.14.3.7(라벨링)과 인쇄 일반 원칙을 준수하였다. 유일한 예외사항은 조금 작게 인쇄한 것이다(실제 사이즈는 하드웨어 크기에 따라 다르다).

## 3. 표시등

표시등은 배경 조명이 켜져 있는 상태 및 눈부신 상태에서도 쉽게 볼 수 있고 상태를 유지한다.

푸시버튼의 역광 색깔은 LED에서 흘러 나와야 하며 표시등 위로 플라스틱 덮개를 씌워서 안된다.

설비에 대한 정보(예를 들면, 밸브 번호, 펌프명 등)는 창이 아닌 라벨에 인쇄했고, 반면에 설비 상태 정보(예를 들면, 트립 바리패스, 트러블 등)는 창에 인쇄했다.

## 4. 계기 및 기록계

계기는 발전소의 모든 상태에서도 사용하기가 쉬우며, 정밀하고 명확해야 한다. 기록계는 사용 및 유지정비가 용이하며, 정밀한 판독특성을 가지고 있다.

### - 계기 눈금

계기 눈금은 구분이 명확해야 하고 대, 중, 소 눈금 범위로 구분되어 있다. 눈금은 1, 2, 5 또는 10의 배수로 새기며 운전원이 선호하는 공학단위를 사용했다. 모든 계기와 지시기는 미터 단위를 사용할 수 있다. 눈금 시작과 끝은 대눈금을 사용했고 최대 눈금범위가 일치하도록 했다. 경우에 따라서 예외사항이 있을 수 있으며, 이러한 사항은 개별적으로 기술평가를 실시하여 결정하였다.

- 계기의 전원이 상실되었을 경우에는, 계기는 전원 상실을 지시한다.

#### 7.7.1.14.3.5 제어기

모든 제어기는 인간공학을 고려하여 선정되었고, 기능별로 표준화 하였으며, 계통 내의 일반적 기능을 고려하여 쉽게 식별될 수 있도록 하였다.

##### 1. 제어기 타입

제어기는 타입을 기능별로 표준화 하였으며, 인간공학을 고려하였다. 각 타입별 제어기는 쉽게 구분되도록 하였다.

제어용 핸들은 부적절한 조작을 방지하기 위해 패널 최외각에서 10 cm 되는 공간에는 설치하지 않았다(핸들 바닥 기준).

##### - 푸쉬 버튼식 제어기

일반적인 경우, 푸쉬 버튼형 제어기는 수직으로 배치했다.

푸쉬 버튼은 별도의 조명등이 없어도 주변 조명 상태하에서 새겨진 글씨를 읽을 수 있다.

##### - 로터리식 제어기

모든 로터리식 제어기의 손잡이(knob)는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 조작시 적절한 저항력
- 흠 또는 매끄러운 가장자리, 그리고 최소 직경 2.5cm
- 명확한 선형 눈금표기- 가능한 경우 각 위치마다 멈춤 기능 보유
- 제어기 테두리 또는 비교 위치 지시기는 밝은 오렌지 색 또는 빨간색 포인터 보유

- 모든 제어기는 기능별로 타입이 표준화 되어 있다. 따라서 만약 밸브 운전에 사용되는 제어기가 푸쉬 버튼식 이라면, 밸브 운전에 사용된 제어기는 모두 푸쉬 버튼식 이다.

##### 2. 제어기 오조작 방지

사용이 제한된 중요 제어기는 오조작을 방지하기 위해 방벽(barrier)을 설치하였다. 이 제어기들에는 보호함(protective housing), 경첩식 차폐장치(hinged shield), 열쇠 잠금(key lock) 장치 등의 보호장치를 설치하였다.



- 보호함은 상부가 아닌 측면에 가드가 설치된 원형 푸쉬 버튼식 제어기에 사용하고 있다. 이 보호커버는 제어기의 부적절한 동작을 방지하면서, 운전원의 추가적인 행동이나 지연을 유발하지 않는다.
- 열쇠 잠금 장치는 접근이 금지된 아주 중요한 제어기나, 오동작 시켰을 경우 큰 위험에 처할 수 있는 중요한 제어기에 설치하였다. 열쇠 잠금장치는 양쪽에 홈이 나 있는 열쇠를 사용하며, 열쇠를 위쪽으로 돌리면 제어기가 잠금 상태가 된다. 스위치가 잠금 상태가 되었을 경우에만 열쇠를 뽑을 수 있다. 열쇠는 잘 표시된 통제된 열쇠함에서 철저히 관리하고, 필요시 항상 이용할 수 있다.

### 3. 제어기 식별

운전원이 여러 가지 타입의 제어기를 식별하는 것을 도와주기 위해 다양한 큐가 사용되고 있다. 촉감이 다른 큐(다른 형태, 다른 느낌, 다른 저항성), 형태가 다른 큐(크기, 모양, 색깔, 스타일)들이 사용되고 있다.

#### 7.7.1.14.3.6 VDU 디스플레이

컴퓨터 모니터는 정확한 정보 표시, 예리없이 신속한 해석 및 선명한 화면을 제공할 수 있게 설계되어 있다. 컴퓨터 하드웨어는 이런 기능을 지원할 수 있도록 설계되어 있다.

#### 1. 화면 형태

컴퓨터 화면은 혼잡스럽지 않은 형태로 되어 있으며, 사용이 간편하고, “바쁜(busy)” 상태를 피할 수 있게 되어 있다.

- 화면의 레이아웃은 컴퓨터 공급자가 배열했다. 아래에서 언급한 기준은 NUREG-0800 및 NUREG-0700을 준수하기 위한 일반적인 지침이다.
- 화면의 혼란스러움을 없앴으며, 모든 스크린은 최소 50%를 흰색 공간으로 해 놓았다. 화면이 바빠지는(busy) 것을 피하기 위해 초당 1회 이상 화면이 변하지 않게 하였으며, 빨리 변화하는 데이터는 걸러지게 하였다.

#### 2. 그래프 사용

그래프가 사용된 경우, 운전원에게 친숙한 형태로 정확한 정보를 제공해 준다.

- 눈금 및 단위 : 컴퓨터 화면에 표시되는 그래프들은 운전원들이 주제어실 계측기와 발전소 절차서에 익숙할 수 있도록 동일한 눈금과 단위를 사용하였다.

### 3. 색상

화면 표시를 위해 선택한 색상은 변별력이 있으며, 보기가 쉽고, 운전원들이 화면에 표시된 정보를 육안으로 인식하는 능력을 향상시킨다.

### 4. 메뉴

모든 컴퓨터 화면은 메뉴에 의해 운영되며, 페이지 큐가 제공되었다.

메뉴는 자연스러운 계층으로 되어 있으며 각각의 옵션은 빠른 인식을 위해 번호가 할당되어 있다. 여러 페이지로 된 메뉴 및 화면은 피하였다.

### 5. 하드웨어

반짝임 : 주제어실의 모든 VDU는 반짝임을 차단하였거나 반짝임이 없는 모니터를 설치하였으며 화면 각도를 조정하여 반짝임이 최소가 되도록 설치하였다.

- VDU들은 고 해상도의 그래픽 화면 및 최소한 7가지 색깔이 충분히 구현될 수 있도록 하였다.
- 대각선 해상도는 19인치 화면에서 800 픽셀 이상이다.
- 정보 갱신 시간은 1초에 1회를 초과하지 않도록 하여 운전원이 갱신된 정보를 인식하지 못하는 일이 발생하지 않도록 하였다.
- 컴퓨터 응답시간은 운전원이 업무에 지장을 초래하지 않을 정도로 충분히 빠르게 하였다.

### 6. 강조

핵심 정보를 강조하는 기능을 사용하였으며, 너무 많이 사용되지 않도록 하였다. 컴퓨터의 경보발생 상태를 전환(또는 경보를 인식하고 멈추게)하기 위해, 또는 발전소 운전변수가 설정치를 초과한 경우나 경계를 벗어난 것을 그래픽으로 나타내기 위해 깜빡이는 기능을 사용하였다. 이때 화면이 깜빡이는 빈도는 컴퓨터 화면을 읽는 것을 방해하지 않는 정도의 빈도이다.

### 7. 문자 및 메시지

메시지는 간략하지만 완성된 문장 형태이다. 문자는 쉽게 읽을 수 있고 구별할 수 있다.

- 알파벳 숫자의 최소 크기는 7 픽셀 × 9 픽셀이다.
- 그래픽 라인의 최소 농도는 인치당 40 픽셀이다.
- 즉각적인 메시지로 운전원에게 방향을 제공하며 운전원의 필요한 행동이나 옵션이 화면에 표시된다.

## 8. 가이드라인

모든 VDU 화면은 제어반의 계기 및 제어기와 일치하는 형식, 단위 및 눈금 범위를 사용하고 있다.

- 테이블 형태의 자료와 10진법이 정렬되어 있으며, 모든 숫자는 올바르게 맞추어져 있다.
- 정상적인 발전소 흐름에 따라 자료 흐름이 미믹 형태로 표시되어 있다.

### 7.7.1.14.3.7 라벨링, 경계구획, 미믹

계층 구조의 라벨링을 적용하여 글자가 선명하게 보이도록 하였다. 라벨링은 일반적으로 EPRI NP-3659 및 NUREG-0700 기준에 따라 인간공학적 기준을 준수했다.

#### 1. 계층 형태의 라벨링

제어반의 혼잡과 불필요한 대응을 막기 위해 계층 형태의 라벨링 스킴을 사용했다.

- 구획된 경계 안의 동일 그룹내 제어기나 지시기의 라벨은 전부 시스템 이름이나 하위 시스템 명을 표기하였다. 그리고 각각의 개별 라벨에는 시스템 명이 반복해서 표기되지 않도록 했다.
- 라벨의 계층이 올라갈수록 문자의 높이와 폭이 커졌다.

#### 2. 일반적인 라벨링 및 경계구획 지침

일반적인 라벨링 지침(예를 들면, 라벨 색상, 문자 높이, 폭 등)은 인간공학지침을 준수하였다. 경계구획과 미믹은 인간공학지침에 따라 설계하였다.

#### 3. 용어체계 및 스타일

라벨은 인간공학지침을 준용하여 발전소 표준 용어체계 및 약어 기준에 따라 작성하였다.

7.7.2.2 삭제

7.7.2.3 삭제

7.7.2.4 삭제

7.7.2.5 삭제

7.7.2.6 삭제

7.7.3 삭제



( )

KRN 1 FSAR

표 7.7-1 ~ 7.7-4 삭제



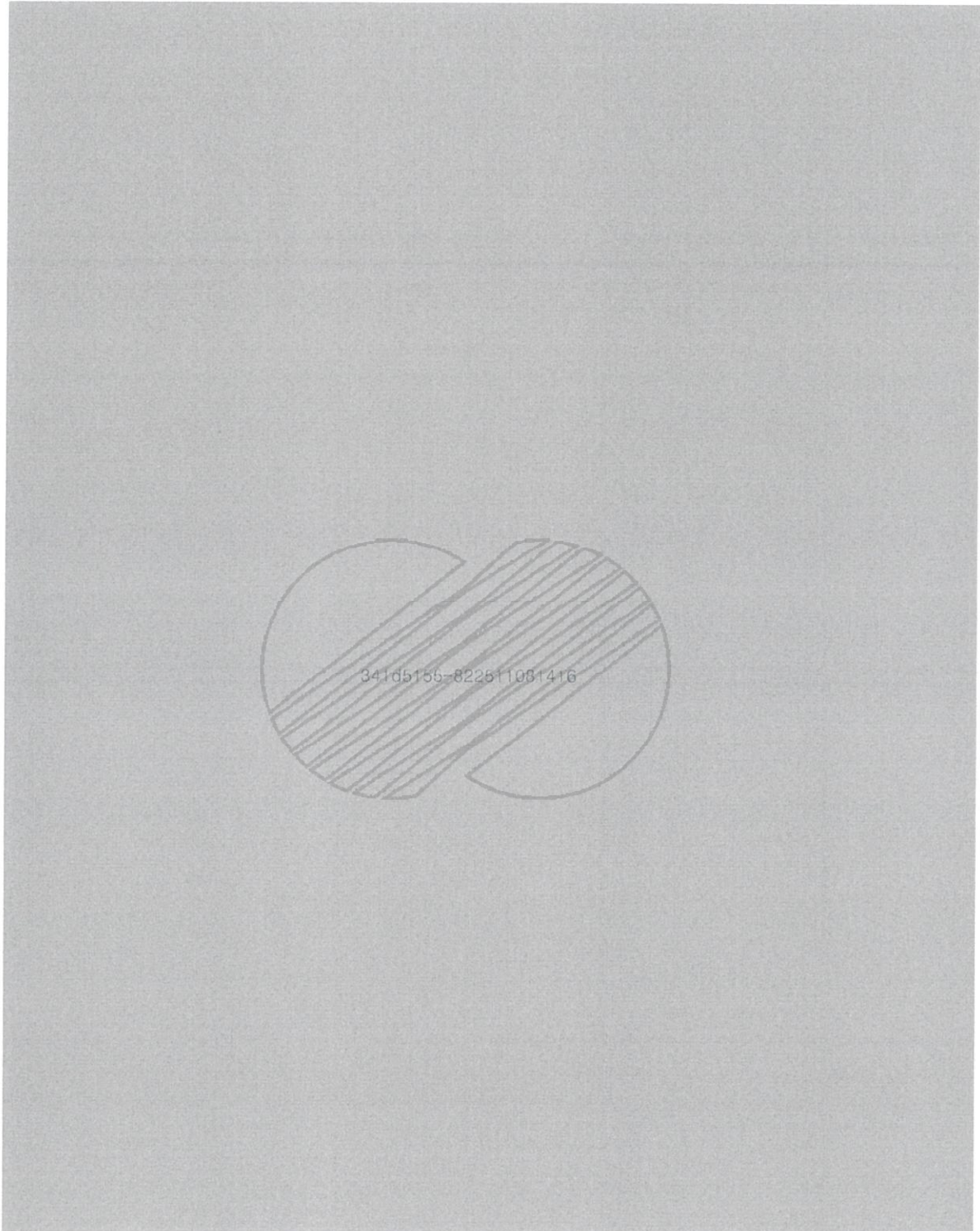


KRN 1 FSAR

그림 7.7-1 ~ 7.7-4 삭제



( )

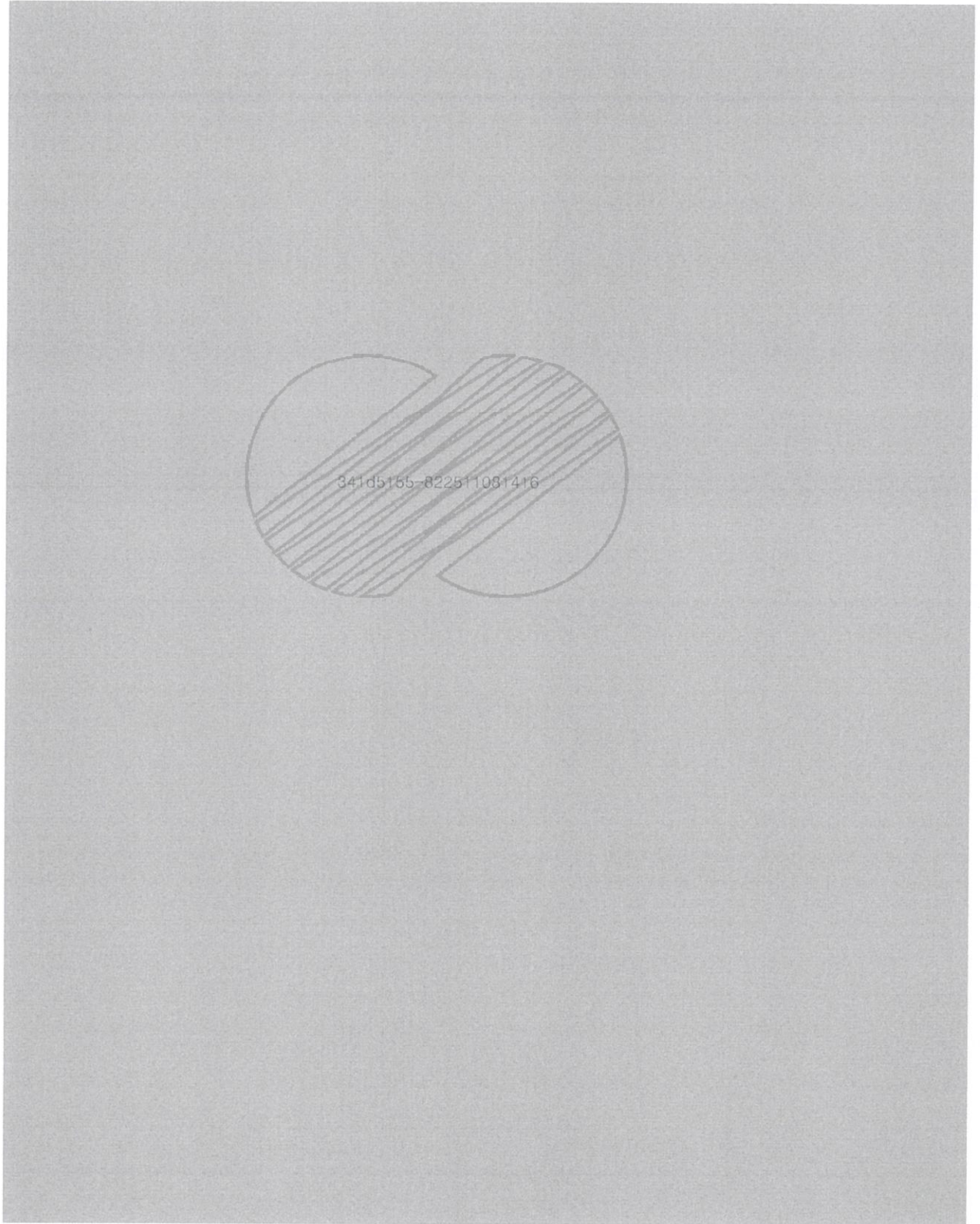


MAIN CONTROL ROOM  
CONSOLES AND PANELS  
FIGURE 7.7-5



( )

MAIN CONTROL ROOM  
CONSOLES AND PANELS  
FIGURE 7.7 - 7





( )

MAIN CONTROL ROOM  
CONSOLES AND PANELS  
FIGURE 7.7 - 8

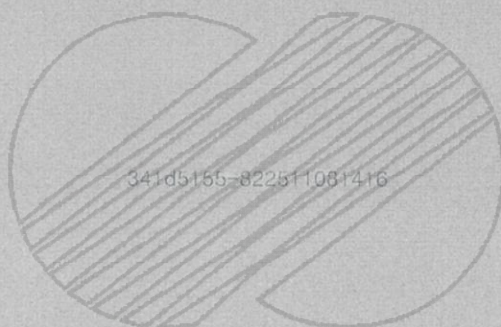


341d5155-822511081416



( )

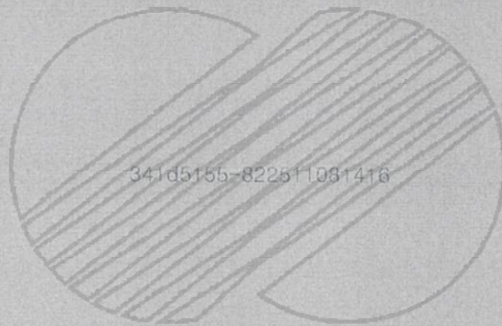
MAIN CONTROL ROOM  
CONSOLES AND PANELS  
FIGURE 7.7-9





( )

MAIN CONTROL ROOM  
CONSOLES AND PANELS  
FIGURE 7.7 - 10



## 7.8 삭제





( )

KRN 1 FSAR

표 7.8-1 삭제



( )

KRN 1 FSAR

그림 7.8-1 삭제

