시스템위험 분석

2018. 03. 00

CONTENTS

시스템위험분석 및 관리

- 시스템 위험성의 분류
  - 시스템 안전의 정의
    - ❖ 어떤 시스템에 있어서 가능시간, 코스트(cost) 등의 제약조건하에서 인원 및 설비가 당하는 상해 및 손상을 최소한으로 줄이는 것이다.
    - ❖ 시스템의 계획→설계→제조→운용 등의 단계를 통하여 시스템의 안전관리 및 시스템 안전공학을 정확히 적용시키는 것 이 필요하다.
  - 시스템 안전성 확보책
    - ❖ 위험 상태의 존재 최소화
    - ❖ 안전 장치의 채택
    - ❖ 경보 장치의 채택
    - ❖ 특수 수단 개발, 표식의 규격화
  - 시스템 안전관리
    - ❖ 안전 활동의 계획 및 조직과 관리
    - ❖ 다른 시스템 프로그램 영역과 조정
    - ❖ 시스템 안전에 필요한 사항의 통일성의 식별
    - ❖ 시스템 안전에 대한 프로그램의 해석과 검토 및 평가 등의 시스템 안전 업무

시스템위험분석 및 관리

- 시스템 위험성의 분류
  - 시스템안전 프로그램의 목표사항
    - ❖ 시스템 목표 및 필요사항과 모순되지 않는 안전성의 시스템 설계에 의한 구체화
    - ❖ 신재료 및 신제조, 시험기술의 채용 및 사용에 따른 위험의 최소화
    - ❖ 유사한 시스템 프로그램에 의하여 작성된 과거 안전성 데이터의 고찰 및 이용
  - 시스템 안전 프로그램 계획에 포함사항
    - ❖ 시스템 안전을 확보하기 위한 기본지침으로 프로그램의 작성 내용에 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.
    - ❖ 계획의 개요
    - ❖ 안전조직
    - ❖ 계약관련
    - ❖ 관련부문과의 조정
    - ❖ 안전기준
    - ❖ 안전해석
    - ❖ 안전성의 평가
    - ❖ 안전데이터의 수집과 분석
    - ❖ 경과 및 결과의 분석

시스템위험분석 및 관리

- 시스템 위험성의 분류
  - 위험처리기술 (*)
    - ❖ 위험의 제거(위험감축) : 위험 요소를 적극적으로 예방하고 경감하려는 것을 말한다.
    - ❖ 위험의 회피 : 위험한 작업 자체를 하지 않거나 작업방법을 개선하는 것을 말한다.
    - ❖ 위험의 보유 : 위험의 일부 또는 전부를 스스로 인수하는 것을 말한다.
    - ❖ 위험에 대한 무지에서 무의식적으로 위험에 노출되는 소극적 보유와 위험을 의식하면서 보유하는 적극적 보유가 있다.
    - ❖ 위험의 전가 : 위험을 보험, 보증, 공제기금제도 등으로 분산시키는 것을 말한다.

시스템위험분석 및 관리

- 시스템 위험성의 분류
  - 위험성을 예측, 평가하는 단계
    - ❖1단계 : 평가대상 공정 선정
      - ➢ 평가대상 공정이나 작업을 선정하는 단계로 평가대상 공정의 안전 보건상 위험 정보에 대한 사전 파악을 포함한다.
    - ❖2단계 : 위험요인 도출
      - ➢ 위험요인을 인적, 기계적, 물질 · 환경적, 관리적으로 구분하여 도출하는 단계이다.
    - ❖3단계 : 위험도 계산
      - ➢ 사고 빈도와 사고 강도의 곱으로 위험도 수준을 결정하는 단계이다.
    - ❖4단계 : 위험도 평가
      - ➢ 현재의 위험도가 허용할 수 있는 위험인지 위험도를 평가하는 단계이다.
    - ❖5단계 : 개선대책 수립
      - ➢ 위험도 평가 결과에 따라 개선대책을 수립하고 실시하여 도출한 위험 요인을 허용 가능한 위험도로 낮추는 단계이다.

시스템 위험분석기법

- 시스템 수명주기 단계별 특성
  - 구상(Concept) 단계
    - ❖ 구상 단계는 시스템을 제작하기 위한 시작 단계로서, 시스템의 사용목적과 기능, 앞으로 생산할 시스템을 개발함에 있어 일반적인 진행과정이 결정된다.
  - 정의 (Definition) 단계
    - ❖ 예비 설계안과 생산 기술과의 비교를 통해 시스템 개발의 가능성과 타당성을 확인하고, 시스템 개발상의 일반적인 설계가 이루어지는 단계이다.
  - 개발(Development) 단계
    - ❖ 시스템 개발의 공식적인 시작단계이다. 이미 시스템 안전 프로그램에 계획된 대로 개발단계에서 시도되어야 하는 시스템 안전 업무들이 시작된다.
  - 제조(Production) 단계
    - ❖ 제조 단계에서 수행되는 거의 모든 업무는 주로, 이전 단계에서 획득된 시스템의 안전수준이 생산단계에서도 유지되는가를 확인하기 위한 것이다.

시스템 위험분석기법

- 시스템 수명주기 단계별 특성
  - 배치 (Deployment) 단계, 운용 단계
    - ❖ 운용 단계는 시스템 개발, 생산의 다음 단계로서, 사용자가 최초의 시스템을 사용하기 위해 수용하는 순간부터 시작한다.
  - 폐기 (Disposal) 단계
    - ❖ 폐기 단계는 시스템이 갖는 특정한 설계요인 때문에 매우 중요할 수도 있다. 시스템의 유해위험요인이 있는 부분, 예를 들어 부식성 · 유해성 물질, 방사능 폐기물, 가연성 물질, 방향성 물질 등을 폐기하는 절차는 시스템 개발 초기에, 주로 개발단계에서 검토되고 결정 되어야 한다.

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - 예비 위험 분석 (PHA: Preliminary Hazards Analysis)
    - ❖ 모든 시스템 안전 프로그램의 최초 단계(설계단계, 구상단계)에서 실시하는 분석법으로서 시스템내의 위험요소가 얼마나 위험한 상태에 있는가를 정성적으로 평가하는 기법이다. (**)
    - ❖ PHA의 4가지 주요목표
      - ➢ 시스템의 모든 주요한 사고를 식별하고 대략적인 말로 표시할 것
      - ➢ 사고를 유발하는 요인을 식별할 것
      - ➢ 사고가 발생한다고 가정하고 시스템에 생기는 결과를 식별하고 평가할 것
      - ➢ 식별된 사고를 다음 4가지 범주로 분류할 것

[PHA 카테고리 분류 ☆]

Class 1. 파국적(catastrophic)	사망, 시스템 손상
Class 2. 위기적(critical)	심각한 상해, 시스템 중대 손상
Class 3. 한계적(marginal)	경미한 상해, 시스템 성능 저하
Class 4. 무시(negligible)	경미한 상해 및 시스템 저하 없음

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - 결함위험분석 (FHA : Fault Hazards Analysis)
    - ❖ 한 계약자만으로 모든 시스템의 설계를 담당하지 않고 몇 개의 공동 계약자가 분담할 경우 서브시스템 (subsystem)의 해석에 사용되는 분석법이다. (**)
    - ❖ FHA의 기재사항 (*)
      - ➢ 서브시스템의 요소
      - ➢ 그 요소의 고장형
      - ➢ 고장형에 대한 고장률
      - ➢ 요소 고장 시 시스템의 운용 형식
      - ➢ 서브시스템에 대한 고장의 영향
      - ➢ 2차 고장
      - ➢ 고장형을 지배하는 뜻밖의 일
      - ➢ 위험성의 분류
      - ➢ 전 시스템에 대한 고장의 영향
      - ➢ 기타

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - 고장형태와 영향분석(FMEA : Failure Modes and Effects Analysis)
    - ❖ 시스템에 영향을 미치는 모든 요소의 고장을 형태별로 분석하여 그 영향을 검토하는 정성적 귀납적 분석법이다. (**)
    - ❖ FMEA 위험성 분류 (*)

발생확률(β)에 따른 분류	위험성 분류 표시
• 실제손실 $\beta = 1.00$	• category 1 : 생명 또는 가옥의 상실
• 예상되는 손실 $0.1 < \beta < 1.00$	• category 2 : 임무 수행의 실패
• 가능한 손실 $0 < \beta \leq 0.1$	• category 3 : 활동의 지연
• 영향 없음 $\beta = 0$	• category 4 : 손실과 영향없음

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - 고장형태와 영향분석(FMEA : Failure Modes and Effects Analysis)
    - ❖FMEA의 실시절차 (*)

1단계 : 대상 시스템의 분석	• 기기 및 시스템의 구성 및 기능의 전반적 파악 • FMEA의 실시를 위한 기본방침의 설정 • 기능 BLOCK과 신뢰성 BLOCK도의 작성
2단계 : 고장형과 그 영향의 검토	• 고장 모드의 예측과 설정 • 고장 원인의 상정 • 상위 아이템에 대한 고장 영향의 검토 • 고장 검지법의 검토 • 고장에 대한 보상법과 대응법의 검토 • FMEA WORK SHEET에 관한 기입 • 고장등급의 평가
3단계 : 치명도 해석과 개선책의 검토	• 치명도 해석 • 해석결과의 정리

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - 고장형태와 영향분석(FMEA : Failure Modes and Effects Analysis)
    - ❖ FMEA의 기재사항
      - ➢ 요소의 명칭
      - ➢ 고장의 형
      - ➢ 다른 요소 및 전 시스템에 대한 고장의 영향
      - ➢ 위험성의 분류
      - ➢ 고장의 발견 방법
      - ➢ 시정방법
    - ❖ FMEA의 장 · 단점
      - ➢ 장점
        - ✓ 서식이 간단하고 적은 노력으로도 분석이 가능하다
      - ➢ 단점
        - ✓ 논리성이 부족하다.
        - ✓ 각 요소간의 영향을 분석하기 어렵기 때문에 동시에 두 개 이상의 고장이 날 경우 해석이 곤란하다.
        - ✓ 요소가 물체로 한정되어 있어 인적 원인 분석이 곤란하다.

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - ETA(Event Tree Analysis)와 DT(Dicision Trees)
    - ❖ ETA(Event Tree Analysis) : 사건수(사상수)분석법
      - ➢ 시장의 안전도를 사용하여 시스템의 안전도 나타내는 귀납적, 정량적인 분석법이다. (**)
      - ➢ 재해의 확대 요인을 분석하는데 적합하며 디시전 트리를 재해사고의 분석에 이용할 경우의 분석법이다.
      - ➢ ETA 작성법
        - ✓ 좌에서 우로 진행한다.
        - ✓ 요소의 성공사상은 위쪽에 실 패사상은 아래쪽으로 분기한다.
        - ✓ 분기마다 안전도와 불안전도의 발생확률이 표시된다.
        - ✓ 분기된 각 사상의 합은 항상 1 이다.
    - ❖ DT(decision Trees)
      - ➢ 요소의 신뢰도를 이용하여 시스템의 신뢰도를 나타내는 기법으로 귀납적이고, 정량적인 분석 방법이다.

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - 치명도 분석 (CA : Critically Analysis)
    - ❖ 고장이 직접 시스템의 손실과 인명의 사상에 연결되는 높은 위험도를 가진 요소나 고장의 형태에 따른 분석법이다.
    - ❖ 고장이 시스템에 얼마나 치명적인 영향을 끼치는 지에 대한 고장을 정량적으로 분석하는 기법이다. (**)
    - ❖ 정성적 방법에 의한 FMEA에 대해 정량적 성격을 부여한다.
    - ❖ 고장 등급의 평가

$$\text{치명도}(Cr) = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5$$

여기서, C_1 : 고장 영향의 중대도
C_2 : 고장의 발생 빈도
C_3 : 고장 검출의 곤란도
C_4 : 고장 방지의 곤란도
C_5 : 고장 시정시간의 여유도

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - 인간에러율 예측기법 (THERP : Technique of Human Error Rate Prediction)
    - 인간의 과오(human error) 를 정량적으로 평가하기 위하여 1963년 Swain 등에 의해 개발된 기법이다. (**)
    - 인간의 과오율 추정법 등 5 개의 스텝으로 되어 있다.
  - MORT(Management Oversight and Risk Tree) (**)
    - 1970 년 이후 미국의 W. G Johnson 등에 의해 개발된 최신 시스템 안전 프로그램으로서 원자력 산업의 고도 안전 달성을 위해 개발된 분석 기법이다.
    - 관리, 설계, 생산, 보전 등의 광범위한 안전을 도모하기 위한 연역적이고, 정량적인 분석법이다. (*)
  - 운용 및 지원위험 분석 (O&S : operating & support 또는 OSHA)
    - 시스템의 모든 사용단계에서 생산, 보전, 시험, 운반, 구출, 구조, 훈련 및 폐기 등에 사용되는 인원, 순서, 설비에 관하여 위험을 동정하고 그것들의 안전요건을 결정하기 위한 분석법이다. (**)
    - 시스템이 저장되어 이동되고 실행됨에 따라 발생하는 작동시스템의 기능이나 과업, 활동으로부터 발생되는 위험에 초점을 맞춘 위험분석차트이다.

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - FAFR(Fatality Accident Frequency Rate)
    - ❖ 위험도를 표시하는 단위로 10^8(1억)시간당 사망자 수를 나타낸다.

$$FAFR = \frac{\text{사망자 수}}{\text{총 작업시간수}} \times 10^8$$

  - HAZOP(위험 및 운전성 검토)
    - ❖ 각각의 장비에 대해 잠재된 위험이나 기능저하 등 시설에 결과적으로 미칠 수 있는 영향을 평가하기 위하여 공정이나 설계도 등에 체계적인 검토를 행하는 것을 말한다.
    - ❖ 용어의 정의
      - ➢ 의도 : 어떤 부분이 어떻게 작동되리라고 기대된 것을 의미하는 것으로 서술적일 수도 있고 도면화 될 수도 있다.
      - ➢ 이상 : 의도에서 벗어난 것을 의미하며 유인어를 체계적으로 적용하여 얻어진다.
      - ➢ 원인 : 이상이 발생한 원인을 의미한다.
      - ➢ 결과 : 이상이 발생할 경우 그것에 대한 결과이다.
      - ➢ 위험 : 손실, 손상, 부상 등을 초래할 수 있는 결과를 의미한다.
      - ➢ 유인어 : 간단한 용어로서 창조적 사고를 유도하고 이상을 발견하고 의도를 한정하기 위해 사용된다.

시스템 위험분석기법

- 시스템 위험분석 기법
  - HAZOP(위험 및 운전성 검토)
    - ❖유인어의 종류

[유인어의 종류와 뜻]

No 또는 Not	완전한 부정
More 또는 Less	양의 증가 및 감소
As Well As	성질상의 증가
Part of	일부변경, 성질상의 감소
Reverse	설계의도의 논리적인 역
Other Than	완전한 대체

기출 문제

1. 시스템 안전 접근 방법 중 귀납적, 정량적 방법인 것은? (05.03.20)
   ① OS
   ② ETA
   ③ FTA
   ④ FMEA

기출 문제

2. 다음 중 1970 년대에 산업안전을 목적으로 개발된 시스템 안전 프로그램으로 ERDA(미 에너지 연구 개발청)에서 개발된 것으로 관리, 설계, 생산, 보전 등의 넓은 범위의 안전성을 검토하기 위한 기법은? (05.03.20)
   ① FTA
   ② MORT
   ③ FMEA
   ④ FHA

기출 문제

3. 위험분석상의 강도를 분류할 시에 환경, 운전원의 과오, 절차의 결함, 요소의 고장 또는 기능 불량이 시스템의 성능을 저하시키지만 인적, 물적의 중대한 손해를 초래하지 않고 대처 또는 제어할 수 있는 상태는? (05.03.20)

① 파국적 (Catastrophic)
② 중대 (Critical)
③ 한계적 (Marginal)
④ 무시가능(Negligible)

기출 문제

4. 사상의 안전도를 사용한 시스템의 안전도를 나타내는 시스템 모델의 하나로서 귀납적이기는 하나 정량적 분석수법이며, 재해의 확대요인의 분석 등에 적합한 기법은? (05.08.07)

① OS
② FTA
③ ETA
④ FMEA

기출 문제

5. 시스템의 구상단계에서 시스템 고유의 위험 상태를 식별하고 예상되는 재해의 위험 수준을 결정하는 시스템 안전 분석 기법은? (06.05.14)

① FTA
② PHA
③ FMEA
④ ETA

기출 문제

6. 다음 시스템 안전해석 방법 중 틀린 것은? (06.08.06)

① THERP : 정량적 해석방법
② ETA : 귀납적, 정량적 해석방법
③ PHA : 정성적 해석방법
④ FMEA : 연역적, 정량적 해석방법

기출 문제

7. 예비위험분석(PHA)의 설명으로 옳은 것은? (06.08.06)

① 시스템안전 위험분석을 수행하기 위한 예비적인 최초의 작업으로 위험요소가 얼마나 위험한지를 평가
② 손실과 인명의 사상에 연결되는 높은 위험도를 가진 요소나 고장의 형태에 따른 분석법
③ 각 서브 시스템 및 전 시스템의 안전성에 악영향을 끼치지 않게 하기 위한 분석기법
④ 관리, 설계, 생산, 보존 등에 대해서 광범위하게 안전성을 확보하기 위한 기법

기출 문제

8. 시스템안전분석에 대한 설명 중 틀린 것은? (07.05.13)

① 해석의 수리적 방법에 따라 정성적, 정량적 해석 방법이 있다.
② 해석의 논리적 견지에 따라 귀납적, 연역적 해석 방법이 있다.
③ FTA는 연역적, 정량적 분석이 가능한 방법이다.
④ 예비사고분석(PHA)은 운용사고 해석이라고 말할 수 있다.

기출 문제

9. 시스템이나 서브시스템 위험분석을 위하여 일반적으로 사용되는 전형적인 정성적, 귀납적 분석기법으로 시스템에 영향을 미치는 모든 요소의 고장을 형태별로 분석하여 그 영향을 검토하는 분석기법은? (07.05.13)

① PHA
② FMEA
③ SSHA
④ ETA

기출 문제

10. 다음 중 인간의 과오를 평가하기 위한 정량적 해석방법은? (08.03.02)

① THERP
② FTA
③ CA
④ PHA

기출 문제

11. 5000개의 베어링을 품질검사하여 400개의 불량품을 처리하였으나 실제로는 1000개의 불량 베어링이 있었다면 이러한 상황의 HEP(Human error probability)는? (08.03.02)

① 0.04
② 0.08
③ 0.12
④ 0.16

기출 문제

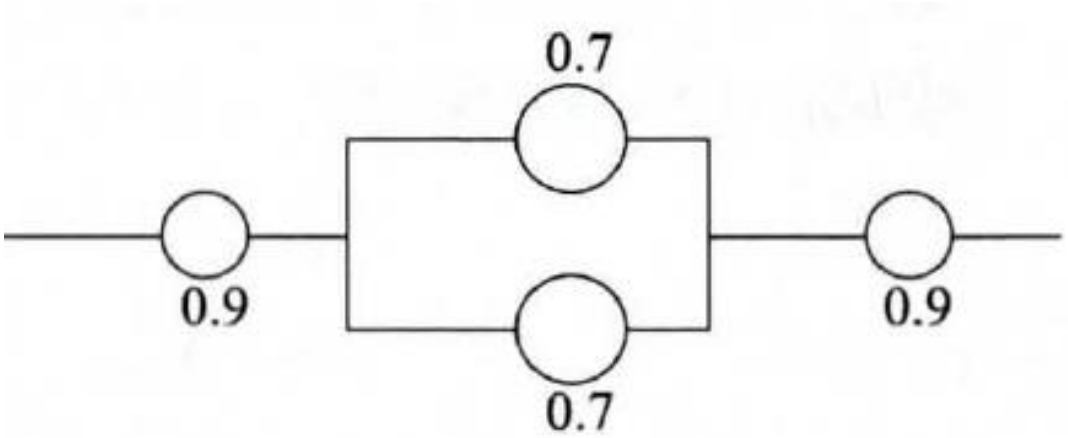
12. 다음 중 신뢰도 구조상으로 직렬구조에 해당되는 것은? (08.05.11)

① 3발 자전거의 바퀴
② 건물내의 스프링클러
③ 검사인원의 중복 투입
④ 자동차의 브레이크 시스템

기출 문제

13. [그림]과 같은 시스템의 신뢰도는 얼마인가? (08.05.11)

① 0.6261
② 0.7371
③ 0.8481
④ 0.9591



기출 문제

14. 다음 중 직렬 구조를 갖는 시스템의 특성으로 틀린 것은? (08.07.27)

① 요소(要素) 중 어느 하나가 고장이면 시스템은 고장이다.
② 요소의 수가 적을수록 시스템의 신뢰도는 높아진다.
③ 요소의 수가 많을수록 시스템의 수명은 짧아진다.
④ 시스템의 수명은 요소 중에서 수명이 가장 긴 것으로 정해진다.

기출 문제

15. 시스템 안전해석 방법 중 고장이 직접 시스템의 손실과 인명의 사상에 연결되는 높은 위험도를 가진 요소나 고장의 형태에 따른 분석법은? (09.05.10)

① CA
② ETA
③ PHA
④ FMEA

기출 문제

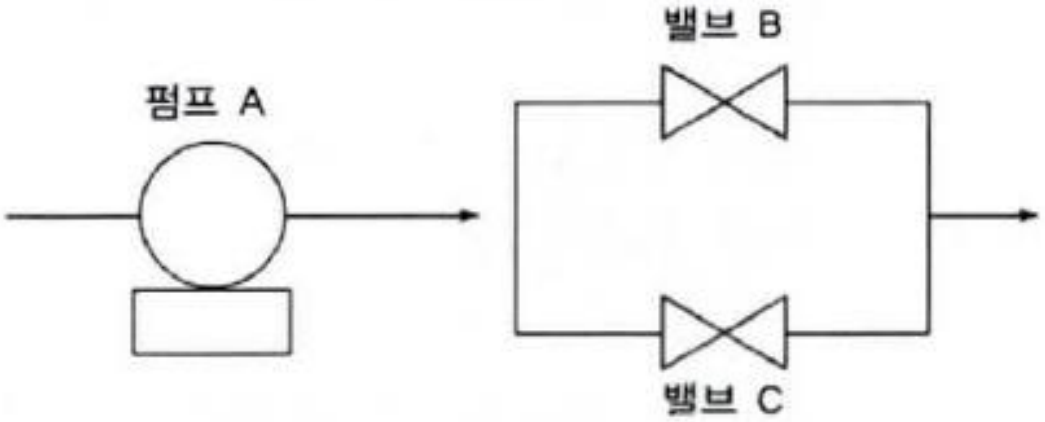
16. 고장형태 및 영향분석(FMEA: Failure Mode and Effect Analysis)에서 평가요소에 해당되지 않는 것은? (09.05.10)

① C_1: 기능적 고장 영향의 중요도
② C_2: 영향을 미치는 시스템의 범위
③ C_3: 고장발생의 빈도
④ C_4: 고장의 영향 크기

기출 문제

17. 그림과 같은 시스템에서 펌프 A 의 신뢰도는 0.999, 밸브 B 와 C 의 신뢰도가 모두 0.99 일 경우 전체의 신뢰도는 얼마인가? (09.07.26)

① 0.9810909
② 0.9820101
③ 0.9867204
④ 0.9989001



기출 문제

18. 다음 중 예비위험분석 (PHA)에 관한 설명으로 가장 적절한 것은? (10.03.07)

① 시스템안전 위험분석을 수행하기 위한 예비적인 최초의 작업으로 위험요소가 얼마나 위험한지를 평가한다.
② 손실과 인명의 사상에 연결되는 높은 위험도를 가진 요소나 고장의 형태에 따른 분석법이다.
③ 각 서브 시스템 및 전시스템의 안전성이 악영향을 끼치지 않게 하기 위한 분석기법이다.
④ 원자력 발전과 같이 관리, 설계, 생산, 보존 등에 대해서 광범위하게 안전성을 확보하기 위한 기법 이다.

기출 문제

19. 시스템의 평가척도 중 시스템의 목표를 잘 반영하는가를 나타내는 척도를 무엇이라 하는가? (10.05.09)

① 신뢰성
② 타당성
③ 측정의 민감도
④ 무오염성

기출 문제

20. 위험조정을 위한 필요한 기술은 조직형태에 따라 다양하며 4가지로 분류하였을 때 이에 속하지 않는 것은? (10.05.09)

① 보류(retention)
② 위험감축(reduction)
③ 전가(transfer)
④ 계속(continuation)

기출 문제

21. 다음 중 시스템 안전을 위한 업무의 수행 요건이 아닌 것은? (10.05.09)

① 안전활동의 계획 및 관리
② 시스템 안전에 필요한 사람의 동일성 식별
③ 시스템 안전에 대한 프로그램 해석 및 평가
④ 다른 시스템 프로그램과 분리 및 배제

기출 문제

22. 시스템안전 분석기법 중 FMEA에 관한 설명으로 옳은 것은? (10.07.25)

① 화학설비에 적용하기 위해 개발되었고 전문가와 브레인스토밍 팀을 구성하여 분석한다.
② 휴먼에러와 휴먼에러에 의한 영향을 예견하기 위해 사용되면 HAZOP과 함께 사용할 수 있다.
③ 그래픽 모델을 사용하여 분석과정을 가시화시키는 분석방법이며 논리기호를 사용한다.
④ 시스템을 구성요소로 나누어 고장의 가능성을 정하고 그 영향을 결정하여 분석하는 방법이다.

Thank you