

연구/개발 단계의 품질보증 활동

韓基喆, 金兌沅, 金相鉉

韓國電子通信研究所 TDX開發團 品質保證室

I. 서 론

현대에 개발되는 컴퓨터 및 최첨단의 통신설비는 기능 및 성능면에서의 요구증가로 시스템의 고신뢰성을 확보하기 위한 기술 축적이 필수적이며 제품의 품질을 확보하기 위한 요구가 증대하고 있다.

일반적으로 품질이라 하면 사용자의 요구사항을 만족시켜 주는 제품 또는 구성품의 성능, 수명, 신뢰성, 정비 유지성, 안정성, 내구성등을 포함하는 특성의 총체를 말하고, 품질보증이라 하면 시스템을 규격화된 기술 요구조건에 합치시키고, 품질을 확보하고 충분한 신뢰성을 제공하는데 필요한 모든 활동과 관련 사항을 사전에 계획하고 조직화시킨 활동체계를 말한다.

위의 품질의 구성요소중 성능을 제외한 대부분의 요소들이 시스템의 신뢰도와 연관지어 지는데 현실적으로 품질보증의 성격이 제품의 신뢰도를 확보하기 위한 활동으로 받아들여지고 있는 것이 현실이다. 따라서 설계단계에서 인증시험까지의 각종 제도, 시험, 문서화등을 시행하는 품질보증 활동이 제품의 신뢰도를 확보하는데 필요한 활동으로 구성되어 지고 있다.

사용자의 입장에서 같은 기능의 여러 제품중 무엇을 선택하느냐 하는 것은 그 제품을 구입하기 위해서 사용한 비용 이상의 만족을 얻느냐에 달려 있고, 그 만족의 근거로 안전하게, 제품의 사용 목적에 맞게, 제조자가 보장하는 기간동안 고장없이 사용할 수 있느냐에 달려 있다고 할 것이다. 제품의 생산자는 가장 경제적인 비용과 방법으로 목표로한 제품을 개발하고 생산한 수요자에게 판매할 경우 제품의 품질보증 기간을 얼마로할 것인가는 생산자의 손익관

점에서 매우 중요하고 생산한 제품의 성공여부도 여기에 달려있다고 볼 수 있다.

따라서 본 고에서는 시스템의 설계 규격을 만족하고 신뢰성 있는 제품 생산을 위해서 각 연구 단계별로 연구활동을 구분 정리하고 시스템 공학적인 차원에서 분석활동의 기준이 될 수 있는 실질적인 품질보증 활동 지침을 기술하고 끝으로 시스템의 실질적인 분석 활동등을 다루고자 한다.

II. 연구/개발 및 품질보증 활동

시스템의 개발 단계에서 수행되는 일련의 품질보증활동이 개발된 시스템의 품질수준을 결정한다는 것은 보편화된 사실로 받아들여지고 있다. 따라서 시스템 개발 전순기 동안의 연구개발 활동은 마련된 개발 방법론에 따라 개발이 착수되어야 하며 시스템 설계 및 실현되기전 개발 일정의 충분한 여유를 두고 계획되어 시스템 신뢰성 관리를 위한 설계 지침등이 수립되어야 한다.

1. 시스템 연구/개발 활동

시스템의 설계는 시스템의 개발 주기 동안에 표 1과 같이 top-down 방식으로 시스템 계획 단계 및 개념모델의 정의 단계로부터 시작된다. 시스템의 상세 설계는 사용자 요구사항 및 동작규격서(function)를 기본으로 주요 function block이 처음 나누어지고 실현 가능한 sub-function으로 나누어져 설계된다. 이에 대한 결과물로서 블럭설계서 및 유니트설계서가 작성된다. 하드웨어인 경우는 회로팩 단위의 시제품이 제작되고, 소프트웨어인 경우는 원시파일(source code)이 생성되어 제품에 대한 기본시험이 수행된다.

표 1. 시스템 개발 단계별 주요 활동

단 계	주 요 활 동
시스템 계획	- 사용자 요구사항 문서를 분석하여 시스템 개발 타당성, 경제성, 개발에 투입되는 자원들과 일정계획 등에 관한 개발의 범위 및 방향 설정
개념모델 정의	- 시스템 개발을 실제적으로 수행하기 전에 모의적으로 시스템을 개념적인 측면에서 구체화 시켜보는 단계
요구사항 정의	- 시스템을 사용자 관점에서 명확히 정의한 요구사항 정의 문서를 작성하는 단계 - 시스템 개발완료후 사용자가 시스템 운용시 필요로 하는 사용자 매뉴얼을 작성하는 단계
동작 규격	- 요구사항 정의 문서에서 기술된 사용자 기능들을 시스템 관점으로 나타나는 function들로 재정의하는 단계 - 각 function별로 function 규격서를 작성하는 단계
시스템 설계	- 시스템을 하나의 building block의 개념으로 구체화 시키는 시스템 계층구조를 physical boundary로 분류하여 설계 - 동작규격 단위인 function을 실질적으로 구현 단위인 블럭으로 변환시키는 업무 수행
설 계	- 블럭을 분해하며 unit를 정의 - 각 블럭에 대한 설계를 수행
실 현	- 소프트웨어인 경우 소스 코드 작성 - 하드웨어인 경우 PBA 레벨 개발
기능 시험	- 실현단계에서 개발된 소프트웨어 및 하드웨어 제품을 초기 단계에서 정의된 대로 개발되었는가를 function 단위로 검증
시스템 시험	- 실제의 운용조건하에서 시스템의 모든 기능들을 연동시켜서 시험 - 한계 조건하에서 시스템이 정상적으로 동작하는가를 검증하는 단계
개발 완료	- 시험 완료된 제품을 동결 및 release 시키는 단계

이어서 실현된 유니트 단위들을 조합하여 function 단위의 검증활동인 기능시험이 실시된다. 기능시험 단계에서 검증 완료된 제품들은 실제의 운용 조건하에서 시스템의 모든 기능들을 연동시켜서 시험하고, 환경 및 부하 처리능력등을 위한 한계 조건하에서 시스템이 정상적으로 동작되는 가를 검증하여 검증이 완료되면 시스템의 개발 완료 단계로 이어진다.

2. 시스템 연구/개발 단계 품질보증 활동

일반적으로 특정 시스템의 연구/개발 단계 품질보

증 활동은 시스템 고유의 신뢰성 프로그램에 의해서 그림 1과 같이 계획되고 실시되며, 이와 같은 품질보증 활동에 의해서 연구 개발 활동 과정에서 초래될 수 있는 디자인 에러, 개발 일정지연, 제품 원가 및 개발비용의 증가를 막고, 향후 생산성에 대한 극대적인 효과를 가져올 수 있다. 따라서 상기의 목적, 즉 시스템 신뢰도 목표치를 달성하기 위해 제품(product) 품질보증 및 공정(process) 품질보증을 위한 지침 및 설계기준등이 표 2와 같이 구분되어 실시되어야 한다.

1) 시스템 계획 단계

시스템의 개발 업무가 실질적으로 추진되는 단계로서 사용자 요구사항들을 검토하여 시스템의 개발 타당성 및 경제성, 사업성에 대한 검토를 하여 개발에 투입되는 자원, 시간, 개발 범위등의 개발 전순기 동안의 개발 계획을 수립하는 단계이다. 또한 시스템 개발 순기 동안의 조직화된 품질보증 체제속에서 품질보증 활동 대상 범위가 확정된 시스템 신뢰성 관리를 위한 시스템 품질보증 계획서가 작성되어야 한다. 시스템 품질보증 계획서에는 다음의 내용들이 일반적으로 포함된다.

(1) 일반 사항

- 가. 문서의 목적
- 나. 적용 범위
- 다. 품질 목표
- 라. 품질보증 조직
- 마. 개발 단계

(2) 품질보증 활동

- 가. 품질 표준 설정
- 나. 신뢰도 배분 및 분석
- 다. 연구 개발 지원 환경
- 라. 부품 관리
- 마. 계량계측기 관리
- 바. 시험 및 평가
- 사. 형상 관리
- 아. 설계 검토
- 자. 품질보증 감사
- 차. 사후 관리등

2) 개념 모델 정의 단계

이 단계는 시스템의 구성 및 구조를 개념적인 측면에서 구체화시켜 상호 구조간의 연관 관계를 나타내는 개념모델을 도식화 시키는 단계이다. 이 단계로부터 시작하여 시스템 설계 단계까지 다음의 설계 지침이 설정되어 설계에 반영되어야 한다.

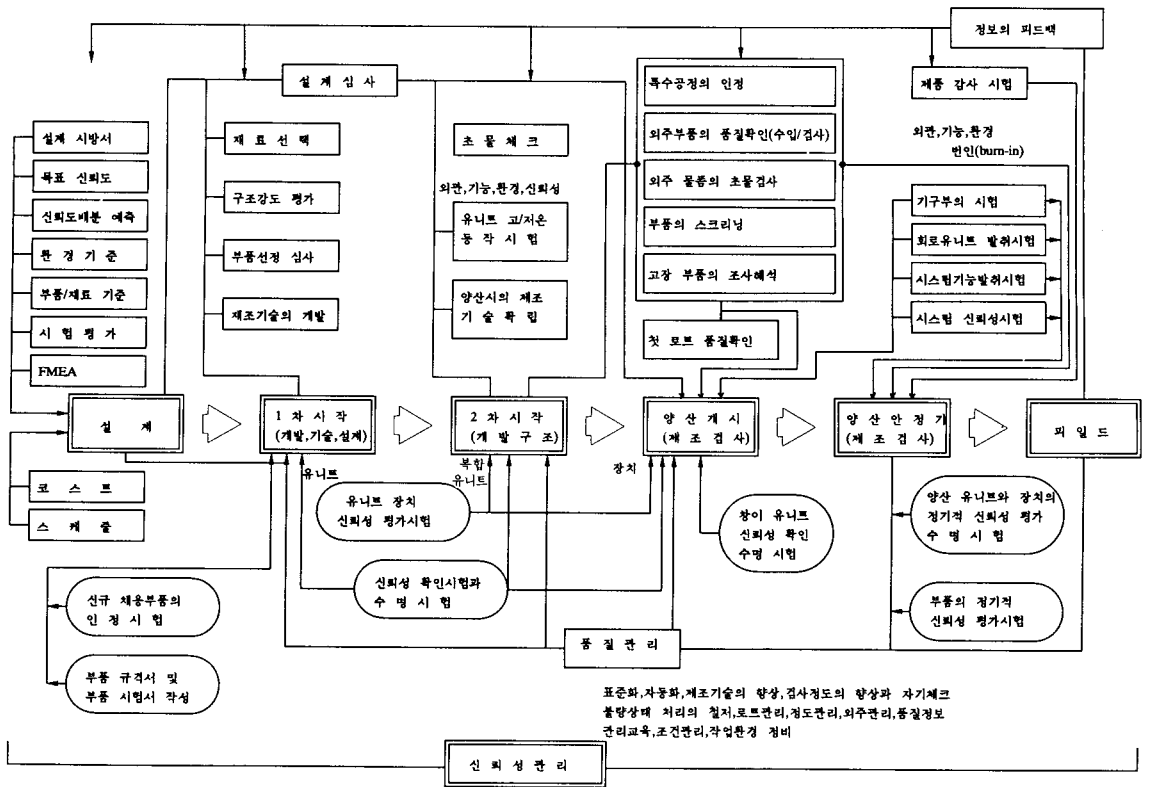


그림 1.

(1) 신뢰성 설계 표준 지침

이 지침은 시스템이 운용중에 낮은 고장율과 효율적인 운용관리를 위한 지침으로 요약할 수 있다. 시스템의 설정된 신뢰도 목표치를 달성하기 위한 다음의 사항들이 포함된 설계 표준 지침이 작성되어야 한다.

- 가. 시스템 신뢰도 목표치
- 나. 시스템 신뢰도 구조 분석 방법
- 다. 시스템 신뢰도 배분 방법
- 라. 고장 형태, 영향 및 치명도 분석 방법(FMECA)
- 마. 신뢰도 예측 방법
- 바. 신뢰도 개선 방법
- 사. 신뢰도 성장 시험 방법
- 아. 신뢰도 자료 관리

(2) 문서관리 지침

개발 단계별 연구 결과물로서 나올 수 있는 문서

의 체계를 정립하여 기술문서의 작성 요령, 신규 문서 등록 절차, 변경 문서 등록 절차, 기술문서 검토 요령등의 지침들을 개발자에게 제시하여 문서의 표준화 및 소프트웨어, 하드웨어의 형상 변경에 따른 문서 관리가 효율적으로 운영 관리 되어야 한다.

(3) 형상 관리 지침

제품의 형상 관리는 시스템 구성 단위별로 조화있게 관리되어 개발 관리에 가장 큰 효율성을 가져올 수 있다. 그러므로 우선 형상 관리의 대상 범위를 확정하고, 개발 및 생산 단계별 형상 체계, 형상 관리조직 및 형상 변경 관리 체계등을 위한 관리 지침을 개발자에게 제시해야 한다.

3) 요구 사항 정의 단계

이 단계에서는 시스템 계획 및 개념모델 정의 문서의 분석을 토대로 시스템을 사용자 관점에서 명확히 구분하여 요구사항 정의 문서로 작성하고 구체적인 시스템 시험 항목, 사용자 메뉴얼 등을 작성하는

표 2. 단계별 개발 업무 및 품질보증 활동

개발 단계	개발 업무	품질보증 활동
시스템 계획	시스템 계획서 작성 품질보증계획서 작성	시스템 계획서 검토 품질보증활동 체계 확립
개념 모델 정의	시스템 개념모델 정의 문서 작성	시스템 개념모델 정의 문서 검토 문서 관리 지침 설정 형상 관리 지침 설정 신뢰성 설계 표준 지침 설정
요구 사항 정의	요구사항 정의문서 작성 사용자 메뉴얼 작성	요구사항 정의문서 검토 운용 보전성 설계 지침 설정
동작 규격	Function 목록 작성 Function 규격서 작성	기능 누락 여부 검토 Function 규격서 검토
시스템 설계	시스템 구조도 구축 시스템 형상표 작성 블럭간 메시지 정의 시스템 설명서 작성 서브시스템 설명서 작성 시스템 시험 항목 목록 작성 시스템 시험 절차서 작성	시스템 시험 체계 정립 소프트웨어 설계 지침 설정 프로그래밍 지침 설정 하드웨어 설계 지침 설정 제량계측기기 관리지침 시험 방법 타당성 검토
설 계	소프트웨어 블럭설계서 작성 하드웨어 블럭설계서 작성 시스템 케이블링 문서 작성	시스템 신뢰도 배분 문서의 표준화 검토 부품 사용 절차 수립 설계지침 검토 및 보완 시스템 신뢰도 구조 분석
실 현	소스프로그램 작성 PBA 설명서 및 관련 데이터	부품 및 기술문서 표준화 검토 시제품 품질 평가 설계지침 적용여부 검토 시스템 신뢰도 및 가용도 예측 연구
기능시험	Test Case 작성 기능시험 환경 구축 기능시험 절차서 작성	시험방법의 정당성 검토 시험성 (testability) 검토 신뢰성 시험 기능 확인 시험 회로팩 열설계 평가
시스템 시험	시스템 시험 환경 구축 시스템 시험 절차서 검토 및 확정 시스템 시험모델 구현	기능시험 결과 분석 및 문제점 도출 시스템 종합 시험 실시 시스템 성능 시험 실시 시스템 신뢰성 성능 시험 실시 시스템 설계 표준화 검토 시스템 성능 및 기능시험 결과분석 문제점 보고서 작성

단계이다. 따라서 본 단계에서는 운용 보전성 설계 분석의 행위를 위한 설계 표준 지침이 설정되어야 한다.

(1) 운용 보전성 설계 지침

이 지침에는 시스템 설계시 일어날 수 있는 소프

트웨어 및 하드웨어의 고장을 분석하여 고장 기준을 정립하고, 운용메시지를 작성, 고장 검출과 복구, 운용 환경등에 대해 시스템이 고장 상태에서 정상 상태로 회복할 수 있는 보전성의 개념과 기법이 제공 된다.

4) 동작 규격 단계

확정된 시스템 시험 항목에 따라 시스템 관점에서 기능을 추출하여 그 기능이 무엇을 수행하는 지 명확히 정의된다. 이와 같이 기능에 대한 목록 및 동작 규격서가 작성 완료된 상태에서 기능들의 누락여부를 판단하기 위하여 사용자 관점에서의 검토가 실시되어야 한다.

5) 설계 단계

설계 단계는 크게 시스템 설계 단계와 블록 단위의 설계 단계로 구분되어 개발이 시작된다. 전자학의 단계에서는 동작 규격 단계까지의 개념적인 내용을 토대로 시스템을 하나의 building block의 개념으로 구체화시키는 시스템 계층 구조를 physical boundary로 분류하여 설계하며, 동작규격의 단위인 function을 실질적 구현 단위인 블록으로 변환시키는 업무를 수행한다. 여기에서 확정되는 블록들은 대부분 소프트웨어 혹은 하드웨어로 분리되며 이 단계로부터 소프트웨어와 하드웨어의 개발이 시작된다. 일반적으로 설계 단계에서 품질보증 활동 지침의 설정이 다음과 같이 작성되고 실행되어야 한다.

(1) 소프트웨어 설계 지침

소프트웨어 구조, 블록 및 유니트 설계 지침 및 데이터 처리 방법 등의 설계 지침을 제시한다. 즉 정련(refinement), 모듈성(modularity), 응집력(cohesion), 결합도(coupling) 등의 일반적인 원칙들을 고려한 설계 기법들이 제공된다.

(2) 하드웨어 설계 지침

회로팩, 유니트, 시스템 및 기타 주요 악세서리들을 포함한 시스템 패키징 표준화를 위한 내용들이 포함되고, 하드웨어의 시험성, 생산성 및 운용 보전성 등을 위한 제반 설계 지침들이 개발자에게 제시된다.

(3) 프로그래밍 지침

목적 시스템에 적합한 언어(language)를 선택하여 프로그래밍의 표준화, 파일의 표준화를 이루기 위한 지침을 작성하여 소프트웨어 개발의 생산성, 신뢰성 및 보전성 향상을 추구한다.

(4) 시스템 시험 체계 수립

시스템 시험 체계는 개발자의 부서와 다른 별도의 조직이어야 하며 기능별 시스템 시험절차서 작성, 시스템 시험 수행 조직, 시스템 시험 계획 수립, 시스템 시험 합격 기준 정립, 문제점 분석, 문제점 노트 발행, 재 시험을 위한 활동 등의 체계를 수립하여 그 책임 한계를 명확히 하여 수행되어야 한다.

(5) 부품의 사용 절차

부품의 사용절차 수립은 시스템의 목표치 신뢰도를 달성하는데 가장 중요한 활동이라 할 수 있다. 부품의 사용 절차에는 시스템 개발시 부품의 선정 원칙, 부품의 인증절차, 사용 부품에 대한 신뢰성 관련 기술 문서 작성을 위한 절차 및 요령들이 개발자에게 제공되어야 한다.

(6) 계량 측정기기 관리 지침

개발 제품의 특성치를 정확하게 측정하기 위하여 계량 측정기기 관리업무에 관련된 관리부서 및 특정 검교정 기간간에 주기적인 검교정 업무를 실시하는 일련의 활동들을 관리 지침에 명시하여 목적 시스템에 사용되는 계량 측정기기들의 관리 대장을 만들어 항상 관리함으로써 계기의 정확도와 정밀도를 유지한다

6) 실현 단계

이 단계에서는 시스템 설계 및 설계 단계에서 구체화된 유니트들을 기본으로 상세 설계 되어진 회로에 의해 실질적인 하드웨어/소프트웨어(PBA/source code)시제품이 생성 및 제작되고, 각각에 대한 동작설명서가 작성되어 기본 시험이 수행되고 실현 단계 이전에 설정된 하드웨어 및 프로그래밍 지침에 적용되었는가를 검증한다. 또한 시제품에 대한 품질평가를 desk checking 및 debugging 혹은 test jig에 의해 개발 단계중 가장 엄격하게 검증한다.

7) 기능시험 단계

이 단계는 소프트웨어 및 하드웨어의 제품이 기능별 실현된 단위로 기능시험 절차서에 의해 수행된다. 제품의 평가를 기능의 완결성, 성능시험, 운용보전성, 환경시험, 설계의 표준화, 신뢰성, 양산성 등의 평가 항목으로 구분되어 실시되어야 한다. 기능시험은 블록설계서 및 유니트 설계서에 정의된 기능들을 개발된 기능시험절차서에 따라 실시되며, 성능시험은 실제의 성능이 의도된 성능과 비교하여 의도된 부하처리 능력을 확인한다. 또한 제품의 error recovery, error detection, error prevent 등의 처리를 엄격하게 검토하고 시스템의 장애 요소들을 위한 모든 경우를 모사 발생시켜 시험함으로써 시스템의 운용보전성 및 신뢰성등을 보증한다.

8) 시스템 시험 단계

개발 기능 단위로 검증이 완료된 제품을 실제의 운용 조건하에서 시스템의 모든 기능들을 연동시켜서 시험하고, 시스템의 한계 조건하에서 시스템이 정상적으로 동작되는가를 검증한다.

Ⅲ. 신뢰성 분석 및 품질보증 활동 사항

시스템이 목표치 신뢰도를 달성하기 위해서 품질 공학 차원의 각종 설계 지침을 마련하여 연구 개발 단계에서 분석되고 평가되어야 한다. 따라서 본장에서는 제품의 신뢰성 및 품질을 분석하는 제반 활동들을 세부적으로 기술하고자 한다.

1. 신뢰성 및 품질 분석 활동

1) 시스템 신뢰도 분석(system reliability analysis)

전자 시스템에 대한 설계가 제안 되었을때 설계단계에서부터 개발종료까지 개발의 각 단계별로 시스템의 신뢰도를 확보하고 이를 증명하기 위해서 필요한 주요 활동은 다음과 같이 분류할 수 있다.

(1) 시스템 신뢰도 목표치 분석(system reliability objectives analysis)

시스템이나 제품이 계획된 기간동안 부여된 기능이나 성능을 만족하기 위해서 그 제품의 평가 항목으로 적합한 신뢰도 척도를 선택하여 그 항목들의 적합여부를 판단하기 위한 기준을 제시하여 시스템이나 제품의 연구개발단계, 시험단계, 양산 단계에서 그 제품의 신뢰성을 판단하기 위한 기준치를 설정한다.

적합하고 실현 가능한 올바른 목표치 선정이 제품의 신뢰도 확보를 위한 방향 및 방법을 결정하는데 있어 중요한 영향을 미치므로 가능한 판단기준을 명확히 하여야 하고 신뢰도 목표치의 세분이 가능하면 판단이 용이한 더 작은 단위의 신뢰도 목표치로 분해하는 것이 필요하다.

(2) 신뢰도 구조 모형화(reliability architecture modeling)

시스템이나 제품의 구조를 분석하여 이를 체계적으로 재구성하고 상호 연관관계가 명확한 신뢰도 블럭 다이어그램을 작성하여 시스템 신뢰도나 가용도를 계산하는데 이용한다.

제품의 설계 변경이나 공정개선이 있을 경우 사용 부품에서부터 공정에 이르기까지의 전과정이 제품의 신뢰도 프로그램에 맞추어 각각의 단계에서 전체 제품의 신뢰도 목표치를 만족하는데 문제가 없는지를 세심히 분석하여야 하며 이를 통하여 개선된 부품의 사용 및 변경된 공정된 채택여부를 판정하여야 한다.

(3) 신뢰도 배분(reliability allocation)

시스템의 신뢰도 목표치에서 허용된 고장율 및 고

장시간을 상위레벨에서 하위레벨까지 top-down 방식으로 배분하여 시스템을 구성하는 요소에 대한 신뢰도 목표치를 설정한다. 신뢰도 할당시에는 각 서브 시스템 및 블럭이 수행하는 기능의 형태, 복잡성, 기능을 수행하는 방법 및 비용, 중요도등을 고려하여 신뢰도를 할당하여야 한다.

신뢰도 배분과정에서 각각의 하위레벨 유니트의 특성을 제품의 실제운용 상황과 일치하게 하거나 이것이 어려운 경우 가능한한 제품의 실제운용 상황에 근접하게 배분하여 부품의 고장 데이터로부터 제품의 신뢰도를 분석할 때 각각의 하위레벨 유니트의 신뢰도를 판정하기 위한 기준이 되도록 하여야 하며, 배분된 각각의 하위레벨 유니트의 고장율을 가지고 전체 제품의 신뢰도를 분석하여 목표치를 만족하기 어려울 때에는 재분배 과정을 통하여 제품의 신뢰도를 가장 좋게할 수 있는 방법을 모색하여야 한다.

(4) 고장형태 및 영향 분석

FMEA(failure mode effect analysis)는 단일 부품의 고장분석을 시행함으로써 요구된 기능의 성공, 시스템의 성능, 안정성에 있어서 고장이 미치는 잠재적인 영향을 시스템 구성에 필요한 부품, 회로팩, 유니트, 시스템순으로 bottom-up 방식으로 분석하여 시험고려 사항, 품질검사시기, 예방보전 행위, 운용 제약 조건을 정의하는데 유용하게 사용되어질 수 있다.

또 FMEA는 시스템이나 제품에 존재하는 각 잠재적인 고장을 그 영향의 심각성에 따라 분류하므로 고장을 사전에 예방하는 수단과 방법을 제공하여 주고 위험성이 높은 구성요소에 대하여는 적절한 교정행위를 취함으로써 그 위험을 감소, 제거할 수 있도록 하여 준다.

(5) 신뢰도 예측

제품에 사용된 부품의 고장율 데이터를 근거로 하위 단위인 회로팩에서부터 시스템에 이르기까지 예측에 필요한 모든 기술적인 방법을 동원하여 bottom-up 방식으로 예측한다. 신뢰도 예측의 가장 중요한 근거는 제품에 사용한 부품의 고장율 데이터이므로 이들 자료를 어떠한 방법으로 확보하는냐는 중요한 문제이다.

부품의 고장율을 확보하기 위해서 아직까지 우리의 현실은 미국방성 자료인 MIL-HDBK-217E를 이용하여 계산하는 정도에 그치고 있으나 선진 외국의 동향은 각 나라별로 또는 각 연구기관, 업체별로 DB화된 부품 고장율 자료를 확보하고 있거나, 확보하려

는 노력이 계속되고 있다. 사용한 각각의 부품 고장율을 확보하는 것은 결국 제품의 특성에 따라 제품의 순기 조절이 가능하고 제품에 따라서는 최고의 신뢰도가 보장되는 제품을 설계, 제작이 가능하다는 측면에서 매우 중요한 문제이다.

따라서 부품의 가속수명 시험을 통한 정확한 부품 고장율의 확보가 제품의 특성에 맞는 적절한 신뢰도를 유지하고 신뢰도를 향상시키는데 제일의 선결 과제이다.

(6) 신뢰도 개선

개발 제품의 분석된 신뢰도가 설정된 신뢰도 목표치를 만족시키지 못할 경우 신뢰도를 개선하여 만족케하거나 필요한 경우 신뢰도 재분배를 통하여 다시 설정된 신뢰도 목표치에 만족케 한다.

신뢰도 재분배 결과는 시스템 신뢰도 목표치에 만족하는 것으로 하며, 신뢰도 개선은 중복 구조의 설계, 취약 부분 중점개선, 부품의 derating, 특정 부품 선택등의 활동으로 이루어진다.

신뢰도 목표치에 만족된 개발제품은 FMEA 결과에서 나온 취약부분과 회로팩의 온도분포 및 소모전력등을 추정하고 검토한 후 문제점이 발견되면 설계 개선을 하여 문제점을 해결하고 신뢰성 있는 제품이 되도록 한다.

(7) 신뢰도 자료관리

개발이 완료된 시스템이 양산되어 운용되면 운용 데이터, 고장보고 및 수리내역등 현장 데이터를 수집, 분석하여 시스템의 신뢰도 목표치를 만족시키는 가를 검토하고 문제점이나 개선책이 있을 경우 이를 개발품에 반영하여 보다 나은 시스템이 운용되도록 한다.

2) 설계의 표준화 검토(review standization of design)

시스템에서 설계의 표준화 검토는 하드웨어와 소프트웨어의 설계 표준화 검토로 나누어 수행된다. 전자의 경우는 개발 초기 단계에서 마련된 하드웨어 설계지침을 중심으로 개발이 적용되어 실현 되었던 가를 검토하는 것이다. 즉 시스템의 구성 요소인 회로팩, 백보드, 시스템 몸체등 주요 관련 약세서리에 대한 사항들을 검토하여 시스템의 설치 및 운용을 쉽게하고 시스템의 양산성을 높이는데 목적을 두고 다음의 사항들을 검토한다.

- PCB(printed circuit board) 치수
- PBA(printed board assembly) 조립 상태

- PBA에 사용된 표준 콘넥터 및 표준 케이블 사용
- PBA 지지대의 강도
- 기구물 색깔, 재료의 선택
- 시스템 접지
- 케이블의 포설
- 기구물 안정성등

후자의 경우도 소프트웨어의 생산성 및 품질 향상을 위해 마련된 프로그래밍 및 소프트웨어 설계지침에 준수하여 실현 하였는지 검토하는 것으로서 검토회의(inspection, walk-through, K. J. Bridge)를 통하여 제품 및 기술문서를 평가하고 이에따라 문제점을 도출하고, 문제점을 정리, 문제점의 해결방안 모색, 문제점 해결이라는 목적에 도달된다.

3) 성능시험(performance test)

시스템이 요구하는 성능을 부하시의 시스템 상태 및 용량, 서비스 품질등을 비교 분석하여 시스템의 목표치 신뢰도에 만족할 수 있는 규격의 기준대로 동작되는 지를 확인하는 시험이다. 특히 시스템 신뢰성 성능시험(reliability performance test)은 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 이중화 유니트에서 하나의 고장이 났을 경우 시스템의 안정도 평가
- 다중 고장이 났을 경우 시스템의 안정도 평가 (시스템의 고장 우선 순위 결정)
- 고장 처리 능력 평가

4) 운용 및 보전성 시험(operation and maintenance tests)

운용 및 보전성 시험은 목적 시스템이 정상적인 운용 상태에서 특정한 장애가 발생하였을 경우 또는 운용자가 시스템의 상태를 보고자 할 때 그 정보를 효과적으로 전달하는 정도를 평가하는 시험이다. 따라서 이 시험은 장애시험 및 비장애 시험으로 나누어 다음과 같은 시험을 실시한다.

- Trouble detection tests
- Service recovery tests
- Trouble notification tests
- Trouble verification tests
- Trouble isolation tests
- Repair tests
- System's overall status tests

5) 신뢰성 설계 분석(reliability design analysis)

신뢰성 설계 분석은 회로팩, 하드웨어 유니트 단

위에서 분석되며 회로의 다음의 기법을 적용하여 설계되어 있는 가를 분석하는 것이다.

- 중복설계 (redundancy design)
- 여유있는 설계
 - 부품의 정격 절하(derating)
 - 환경 스트레스 격감(온도, 습도, 전자파등의 외부 환경)
 - 동작 스트레스 격감(전압, 전류등의 전기적 특성)

6) 시험성 분석(testability analysis)

시험성 분석은 시스템의 유지보수 및 제품의 기능 확인을 위하여 설계 과정에서 고려되어 분석될 행위이다. 회로팩의 시험 방법은 기능시험(functional test)과 in-circuit 시험으로 구분되며 설계의 특성을 충만족할 수 있는 방법을 고려하여 시험과정의 시간 및 비용을 축소하는데 있다. 또한 시스템의 운용과정중 자체 진단에 필요한 회로 기능을 설계시 반영하여 운용시 유지보수성을 향상시킬 수 있다. 따라서 시스템 전체에서 시험성 분석 접근 방법으로 다음과 같이 들 수 있다.

- 기능에 의한 분할 방법
- 회로의 종류에 의한 분할 방법(digital, analog)
- 전원 분리에 의한 방법
- Logic family에 의한 분할 방법

특히 기능시험을 위한 시험성은 다음의 사항들이 제품에 고려되었는지 분석된다.

- 의도된 기능을 완전하게 확인할 수 있는 설계
- 각 회로팩은 운용중 독자적으로 자체진단을 할 수 있게 설계
- 정상동작 여부를 연동시키는 회로팩에 알려줄 수 있게 설계
- 프로그래밍 가능한 장치는 온라인 혹은 오프라인 상태에서 자체 시험할 수 있게 설계
- 하드웨어 구성상 프로그래밍이 불가능한 회로팩은 별도의 시험 장치 설계
- 시스템에 구성하였을때 시스템, 레벨 시험이 용이하도록 설계
- 회로팩의 시험중 시험의 선정위치 및 안정성이 양호하게 설계
- 회로팩의 기능, 성능 및 신뢰성 확인 시험 환경에 효율적으로 제공하게 설계

7) 재료 및 부품 신뢰성 분석(material and device reliability analysis)

연구 개발단계의 초기단계에서 마련된 부품 사용절차

에 따라 개발자가 선정하여 사용된 부품을 명확히 명시된 부품규격서에 의해 구매(purchasing), 수입 검사시험(incomming inspection), 부품 시험(testing) 및 선별 시험(screening)등을 통하여 부품의 신뢰성이 관리된다. 특히 근래에 들어서는 고기능 및 고성능을 요구하는 시스템의 최적화 설계를 위하여 SMT(surface mounted technology)의 적용 및 hybrid IC, custom IC들의 적용등이 수반되므로 부품 규격서 및 부품시험절차서를 작성하여 요구된 성능을 위한 전기적 특성시험, 내구력 시험, 신뢰성 시험등을 통하여 분석한다.

또한 부품의 신뢰성 시험을 통하여 나오는 환경 운용 조건에서의 데이터 즉 전압, 온도, 전류등에 대한 파라메타를 데이터 베이스화하여 시스템 신뢰도 분석에 반영되어야 한다.

8) 양산화 공정 분석(manufacturing process analysis)

개발 완료된 시스템이 생산공정 과정에서 품질관리의 잘못으로 시스템의 신뢰성에 치명적인 영향을 초래할 수 있다. 따라서 다음과 같은 사항들을 고려되어 양산화 대책을 위해 검토되고 분석되어야 한다.

- 생산 능력 평가
- 부품 수급 및 부품 관리 체계
- 품질 관리
- 공정 관리
- 번인 및 선별시험
- 고장 관리
- 품질 개선
- 형상 관리 체계

9) 양산 제품 시험(manufacturing product testing)

양산체제에 도입된 시스템은 최종적으로 출하할 때 시스템 차원의 다음의 사항들이 시험된다.

- 기본 기능 발취 시험
- 신뢰성 수락 시험
- 환경 수락 시험
- 성능 시험

2. 시스템 환경 조건 분석 활동

시스템 환경 조건은 일반적으로 시스템 개발 초기에 실질적으로 운용될 장소를 고려하여 사용자 요구 사항으로서 기술된다. 그 수준이 목적 시스템을 위한 유사한 장비인 경우 유사 장비의 환경 조건을 겨냥하여 그 기준치로써 분석 평가하는 것이 상례이다. 그러나 그 기준치가 사용자가 특별히 요구하거나 그

근거를 제시하고자 할 때는 목표 시스템의 등급을 적용될 수 있는 국제규격 (IEC-68-2, FCC Parts 15 등)을 통하여 다음의 항목들을 분석 평가하게 된다.

- 가. 저온시험 (cold test)
- 나. 고온시험 (high temperature test)
- 다. 고온저장시험 (high storage test)
- 라. 내습성시험 (humidity test)
- 마. 지진 및 진동시험 (earthquake and vibration test)
- 바. 가청 잡음 시험 (acoustic test)
- 사. 전자파 장애 시험 (EMI/EMC)
- 아. 충격시험 (shock test)
- 자. 운송시험 (transportation test)
- 차. 조명 시험 (illuminate test)
- 카. 정전기 시험 (static electrical test)
- 타. 열설계 분석 (thermal design analysis)


특히 시스템에서 요구하는 최악조건 환경을 만족하기 위해서는 시스템의 구성요소인 하드웨어 관련 회로팩, 유니트 시스템의 기구물들이 하드웨어 설계 기준에 적합하게 설계되었는지 또는 설계 기준에 잘못된 점을 파악하여 시스템의 신뢰성을 제고하여야 한다.

- 1) 회로팩 및 유니트에서 분석할 요소
 - (1) 노이즈의 근원 검토
 - 가. 전원계통에서 나오는 잡음
 - 나. 공통 접지 노이즈
 - 다. 케이블 간의 간섭
 - 라. 부정합 잡음
 - (2) 열설계 분석
 - 가. 부품 배열 상태 (열의 흐름)
 - 나. 열의 분포 상태
 - 다. 시스템 악조건 상태일 경우의 부품별 온도
 - 라. 열의 전도 상태
 - 마. 전력 소모량
- 2) 시스템에서 분석할 요소
 - 가. 유니트 및 시스템 전력 소모량 측정
 - 나. 시스템 기구물 구조 설계시 고유의 냉각방식에 의한 온도상승 및 냉각효과 예측
 - 다. 시스템 기구물 구조와 비교하여 회로팩 간격에 따른 온도 상승의 영향분석
 - 라. 시스템 접지 및 기구물 재료를 분석하여 전자파 장애 보호에 대한 영향 분석 등

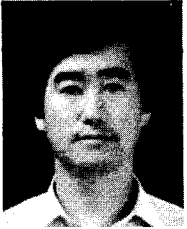
IV. 결 론

고도의 기능 및 성능을 요구하는 시스템을 개발하고 생산할 때는 목적 시스템에 부합하는 품질보증 활동계획을 수립하여 고유의 개발방법론에 따라 실시되어야 효과적인 개발관리 및 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 따라서 연구개발 단계 중 최소한의 설계 단계 이전까지는 개발자에게 연구개발 활동 과정에서 설계의 기준이 될 수 있는 시스템의 분야별 설계 지침을 미리 제시하여 그 지침에 의해 신뢰성 분석 및 품질보증 활동을 수행함으로써 계획된 개발 일정을 단축시키고, 시스템의 신뢰도 목표치를 달성하는데 극대적인 효과를 얻어 시스템의 개발업무 및 생산기술의 향상을 초래하리라 본다.

參 考 文 獻

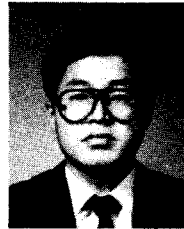
- [1] ETRI, "TDX-10 품질보증 계획서," 1988.
- [2] 일본과학기술연맹, "신뢰도 공학시리즈 (15권)"
- [3] Aresenalt, J.E. and Robert, J.A., "Reliability and Maintainability of Electronic System," 1979.
- [4] 김태원, 한기철, "A study on the Hardware Quality Assurance for TDX-10 Development," KTA, 품질보증, 제 3 권 3호, 1990. 10
- [5] Bellcore, "Reliability and Quality Switching Systems Generic Requirement," Bellcore, Nov. 1986.
- [6] 한기철, "5ESS 개발품질보증 제도 (I)-시스템 개발품질보증을 중심으로," KTA, 품질보증, 제 3 권 1 호, 1990. 4
- [7] Spender, J.L., "The Highs and Lows of Reliability Predictions," Proceeding of Annual Reliability and Maintainability Symposium, 1986.
- [8] Kapur, K.C. and Lamberson, L.R., *Reliability in Engineering Design*, John Wiley and Sons, N.Y., 1977.
- [9] Bellcore, "Description of Bellcores System Change Analysis for Circuit Switching System," 1988.
- [10] 국방과학연구소, "시스템 신뢰도 공학," 1982. 

筆者紹介



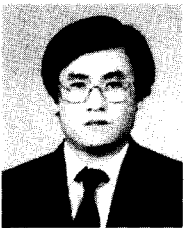
韓 基 喆
 1952年 5月 6日生
 1974年 고려대학교 재료공학과
 졸업
 1977年 고려대학교 대학원
 재료공학과(석사)

1977年 한국전자통신연구소 입소
 1987年~1989年 AT&T Bell Labs. 해외특별고용훈련
 1990年 현재 한국전자통신연구소 TDX 개발단 품질
 보증실 책임연구원



金 相 鉉
 1963年 2月 15日生
 1986年 영남대학교 금속공학과
 졸업
 1988年 고려대학교 대학원
 재료공학과(석사)

1989年 한국전자통신연구소 입소
 1990年 현재 한국전자통신연구소 TDX 개발단 품질
 보증실 연구원



金 允 沅
 1959年 6月 24日生
 1986年 대전공업대학 전자공학과
 졸업

1983年 한국전자통신연구소 입소
 1990年 현재 한국전자통신연구소 TDX 개발단 품질
 보증실 기술원