



2020. 12.

획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

품질경영본부 국방신뢰성연구센터



본 업무 매뉴얼은 일부 무기체계의 RAM 업무 산출물을 포함하고 있으므로 무단 복사 및 제공을 금지하여 주시기 바랍니다.

발 간 사

국방기술품질원 품질경영본부는 '19.7월 방위사업추진위원회에서 의결된 『'19-'23 군수품 품질관리 기본계획』에 따라, 군수품 품질보증 패러다임을 “신뢰성” 중심으로 전환하였습니다.



선제적인 군수품 신뢰성 확보 노력의 일환으로 개발단계 참여를 확대 중이며, '20.1월에는 신뢰성 업무 고도화와 업무 효율화를 위해, 품질경영본부 내에 산재되었던 RAM, 유도탄 ASRP, CSRP, SW 업무 등을 국방신뢰성연구센터에 통합하여 확대·개편하였습니다.

그 결과 개발단계 참여기관·관련부서와 국방신뢰성연구센터의 유기적 협업이 강화 되었으며 업무의 양과 질에도 큰 변화를 이루었습니다. 특히 매년 2배 내외로 수요가 급증 중인 “획득사업 RAM 업무”의 표준화를 위해, 방위사업청 “무기체계 RAM 업무지침 및 편람”과 기품원 “무기체계 연구개발단계 품질관리 기술지원 가이드북” 등에 명시된 핵심업무의 세부수행방법을 매뉴얼로 발간하게 되었습니다.

본 매뉴얼은 “획득사업 RAM 업무”의 공통 Baseline으로서, ‘RAM 목표값 검토’, ‘개발 RAM값 검증’, ‘핵심부품·구성품의 선정과 시험계획 수립’ 및 ‘RAM 분야 사업관리문서 작성’ 분야에 대한 업무절차와 방법을 포함하며, 이의 활용은 무기체계 고장 최소화와 장비가동률 향상 등 신뢰성 확보의 근간이 될 수 있을 것입니다.

국방기술품질원 품질경영본부는 앞으로도 완벽한 개발단계 품질관리와 국방 RAM 업무능력 향상을 통해 신뢰성 있는 군수품 획득과 무기체계 총수명주기관리 효율화에 기여할 수 있도록 최선을 다 하겠습니다.

감사합니다.

2020년 12월

국방기술품질원 품질경영본부장 서재현

| PART 01 | **획득사업 RAM 업무 수행 체계** 008

01. 매뉴얼 작성 목적 008
 02. 획득사업 RAM 업무 정의 008
 03. 획득단계별 RAM 업무 관련 기품원 수행 업무 008
 04. 획득단계별 RAM 업무 수행 방법 008
 05. 획득단계별 RAM 업무 수행 체계도 009
 06. 기본 규정 010

| PART 02 | **획득사업 RAM 업무 수행 체계 관련규정** 014

| PART 03 | **RAM (잠정)목표값 검토** 018

01. 관련규정 018
 02. 검토시기 018
 03. RAM (잠정)목표값 설정 방법 018
 04. 업무 체크리스트 019
 04.1. 전투준비태세 유지 확률법 활용 019
 04.2. OMS/MP 활용 020
 04.3. 유사장비 값 활용 038

| PART 04 | **개발 RAM값 검증** 050

01. 관련규정 050
 02. 검토시기 050
 03. RAM값 검증 방법 050
 04. 업무 체크리스트 051
 04.1 RAM 분석 산출물 일치성 검토 051
 04.2. RAM 분석값의 정확성 검토 052
 04.3. RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 검토 059

| PART 05 | **신뢰성시험 대상품목 검토** 068

01. 관련규정 068
 02. 검토시기 068
 03. 신뢰성 시험 대상 선정 069
 04. 업무 체크리스트 069
 04.1 선정기준의 적절성 검토 070
 04.2 대상선정의 적절성 검토 071

| PART 06 | **핵심부품 구성품 신뢰성시험계획 검토** 074

01. 관련규정 074
 02. 검토시기 074
 03. 신뢰성 시험 대상 선정 074
 04. 업무 체크리스트 075
 04.1 환경시험 조건 검토 076
 04.2 수명시험 설계 검토 078
 04.3 시험 준비단계 검토 079
 04.4 시험절차 검토 081
 05. 시험 결과 및 후속조치 083

| PART 07 | **획득사업 RAM 업무계획 검토** 088

01. 관련규정 088
 02. 검토시기 088
 03. 검토범위 088
 04. 업무 체크리스트 089
 04.1 RAM 요구사항 089
 04.2 RAM 업무 관리 090
 04.3 RAM 업무 절차 093
 04.4 산출물 관리 099

| PART 08 | **부 록** 102

01. 유사장비 보정계수 산출 설문지 양식(사례, 일부) 102
 02. 용어의 정의 108
 03. 참고 사항 112



PART
01

획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

I. 획득사업 RAM 업무 수행 체계

01. 매뉴얼 작성 목적
02. 획득사업 RAM 업무 정의
03. 획득단계별 RAM 업무 관련 기품원 수행 업무
04. 획득단계별 RAM 업무 수행 방법
05. 획득단계별 RAM 업무 수행 체계도
06. 기본 규정



I 획득사업 RAM 업무 수행 체계

01 매뉴얼 작성 목적

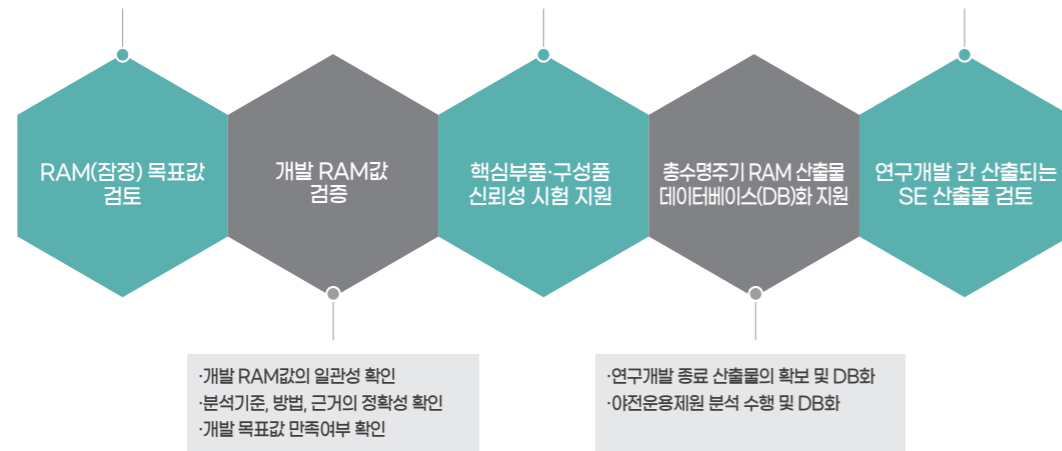
「획득사업 RAM 업무 수행 매뉴얼」은 “무기체계 RAM 업무지침”과 “무기체계 RAM 업무편람”에 따른 RAM 업무수행 절차에 관한 세부사항을 문서화하여 업무 처리의 효율화를 도모하기 위하여 작성

02 획득사업 RAM 업무 정의

획득(개발, 구매) 무기체계의 고장 최소화(신뢰성) 정비 용이성 확보(정비성), 장비 가동률 향상(가용성)과 관련된 RAM 특성을 확보하기 위한 획득단계별 주요 업무

03 획득단계별 RAM 업무 관련 기품원 수행 업무

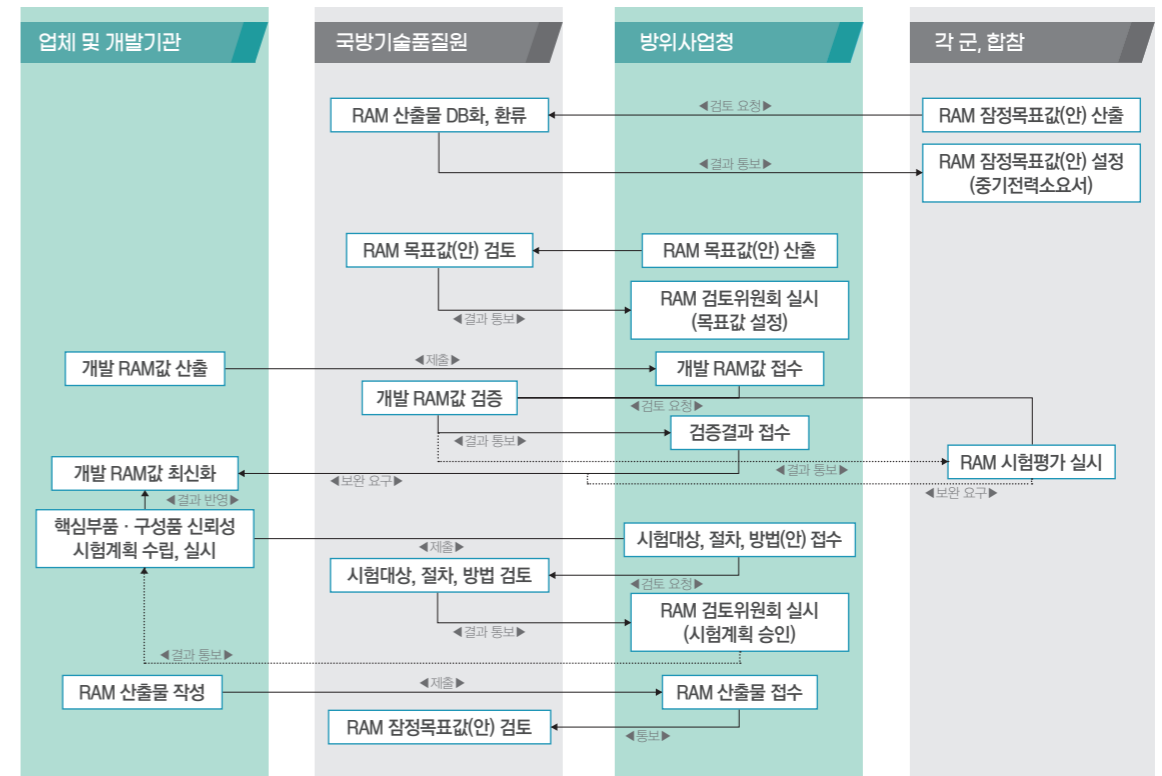
- 선행연구 결과의 RAM 목표값(안) 검토 지원
- 체계개발 초기 RAM 목표값(안) 타당성 검토
- RAM 목표값 설정을 위한 RAM검토위원회 참석
- 신뢰성 시험 대상 품목 선정 검토
- 신뢰성 시험 계획서 및 절차서 검토
- 체계개발실행계획서 (RAM업무 계획 포함여부)
- PDR, CDR 산출물 (단계별 RAM 업무 수행여부)
- RAM 분석계획서 및 결과보고서 등



04 획득단계별 RAM 업무 수행 방법

방사청 “무기체계 RAM 업무편람”, 기품원 “무기체계 연구개발단계 품질관리 기술지원 가이드북” 등 업무 매뉴얼과 획득단계별 RAM 업무 수행을 지원하기 위한 분석도구인 “RAM 목표값 검증/평가체계 (이하 RAMVV)” 등을 활용함

05 획득단계별 RAM 업무 수행 체계도



- RAM 잠정목표값은 소요요청기관(각 군) 또는 소요결정기관(합참)에서, RAM 목표값은 획득 초기 (개발 : PDR 이전, 구매 : RFP 작성 전) 방사청에서 작성함.
- 기품원은 RAM (잠정)목표값(안) 검토를 의뢰 받으면 검토를 수행하고 RAM 검토위원회 등 관련 회의에 참석하여 의결에 협조함.
- 개발업체가 분석한 RAM값은 CDR 이후 방사청으로 제출된 후 DT 전까지 최신화 하며, 최종 제출시 RAMVV를 활용한 자체검증 결과를 포함하여 결과의 타당성을 입증해야 함. 이 때 기술지원이 필요한 경우 기품원에 기술지원을 요구함.
- (필요시) 각 군, 합참도 DT/OT간에 RAM값의 검증을 기품원에 요구할 수 있음.
- 기품원은 RAMVV의 RAM값 검증 기능을 활용하여 개발업체가 제시한 RAM값의 일관성과 정확성을 검증하고 개발 목표값 만족여부를 판단하여 요청기관에 제공함.
- 기품원은 핵심부품·구성품 신뢰성 시험대상, 방법, 절차를 검토하여야 함.
- 기품원은 연구개발 중 단계별 산출물 검토를 수행하고 개발 종료시 통보된 산출물, 운용제한 분석결과를 DB화, 관련 기관 요청시 RAM 업무 수행을 위한 근거자료로 제공함.
(연구개발산출물 제공은 자료보유기관(방사청)의 승인 필요)
- 획득단계 업무수행을 위한 검토자료는 지원요청부서(방사청 IPT, 기품원 QMST)로부터 획득하며, 검토결과는 지원 요청 부서에 공문으로 제출.

구분	내용
RAM 잠정목표값	<ul style="list-style-type: none"> · OMS/MP, 유사장비 야전운용제원 자료를 활용하여 제시 · 자료가 미비할 경우 목표운용가용도만 제시 가능 · RAMVV의 목표값 설정 모듈 사용 가능
RAM 목표값	<ul style="list-style-type: none"> · 기술발전추세, 선행연구결과, 운용제원 분석결과 등을 고려하여 제시 · 연구개발은 PDR이전, 구매사업은 RFP 확정 전까지 결정(합정사업은 SRR 이전까지 설정 필요) · 관련자료 및 목표값 검토시 전문기관 지원 가능 · 목표값은 RAM 검토위원회를 통해 확정
개발 RAM값 검증	<ul style="list-style-type: none"> · RAM 분석범위는 PDR시점까지 결정 · 분석결과는 RAMVV를 활용하여 업체 자체검증 수행 · 업체 자체검증 결과에 대한 검토 및 기술지원 또는 검증업무를 기품원이 수행
핵심부품·구성품 신뢰성 시험 지원	<ul style="list-style-type: none"> · D-FMEA를 통한 신뢰성 시험 대상품목의 선정 · 시험대상 품목, 시험방법 및 절차는 기품원이 검토 수행 · 시험결과는 RAM 분석결과에 포함하여 신뢰성(RAM) 평가 시 목표값 충족여부 확인에 사용 필요
산출물 검토, 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발 사업의 개발단계별 RAM 산출물 기품원 검토 · 연구개발 종료단계 산출물은 기품원에 통보 · 상기 자료는 야전운용제원 분석결과와 함께 DB화





획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

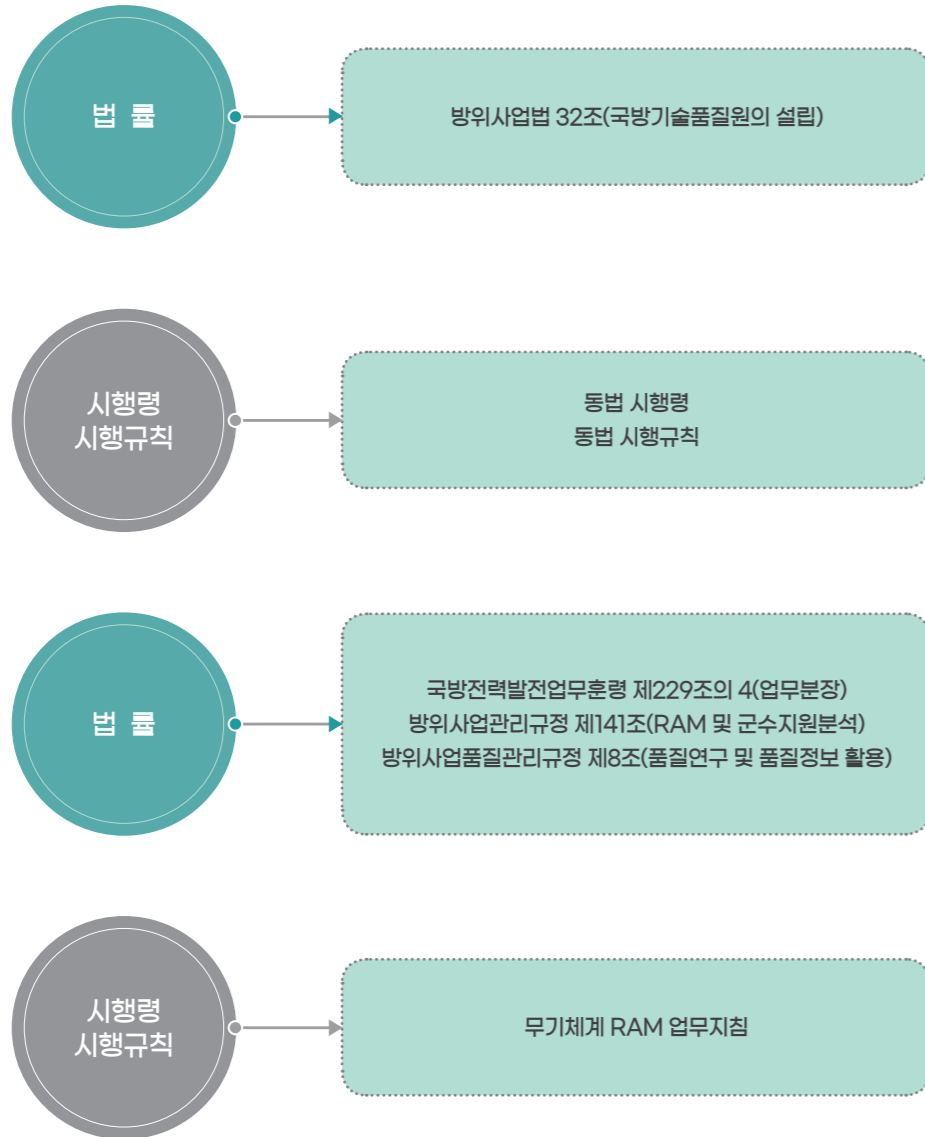
II. 획득사업 RAM 업무 수행 체계 관련규정

PART

02



II 획득사업 RAM 업무 수행 체계 관련 규정





획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

Ⅲ. RAM (잠정)목표값 검토

01. 관련규정
02. 검토시기
03. RAM (잠정)목표값 설정 방법
04. 업무 체크리스트

PART
03



RAM (잠정)목표값 검토

01 관련규정

[무기체계 RAM 업무지침]

제10조(RAM 잠정목표값 검토) ① 획득기획국장은 합참으로부터 검토 의뢰받은 **중기전력소요서(안)의 신뢰성 확보방안 항목에 RAM잠정목표값이 반영되었는지** 검토하여야 한다.

제12조(설정시점) 무기체계 연구개발의 경우 소요단계 제시된 RAM 잠정목표값을 **기본설계검토회의 시점까지** RAM 목표값으로 설정하여야 한다. **구매사업**의 경우 RAM 목표값을 **제안요청서 확정 전까지** 설정하여야 한다. 다만, **합정** 무기체계는 사업의 특성을 고려 **체계요구조검토회의까지** RAM 목표값을 설정하여야 한다.

02 검토시기

- 소요제기 : 전력소요서 확정 전
- 개발사업 : PDR 이전 (합정 : SRR 이전)
- 구매사업 : RFP 확정 전

03 RAM (잠정)목표값 설정 방법

○ RAM (잠정)목표값은 아래 세 가지 방법 중 하나를 택하여 활용

구분	전투준비태세 유지 확률법	OMS/MP 활용법	유사장비/실적 활용기법
시기/대상	· 소요제기 단계/체계	· 선행연구 단계/체계 (소요제기 단계)	· 소요제기단계/체계 및 구성품
장점	· 간단하게 산출 · 전투준비태세 등 고려	· 보편적 방법 · 임무시나리오 활용	· 합리적인 방법 · 단, 유사장비 실적 존재시 활용 가능
단점	· 운용가용도만 제시 · 객관성 /신뢰성 제한	· OMS/MP 작성 어려움 · 대상체계 실제자료 확보 곤란	· 유사자료 확보 필요 · 보정계수의 객관성 확보 어려움

04 업무 체크리스트

순	구분	내용
1	전투준비태세 유지확률법 활용	입력값(전투준비태세 유지확률, 편제장비수량, 최소운용 체계수) 근거는 타당한가?
2		사용된 산식은 정확한가?
3	OMS/MP 활용	시간요소의 근거는 타당한가?
4		시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?
5		제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?
6	유사장비 값 활용	제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?
7		사용된 자료는 근거가 타당한가?
8		(보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

04.1 전투준비태세 유지 확률법 활용

○ 기본개념 : 아래 이항분포 식을 활용하여 개략적인 목표운용가용도만 산출

$$P = \sum_{x=s}^N \binom{N}{x} A_0^x (1-A_0)^{N-x} \quad s.t. \quad \begin{matrix} P: \text{전투준비태세 유지확률} \\ N: \text{편제장비 수량} \\ s: \text{최소운용 체계 수} \end{matrix}$$

○ 산식의 의미 : A_0 의 운용가용도를 가지는 장비를 N 대 운용할 때 s 대 이상 작동상태 확률이 P 이상인 경우를 의미

※ 만약 편제장비 수량이 30대(N)이고, 가동률 목표가 90%라면, 최소 27대(s) 이상이 작동상태에 있어야 하고, 유사장비의 전투준비태세 평가결과 평균 95% (P)가 만족되었다면, 이 때의 운용 가용도 수준을 구하는 문제임

[이항분포]

* 동전던지기 같은 성공, 실패만 존재하는 시행을 여러 차례 실시할 때, 성공 또는 실패가 나오는 횟수의 분포함수
→ 전투준비태세 유지확률법에서는 시행이 특정시점에서의 장비가동상태(가동, 불가동)이며, 가동상태에 있을 확률이 운용가용도임.

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

① 입력값(전투준비태세 유지확률, 편제장비 수량, 최소운용 체계 수) 근거는 타당한가?

☞ 근거자료는 통상 아래 기준에 부합할 때 적절한 것으로 판단함

* P : 유사장비 전투준비태세 “장비” 분야 평가결과 활용
 * N : 전력소요서의 편제장비 수량 적용
 * s : 전투준비태세업무훈령의 장비별 기준값 활용

② 사용된 산식은 정확한가?

☞ 기본개념에서 제시된 산식과 사용된 산식의 일치 여부를 확인

○ 주요 적용사업 : 한국형기동헬기 체계개발, 소형무장헬기 체계개발 등 주로 헬기 체계개발 사업에 적용됨

○ 검토사례 : 00헬기 2차 사업

* 문제점 : 목표값 미정으로 목표값(안) 제시 필요

☞ 관련 자료가 확보되지 않아 전투준비태세 유지확률법 사용 제안하고, 해규 제2194호('16.8.1.)의 장비가동률 기준 및 소요서의 장비수량 활용

※ 기존 00헬기의 전투준비태세 평가결과(P)를 확인할 수 없어, 목표수준에 따른 산출결과를 제공하였고, 이 중 획득대상 중 하나인 00체계의 개발 예측값과 유사한 수준을 목표값(안)으로 제시

편제 장비수	장비 가동률 기준 (%)	최소운용 체계수	전투준비태세유지확률 목표(%)			
			90	80	75	60
00	75%	00	82.6	78.2	76.4	71.4

* 체크리스트의 내용 중 ①, ②번 사항은 해당 없음

04.1 OMS/MP 활용

○ 기본개념 : 임무기간 중 각종 시간요소(운용시간, 정비시간, 군수지연시간 등)의 크기를 식별하고, 시간요소 간 연관성을 통해 RAM 목표값을 설정하는 방법

* 신뢰도, 정비도, 가용도 세가지 지표 모두를 목표값으로 제시할 수 있음

* 통상 아래 표의 시간요소를 작전시나리오와 유사장비 경험값을 토대로 작성함

※ TUT 부분 : 작전계획에 따른 전시운용 소요 및 전시 훈련소요 고려

TDT 부분 : 획득대상 체계의 정비정책과 유사장비 경험값을 반영함

TT ¹					
TUT ²			TDT ³		
OT ⁴ (운용시간)	AT ⁵ (경계시간)	ST ⁶ (대기시간)	TCM ⁷ (고장정비시간)	TPM ⁸ (예방정비시간)	TALDT ⁹ (행정및군수지연시간)

* 목표값 산출 방법 : ①~⑥의 절차에 따라, 전시는 전시 시나리오와 임무필수품목을 (MTBCF, MTTCR), 평시는 평시 시나리오와 모든 품목(MTBF, MTTR)을 사용함

※ 방법은 동일하며, 설명은 평시 기준으로 기술함

① 체계 신뢰도(MTBF)와 정비도(MTTR)는 하위구성품을 고려하는 경우와 하위구성품을 고려하지 않는 경우의 두 가지 경우로 구분하여 택일함

* 하위구성품 고려시 : 유사품목 신뢰도(MTBF)와 정비도(MTTR)를 아래 산식에 따라 체계 신뢰도와 정비도로 변환하여 사용

$$MTBF = \frac{1}{\sum \lambda_i}, MTTR = \frac{\sum \lambda_i \times MTTR_i}{\sum \lambda_i}$$

∴ λ_i = 1 / MTBF_i

* 하위구성품 미 고려시 : 유사장비의 신뢰도와 정비도 사용
 ※ 두 경우 모두, 필요시 신뢰도 정비도는 보정하여 사용 가능함

1. Total Time : 총 시나리오 시간
2. Total Up Time : 시나리오 기간 중 장비가 작동하거나 할 수 있는 시간
3. Total Down Time : 시나리오 기간 중 장비가 작동하지 못한 시간
4. Operation Time : 실제 장비가 가동상태에 있는 시간
5. Alert Time : 장비가 Power-on 상태로 즉시 가동 가능한 시간
6. Standby Time : 장비 비가동 상태이나, 가동은 가능한 시간
7. Total Corrective Maintenance time : 시나리오 기간 중 고장정비가 수행된 총 시간
8. Total Preventive Maintenance time : 시나리오 기간 중 예방정비가 수행된 총 시간
9. Total Administrative and Logistic Delay Time : 시나리오 기간 중 행정 및 군수지연이 발생한 총 시간

② 신뢰도(MTBF), 정비도(MTTR)를 기준으로, 시나리오 기간 중 TCM을 산출함

* 시나리오 기간 중 발생 예상되는 고장수(f) = $f = \frac{OT}{MTBF}$

* 시나리오 기간 중 TCM: $TCM = f \times MTTR$

③ TPM은 정비정책 또는 정책과 경험값으로 산정함

[TPM을 정비정책과 경험값으로 산출시]

* 예방정비별 횟수(k_i)와 유사장비 예방정비별 평균시간(P_i)로 산정

$TPM = \sum k_i \times P_i$

④ TALDT는 경험값 또는 정책적으로 결정함

⑤ OT, AT, TCM, TPM, TALDT를 제외한 시나리오의 나머지 시간은 ST로 간주함

⑥ 결정된 최종 시간요소로 가용도(고유, 운용가용도)를 산출함

* 고유가용도(A_i): $A_i = \frac{OT}{OT + TCM} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$

* 고유가용도(A_o): $A_o = \frac{OT + AT + ST}{OT + AT + ST + TCM + TPM + TALDT}$

※ 상기 절차는 기본적인 OMS/MP 활용법이며, 체계 특성에 따라 TPM, TALDT 산출 방법은 상이할 수 있음

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

① 시간요소의 근거는 타당한가?

☞ 요소별 아래 사항을 확인

* OT, AT : 합참 등 작전전문가(작전계획, 훈련소요 등)의 견해가 반영되었는지 여부와 유사장비 운용실적대비 과도한 차이가 없는지 여부

* TCM, TALDT : 유사장비(or 품목) 운용실적과 과도한 차이가 없는지 여부

※ MTBF, MTTR도 같이 확인 필요

* TPM : 정비정책에 부합하고, 80유사장비 운용실적과 큰 차이가 없는지 여부

* 상기 요소가 군이 제공한 실적자료인 경우 신뢰성이 있는 것으로 간주함

※ 유사장비 운용실적(MTBF, MTTR 포함) 확인 방법

* 아전운용제원 RAM 분석보고서 활용

- 운용시간 : 보고서의 운용현황 중 평균 운용시간 분야 참조

□ 평균 운용시간

○ 장비 종합

- 연평균 운용시간은 [시간/년]으로 개발예측값인 [시간] 대비 20.6%에 불과함

- 체계 MTBF, MTTR : 보고서의 주장비 RAM분석 분야 참조

○ 신뢰도 산출결과

- 지수분포 가정하의 신뢰도는 연평균 고장수를 연평균 운용량으로 나누어 산출하며, 결과는 아래 표와 같음
- 구장비는 MTBF기준 [시간]으로 1차 후속군수 결과인 [시간]과 비교하여 높은 수준이고, MKBF의 경우 개발 예측값의 56%수준에 불과함.

- 품목 MTBF, MTTR : 부록의 장치 및 품목별 분석값 참조

LCN	M	종류	MIN	종류	구성수 (개)	고장 및 현비현황			신뢰도				평가용
						총고장 (개)	자체고장 (개)	MTBF (시수/개)	MTBF (PLP. 분)	MKBF (개)	MRBF (HR)	MTM (HR)	
FHEANM	5	전. 장비	2742742	2742742	2	2	2	113849	-	-	0	-	1.0
FHEANM	5	전. 보조용, 전자 및 순차 제어용	1246757	807877	1	2	2	113849	-	-	0	-	1.0

- TPM, TALDT : 보고서의 주장비 RAM분석 분야, 교범, 규정 등 참조

* 전수명주기 RAM 표준자료체계 활용

- 체계 MTBF, MTTR : 자료검색→수명주기단계별 자료→체계RAM정보

☞ 신뢰도 정보

수량	1
MKBF	MTBF
MRBF	

☞ 정비도 정보

MTTR	4.08	HR	3.67
------	------	----	------

- 품목 MTBF, MTTR : 자료검색→수명주기단계별 자료→품목RAM정보

☞ 품목RAM정보

LCN	품명	MTBF	MKBF	MRBF	MTTR
KPHKR	조종수 레지	143.70			2.78
KPHKS	조종수 간속경	229.20			2.60
KPHKT	조종수 의자	200.90			1.58
KPHKU	주자계동벨브	435.30			1.83
KPHKV	계동 조종장치	195.70			2.70
KPHPA	상판	197.40			1.88

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

아래 주요 지표간 관계식에 부합토록 시간요소와 지표는 구성되어야 함

[주요 지표간 관계식]

- * 고장수(f) = OT / MTBF = TCM / MTTR
- * MDT = (TCM+TPM+TALDT) / (f+p) s.t. p : 예방정비횟수 ()
- * TALDT = MALDT x f
- * Ai = OT / (OT+TCM) = MTBF / (MTBF+MTTR)
- * Ao = (OT+ST+AT) / TT = MTBM / (MTBM+MDT)

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

* 사업 특성에 맞는 지표를 사용해야 함

[주요 신뢰도 지표]

- * 기동, 항공장비 : 주행거리(MKBF), 운용(비행)시간 기준(MTBF)
- * 총포류 : 사격발수 기준(MRBF, MRBS 등)
- * 그 외 : 운용시간 기준(MTBF, Bx Life 등)

[주요 정비도 지표]

- * MTTR을 사용하고 MaxTTR¹⁵, MR¹⁶ 등을 필요시 보조지표로 사용함

[주요 가용도 지표]

- * 고유가용도, 성취가용도, 운용가용도를 선택적으로 사용
- * 주로 운용가용도를 가용도 지표로 사용함

* RAM 목표값 기준으로, 사격발수, 거리 기준 등이 사용되어야 할 경우, 단위시간당 사격발수 또는 주행거리를 활용하여 환산하며, 지표만 Bx Life 등을 사용하는 경우 지표 간 연관성을 고려하여 아래와 같이 변환함

[신뢰도 지표 변환]

- * MKBF = MTBF x (단위시간 당 주행거리)
- * MRBF = MTBF x (단위시간 당 사격발수)
- * Bx Life = - MTBF x ln(1-0.01x)

[정비도 지표 변환]

- * MaxTTR = - MTTR x ln(1-a)
- ※a : MaxTTR의 기준값(95%일 경우, a=0.95를 적용)

15. 최대수리시간
16. 정비율

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

* OMS/MP가 전·평시 모두 제시되어있을 경우, RAM 목표값은 임무와 군수지원 기준 모두 제시하여야 함

* 임무 기준 목표값은 전시 시나리오에 따른 임무수행이 문제가 없기 위한 목표이며, 군수 지원 기준 목표값은 평시 군수지원과 운영유지에 문제가 없기 위한 목표임

* 일반적으로 평시 시나리오는 1년(8,760시간)기준으로 작성되며, 전시 시나리오는 임무 및 장비 특성에 따라 전투주기를 달리하여 작성됨.

ex) 기동화력장비 : 3일 전투, 함정 : 90일 전투 등

* 전시 시나리오의 경우 단일 시나리오를 몇 차례 반복 수행하여 1년(8760시간) 기준으로 환산 후 지표를 산정하며, 이 때, 시나리오 내에 시나리오와 시나리오 사이에 “전투력복원” 기간을 추가하여 임무 수행 중 필요한 정비, 보급 행위를 수행토록 하거나(CASE 1), 시나리오 내에 전투력 복원과 관련된 업무가 있을 경우 시나리오만을 반복하여 수정된 시나리오를 사용함

(CASE 1)

전시 시나리오	전투력 복원	전시 시나리오	전투력 복원	
임무수행	정비, 보급	임무수행	정비, 보급	-

(CASE 2)

전시 시나리오	전시 시나리오	전시 시나리오	전시 시나리오	
임무수행 (정비, 보급 포함)	임무수행 (정비, 보급 포함)	임무수행 (정비, 보급 포함)	임무수행 (정비, 보급 포함)	-

○ 주요 적용사업 : 차륜형지휘소차량, 특수작전용기관단총, 특수전지원함, 레이저대공무(Block-I) 등 OMS/MP를 작성한 대부분의 사업

○ 검토사례 #1. 00용 기관단총(연구개발, 하위구성품 미고려)

수정 전

[OMS/MP]
<평시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,498			262		
900	1,020	6,578	260	1	2

- * OT, AT : 000의 의견을 받아 작성
- * TCM : 여단 1년간 정비실적 활용
- * TPM, TALDT : 각 1시간, 2시간으로 가정
- * MTBF, MTTR 지표 사용

<전시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
336시간 (14일)					
321			15		
160	88	73	2	11	2

- * OT, AT : 000의 의견을 받아 작성
- * TCM, TPM, TALDT : OMS/MP의 세부 과업별 전문가 의견 반영
- * MTBCF, MTTCR 지표 사용

[RAM 목표값]

구분	신뢰도		정비도 (MTTR)	가용도(%)		
	MTBF (MTBCF)	MRBF (MRBCF)		A ₁	A ₂	A ₃
평시	900	500발	2시간 이하	99.89	97.02	97.01
전시	600	420발	1시간 이하	98.77	96.10	95.54
종합	-		2시간 이하	98.00	96.00	95.00

* 신뢰도(MRBF) 목표값 설정시 OMS/MP 외 국내/외 유사장비(다산기공-발, 미 해병대 차기들력 소총-발) 목표값 참고

① 시간요소의 근거는 타당한가?

- * OT, AT : 작전전문가의 의견이 반영된 결과로 적절함
- * TCM : 산정근거인 MRBF의 신뢰성 부족
- ※ 사유 : 평시 연간 교탄량을 MRBF로 설정하여 비현실적(과소)
- ☞ 유사장비인 00 기관총의 야전운용제원 분석결과(MTB(C)F, MTTR) 활용 필요
(기술수준과 복잡도 증기를 고려하여 5% 상향적용 제안)

구분	분석결과	적용값(% 상향)
신뢰도	MTBF	1,873 시간
	MRBF	1,112 발
	MTBCF	5,205 시간
	MRBCF	3,090 발
정비도	MTTR	3.57시간(보정 X)

- * TPM : 근거 없는 값(1시간) 사용
- ☞ 00 기관총의 기술교범에 제시된 연간 예방정비시간 사용

구분	주간		월간		분기		TPM
	시간	횟수	시간	횟수	시간	횟수	
군수지원 기준	1.7	52	1	12	0.35	4	101.8
임무 기준	1.7	26	1	0.5	0.35	0.2	160.0

- * TALDT : 근거 없는 값(2시간) 사용
- ☞ 육규 423에 따라 고장 1건당 6.5일(MALDT) 적용, 연간고장수를 적용
(군지사 ↔ 편성부대(3일), 군수사 ↔ 편성부대(10일)의 평균)

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

☞ TCM, TPM, TALDT 산정근거 변경에 따른 시간요소 재산출 필요

수정 후

[OMS/MP]

<평시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,581.5			178.5		
900.0	1,020.0	6,661.5	1.7	101.8	75.0

* 연평균 고장수(f): $0.48 = \frac{900}{1,873} = \frac{OT}{MTBF}$

* TCM: $1.7 = MTTR \times f = 3.57 \times 0.48$

* TPM: 101.8 (00 기관총 평시 예방정비시간)

* TALDT: $75.0 = MALDT \times f = 156 \times 0.48$

<전시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,595.5			204.5		
4,171.4	2,294.3	2,129.8	2.9	160	41.7

* 전투력 복원시간 미반영(CASE 2)

* 전시 1주기 시나리오에 변환 Factor를 곱하여 1년으로 환산

※ 변환 Factor: $00 = \frac{8,760}{000} = \frac{365일 \times 24시간}{전시 1주기 시나리오 TT}$

* 연평균 고장수(f): $0.80 = \frac{4,171}{5,205} = \frac{OT}{MTBCF}$

* TCM: $2.9 = MTTR \times f = 3.57 \times 0.80$

* TPM: 160.0 (00 기관총 전시 예방정비시간)

* TALDT: $41.7 = MALDT \times f = (\frac{156}{3}) \times 0.8$

※ 전시 MALDT는 평시의 1/3 적용(평시 8시간 근무, 전시 24시간 근무가정)

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

☞ 총포류이므로 MRBS, MRBF 사용이 적절하나, OMS/MP가 있으므로, 최초(안)에 명시되지 않은 MTBF 목표도 추가로 제시

수정 후

[RAM 목표값]

구분	신뢰도		정비도 (MTTR)	가용도(%)		
	MTBF (MTB(C)F)	MRBF (MRB(C)F)		A_1	A_2	A_0
군수지원 기준	1,873	1,112발	3.6시간	-	-	98.0
임무 기준	5,205	3,090발		-	-	98.1

* 가용도 지표는 수정된 OMS/MP에 따라 운용가용도만 제시

(평시) $A_0 = \frac{TUT}{TT} = \frac{8,595.5}{8,760} = 98.1$

(전시) $A_0 = \frac{TUT}{TT} = \frac{8,581.5}{8,760} = 98.0$

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

☞ OMS/MP가 전·평시 모두 제시되어 있으므로, 임무·군수지원 기준 목표값을 구분하여 제시하여야 하며, 검토 요청된 내용도 구분되어 있기는 하나, 최종 목표값은 하나로 제시되어 수정 반영함

☞ 임무기준 목표값 설정은 ②번의 OMS/MP 수정시 기 반영함

수정 전

[OMS/MP]
<평시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,596			164		
1,144	824	6,628	161	1	2

* OT, AT : 000여단의 의견을 받아 작성(선행연구)
 * TCM : 1년간 고장정비 실적 활용
 * TPM, TALDT : 각 1시간, 2시간으로 가정

<전시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,712					
8,224.13			487.87		
5,366.59	139.39	2,718.14	209.09	139.39	139.39

* OT, AT : 000여단의 의견을 받아 작성(선행연구)
 * TCM, TPM, TALDT : OMS/MP의 세부 시나리오 과업별 시간 가정

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	운영가용도 (Ao, %)
군수지원 기준	1,600시간 이상	부대 : 30분 이내 야전 : 2시간 이내	98.1%
임무 기준			94.4%

* 신뢰도(MTBF) 및 정비도(MTTR) 목표값은 설정시 디지털 무전기인 유사장비(00무전기-II(연구개발), 00무전(국내구매)) 목표값 참고

① 시간요소의 근거는 타당한가?

- * OT, AT : 전시에서 임무 주기(8,712시간)에서 1년(8,760시간) 기준으로 수정 필요
- * TCM, TPM, TALDT : 총비가동시간(TDT)이 평시 대비 약 3배 소요
- ※ 사유 : 운용시간(OT)은 약 4.7배인데, 수리시간(TCM)은 약 140배 차이 발생
- ☞ 동일장비는 동일기간 사용시 동일 규모의 고장이 발생함을 고려해야함
- * 전 · 평시 OMS 수정을 위한 고려사항

1. 전·평시 MALDT는 2.8시간으로 적용 ⇒ MALDT = 2.0(TALDT) ÷ 0.175(연간 고장수)
 ※ 평시 기준 TALDT 및 연간 고장수 적용, 전 · 평시 동일함을 가정

2. MTTR은 1.25시간으로 적용 ⇒ MTTR= (0.5(부대정비)+2(야전정비)) ÷ 2
 ※ 부대 및 야전정비 비율은 비계획정비비율(1:1)을 활용

3. 전시 시나리오의 '작전 전 정비시간 중 작전 중 고장정비시간'을 별도로 선정

4. 1주기 전시시나리오를 1년으로 환산하여 시간요소 보정

* 전시 OMS 수정

구분	내용	수정전	수정후	환산(1년)	
TT	TDT + TUT	124.3	124.3	8,760.00	
TUT	OT	00준비(24)+00기간(52.3)	76.3	76.3	5,377.22
	AT	00준비(2)	2.0	2.0	140.95
	ST	00준비(72-24-2)-비가동시간(7)	39.0	40.9	2,880.09
TDT	TCM	00 중 고장정비	0.0	0.1	4.19
	TPM	00 전 정비(00 중 고장 포함)	2.0	1.9	136.75
		00준비기간(3일) 1시간/일	3.0	3.0	211.42
TALDT	MALDT X 연간고장수	2.0	0.1	9.38	

* 평시 OMS 수정

구분	내용	수정전	수정후	
TT	TDT + TUT	8,760.00	8,760.00	
TUT	OT	훈련 등 운영시간	1,144.00	1,144.00
	AT	경계시간	824.00	824.00
	ST	8,760-OT-AT-TDT	6,628.10	6,628.10
TDT	TCM	고장정비	1.00	0.89
	TPM	일일, 주간, 월간정비(OMS/MP)	161.00	161.00
	TALDT	MALDT X 연간고장수	2.00	2.00

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

☞ OT, AT, TCM, TPM, TALDT 산정근거 변경에 따른 시간요소 재산출 필요

수정 후

[OMS/MP]

<평시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,596.11			163.89		
1,144.00	824.00	6,628.11	0.89	161.00	2.00

* 연평균 고장수(f): $0.72 = \frac{1,144}{1,600} = \frac{OT}{MTBF}$

* ST: $6,628.11 = 8,760 - 1,144 - 824 - 0.89 - 161 - 2$

* TCM: $0.89 = MTTR \times f = 1.25 \times 0.715$

* TPM: 161.00 (00여단 1년간 고장정비 실적 활용)

* TALDT: $2.00 = MALDT \times f = 2.8 \times 0.715$

<전시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,398.25			361.75		
5,377.22	140.95	2,880.09	4.19	348.17	9.38

* 전시 1주기 시나리오에 변환 Factor K를 곱하여 1년으로 환산

※ 변환 Factor K: $00 = \frac{8,760}{000} = \frac{365\text{일} \times 24\text{시간}}{\text{전시 1주기 시나리오 TT}}$

* 연평균 고장수(f): $3.36 = \frac{5,377.22}{1,600} = \frac{OT}{MTBF}$

* ST: $2,880.09 = 8,760 - 5,377.22 - 140.95 - 4.19 - 348.17 - 9.38$

* TCM: $4.19 = MTTR \times f = 1.25 \times 3.36$

* TPM: 348.17 (00무전기 전시 예방정비시간 × 변환 Factor K)

* TALDT: $9.38 = MALDT \times f = 2.8 \times 3.36$

※ 전시 MALDT는 평시 MALDT 활용

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

☞ 무전기는 전자장비로 시간(Hr)으로 사용량을 확인할 뿐만 아니라 선행연구(OMS/MP 수행)의 결과에 따라 신뢰도(MTBF), 운용가용도(Ao), 정비도(MTTR) 지표사용은 적절

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

☞ OMS/MP가 전·평시 모두 제시되어 있으므로, 전·평시 목표값을 구분하여 제시하였으며, 시간 요소 수정에 따라 운용가용도(Ao) 목표값을 수정 반영함

수정 후

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	운용가용도(Ao, %)
군수지원 기준	1,600시간 이상	부대: 30분 이내 야전: 2시간 이내	98.1%
임무 기준			95.9%

* 평시는 수정량이 미미하여 기존 OMS/MP와 운용가용도값 동일

* 신뢰도(MTBF) 및 정비도(MTTR)은 유사장비 비교시 목표값 설정 타당 (00무전기- II (연구개발), 00무전기(국내구매) 등)

수정 전

[OMS/MP]

<평시>

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
6,753.5			2,006.5		
1,227	OT에 포함	5,526.5	128	1,877	1.5

- * OT, AT : 유사함정(000)의 3년간 운용, 정비실적과 승조원 인터뷰 반영
- * TCM : 유사함정(000)의 3년간 정비실적 활용
- * TPM, TALDT : 유사함정(000)의 3년간 정비실적, 가정 사용
- ※ 가정 : MLDT 0.5시간, 년평균 고장수 3회 → TALDT = 0.5 × 3 = 1.5

<전시> (1주기)

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
2,952					
2,580			372		
689	OT에 포함	1,891	372	TCM에 포함	TCM에 포함

- * OT, AT : 작전 전문가 의견 반영
- * TCM, TPM, TALDT : 작전 전문가 의견 반영

[체계 R,M값] : 생략

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	운용가용도(%)		
			A ₁	A ₂	A ₃
군수지원 기준	72.4시간	12.7시간	-	-	77.09
임무 기준	상통	상통	-	-	87.39

- * 신뢰도, 정비도 목표 : 차하위 구성장비의 유사함정(000) 실적값 활용
- * RAM 목표값 중 운용가용도만 군수지원·임무 기준 구분

① 시간요소의 근거는 타당한가?

- ☞ OT, AT : 유사함정(000) 실 운용실적을 반영하여 적절
- ☞ TCM, TPM : 유사함정(000) 실 운용실적을 반영하였으나, MTBF, MTTR 목표값과 연관성이 없고, 최신자료 미반영 (체크리스트 ②에서 점검)
- ※ 운용가용도는 OMS/MP로, 함정 MTBF, MTTR 목표는 유사장비 실적 활용
- ☞ TALDT : MLDT로 근거없는 값(0.5시간) 사용, 재검토 필요

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

- ☞ 분석방법 오류 수정반영(전·평시 RAM목표값 구분이 필요하나, 제시된 값은 임무필수장비만의 모든고장 기준으로 RAM 목표값을 설정함)
- * 체계 수준의 군수, 임무신뢰도 및 정비도 재산출 후 목표값 설정 장비수만 달라지므로, 전시 RAM 목표값만 제시하며, 수정된 값은 [체계 임무신뢰도 수정 전·후], [체계 임무정비도 수정 전·후] 표 참조)
- * 전시 OMS/MP의 TCM, TALDT값 수정 후 1년 주기로 환산하여 목표운용가용도 재산정

[전시 OMS/MP 수정 외]

구분	TT					
	TUT			TDT		
	OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
1주기	2,952					
	2,870.6			81.4		
	689	OT에 포함	2,181.6	81.4	TCM에 포함	TCM에 포함
1년 환산	8,760					
	8,518.4			241.6		
	2,044.6	OT에 포함	6,473.8	241.6	TCM에 포함	TCM에 포함

- * 변환계수 : $8,760/2,952 \approx 2.97$
- * 체계 고장수 (f) : $\frac{OT}{MTBCF} = \frac{689}{109.98} \approx 6.3$ 회
- * $TCM + TPM + TALDT = f \times MTTR = 6.3 \times 13.0 = 81.4$
- * 운용가용도(A₃) : $\frac{TUT}{TT} = \frac{8,518.4}{8,760} = 97.2\%$

[체계 임무신뢰도 수정 전·후]

* 임무필수장비만 고려하여 MTBCF 산출

순	장비명	유사장비(000)	MTBCF ('17년)	고장률 (1/MTBCF)	수량	구조	고장률, λ_p (X 10 ⁻⁶)
1	A	A'			1	직렬	
2	B	B'			1	직렬	
3	C	C'			1	직렬	
4	D	D'			1	직렬	
5	E	E'			2	직렬	
		E''					
6	F	F'			2	직렬	
7	G	G'			2	직렬	
8	H	H'			2	직렬	
9	I	I'			1	직렬	
10	J	J'			2	직렬	
11	K	K'			2	직렬	
12	L	L'			2	직렬	
13	M	M'			1	직렬	
14	N	N'			1	직렬	
15	O	O'			1	직렬	
체계 고장률(X 10 ⁻⁶)							
체계 임무신뢰도(MTBCF = 1/고장률)							



순	장비명	유사장비(000)	MTBCF ('18년)	고장률 (1/MTBCF)	수량	구조	고장률, λ_p (X 10 ⁻⁶)
1	A	A'			1	직렬	
2	B	B'			1	직렬	
3	C	C'			1	직렬	
4	D	D'			1	직렬	
5	E	E'			2	직렬	
		E''					
6	F	F'			2	직렬	
7	G	G'			2	직렬	
8	H	H'			2	직렬	
9	I	I'			1	직렬	
10	J	J'			2	직렬	
11	K	K'			2	직렬	
12	L	L'			2	직렬	
13	M	M'			1	직렬	
14	N	N'			1	직렬	
15	O	O'			1	직렬	
체계 고장률(X 10 ⁻⁶)							
체계 임무신뢰도(MTBCF = 1/고장률)							

[체계 임무정비도 수정 전·후]

* 임무필수장비의 장비별 운용시간에 따른 고장수를 고려, 체계 MTTRF 산출

※ 최초 분석시 고장건수는 해당장비 야전 고장실적을 반영하였으나, 수정(안)은 품목 MTBCF와 장비별 운용량을 고려한 추정 고장수를 사용함

㉸ 추진기관 및 감속기어의 Duty Cycle은 19%이므로, 장비운용시간은 체계 연간 운용시간¹⁵(2,044.5시간)의 19%인 388.5시간 운용되며, 이 때의 연간 고장수는 388.5 / 449.6 = 0.86회 발생

순	장비명	유사장비(000)	MTBCF ('17년)	Duty Cycle	임무 고장수	총 수리시간
1	A	A'		100	0	0
2	B	B'		100	0	0
3	C	C'		100	2	22.6
4	D	D'		5	7	68.6
5	E	E'		19	172	2,373.6
		E''		19	11	193.6
6	F	F'		19	10	41
7	G	G'		100	194	2,754.8
8	H	H'		19	5	16
9	I	I'		24	9	68.4
10	J	J'		35	56	548.8
11	K	K'		19	13	110.5
12	L	L'		19	4	10
13	M	M'		100	11	108.9
14	N	N'		100	3	12.9
15	O	O'		100	0	0
체계 총 수리시간					497	6,329.7
체계 정비도 (MTTRF = 총 수리시간 / 임무고장수)						12.7



순	장비명	유사장비(000)	MTBCF ('18년)	Duty Cycle	임무 고장수	총 수리시간
1	A	A'		100	0.7	3.9
2	B	B'		100	0	0.0
3	C	C'		100	0.3	4.3
4	D	D'		5	0.2	2.2
5	E	E'		19	0.5	7.7
		E''		19	0	0.0
6	F	F'		19	0.1	1.5
7	G	G'		100	4.3	66.7
8	H	H'		19	0.2	2.9
9	I	I'		24	0.1	1.8
10	J	J'		35	0.9	7.4
11	K	K'		19	0.1	0.8
12	L	L'		19	0.1	0.3
13	M	M'		100	0.3	2.8
14	N	N'		100	0.1	0.4
15	O	O'		100	0	0.0
체계 총 수리시간					7.9	102.7
체계 정비도 (MTTRF = 총 수리시간 / 임무고장수)						13.0

15. 1주기 운용시간을 CASE II 방법으로 1년 주기로 환산한 값

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

☞ '시간' 을 기준으로 함정 목표를 제시하는 것이 일반적이므로, 적절함

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

☞ OMS/MP가 전·평시 모두 제시되어 있으므로, 임무·군수지원 기준 목표값을 구분하여 제시 하여함

☞ 임무 기준 목표값 설정은 ②번의 OMS/MP 수정시 기 반영함

(평시 목표값 설정은 장비 수량과 신뢰도, 정비도 기준만 상이하므로 생략)

수정 후

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	가용도(%)		
			A ₁	A ₂	A ₃
임무 기준	109.98	13.00	-	-	97.24

* 가용도 지표는 수정된 OMS/MP에 따라 운용가용도만 제시

04.3 유사장비 값 활용

○ 기본개념 : 유사장비의 규격서(신뢰도), 예측값, 운용값 등을 활용하여 RAM (잠정) 목표값을 설정하는 방법

* 통상 화기류 규격서에는 신뢰도 및 내구도가 요구조건으로 명시되어 있음

* 유사장비가 없는 경우 업체에 RF(Request For Information)를 요청하여 RAM 정보 획득 필요

* 체계장비인 경우, 신뢰도, 정비도, 가용도를 모두 제시하고, 성능개량 또는 탑재장비인 경우 자료 미비시 신뢰도값만 제시

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

☞ 선행연구, ORD(운용요구서) 결과 등을 통해 유사장비를 파악한 후, 해당 장비의 규격서, 예측값, 운용값 등이 있는지, 있다면 산출 기준 및 방법 등이 적절한지 확인

* 예측값은 업체의 종합군수지원계획서(ILS-P) 또는 RAM 분석보고서를 통해 확인

* 운용값은 업체 후속군수지원 사업 보고서 또는 기품원 아전운용지원 RAM 분석 보고서를 통해 확인

② (보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

☞ 보정계수 산출시 객관적인 근거를 활용하여 산출하였는지 확인

* 보정계수 산출을 위해 설문조사를 수행한 경우 설문항목 및 대상이 적절하게 구성되었는지 등을 검토

○ 주요 적용사업 : 피아식별장비 성능개량, ██████ 성능개량, ██████ 성능개량 특수작전용 유탄발사기 구매사업 등 유사장비가 있는 사업에 적용 가능

○ 검토사례 #1. 00전차 성능개량 사업(보정이 없는 경우)

※ 성능개량 분야별 목표를 제시하는 경우

수정 전

[선행연구 결과]

<시스템 분야>

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	가용도(%)		
			A ₁	A ₂	A ₃
평시	10.8시간 이상	1.9시간 이하	94.5	94.2	88.1
전시	16.9시간 이상		90.0	94.2	88.1

* 시스템 분야는 00전차 OMS/MP 방법을 활용하여 산출

<품목 분야>

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)
조준경	500.4시간	0.6시간
장치()	12,041.3시간	1.2시간
장치	367.0시간	1.3시간

* 품목 분야는 유사장비(00전차) 예측값을 참고하여 제시

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

* 시스템 분야는 사업대상인 00전차의 운용값이 존재하며 타 결과 대비 적절한 수준 (xx 대비 ↑, oo전차 대비 ↓)으로, 최신결과임을 고려시 **현 00전차 운용값 수준**이 적절함

※ 성능개량 이전 체계 RAM값 동등 이상의 성능 보장 필요

구분	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	가용도(%)	비고
선행연구 (중기전력소요)	10.8(평시) /16.9(전시)	1.9	88.1(운용)	B전차 OMS /MP 활용
A전차	10.5	4.1	83.7(운용)	야전 운용값
B전차(현대로템)	14.7	-	91.4(운용)	후속군수지원 사업
B전차(기품원)	25.3	2.2	93.5(운용)	야전 운용값
00전차(기품원)	17.9	5.2	82.5(운용)	야전 운용값

* 품목 분야는 유사장치들을 먼저 파악한 후, 예측값, 경험값 존재 유무를 확인하여 해당 값들의 산출기준 및 방법이 타당인지 검토 진행

☞ 조준경 : 탑재장비는 모두 동일하므로, **B전차 후속군수지원 사업 결과 수준**이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	500.4	0.6	참고문헌 인용
B전차(현대로템)	6151xxxx	239.1	-	후속군수지원 사업

※ 후속군수지원 사업에서는 원천사 제공자료를 활용하여 신뢰도값을 제시함

☞ A 장치 : 장치 유사성, 최신결과 등을 고려하여 **K00 자주포 보조전원 공급장치의 신뢰성 시험값 수준**이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	12,041.3	1.2	참고문헌 인용
B전차(현대로템)	XXXXXX001	749.1	0.8	후속군수지원 사업
B전차(기품원)	XXXXXX001	500.4	1.3	야전 운용값
K00 자주포	XXXXXX003	239.1	0.1	신뢰성 시험값

※ 선행연구는 00전차 보조전원 공급장치 개발 예측값을 인용한 결과로 타 자료 대비 높은 값이나 산출시기, 장치 유사성 등의 측면에서 미흡함

※ 00전차 예측값과 운용값은 독일 수입품 APU의 산출결과임

※ K000 자주포 APU의 개발단계 신뢰성 시험값이 존재하며, 탑재장비는 다르지만 APU 성능과 형태는 매우 유사함(주)티젠 국산화품 장착

☞ B 장치 : 분석결과 최신성, 장치 유사성 등을 고려하여 **000전차 개발 예측값 수준**이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	367.0	1.3	참고문헌 인용
0000	2500xxxx	1,303.3	0.4	개발 예측값
XX장갑차	A6011xxxx	6,508.9	1.2	개발 예측값
0000전차	CEV5xxxx	988.0	0.6	개발 예측값

※ 선행연구는 00전차 양압 및 냉난방장치 개발 예측값을 인용한 결과이며, xxxx 냉방장치가 타 자료 대비 높은 수준이나 0000전차에 비해 유사성 측면(구동방식, 냉방능력)에서 미흡함

☞ C 장치 : 분석결과 최신성, 장치 유사성 등을 고려하여 **XX장갑차 개발 예측값 수준**이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	367.0	1.3	참고문헌 인용
XX정찰차	A7001xxxx	7,030.2	-	개발 예측값
XX장갑차(K00)	A6011xxxx	43,616.7	0.6	개발 예측값

※ 선행연구는 00전차 양압 및 냉난방장치 개발 예측값을 인용한 결과이며, xx정찰차 양압장치는 xx 장갑차에 비해 유사성 측면(여과성능, 여과기 종류)에서 미흡함

수정 후

[잠정목표값(안) 검토결과]

* 체계 목표값은 zzz전차 분석결과를, 성능개량 품목의 신뢰도는 유사장비 예측값 이상의 값을 RAM 잠정목표(안)으로 제시

- 체계 목표값 → 00전차 야전운용지원 RAM 분석결과
- 조준경, A 장치 → 00전차 예측값
- B 장치 → xx차량 예측값 / C 장치 → 000장갑차 예측값

구분	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	가용도(%)	비고
체계	17.9 이상	5.2 이하	82.5 이상	0000 운용값
조준경	239.1 이상	-	-	00 예측값
A 장치	882.7 이상	0.1 이하	-	K00 시험값
B 장치	988.0 이상	0.6 이하	-	000 예측값
C 장치	43,616.7 이상	0.6 이하	-	xxxx 예측값

② (보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

* 보정계수를 활용하지 않은 사례이므로 해당 체크리스트는 미검토

○ 검토사례 #2. 00전차 성능개량 사업(보정이 없는 경우)

※ 체계 수준의 목표만을 제시하는 경우

수정 후

[선행연구 결과]

* 성능개량품목 추가 고려 없이 기존 장비 목표값 사용

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	가용도(%)		
			A ₁	A ₂	A ₃
군수지원 기준 (평시)	10.8시간	1.89시간	94.2	90.0	88.1
임무기준 (전시)	16.9시간	1.89시간	94.2	90.0	88.1

* 시스템 분야는 00전차 OMS/MP 방법을 활용하여 산출

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

* 성능개량 품목의 유사장비값을 반영한 결과 산출 필요

* 해당 장비의 체계 신뢰도와 정비도 목표값을 아래 산식을 사용하여 재산출

[산출 방법]

$$MTBF_{\text{성능개량}} = \frac{1}{\frac{1}{MTBF_{\text{성능개량이전}}} + \sum \frac{1}{MTBF_{\text{성능개량품목}}}} \approx 8.96 (hr)$$

$$MTTR_{\text{성능개량}} = \frac{\left[\frac{MTTR_{\text{성능개량이전}}}{MTBF_{\text{성능개량이전}}} + \sum \frac{MTTR_{\text{성능개량품목}}}{MTBF_{\text{성능개량품목}}} \right]}{\left[\frac{1}{MTBF_{\text{성능개량이전}}} + \sum \frac{1}{MTBF_{\text{성능개량품목}}} \right]} \approx 3.92 (hr)$$

* 재산출 결과는 아래와 같으며, 산출된 결과를 신뢰도, 정비도 목표값으로 사용

구분	MTBF	MTTR	출처
00 전차	9.49	4.09	00 야전운용제원분석
성능 개량 품목	A 장치	2,665.50	AA 야전운용제원분석
	카메라(전후방)	2,180.90	AA 야전운용제원분석
	B 장치	500.10	00사격통제체계
(일부생략)			
00 성능개량 전차	8.96	3.92	목표값(안)

* 운용가용도 분야는 앞서 보정된 신뢰도, 정비도 목표값과 유사장비 TPM, TALDT를 고려하여 시간요소를 재정리 한 후 산출

- 연간 고장수(f) = OT/MTBF = 321/8.96 = 35.82회

- 총고장정비시간(TCM) : f x MTTR = 140.41 시간

- 총 예방정비시간(TPM) : 348시간(OMS/MP 활용)

* 연간 부대정비 소요시간(216시간) + 연간 야전정비 소요시간(132시간)

- 총 행정 및 군수지원시간(TALDT) : 153.78 시간

※ 00장비 야전운용제원 분석결과 적용

- 상기 결과가 반영된 시간요소 집계표

TUT				TDT			
OT	AT	ST	소계	TCM	TPM	TALDT	소계
321.0	279.0	7,517.8	8,117.8	140.4	348.0	153.8	642.2

- 상기 결과를 반영한 운용가용도 목표값은 92.7%(=8,117.7/8,760) 임

* 임무기준(전시)는 신뢰도는 임무신뢰도를, 정비시간은 평시의 1/3을 적용하며, 정비정책은 전/평시 동일함을 가정후 산출

※ 산출 방법은 평시와 동일 (생략)

* 이를 반영한 수정 후 목표값은 아래와 같음

수정 후

* 성능개량품목 추가 고려 없이 기존 장비 목표값 사용

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	가용도(%)		
			A ₁	A ₂	A ₃
군수지원 기준 (평시)	10.8시간	1.89시간	94.2	90.0	88.1
임무기준 (전시)	16.9시간	1.89시간	94.2	90.0	88.1

② (보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

* 보정계수를 활용하지 않은 사례이므로 해당 체크리스트는 미검토

○ 검토사례 #3. 00 성능개량 사업(보정이 있는 경우)

* RAM 목표값 미 설정상태로 유사장비값 기준으로 목표값 설정

* 탑재장비임을 고려하여 RAM 목표값 중 신뢰도(MTBF) 만 제시

* 68개 대상장비를 형태와 기능의 유사성에 따라 11개 그룹으로 구분하고, 11개 그룹 각각의 대표 장비를 선정하여, 대표장비의 現 IFF 실적값을 보장하여 그룹 전체의 목표값으로 제시

* 유사장비 그룹(일부)

No.	그룹명 (대표장비)	그룹 포함 장비	사유
1	A	육군	·비행 방식(헬기, 터보샤프트 엔진 사용) 유사
		해군	·비행 방식(터보프롭/터보샤프트 사용, 저고도/저기동 방식) 유사 ·육군에서 제공하는 UH-60 MTBF 적용 필요
		공군	·헬기 형상으로 임무(인명 구조 및 수송) 및 비행방식(헬기, 터보샤프트 엔진 사용) 유사
2	B	해군	· 운용고도 : 피트 · 운용형태 : 저고도/저기동 · 평균비행시간 : · 운용환경 : 해상, 원거리, 원양(RIMPAC 등) (공군 C-130과 유사)
		공군	· 감시/정찰 및 항공수송 등에 사용. 고정익기로서 비행 방식(저기동 방식, 터보프롭/터보팬 엔진 사용) 유사
3	C	해군	· 공통(유사) IFF질문기/응답기 장착

(이하 생략)

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

☞ 그룹별 대표장비 실적값은 '14년 이후 분석된 야전운용제원 분석결과 중 해당장비 IFF 운용값을 사용함

기종	국가재고번호	품명	분석기간	MTBF
	37Z03xxxx		'09-07-01 ~ '17-06-30	1,975.6
	01630xxxx		'13-08-21 ~ '17-06-30	3,679.7
	37A27xxxx		'09-07-01 ~ '15-06-30	1,273.4
	14566xxxx		'13-01-01 ~ '17-06-30	27,628.2

(이하 생략)

② 보정계수는 객관적인가?

☞ 각 군 기참부 및 운용부대 대상으로 한 설문조사 결과 반영

* 참여인원 : 총 000명(장비별 일부인원 중복)

* 설문항목 : 총 5개 항목을 성능개량 대상 現 장비와 비교

[설문 항목(유사장비 대비)]

- * 운용시간/임무횟수(D₁) : 임무횟수가 많을수록 고장 증가
- * 운용환경(D₂) : 지상보다, 공중, 함정이 동일조건에서 고장 증가
- * 복잡도(부품수)(D₃) : 부품수가 많을수록 고장 증가
- * 기술향상도(D₄) : 기술이 향상될수록 신뢰도 증가
- * 정비난이도(D₅) : 정비업무가 어려울수록 정비시간 증가

* 설문지 (일부, 세부내용 [부록 #1] 참조)

나 설문내용

① A 그룹(KUH-1 등 총 6종)

1.1 운용시간/임무횟수 비교

현재 Mode 4를 장착한 체계 장비 대비 향후 Mode 5 장착시 운용시간 또는 임무횟수 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, Mode 5 장착시 운용시간 및 임무횟수의 증감여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 Mode 4 이전 장비(Ex, Mode 3) 대비 현재 Mode 4의 운용시간 및 임무횟수 증감여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

운용시간/ 임무횟수 비교	-10% 미만	-10%이상~ -5%미만	-5%이상~ 5%미만	5%이상~ 10%미만	10%이상~ 20%미만	20%이상~ 30%미만	30%이상~
Mode 4 대비 Mode 5							

<작성 예>

- Mode 4 또는 Mode 5의 탑재 상관없이 체계 장비의 운용시간 및 임무횟수가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 "-5% 이상 5%미만" 체크
- 만약, 현재(Mode 4 장착) 연간 1,000시간 운용하고 있지만, Mode 5 장착 후 임무횟수 증가하여 운용시간이 1,200시간으로 늘어날 것으로 판단될 경우 "20%이상 30%미만" 체크



획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

IV. 개발 RAM값 검증

01. 관련규정
02. 검토시기
03. RAM값 검증 방법
04. 업무 체크리스트

PART
04



IV 개발 RAM값 검증

01 관련규정

[무기체계 RAM 업무지침]

제6조(업무분장)

- ④ 전문연구기관
- 2. 국방기술품질원
- 마. RAM 분석 결과에 대한 검증(RAM V&V 활용)

제26조(분석방법)

- ④ 제2항에 따른 가용도 분석을 위해 고유가용도, 성취가용도, 운용가용도를 산출하여야 한다. 이 경우 무기체계의 운용 특성을 고려 산출범위는 RAM 검토위원회를 통해 조정할 수 있다.
- ⑦ 통합사업관리팀장은 필요시 제4항에 따른 자체 검증결과에 대한 검토를 기품원에 의뢰할 수 있으며 보완이 필요한 경우 연구개발주관기관을 통해 보완하여야 한다.

02 검토시기

- 개발사업 : TRR 단계 (DT/OT 이전)

03 RAM값 검증방법

구분	RAM 분석 산출물들의 일치성 확인	RAM 분석값의 정확성 확인	RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 확인
검증 활동	RAM 분석계획서 RAM 분석보고서 Windchill 입력자료 부품 Datasheet 신뢰도, 정비도, 가용도 산출(계산)자료 이중화 적용품목 신뢰도 산출자료 등 산출물들의 일치성 확인	· 신뢰도 분야 - 예측모델 입력속성의 정확성과 동일품목 간 일관성 확인 - 시제업체간 예측모델 입력속성의 일관성 확인 - 이중화 적용품목의 신뢰도 산출값 정확성 확인 - Derating 설계 여부 확인 · 정비도 분야 - 정비활동 소요시간의 객관성확인 · 가용도 분야 - 가용도 산출값의 정확성 확인	신뢰도, 정비도 분야 정확성 검증결과 반영에 따른 가용도 재산출 및 목표값 충족여부 확인

04 업무 체크리스트

순	구분	내용
1	RAM 분석 산출물 일치성 검토	RAM 분석산출물들의 내용은 서로 일치하는가?
2	RAM 분석값의 정확성 검토	217F/NSWC/NPRD/EPRD
3		부품부하분석 예측모형 입력속성의 분류는 적절한가?
4		환경, 온도인자는 분석계획의 기준에 부합하는가?
5		데이터복의 값 선택은 분석계획의 기준에 부합하는가?
6		제조사 품목 카탈로그의 속성이 모두 반영되었는가?
7		동일품목 간 예측모델 입력속성은 일관성 있는가?
8		시제업체 간 동일품목의 예측모델 입력속성은 일관성이 있는가?
9		이중화 적용품목의 신뢰도 산출값은 정확히 계산되었는가?
10	신뢰도 작업지/전자부품 Datasheet	전자부품은 Derating 설계를 수행하였는가?
11	정비도 작업지	정비활동 소요시간은 객관적 기준을 적용하였는가?
12	가용도 산출자료 (필요시)	가용도는 산출된 신뢰도와 정비도 값을 이용하여 정확히 계산되었는가?
13	RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 검토	업체가 수행한 신뢰성 시험결과가 정확히 반영되었는가?
14		신뢰도 분석값 검증결과에 따라 부품의 고장률은 보수적으로 반영하여 신뢰도를 재산출 하였는가? 재산출한 신뢰도를 반영한 가용도는 목표값을 충족하는가?

04.1 RAM 분석 산출물 일치성 검토

- 체크리스트의 내용 확인 방법

① RAM 분석 산출물들의 내용은 서로 일치하는가?

- ☞ RAM-P, ILS-P에 따라 RAM 분석을 수행하였는지, 분석계획에 따라 RAM 보고서가 작성되었는지 점검함
- ☞ RAM 분석보고서는 Windchill 예측결과, 신뢰도/정비도/가용도 산출자료 등 RAM 분석 산출물들과 일치하는지 점검함

04.2 RAM 분석값의 정확성 검토

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

② 부품부하분석 예측모형 입력속성의 분류는 적절한가?

- 부품의 Classification 및 Category, Subcategory 등은 부품 Data Sheet을 확인하여 정확히 분류되었는지 점검함

③ 환경, 온도인자는 분석계획의 기준에 부합하는가?

- 부품(무기체계)에 적용된 환경 인자, 온도조건 등이 분석계획과 일치 유무를 점검함
- 환경, 온도 변환계수가 정확히 적용되었는지 확인함

[환경 변환계수(MTBF 기준)]

* 고장률 기준일 경우 역수를 적용함

		TO(~으로)										
FROM (~을)	Env.	GB	GF	GM	NS	NU	AIC	AIF	AUC	AUF	ARW	SF
	GB	X	0.5	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	1.2
	GF	1.9	X	0.4	0.6	0.3	0.6	0.4	0.2	0.1	0.2	2.2
	GM	4.6	2.5	X	1.4	0.7	1.4	0.9	0.6	0.3	0.5	5.4
	NS	3.3	1.8	0.7	X	0.5	1.0	0.7	0.4	0.2	0.3	3.8
	NU	7.2	3.9	1.6	2.2	X	2.2	1.4	0.9	0.5	0.7	8.3
	AIC	3.3	1.8	0.7	1.0	0.5	X	0.7	0.4	0.2	0.3	3.9
	AIF	5.0	2.7	1.1	1.5	0.7	1.5	X	0.6	0.4	0.5	5.8
	AUC	8.2	4.4	1.8	2.5	1.2	2.5	1.6	X	0.6	0.8	9.5
	AUF	14.1	7.6	3.1	4.4	2.0	4.2	2.8	1.7	X	1.4	16.4
	ARW	10.2	5.5	2.2	3.2	1.4	3.1	2.1	1.3	0.7	X	11.9
	SF	0.9	0.5	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	X

[RAM 분석기준 사례]

구분	상세내용		비고
신뢰도	기계부품		NPRD-95/2011 유사제품비교
	전자부품	신뢰도 정보 미제공	EPRD-97 유사제품비교
		신뢰도 정보 제공	MIL-HDBK-217F(N2) 부품부하분석 (PSA)
	분석 소프트웨어		원제작사 제공자료 적용 Windchill Quality Solution 10.1
정비도	MIL-HDBK-472		
가용도	MIL-STD-1388-2B		
운용환경	환경조건	GM(Ground Mobile)	MIL-HDBK-338B
	온도조건	43°C (Worst case 적용)	운용 온도 : -32°C~43°C
	임무환산계수(Duty Cycle)	100 %	신규개발장비 적용
	단위환산계수(mile/hour)	1.0	

④ 데이터북의 값 선택은 분석계획의 기준에 부합하는가?

- MIL-HDBK-217F 및 NPRD 데이터북에서 부품의 고장률(λ_p) 계산을 위한 각 Parameter들이 정확하게 선정되었는지 점검함

* 전자부품 : 운용환경, 분석온도, 품질등급 부여, 전기적 특성 입력 시 분석 계획에 따라 정확하게 입력되었는지 확인

* 기계부품(비전자부품) : NPRD 분석절차나 분석계획의 신뢰도 적용 기준에 따라 고장률이 산출되었는지 확인

⑤ 제조사 품목 카탈로그의 속성이 모두 반영되었는가?

- 작동온도, Bits 수, Pin 수, Package type, 작동 전력, 열 저항, Capacitance 등 부품 카탈로그의 속성이 Windchill 분석에 반영되었는지 점검함

<Data Sheet>

Figure 1: 1Gb Mobile LPDDR Part Numbering

Micron Technology: MT 46 H 64M16 LF CK -5 L IT :A

Product Family: 46 = Mobile LPDDR

Operating Voltage: H = 1.81.8V

Configuration: 64 Meg x 16, 32 Meg x 32

Addressing: LF = Mobile standard addressing, LG = Reduced page-size option

Package Codes: CK = 10mm x 11.5mm, VFBGA, green; OM = 10mm x 13mm, VFBGA, green

Design Revision: A = First generation

Operating Temperature: Blank = Commercial (0°C to +70°C), IT = Industrial (-40°C to +85°C)

Power: Blank = Standard I_{DDQ}^{max} , L = Low-power I_{DDQ}^{max}

Cycle Time: -5 = 5ns *CK CL = 3, -54 = 5.4ns *CK CL = 3, -6 = 6ns *CK CL = 3, -75 = 7.5ns *CK CL = 3


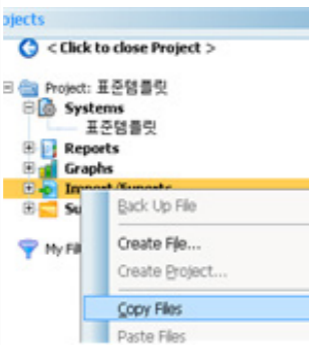
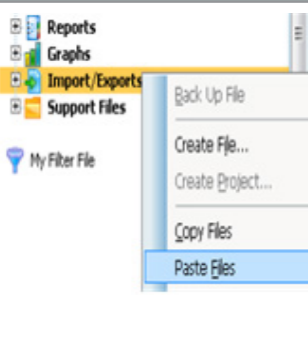
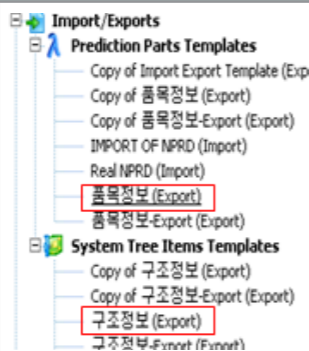
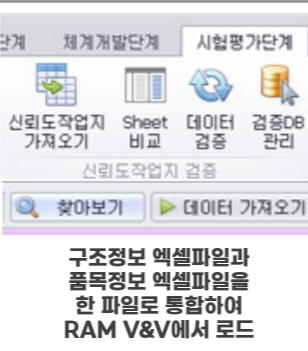
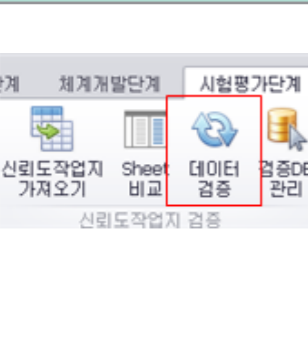
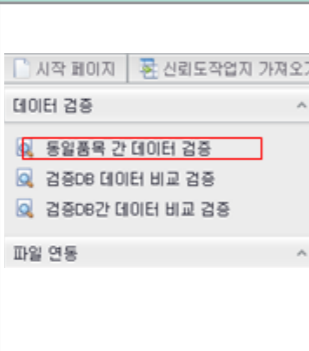

<Windchill input data>

Type	DRAM
Technology Type	CMOS
Quality Level	B-1
# of Bits	64
Pins	#
Package Type	Nonhermetic: DIPs, PGA, SMT
Years in Production	>=2.0
Initial Temp Rise	#.#
Operating Power	1.200
Thermal Resistance	28.000
Temperature Rise	33.6

⑥ 동일품목 간 예측모델 입력속성은 일관성 있는가?

☞ RAMV&V로 동일품목 간 부품 간 예측모델 입력속성의 일관성을 점검함

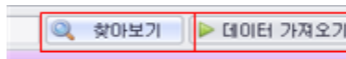
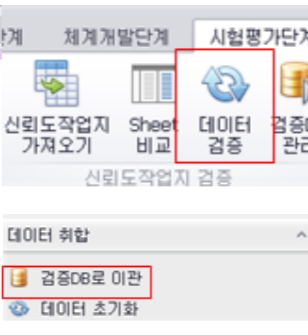
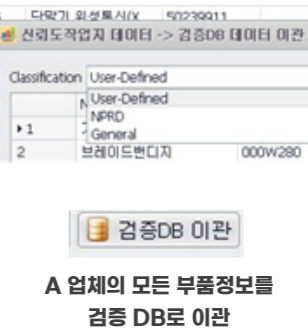
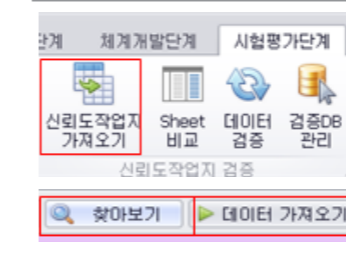
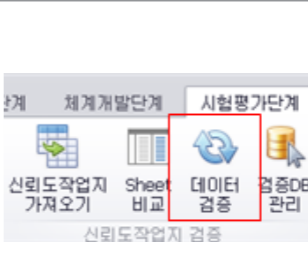
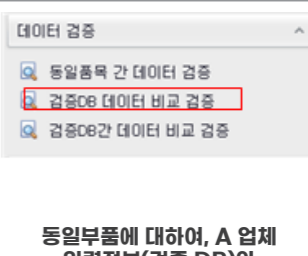
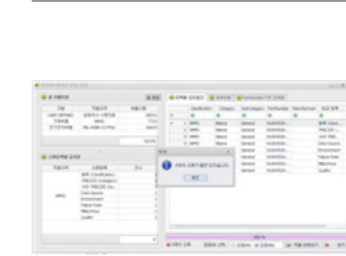
- 1) Windchill 원천자료에서 구조정보와 품목정보를 엑셀템플릿 형태로 Export한다.
- 2) 1)의 파일을 RAM V&V 시험평가단계 “신뢰도 작업지 가져오기”로 로드한다.
- 3) 동일품목 간 데이터 검증 수행하여 식별된 오류항목을 점검 한다.

	 <p>File>Team File>Open>rns 파일 로드</p>	
	 <p>구조정보 엑셀파일과 품목정보 엑셀파일을 한 파일로 통합하여 RAM V&V에서 로드</p>	
		

⑦ 시제품체 간 동일품목의 예측모델 입력속성은 일관성이 있는가?

☞ RAMV&V로 개발 참여 업체 간 품목 예측모델 입력속성의 일관성을 점검함

- 1) A 업체 신뢰도 작업지를 가져온 후 검증 DB로 이관한다.
- 2) B 업체 신뢰도 작업지를 가져온 후 검증 1)의 데이터와 비교한다.
- 3) 동일품목에 대한 업체간 입력속성 불일치 항목을 점검한다.

 <p>A 업체 신뢰도 작업지 가져오기</p>	 <p>검증DB로 이관</p>	 <p>A 업체의 모든 부품정보를 검증 DB로 이관</p>
 <p>B업체 신뢰도 작업지 가져오기</p>		 <p>동일부품에 대하여, A 업체 입력정보(검증 DB)와 B 업체 입력정보를 비교</p>
		

⑧ 이중화 적용품목의 신뢰도 산출값은 정확히 계산되었는가?

- ☞ 이중화구조 품목과 형태가 정확히 반영되었는지 점검함
- ☞ 장비의 수량과 정비율이 정확히 반영되었는지 점검함

<이중화구조 형태>

[Load Sharing]

- 정비를 고려하지 않은 이중화 품목에 대하여 적용
- 해당 구성품을 교환하는 행위를 수행할 때 체계임무가 중단될 경우 사용하며, 이중화 품목 모두 고장났을 경우 정비를 수행

$$R(t) = \sum_{n=k}^N \binom{N}{n} e^{-n\lambda t} (1 - e^{-\lambda t})^{N-n} \quad MTBF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

[Standby Redundancy]

- 이중화 품목 중 예비품의 전원 미 인가 상태의 대기구조에서 적용
- 고장품 교환 정비 수행 시 체계임무가 중단되지 않는 경우

$$MTBF = \frac{(L-D+1)}{\lambda D} + \sum_{j=1}^{L-D} \sum_{K=0}^{j-1} \frac{\prod_{n=K+1}^j \mu_n}{(D\lambda)^{j-K+1}}$$

[Active Redundancy]

- 이중화 품목 중 예비품의 전원을 인가하고 있는 대기구조에서 적용
- 고장품 교환 정비 수행 시 체계임무가 중단되지 않는 경우

$$MTBF = \sum_{j=0}^{L-D} \frac{1}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{L-D} \sum_{K=0}^{j-1} \left(\frac{\prod_{n=K+1}^j \mu_n}{\prod_{n=K}^j \lambda_n} \right)$$

- L : 총 수량
- D : 운용을 위해 필요한 수량
- λ : 고장률
- μ : 정비율 = 1/(MTTR+ALDT)

⑨ 전자부품은 디레이팅(Derating) 설계를 수행하였는가?

- ☞ RAM 분석계획에 따라 디레이팅 분석을 정확하게 수행하였는지 점검함

[디레이팅]

- 전체 수명기간 동안 나타날 수 있는 장비 내부의 온도 상승으로 인한 내부 회로 및 부품의 손상을 방지하기 위해 정격치 보다 낮은 스트레스 범위에서 동작시키는 것

<MIL-HDBK-1547A: ELECTRONIC PART 기준 소자별 Derating 값>

순번	CATEGORY	SUBCATEGORY	DERATING PARAMETER	
			PARAMETER	Maximum Rating
1	Integrated Circuit	Linear	Power Stress Ratio	0.8
2		Logic, CGA or ASIC	Power Stress Ratio	0.8
3		Microprocessor	Power Stress Ratio	0.8
4		EEPROM	Power Stress Ratio	0.8
5	Integrated Circuit	PAL, PLA	Power Stress Ratio	0.8
6		GaAs MMIC	Power Stress Ratio	0.8
7		Memory	Power Stress Ratio	0.8
8	Semi-conductor	Detector, Isolator, Emitter	Power	0.5
9		Si FET	Power	0.5
10		Diode	Voltage Stress Ratio	0.75
11		Transistor	Voltage	0.7
12		Microwave Diode	Power	0.5
13	Capacitor	Chip, Ceramic (CDR)	Voltage	0.5
14		Solid, Elec, Tant (CSR)	Voltage	0.5
15		General Ceramic (CK, CKR)	Voltage	0.5
16		Feed Through, Paper (CZ, CZR)	Voltage	0.5
17		Lead Mount, Elec, Alum (CE)	Voltage	0.5
18		Chassis Mount, Elec, Alum(CU,CUR)	Voltage	0.5
19	Resistor	Film (RL, RLR, RN, RNR, RM)	Power	0.5
20		Chassis Mount, WW Power(RE,RER)	Power	0.5
21		Composition (RC, RCR)	Power	0.5
22		Trimmer, Var NonWW (RJ, RJR)	Power	0.5
23		Film, Power (RD)	Power	0.5
24		Film, Var NonWW (RVC)	Power	0.5
25		Network Film (RZ)	Power	0.5

순번	CATEGORY	SUBCATEGORY	DERATING PARAMETER	
			PARAMETER	Maximum Rating
26	Inductor	ALL	Temperature, Junction	30
27	Connection	ALL	Temperature, Ambient	50
28	Relay	ALL	Cuttent Stress Ratio	0.4

- 1) 무기체계의 신뢰도 작업지(PSA작업지 등)에서 각 전자부품의 Derating Parameter 입력값을 확인한다.
- 2) 각 전자부품의 Data Sheet(Catalog)에 명시된 최대전력, 최대전압을 확인한다.
- 3) 각 전자제품의 신뢰도 작업지 입력 Parameter값이 각 Category에 따라 Maximum Rating 이내로 설계되었는지 확인한다.

⑩ 정비활동 소요시간은 객관적 기준을 적용하였는가?

☞ RAM 분석계획에 따라 관련기준을 적절하게 준용하였는지 점검함

* 예) MIL-HDBK-472에서 제공하는 시간기준에 따라 산출되었는지 확인

시간기준 목록에 없는 정비행위는 실제 데이터나 객관적인 근거(전문가, 운전자, 개발자의 의견 등)에 따라 산출되었는지 확인

⑪ 가용도는 산출된 신뢰도와 정비도 값을 이용하여 정확히 계산되었는가?

☞ 신뢰도, 정비도가 가용도에 정확히 반영되었는지 확인함

☞ 군수신뢰도(모든 부품의 예측값)와 임무신뢰도(임무필수 부품으로 재그룹 계산)로 구분하여 산출 하였는가

⑫ 업체가 수행한 신뢰성 시험결과가 정확히 반영되었는가?(필요시)

☞ (업체가 신뢰성 시험을 수행한 경우) 시험결과가 RAM분석 결과에 정확히 반영되었는지 점검함

04.3 RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 검토

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

⑬ 검증결과에 따라 부품의 고장률은 보수적으로 반영, 신뢰도를 재산출 하였는가?

☞ 단위고장률이 상이한 동일품목에 대하여 보수적 기준(단위고장률 최대값)을 적용하여 신뢰도를 산출함

⑭ 재산출한 신뢰도를 반영한 가용도는 목표값을 충족하는가?

☞ ⑬에서 보수적 기준을 적용하여 재산출된 신뢰도를 반영해 가용도 재산출하고 RAM 목표값 충족 여부를 점검함

○ 검토사례 #1. 00차량 탐색개발

① RAM 분석 산출물들의 내용은 서로 일치하는가?

☞ RAM 분석 산출물이 발간되기 전에 검토한 사례이므로 해당 없음

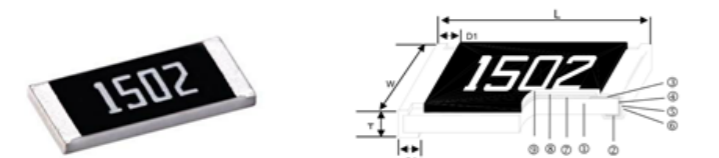
② 부품부하분석 예측모형 입력속성의 분류는 적절한가?

☞ 하위부품 "CR-03FL7-47K"의 입력속성 분류 확인, 이상 없음

[Data Sheet]

Thick Film Chip Resistor—CR Series

Construction



① Alumina Substrate	④ Edge Electrode (NiCr)	⑦ Resistor Layer (RuO ₂ /Ag)
② Bottom Electrode (Ag)	⑤ Barrier Layer (Ni)	⑧ Primary Overcoat (Glass)
③ Top Electrode (Ag-Pd)	⑥ External Electrode (Sn)	⑨ Secondary Overcoat (Epoxy)

- Category : Resistor
Subcategory : Film

[Windchill input data]

General Data

Part number:

Part classification:

Category:

Subcategory:

③ 환경, 온도인자는 분석계획의 기준에 부합하는가?

☞ 00차량의 환경, 온도인자 확인, 이상 없음

[RAM 업무계획서 : RAM 분석 적용 기준]

구분	상세 내용		비고
운용환경	환경조건	GM(Ground Mobile)	MIL-HDBK-338B
	온도조건	43°C (Worst case 적용)	운용 온도 : -32°C~43°C
	임무환산계수(Duty Cycle)	100 %	신규개발장비 적용
	단위환산계수(mile/hour)	1.0	

[[Windchill input data]

Calculation Data

Name:

Calculation model:

Method:

Temperature:

Temperature delta:

Environment, 217 / Telcordia:

Environment, dormant:

Duty cycle:

④ 데이터북의 값 선택은 분석계획의 기준에 부합하는가?

☞ "1N4937-E3_54" 부품의 품질등급 적용 기준 확인결과 이상 없음

⑤ 제조사 품목 카탈로그의 속성이 모두 반영되었는가?

☞ "1N4937-E3_54" 부품의 카탈로그 속성 확인결과 이상 없음

[RAM 업무계획서 : 품질등급 적용 기준]

구분	운용 온도별 품질 등급				
	0~70°C	-40~85°C	-55~125°C	NO DATA	
IC	COM(Lower)	B-1	B	COM(Lower)	
Semiconductor	COM(Lower)	JAN	JANTX	COM(Lower)	
Resistor	COM(Lower)	MIL	M	COM(Lower)	
Capacitor	COM(Lower)	MIL	L	COM(Lower)	
Inductor	Coil	COM(Lower)	MIL	P	COM(Lower)
	Transformer	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)
Switch	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)	
Relay	MECHANICAL	COM(Lower)	MIL	M	COM(Lower)
	Solid state, time delay	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)
Connector	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)	
Electronic Filter	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)	
Miscellaneous	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)	

[Data Sheet]

MAXIMUM RATINGS (T _A = 25 °C unless otherwise noted)							
PARAMETER	SYMBOL	1N4933	1N4934	1N4935	1N4936	1N4937	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage	V _{RRM}	50	100	200	400	600	V
Maximum RMS voltage	V _{RMS}	35	70	145	280	420	V
Maximum DC blocking voltage	V _{DC}	50	100	200	400	600	V
Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5 mm) lead length at T _A = 75 °C	I _{FAV}	1.0					A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	I _{FSM}	30					A
Maximum reverse recovery current	I _{RM}	2.0					A
Operating junction and storage temperature range	T _J , T _{STG}	- 50 to + 150					°C

[Windchill input data]

Prediction Data

Quality Level: JANTX

Diode Type: Switching

Operating Voltage: #.#.#

Rated Voltage: 600.00

Voltage Ratio: #.#

⑥ 동일품목 간 예측모델 입력속성은 일관성 있는가?

☞ 동일장비 내 동일품목 예측속성 확인결과 총 32건의 입력속성 오류 확인

[Failure Rate 오류 : 총 1건 확인]

구분	Part Number	Name	Failure Rate
System805	DCM3623T50T0680M70	전원공급기	0
System1766	DCM3623T50T0680M70	전원공급기	1.69532

[Thermal Resistance 오류 : 총 1건 확인]

구분	Part Number	Name	Failure Rate
System2622	SN74LVC1G08DBVR	집적회로,디지털형	154.200
System2814	SN74LVC1G08DBVR	집적회로,디지털형	145.200

[Temperature Rise 오류 : 총 30건 확인]

구분	Part Number	Name	Failure Rate
System568	K4T1G164QG-HCE7,SAMSUNG, 1Gbit, 84ball FBGA	메모리	0
System1529	K4T1G164QG-HCE7,SAMSUNG, 1Gbit, 84ball FBGA	메모리	0.6

⑦ 시제업체 간 동일품목의 예측모델 입력속성은 일관성이 있는가?

☞ 업체 간 예측속성 확인결과, 총 546건의 일관성 오류 확인

[동일 품목의 예측속성 입력값 상이]

- 헬리컬코일 계열 부품(MA3279-101, 102, 104, 105, 140) 분류(Classification)

① 00장치 : NPRD ↔ ② 00장치 : User-Defined

- 헬리컬코일 계열 부품(MA3279-101, 102, 104, 140) 카테고리(Category)

① 00장치 : Insert ↔ ② 00장치 : Fasteners and Hardware

- 동일품목 Quality Level

· 캐패시터(CL10B104KB8NUNC) - ① 00장치 : M / ② 00장치 : L

· 저항(RC0603JR-070RL, WR06X-101JTL, 332JTL, 472JTL 등) - ① 00장치 : P / ② 00장치 : M

- 볼트(KS B 1003 계열), 나사(KS B 1023 계열) Tensile Strength, Endurance Limit

Part Number	Name	비교항목	00장치 (A업체)	00차량 (B업체)
KS B 1003 M3X8-A2-50	6각 구멍볼트	Tensile Strength	145.038	72.519
		Endurance Limit	58.0115	36.259

⑧ 이종화 적용품목의 신뢰도 산출값은 정확히 계산되었는가?

☞ 해당 없음

⑨ 전자부품은 Derating 설계를 수행하였는가?

☞ 하위부품의 Power Stress Ration 불만족 사례 확인

[부품 MP1593_SOIC08의 Operating power Derating Maximum rating 초과 식별]

Part Number	구분	power(W)	확인결과	System Tree
MP1593_SOIC08	작업지 입력값	Operating 5 / 2.25	불만족	System608 System1525 System1569
	Data Sheet	Max. 0.0036		

⑩ 정비활동 소요시간은 객관적 기준을 적용하였는가?

☞ 신뢰도 분석결과에 대한 검증만 수행하였으므로 해당 없음

⑪ 가용도는 산출된 신뢰도와 정비도 값을 이용하여 정확히 계산되었는가?

☞ 신뢰도 분석결과에 대한 검증만 수행하였으므로 해당 없음

⑫ 업체가 수행한 신뢰성 시험결과가 정확히 반영되었는가? (필요시)

☞ 해당 없음

⑬ 검증결과에 따라 부품의 고장률은 보수적으로 반영, 신뢰도를 재산출 하였는가?

☞ 단위고장률 상이품목의 보수적 기준적용, 재산출

[부품 MP1593_SOIC08의 Operating power Derating Maximum rating 초과 식별]

- 00장치(0.4Hr 감소) : (수정 전 MTBF) - 368.8Hr / (수정 후 MTBF) - 368.4Hr

- 00장치(0.1Hr 감소) : (수정 전 MTBF) - 730.1Hr / (수정 후 MTBF) - 730.0Hr

⑭ 재산출한 신뢰도를 반영한 가용도는 목표값을 충족하는가?

☞ 해당 없음





획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

V. 신뢰성시험 대상품목 검토

01. 관련규정
02. 검토시기
03. 신뢰성 시험 대상 선정
04. 업무 체크리스트

PART
05



V 신뢰성시험 대상품목 검토

01 관련규정

[방위사업관리규정]

제79조(체계개발 내용)

- ① 주요장비, 부체계 및 핵심부품·구성품과 핵심기술들을 통합하여 시제품을 제작하고, 이 과정을 통하여 핵심부품·구성품으로부터 완성체계까지의 성능을 검증하며, 부체계들 간의 인터페이스 문제 해결과 체계통합의 기술적 위험도를 감소시킨다. 이 경우 핵심부품·구성품은 체계개발계획 수립 단계에서 고장유형영향 및 치명도 분석 결과, 창정비 대상품목 및 부품단종 등을 고려한 사업/체계별 특성에 맞는 핵심부품·구성품 선정 기준(신뢰성, 정비성 등)을 수립하고 이에 따른 핵심부품·구성품을 선정한다.

[무기체계 RAM 업무지침]

제6조(업무분장)

- ④ 전문연구기관

2. 국방기술품질원

- 라. 신뢰성시험 대상품목 검토, 시험항목 및 시험기준 검토, 시험결과 검증 등
신뢰성업무 전반에 대한 기술지원

제20조(업무기준)

- ③ 신뢰성 시험은 설정된 RAM 목표값을 기준으로 핵심부품·구성품의 고장 취약점을 성능시험, 환경시험, 수명시험 등을 통해 확인하는 업무를 말한다.
⑥ 통합사업관리팀장은 신뢰성 시험의 기준, 절차, 방법, 시험일정 및 비용을 신뢰성 시험 계획 수립단계에 신뢰성 센터에 검토 요청하여야 하며 이 경우 신뢰성센터는 통합사업 관리팀장의 의견을 반영하여 사업의 일정과 비용 등에 문제가 없도록 검토하여야 한다.

02 검토시기

- PDR 시점 : FMEA 결과를 활용하여 신뢰성 시험 대상 품목 식별 및 계획 수립시 신뢰성시험 대상 적절성

03 신뢰성 시험 대상 선정

- 신뢰성시험 대상은 핵심부품·구성품으로 선정됨 (RAM업무 지침 20조 ⑥)
- 핵심부품·구성품 의 선정기준은 고장유형영향 및 치명도 분석결과(이하 FMECA), 창정비대상 품목 및 부품 단종 등을 고려한 사업체계별 특성 등을 고려하여 기준 설정(방위사업관리규정 제 79조 ①)
- 핵심부품·구성품 선정기준에 따라 체계 하위 부품 중에 대상을 선정함

04 업무 체크리스트

순	구분	내용
1	선정기준의 적절성 검토	핵심부품·구성품 선정기준에서 FMECA에서의 선정기준은 적절한가?
2		핵심부품·구성품 선정기준에서 창정비 대상품목의 선정기준은 적절한가?
3		핵심부품·구성품 선정기준에서부품 단종 등의 선정기준은 적절한가?
4		핵심부품·구성품 선정기준에서사업체계별 특성 선정기준은 적절한가?
5		각각의 선정기준이 중첩되었을 때의 선정방법이 있는가?
6	대상선정의 적절성 검토	FMECA의 위험등급, 고장률, 발생가능성의 작성은 관련근거에 따라 타당하게 작성되어 있는가?
7		FMECA의 핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되어 있는가?
8		창정비 대상품목에서 SMR코드는 제시하고 있는가?
9		창정비 대상 품목에서 핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되었는가?
10		부품 단종 품목에서핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되었는가?
11		사업체계별 특성을 반영한 핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되었는가?
12		핵심부품·구성품으로 선정된 대상이 시험 가능한 것인가?(일정 등)

04.1 선정기준의 적절성 검토

○ 기본 개념 : 핵심부품·구성품의 선정은 FMECA¹⁵, 창정비 대상품목, 부품단종, 사업체계별 특성을 고려하여 선정기준을 설정해야 하며, 선정기준 설정시 모호한 기준을 선정하지 않도록 하는 것이 필요

* 예를들어 “선정기준 정립시 단순히 FMECA 등으로 선정하다” 보다는 “FMECA의 RPN¹⁶값이 가장 높은 품목으로 선정 또는 위험등급으로 2등급으로 함” 으로 기준을 정확히 설정하도록 검토 필요

* 검토 내용에서 선정기준의 설정은 개발기관이 수행하는 내용으로 선정기준의 적절성은 판단 대상이 아니며 기준 설정이 되어있는지의 절차적 내용을 검토하는 것임

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

① 핵심부품·구성품 선정기준에서 FMECA에서의 선정기준은 적절한가?

☞ FMECA에서 핵심부품·구성품의 선정기준 유무 확인

* 핵심부품·구성품 선정기준에서 FMECA를 선정하지 않은 경우, 기술적으로 타당한 근거가 명시되어 있는지 확인

* 핵심부품·구성품의 선정기준에 FMECA를 사용하게 되어 있는 경우, RPN이나 위험등급 0 등급 이상으로 하는지에 대한 기준이 정립되어 있는지 유무를 확인해야 함

* 위험등급이나 RPN기준을 지나치게 높게 하여 1건의 핵심부품·구성품도 없지 않게 하였는지 확인 필요(1건 이상 품목 선정 필요)

② 핵심부품·구성품 선정기준에서 창정비 대상품목의 선정기준은 적절한가?

☞ 창정비에서 핵심부품·구성품의 선정기준 유무 확인

* 핵심부품·구성품 선정기준에서 창정비를 선정하지 않은 경우, 기술적으로 타당한 근거가 명시되어 있는지 확인

* 핵심부품·구성품의 선정기준에 창정비를 사용하게 되어 있는 경우, 정비계단 중 어느 단계 이상에서 선정해야 하는지에 대한 기준이 정립되어 있는지 확인해야 함

③ 핵심부품·구성품 선정기준에서 부품 단종 등의 선정기준은 적절한가?

☞ 부품단종 품목에서 핵심부품·구성품의 선정기준 유무 확인

④ 핵심부품·구성품 선정기준에서 사업체계별 특성 선정기준은 적절한가?

☞ 사업체계별 특성 선정기준 유무 확인

⑤ 각각의 선정기준이 중첩되었을 때의 선정방법이 있는가?

☞ 4개의 선정기준이 있을 경우 중첩되거나 독립적으로 품목이 선정될 경우 어떠한 우선순위로 최종으로 품목을 선정할 것인지에 대한 선정 필요

04.2 대상선정의 적절성 검토

○ 기본 개념 : 핵심부품·구성품의 선정 기준에 따라 대상체계(제품)에 대하여 핵심부품·구성품을 선정함

* 기술검토시 핵심부품·구성품 대상이 선정기준에 따라 선정된 품목을 시험을 고려해야 하므로 목표 신뢰도와 신뢰수준을 고려할 때 시험시간을 검토하여 방위사업청 사업관리팀에 별도로 통보 필요

⑥ FMECA의 위험등급, 고장률, 발생가능성의 작성은 관련근거에 따라 타당하게 작성되어 있는가?

☞ FMECA의 고장률 및 발생가능성에 대한 관련 근거자료가 유무

* FMECA상에서 고장률 데이터를 관련근거(MIL, 아전운용제원 분석 자료 등)의 제시를 확인해야함

⑦ FMECA의 핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되어 있는가?

☞ 핵심부품·구성품 선정기준(FMECA)에 따라 품목/부품이 선정의 적절성 확인

⑧ 창정비 대상품목에서 SMR코드는 제시하고 있는가?

☞ 창정비 대상품목에 대하여 창정비 분류 기호인 SMR코드를 제시 유무 확인

⑨ 창정비 대상 품목에서 핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되었는가?

☞ 핵심부품·구성품 선정기준(창정비)에 따라 품목/부품이 선정의 적절성 확인

⑩ 부품 단종 품목에서 핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되었는가?

☞ 핵심부품·구성품 선정기준(부품단종)에 따라 품목/부품이 선정의 적절성 확인

⑪ 사업체계별 특성을 반영한 핵심부품·구성품 선정은 적절하게 되었는가?

☞ 핵심부품·구성품 선정기준(사업체계별 특성)에 따라 품목/부품이 선정의 적절성 확인

⑫ 핵심부품·구성품으로 선정된 대상이 시험 가능한 것인가?(일정 등)

☞ 시험 수량과 신뢰수준 60%로 할 때 계략적으로 시험일정이 어느 정도인지 확인하여 방위사업청에 구두로 사전 통보 필요

* 개발기관에서 시료비용을 이유로 하위 부품(LCN 5level 이상)등을 선택하는 경우 시료비용은 감소하나, 시험기간 및 시제 증가로 시험비용이 증가할 수 있음을 사업관리기관에 통보 필요

15. FMECA : 고장모드 영향도 및 치명도 분석

16. RPN : 위험 우선 순위



획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

VI. 핵심부품 구성품 신뢰성시험계획 검토

01. 관련규정
02. 검토시기
03. 신뢰성 시험 대상 선정
04. 업무 체크리스트
05. 시험 결과 및 후속조치

PART
06



VI 핵심부품 구성품 신뢰성시험계획 검토

01 관련규정

[무기체계 RAM 업무지침]

제6조(업무분장)

④ 전문연구기관

2. 국방기술품질원

라. 신뢰성시험 대상품목 검토, 시험항목 및 시험기준 검토, 시험결과 검증 등

신뢰성업무 전반에 대한 기술지원

제20조(업무기준)

④ 통합사업관리팀장은 신뢰성 시험의 기준, 절차, 방법, 시험일정 및 비용을 신뢰성 시험계획 수립단계에 신뢰성 센터에 검토 요청하여야 하며 이 경우 신뢰성센터는 통합사업관리팀장의 의견을 반영하여 사업의 일정과 비용 등에 문제가 없도록 검토하여야 한다.

○ CDR 시점 : 핵심부품 구성품에 대한 신뢰성시험 계획서 작성시

02 검토시기

○ PDR 시점 : FMEA 결과를 활용하여 신뢰성 시험 대상 품목 식별 및 계획 수립시
신뢰성 시험 대상 적절성

03 신뢰성 시험 대상 선정

- 신뢰성시험 대상은 핵심부품·구성품으로 선정됨 (RAM업무 지침 20조 ⑥)
- 핵심부품·구성품의 선정기준은 고장유형영향 및 치명도 분석결과(이하 FMECA), 창정비 대상 품목 및 부품 단종 등을 고려한 사업체계별 특성 등을 고려하여 기준 설정 (방위사업관리규정 제79조 ①)
- 핵심부품·구성품 선정기준에 따라 체계 하위 부품 중에 대상을 선정함

04 업무 체크리스트

순	구분	내용
1	수명시험 설계 검토	관련 문서의 최신 규격은 적용하였는가?
2		적용 규격의 환경시험 기준과 현재의 환경시험으로 제시된 시험 조건이 같거나 더 가혹한가?
3		동일한 환경시험에 대하여 여러 적용규격이 제시되어 있는 경우 가장 가혹한 조건으로 시험 조건이 설정된 것인가?
4		환경시험을 위한 시험 장비가 시험조건에 부합하는가?
5		운용환경이 실제 장비의 운용환경을 반영한 것이 적절하게 되어 있는가?
6		스트레스 인자와 운용환경이 적절하게 반영되어 수명시험이 설계되어 있는가?
7		고장현상이 스트레스 인자에 의한 영향인지를 고장메커니즘으로 제시하는가?
8		요구되는 요구사항과 제시되는 설계 인자가 적절하게 되어 있는가?
9		신뢰수준, 시료수, 허용 고장수가 목표신뢰도를 달성하기에 타당한가?
10		제시된 시료수, 허용 고장수에 따라 시험시간이 계산이 정확한가?
11		가속계수는 적절하게 되어 있는가?
12		가속인자가 수명시험인자에 영향성은 없는지?
13		가속수명시험을 수행하는 경우 가속성이 입증되는지?
14	시험준비 검토	시험장비 규격이 환경시험 및 수명시험에 수행할 수 있는 범위에 있는가?
15		기능/성능 검사 장비의 규격이 시험 방법에서 타당한가?
16		시험 수행시 시험기록 데이터로 시험의 고장을 확인 할 수 있는가?
17		표준시험 조건이 적용기준의 시험환경 조건과 일치 하는가?
18		시험환경의 구성에서 시험소요 장비가 적절하게 구성되어 있는가?
19		시험환경으로 고장을 확인할 수 있는가?
20		시험설계 요구사항이 시험조건을 만족하는가?
21		육안검사가 있을 경우 육안검사의 판정기준이 모호한지?
22	시험절차 검토	고장판단을 수행하는 기준을 점검할 수 있는가?
23		시험수행 과정에 대하여 시험 프로파일을 모니터링 하고 있는가?
24		시험과정 중 고장판단을 수행하였을 때, 고장시점의 정의는 무엇인가?
25		시험을 중단하는 기준은 명확하고 객관적으로 판단할 수 있는가?
26		시험 품종 일부의 고장 발생시 조치 방안이 명시되어 있는가?
27		고장의 정도(일부 고장, 오동작)를 구분하는 경우에 조치 방법이 다른가?
28		시험자가 시험 중단시 수행해야할 사항 및 사업관리기관에서 조치 해야할 사항이 명시되어 있는가?
29		시험프로파일이 시험기준에 부합하는가?
30		길이, 압력 등 계측기로 측정하는 경우나 측정 값의 허용오차가 있는가?
31		시험평가 수행시의 안전에 관한 체크리스트가 있는가

순	구분	내용
32	시험 결과 및 후속조치	시험 종료후 시험품의 정상상태 유무를 확인하는 절차가 있는가?
33		시험 전체과정에 대한 데이터를 취합정리하는 보고서 작성이 요구되는가?
34		고장발생시 절차가 있을 경우 시험수행 재개 방안이 명시되었는가?
35		고장발생시 현재까지의 시험결과 및 시료의 처리 방안은 있는가?
36		고장원인에 대한 원인 규명 및 보완 조치 사항의 자료화는 되어 있는가?
37		허용고장이 있는 경우 목표하는 신뢰도와 신뢰수준을 만족하는가?
38		고장판단 및 정의기준이 객관적(수치적)으로 작성되어 있는가?
39		시험중 고장 발생시점을 확인할 수 있는 기록이 있는가?
40		고장발생시 고장보고를 수행하는 양식이 있는가?

☞ 적용 규격 간에 동일한 환경시험 방법이 있는 경우, 개발기관에서 기관에 유리한 기준을 인용하는 경우가 있음. 특히 특정 절차(기준)만 특정 기준에서 가져오는 것을 확인해야 하며, 기준 인용시 절차 전체를 인용하도록 권고

④ 환경시험을 위한 시험 장비가 시험조건에 부합하는가?

☞ 환경시험에서 제시되는 조건(온도/습도 등의 범위, 변화율, 대기조건 등)을 현재 시험장비의 성능 범위 인지 확인

* 시험 규격과 시험장비의 성능이 상이한 경우가 있으므로 시험가능성 여부를 확인

04.1 환경시험 조건 검토

○ 기본 개념 : 핵심부품 · 구성품의 신뢰성시험 계획에서 환경시험이 규격에 제시된 시험 조건에 부합하며, 시험을 수행할 수 있는지 확인

* 하나의 환경시험에 대하여 여러규격을 인용하는 경우, 시험설계자가 편의상에 여러 규격에서 각 시험 기준을 취합하여 시험계획을 설계하지 않도록 검토필요

* 시험조건에 대하여 시험장비가 수행할 수 있는 시험인지에 대한 시험 수행가능성에 대한 기술검토 필요

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

① 관련 문서의 최신 규격은 적용하였는가?

☞ 시험관련 인용 규정이 최신화 문서인지 확인

② 적용 규격의 환경시험 기준과 현재의 환경시험으로 제시된 시험 조건이 같거나 더 가혹한가?

☞ 환경시험의 제시 기준이 적용규격이 아닌 규격에 없는 새로운 방법일 경우, 새로운 방법이 기존 적용 규격보다 강화된 기준인지 확인

* 개발 장비의 실제 환경시험 조건을 모사하여 새롭게 환경시험 등의 시험 조건을 만드는 경우, 기존 방법 대비 가혹조건여부 확인

③ 동일한 환경시험에 대하여 여러 적용규격이 제시되어 있는 경우 가장 가혹한 조건으로 시험 조건이 설정된 것인가?

04.2 수명시험 설계 검토

○ 기본 개념 : 수명시험의 설계가 제품 운용요구 사항(운용환경, 환경 스트레스 조건, 운용 방식)을 반영하여 요구되는 신뢰도와 신뢰수준에 맞게 설계되어 있는지 확인

- * 수명시험 설계에 대한 부분은 전문적인 기술검토가 요구되므로 민군 신뢰성 업무 실무협의회를 통하여 기술적인 검토가 필요
- * 운용환경의 경우, 군의 운용환경 및 작전운용성능설정기준(교육사령부)의 자료 등을 참고하여 작성이 필요하며, 신규 개발 장비로 운용환경의 자료가 없을 경우 현재의 체계개발시의 운용환경을 설정한 자료 근거에 맞추어 검토가 필요
- * 환경 스트레스 조건 및 운용방식을 고려한 주요 고장인자의 설정이 필요
- * MIL-STD-690에 따라서 신뢰수준과 목표된 신뢰도에 맞는 수명시험시간을 설정하였는지 검토가 필요하며, 가속시험의 경우 가속성 검증 부분을 어떤 방식으로 하였는지에 대한 확인 필요

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

⑤ 운용환경이 실제 장비의 운용환경을 반영한 것이 적절하게 되어 있는가?

- ☞ 수명시험 설계에서 운용환경이 실제 장비의 운용환경을 반영하여 설계되었는지 확인
- * 운용조건에서 완전 밀폐가 아닌 경우 밀폐로 가정하여 특정 환경조건을 배제하는 경우가 있으므로 환경조건과 운용조건을 비교가 필요함

⑥ 스트레스 인자와 운용환경이 적절하게 반영되어 수명시험이 설계되어 있는가?

- ☞ 운용환경에 따라 스트레스 인자를 결정하도록 되어 있는데 스트레스 인자가 일반적으로 제시 되는 기준의 스트레스 인자를 가지고 있는지, 특정 인자에 가중치를 부여하는 것은 아닌지 확인
- * 시험 설계 축소를 위해 특정 인자를 가장 위험도 높은 인자로 설계하는 경우가 있으므로 스트레스 인자에 대한 검토

⑦ 고장현상이 스트레스 인자에 의한 영향인지를 고장메커니즘으로 제시하는가?

- ☞ 수명시험 설계에서 가장 치명적인 영향을 주는 인자를 찾게 되면 고장메커니즘을 통한 발생할 수 있는 고장 현상을 제시하는지 확인
- * 특정 시험을 대상으로 수명시험을 설계할 경우 특정 고장만을 가정하게 되며, 이 경우 고장현상과 스트레스 인자의 상관관계가 뚜렷하지 않게 되므로 고장메커니즘의 유무를 확인하여 인과관계 확인

⑧ 요구되는 요구사항과 제시되는 설계 인자가 적절하게 되어 있는가?

- ☞ 운용환경과 스트레스 인자, 등을 고려하여 도출된 수명 설계인자와 요구사항의 범위에 있는지 확인
- * 수명설계 인자의 수명시험 조건범위가 설계요구조건 범위를 벗어나지 않도록 제한

⑨ 신뢰수준, 시료수, 허용 고장수가 목표신뢰도를 달성하기에 타당한가?

- ☞ 현재 제시된 값으로 RAM 목표값(할당값)을 만족할 수 있도록 시험이 설계되어 있는지 확인

- * 신뢰성시험의 목표는 RAM 목표값을 달성되는지를 시험을 통하여 확인하는 것이므로 시험으로 이를 확인할 수 있는지 확인

⑩ 제시된 시료수, 허용 고장수에 따라 시험시간이 계산이 정확한가?

- ☞ 제시되는 신뢰도, 신뢰수준, 시료수, 허용고장수로 목표신뢰도의 달성이 가능한지 확인
- * 종합군수지원 개발 실무지침서 등을 참고하여 시험기간 설정의 적절성 확인

⑪ 가속계수는 적절하게 되어 있는가?

- ☞ 가속계수를 지나치게 높은 값의 여부 확인 필요(통상 100이하)하며, 낮을수록 현재 상태를 반영하므로 낮은 가속계수를 갖도록 의견제시 필요
- * 시험시간 단축을 위하여 가속계수를 매우 높은 값으로 하는 경우가 있으며, 이 경우 가속성 검증이 어렵거나, 물리적으로 해당 제품의 파손이 발생할 수 있으므로 가속계수가 지나치게 높은지 확인

⑫ 가속인자가 수명시험인자에 영향성은 없는지?

- ☞ 가속인자와 수명시험 인자는 서로 다른 속성을 가진 요소여야 하나, 가속인자가 지나치게 높아지거나, 수명시험 인자와 특정 시험범위에서 영향을 주는지 확인
- * 예를 들어 전자회로에서 온도가 가속인자인 경우, 단순 시험인자는 제어 신호의 반응시간일 경우, 온도에 따라서 반도체 반응속도가 변화하게 되므로 가속시험의 인자가 시험인자에 영향을 미치게 되므로 이에 대한 확인

⑬ 가속수명시험을 수행하는 경우 가속성이 입증되는지?

- ☞ 가속수명시험을 수행하는 경우 가속성 검증을 한 관련 근거자료가 있는지 확인

04.3 시험 준비단계 검토

○ 기본 개념 : 신뢰성 시험계획에 따라서 시험을 수행하기 위한 장비와 환경 조건이 구성되어 있는지 확인하고 고장을 확인하는 방법과 데이터로 기록하는 방법을 검토함

- * 시험계획의 시험 조건을 시험장비가 만족하는지 유무 확인 필요하며 특히, 온도나 압력 등의 변화가 있을 경우 상승시간 등이 규격 요구조건에 맞는지 확인 필요
- * 시험환경 조건이 제시된 경우, 규격상의 시험 환경과 일치하는지 확인 필요
- * 현재 시험장비 및 환경 조건으로 시험과정 중에 고장을 확인할 수 있도록 구성되어 있는지 검토 필요

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

14 시험장비 규격이 환경시험 및 수명시험에 수행할 수 있는 범위에 있는가?

☞ 수명시험 및 환경시험을 수행하는 과정에서 고장을 측정하기 위하여 성능, 기능을 점검하기 위한 점검 장비를 사용하는 경우가 있는데 해당 장비가 이를 수행할 수 있는 성능을 가지고 있는지 확인

15 기능/성능 검사 장비의 규격이 시험 방법에서 타당한가?

☞ 기능/성능 검사 장비의 규격이 시험 방법상에서 측정 및 기록하는데 타당한 방법인지에 대한 확인(다른 측정방법이 효과적인지 확인)

* 주기적으로 자동으로 점검하는 장비의 경우, 시험자가 없는 동안 점검을 수행하여 고장이 발생되면, 시험을 멈추는 기능이 있는지, 시험자가 있더라도 장비 점검 결과를 확인하지 못하는 경우에(인지적 오류), 시험결과가 기록으로 남는지 확인

16 시험 수행시 시험기록 데이터로 시험의 고장을 확인할 수 있는가?

☞ 시험 수행시, 시험조건(환경 조건 등), 고장을 확인하기 위한 점검 등을 수행한 기록이 자동으로 기록되는지, 기록을 손, 조작할 수 없는지에 대한 확인

17 표준시험 조건이 적용기준의 시험환경 조건과 일치 하는가?

☞ 적용기준의 표준시험 조건이 현재 시험환경에서의 환경조건과 일치하는지 확인, 적용기준에 따라 상온의 범위가 다른 경우가 있음

18 시험환경의 구성에서 시험소요 장비가 적절하게 구성되어 있는가?

☞ 시험장비 목록과 시험에 소요되는 장비 구성도가 일치하는지 여부 확인, 측정 장비의 조건을 고려할 때 장비의 구성도가 적절한지 확인

* 측정장비의 경우 계측기 일 경우 상온조건에서 측정이 수행되도록 권고

19 시험환경으로 고장을 확인할 수 있는가?

☞ 제시되는 시험환경으로 고장을 확인할 수 있는 방법의 적절성 확인

* 예를 들어 시험환경에서 고장을 점등 주기로 확인하는 경우에 온습도 챔버 내에서 점등 주기를 육안으로 확인하도록 되어 있다면, 챔버 외부로 신호를 반출하여 확인할 수 있도록 장치 구현 필요(확인 및 기록)

20 시험설계 요구사항이 시험조건을 만족하는가?

☞ 적용규격에서 제한하는 요구사항과 시험조건이 일치하는지 여부를 확인

* 예를 들어 적용 규격에서 챔버 내 온도 유지를 위하여 안정화 시간을 갖는 경우 현재 시험조건에서 안정화 시간을 시험프로파일 상에 있는지 확인

04.4 시험절차 검토

○ 기본 개념 : 시험 절차상에서 고장을 판단할 수 있는 기준의 명확성을 검토하고, 고장이 발생 되었을 경우 수행해야 하는 절차를 명시하고 있는지를 검토해야하며, 시험설계 조건을 시험절차에서 반영하고 있는지에 대한 확인이 필요함

* 고장을 판단하는 방법이나 기준이 객관적으로 확인할 수 있고 판단할 수 있는지에 대하여 검토가 필요함(애매한 표현 지양)

* 시험 절차는 시험 수행과정 중에 특이점(정상 이벤트 이외의 사항)이 발생되었을 때, 시험의 중단 여부를 명확하고 객관적(보수적)으로 판단할 수 있도록 작성되어야함

* 시험 중 고장 발생시 고장의 정도에 따라 시험의 중단, 정비/교환후 재시험 등의 절차가 나누어져 있을 경우, 고장의 정도를 판단할 수 있는 기준이 명시적으로 작성되어 있는지 검토 필요

* 시험을 수행하는 사람이 고장이 발생하였을 경우 수행해야하는 조치가 작성되어 있어야하며, 고장 결과의 기록 및 사업관리관 등에 통보하여 후속조치 등에 대한 사항이 명시되어 있는지 확인 필요

* 시험절차에서 시험조건 프로파일이 제시된 경우, 시험조건 프로파일이 수명 시험시에 설계된 시험 조건에 부합하는지 확인이 필요함

* 시험과정에서 계측기를 사용하는 경우 측정의 허용오차등이 표시되어 있는지, 합부 판정 기준에 수치 값에 대한 내용이 있을 경우 허용오차의 표시 확인 필요

* 시험평가 수행시 안전에 유의사항(폭발, 인명손상)이 있을 경우 이에 대한 표시 확인 필요

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

21 육안검사가 있을 경우 육안검사의 판정기준이 모호한지?

☞ 육안 검사의 경우, 상태 양호 등의 모호한 표현 보다는, 기계적 파손(크랙, 단락 등)이 없을 것, 육안상 부풀어 오름이 없을 것, 시험초기와 비교하여 외관상 차이가 없을 것 등 객관적으로 판단하는 기준제시 필요

* 육안 검사로 외관을 보는 경우, 사진 등을 통하여 시험결과를 기록하도록 권고

22 고장판단을 수행하는 기준을 점검할 수 있는가?

☞ 고장판단을 수행하는 기준을 측정값으로 하는 경우 기준을 측정하는 장비 등이 있을 경우 이를 확인할 수 있는 방법이 유무 확인

* 전압을 전압계로 계측하는 경우 전압계를 검교정 받았는지, 유무를 확인해야하며, 이러한 절차가 있는지 확인 필요하며, 시험 과정 중 부식 등으로 인하여 측정 장치의 파손이 우려되는 경우 측정 장치를 주기적으로 교정하는 방법이 제시되는지 확인

23 시험수행 과정에 대하여 시험 프로파일을 모니터링 하고 있는가?

☞ 시험수행 과정에서 환경조건의 변화를 측정하고 저장하는지 유무를 확인

* 일반적인 환경(온도, 습도 등)챔버의 경우 내부 환경변화를 시간의 기록으로 저장하므로 이를 결과에 포함해야함. 측정 값에 대한 기록지를 결과서에 첨부하도록 하며, 조작 및 훼손의 가능성 유무를 확인해야함

㉔ 시험과정 중 고장판단을 수행하였을 때, 고장시점의 정의는 무엇인가?

☞ 고장판단을 확인하기 위해 주기적으로 점검하는 경우 현재시점에서 고장이 확인된 경우, 고장을 어떤 시점에서 정의하는지 확인

* 이전 점검시점까지가 정상 시점으로 확인하는 것으로 고장시점 정의하는 것이 기본임

㉕ 시험을 중단하는 기준은 명확하고 객관적으로 판단할 수 있는가?

☞ 시험을 중단하는 기준이 정확하게 명시되어 있는지 확인 필요

* 예를 들어 시험기간이 장기간이어서 1일 시험시간이 제한되는 경우 등 시험과정 중 필수적인 시험 중단이 있는 경우 이를 명시하는지 확인

* 고장으로 인하여 시험을 중단하는 경우 시험자가 명확하게 중단을 결정할 수 있는지 명시필요(모호한 표현(가능하다고 판단되는 경우 시험을 수행)의 명확화(정상동작 이외의 현상 발생시 시험 중단))

㉖ 시험품 중 일부의 고장 발생시 조치 방안이 명시되어 있는가?

☞ 시험과정에서 시료 중 일부 시료에서 고장이 발생하였을 경우, 고장품을 제외하고 지속시험을 수행하는지, 고장품의 수량에 따라 시험시간을 늘려서 수행하는지 여부가 명시되어 있는지 확인

㉗ 고장의 정도(일부 고장, 오동작)를 구분하는 경우에 조치 방법이 다른가?

☞ 고장의 정도를 구분하는 경우 일부 고장과 오동작을 구분하는 방법이 명확하게 제시되었는지 확인(발생될 수 있는 모든 상황 표현, 모호한 표현 제외)

* 예를 들어 점등으로 고장을 판단하는 경우, 점등 간격 변화는 일부 고장, 미점등은 오동작일 경우, 지속점등은 어떻게 해야 하는지에 대한 표현 필요

㉘ 시험자가 시험 중단시 수행해야할 사항 및 사업관리기관에서 조치 해야 할 사항이 명시되어 있는가?

☞ 고장 발생으로 시험 중단시 시험자가 수행해야하는 조치사항(사업관리 부서 통보, 시험중단 후 시료 보관 등)은 명시되어 있는지 확인, 사업관리기관의 경우에는 시험 중단 후 후속조치 계획 명시

㉙ 시험 종료 후 시험품의 정상상태 유무를 확인하는 절차가 있는가?

☞ 시험 종료 후 시험품에 대한 정상상태를 확인하는 절차가 있는지, 시험 확인 절차로 정상상태여부를 확인할 수 있는지 확인

㉚ 시험 전체과정에 대한 데이터를 취합 정리하는 보고서 작성이 요구되는가?

☞ 시험 전체과정에 대한 시험 준비시의 시험장비 측정장비의 검교정 자료, 시험 프로파일, 고장판단을 위한 주기적 점검 결과서 등, 시험시작, 시험과정 및 결과에 대한 보고서 작성 사항에 대한 요구사항 확인

㉛ 고장발생시 절차가 있을 경우 시험수행 재개 방안이 명시되었는가?

☞ 고장발생시 수행 절차가 있는 경우 시험을 재수행하는 방안(원인 규명 후 재수행, 기존 시료로 추가 시험시간 수행, 개선 후 처음부터 재수행 등)이 제시되어 있는지 확인

* 시험계획 시점에서 고장발생시 시험을 재수행하기 위한 절차를 만드는 것이, 향후 개발 관련부서간의 이견을 좁힐 수 있는 방법이므로 명시 필요

○ 기본 개념 : 시험완료 이후 또는 고장이 발생하여 시험이 중단된 경우에 후속조치를 수행하는 과정이 시험계획서에 작성되어 있는지 검토

* 시험 종료 이후, 정상상태 유무 판단 및 전체 시험 결과를 작성하도록 시험계획서에 작성 확인

* 고장이 발생되어 시험이 중단된 경우 다시 시험을 재개하기 위한 절차가 있어야 하며, 이 경우 단순히 회의를 통한 방안 마련보다는 원인 규명 후 기존 데이터를 활용하여 시험하는 방법이나, 원인 규명 후 기존 데이터를 폐기 후 재시험 하는 방법 등 구체적인 방안이 제시가 필요함

※ 구체적인 방안이 제시되지 않을 경우 시험 중단 후 가장 보수적인 의견이 제시됨

* 허용 고장 등이 있을 경우, 허용 고장으로 목표 신뢰도와 신뢰수준 만족 유무 확인 필요

* 고장판단 및 정의기준에서 객관적으로 고장을 식별할 수 있도록 명시되어 있는지 확인 필요

※ 항목과 일부 중복되나, 고장판단 정의기준에서 명시적으로 표현 확인 필요

* 고장발생에 대하여 이벤트 사항을 기록하고, 보고 될 수 있는 양식 제시 확인 필요

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

㉔ 고장발생시 현재까지의 시험결과 및 시료의 처리 방안은 있는가?

☞ 고장 발생시 원인 규명을 하여 개선하는 경우, 기존시료를 폐기하고 새 제품을 만드는 것인지 기존시료를 다시 수리/보완하여 재시험하는 것인지에 대한 명확한 방안 제시 확인

㉕ 고장원인에 대한 원인 규명 및 보완 조치 사항의 자료화는 되어 있는가?

☞ 고장원인에 대한 원인 규명 및 보완 조치 사항에 대하여 개발기관이 수행하는 과정에서 결과로 보완 조치 사항을 보고서 및 기술자료 형태로 남기도록 하여, 향후 양산 및 운영단계에서 해당 고장에 대한 내용을 확인하도록 자료화 내용 확인

㉖ 허용고장이 있는 경우 목표하는 신뢰도와 신뢰수준을 만족하는가?

☞ 허용고장이 있는 경우, 기존의 시료를 이용하여 시험시간을 늘려서 시험을 수행하는 경우, 목표하는 신뢰도와 신뢰수준을 만족하도록 설계되어 있는지 확인

㉗ 고장판단 및 정의기준이 객관적(수치적)으로 작성되어 있는가?

☞ 고장판단 및 정의 기준에서 판정기준이 측정값으로 되어 있는 경우, 정확하게 수치 값이 명시되는지 확인

㉘ 시험중 고장 발생시점을 확인할 수 있는 기록이 있는가?

☞ 시험중 고장이 발생된 경우, 이를 기록할 수 있을 경우 이 기록을 관리하는지 유무 확인

③7 고장발생시 고장보고를 수행하는 양식이 있는가?

☞ 고장발생시 고장을 보고하는 양식을 정형화할 수 있도록 제시가 필요하며, 양식이 없는 경우, 최소로 고장발생시점, 고장내용, 고장제품 번호, 시험기간 등을 명시하도록 양식 제시

③8 시험프로파일이 시험기준에 부합하는가?

☞ 시험프로파일(온도, 습도 등의 변화 그래프)이 별도로 제시된 경우 시험기준 및 규격에 부합하는지 확인 필요

* 규격 및 본문에서 제시하는 내용과 시험프로파일의 그래프가 일치되는지 확인

③9 길이, 압력 등 계측기로 측정하는 경우 허용오차가 있는가?

☞ 계측기로 시험결과를 측정하는 경우 계측기의 허용오차가 있는지 확인

* 계측기의 허용오차가 교정 범위인지 확인

④0 시험평가 수행시의 안전에 관한 체크리스트가 있는가?

☞ 시험 진행 과정 중 화재, 폭발, 인명의 안전사고 발생 가능성이 있을 경우, 이를 예방하기 위한 시험 준비 및 진행 과정에 대한 체크리스트가 있는지 확인





획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

VII.

획득사업 RAM 업무계획 검토

01. 관련규정
02. 검토시기
03. 검토범위
04. 업무 체크리스트

PART

07



VII 획득사업 RAM 업무계획 검토

01 관련규정

[무기체계 RAM 업무지침]

제33조(개발 기본계획서 작성)

① 통합사업관리팀장은 탐색 및 체계 개발 기본계획서(이하 개발 기본계획)에 RAM 업무계획을 반영하여야 한다.

제35조(개발 실행계획서 작성)

① 연구개발주관기관은 다음 각 호의 내용을 포함한 RAM 업무수행 계획을 개발 실행계획서에 포함하여 통합 사업관리팀장에게 제출하여야 한다.

※ RAM 업무계획은 별도로 작성 또는 실행계획에 반영 가능 명시(무기체계 RAM 업무편람(103p))

02 검토시기

- 문서 작성 시기에 맞추어 개발계획서(기본-제안서 작성 전, 실행-계약 후)를 검토
- 구매사업의 경우, 별도의 RAM 업무계획은 없으며, RFP에 포함된 목표값 충족여부 판단을 위한 자료 확보에 중점을 둠

03 검토범위

- “무기체계 RAM 업무편람(p30)” 에 요구된 장·절 구성요소

1. 개요

- 1.1 업무목적
- 1.2 업무기준
- 1.3 업무범위

2. RAM 요구사항 (RAM 잠정목표값)

- 3. RAM 업무관리
- 3.1 업무조직
- 3.2 일정, 계획

4. RAM 업무 절차 4.1 RAM 목표값 설정

4.2 신뢰성·정비성 설계

- 4.2.1 D-FMEA(FMECA) 계획
- 4.2.2 고장유형 및 고장식별
- 4.2.3 RAM 분석(예측)
- 4.2.4 설계대안분석
- 4.3 RAM 시험평가
- 4.5 주요 검토회의
- 4.6 획득 산출물 검토

5. 개발산출물 관리

- 5.1 산출물의 정의
- 5.2 산출물의 관리 및 활용

6. RAM 품질보증방안 (필요시)

04 업무 체크리스트

순	구분	내용	
1	RAM 요구사항	소요군 요구사항인 RAM 잠정목표값이 명시되었는가?	
2	RAM 업무 관리	업무조직	RAM 업무 수행을 위한 조직(기관, 업체)과 업무내용이 세부적으로 기술되어 있는가? 특히, 업체간(체계종합, 협력) 업무관계가 제시되어 있는가?
3		일정, 계획	계획된 업무의 일정, 방법 등이 구체적인가?
4	RAM 업무 절차	RAM 목표값 설정	RAM 목표값 설정 시기와 방안이 제시되어 있으며 RAM 검토위원회를 통해 확정토록 계획되었는가?
5		신뢰성·정비성 설계방안	D-FMEA, 신뢰성 성장관리 등 신뢰성·정비성 설계를 위한 방안이 구체적으로 제시되어 있는가?
6		RAM 분석(예측)	RAM 분석을 위한 분석 범위, 기준, 방법 등이 구체적으로 기술되어 있는가?
7		핵심부품·구성품 신뢰성 시험	RAM 검토위원회를 통해 핵심부품·구성품을 선정하였으며, 신뢰성 시험을 계획하고 있는가?
8		RAM 시험평가	RAM 목표값 달성 여부를 확인하는 시험평가계획이 포함 되었는가?
9	개발 산출물 관리	산출물 정의	무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 산출물이 납품(제출) 목록에 포함 되었는가?
10		산출물 관리	상기 정의된 산출물에 대한 관리 계획이 구체적으로 기술되어 있는가?

04.1 RAM 요구사항

- 국방전력발전업무훈령은 중기전력소요서에 RAM 잠정목표값을 제시토록 요구

[국방전력발전업무훈령]

제33조(중기전력소요서(안) 작성) 중기전력소요서(안)은 ... 다음 각 호와 같이 작성한다.

...

- 6. 신뢰성 확보방안

가. RAM 잠정목표값 기술

...

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

① **소요군 요구사항인 RAM 잠정목표값이 명시되었는가?**

☞ **소요군이 요구한 RAM 잠정목표값이 RAM업무계획에 명시되었는지 확인함**

[00 유도탄 체계개발 실행계획서(일부)]

RAM 목표값 : 10년 저장 후 신뢰도 80% 이상

- RAM 목표값 달성여부 검증 (자료평가)
 - 검증대상 : 저장 신뢰도 분석결과
 - 검증시기 : ILS 입증시험
- RAM 분석결과보고서 작성

04.2 RAM 업무 관리

- 국방전력발전업무훈령은 중기전력소요서에 RAM 잠정목표값을 제시토록 요구
- RAM 업무 수행을 위한 조직, 일정 및 업무분장이 타당한지 확인함
- RAM 업무 관리 분야에는 체크리스트 ④ ~ ⑧의 수행주체, 방법, 기관-업체 간 협업관계와 주관부서의 관리방법(회의체 등) 등이 포함되어야 함
- 또한, RAM은 설계특성이므로, 업무 분장에는 설계 부서의 참여가 필수적임
- 체크리스트의 내용 확인 방법

② **RAM 업무 수행을 위한 조직(기관, 업체)과 업무내용이 세부적으로 기술되어 있는가? 특히, 업체간(체계종합↔협력), 개발업체 부서간(체계종합↔설계↔LS)업무관계가 제시되어 있는가?**

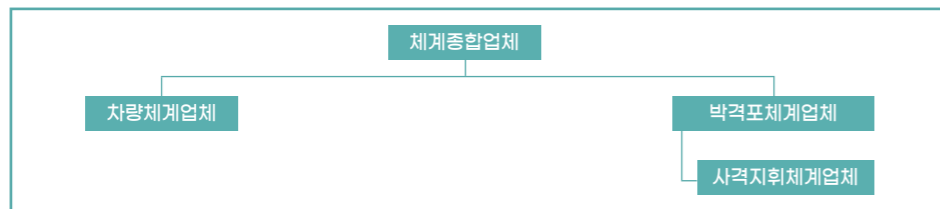
☞ 업무분장에는 관계를 선언적으로 명시하기 보다는, 업무의 수행, 확인, 지원 등과 관련된 구체화된 내용이 포함되어야 함.

좋지 않은 사례

[00 차량 체계개발]

* 누가 어떤 업무를 수행하는지 알 수가 없음(책임, 권한관계 명시 미흡)

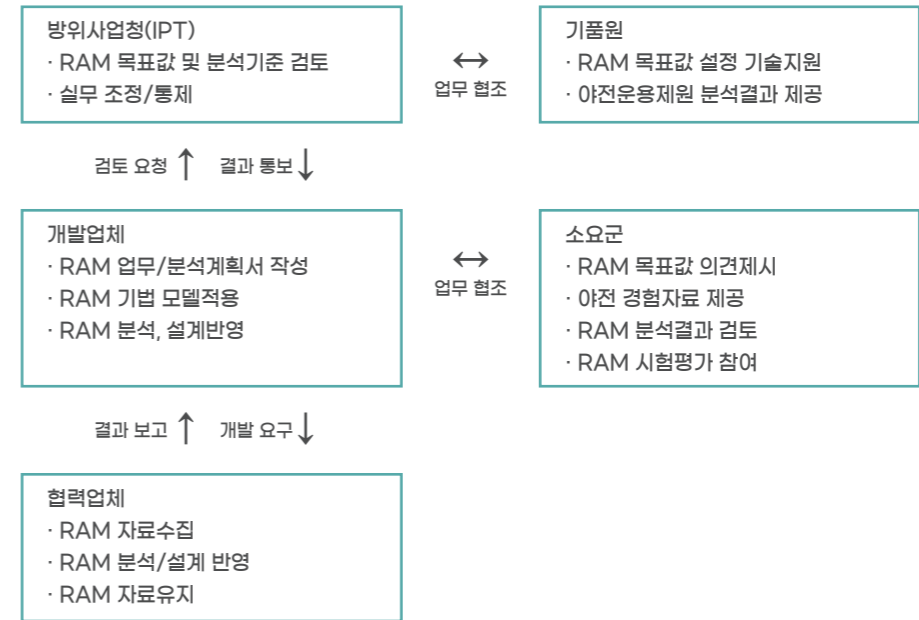
- 2) 시제 및 협력업체 RAM 관리방안
 - 가) RAM 업무수행 관련 조직 및 인력 편성 방안
 - (1) RAM 업무수행 조직



좋은 사례

[00 포 체계개발]

* 기관별 책임과 권한관계, 협력업체와의 관계와 업무 분장 명시



체계기술 G	
사업총괄 PM	
ILS G	M&S G
신뢰도 예측업무 · RAM 목표값 설정 · 신뢰도 분석 및 결과	신뢰성 시험업무 · 신뢰성 시험계획 · 신뢰성 시험 및 결과 산출



개발업체	
삼성탈레스	장치 RAM 업무
이오시스템	장치 RAM 업무
티젠	장치 RAM 업무

③ 계획된 업무의 일정, 방법 등이 구체적인가?

☞ 체크리스트 ④ ~ ⑧과 관련한 활동의 일정, 절차의 명확한 제시여부 확인

[00 포 체계개발]

* 개발계획서에 포함된 RAM 업무 분야별 일정과 절차가 상세히 반영됨

구 분	'14년				'15년				'16년			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
○ RAM 분석계획서 작성			-		-							
○ RAM 업무계획서 작성				-	-							
○ 기초자료수집												
- [] 사업결과							1/B					
- BOM/도면(CDR회의 결과)												
○ 성능개량품 RAM 목표값 설정							12					
- [] 결과												
- 유사장비 RAM 적용												
○ 고장정의 및 판단기준 설정							9/B					
○ RAM 예측												
- 성능개량품목							8					
○ 신뢰도 시험												
- 시험계획 수립 및 품목 결정							2					
- 신뢰도 시험 준비 및 실시												
- 신뢰도 시험결과 및 분석												
- 설계 보완 (초도양산 적용)												
* 목표 미달품목 한정												
○ RAM 분석보고서 작성/보완												
- 신뢰도 분석결과 적용 작성							5					
- 신뢰성 시험결과 반영 보완												12

04.3 RAM 업무 절차

- RAM 업무계획서에 포함된 세부 RAM 업무들을 계획서의 수행방법과 기준을 상세히 기술하는 장·절임
- 사업의 특성을 고려하여 신뢰성·정비성 설계활동 수행여부를 확인하고, 핵심부품·구성품의 선정여부와 신뢰성시험 수행계획을 검토
- 체크리스트의 내용 확인 방법

④ RAM 목표값 설정 시기와 방안이 제시되어 있으며 RAM 검토위원회를 통해 확정토록 계획되었는가?

- ☞ “무기체계 RAM 업무지침” 제13조(설정방법)에 따른 절차 명시 유무 확인
- ※ 구체적인 RAM 목표값 설정 방법은 “Ⅲ. RAM (잠정)목표값” 장·절 참조

[00 포 성능개량 체계개발]

* RAM업무 계획서에 설정방안과 기준을 구체적으로 제시함

3.1. RAM 목표값 설정

3.1.1. 목표값 예측을 위한 기본적인 가정

- 가. 계획정비(주간-연간정비) 시간은 불가동(TDT) 시간으로서 체계의 모든 장치가 불가동한 것으로 본다.
- 나. 비계획정비는 독립적으로 발생하는 것으로 간주하고, 행정/군수지연시간은 비계획정비가 발생할 경우에 발생한다.
- 다. 계획정비, 비계획정비 및 행정/군수지연시간을 제외한 나머지 시간은 운용가능시간(TUT)으로 간주한다.
- 라. 여기서, 운용가능시간(TUT)은 운용시간(OT), 경계시간(AT) 및 대기시간(ST)이 포함된 시간이며, 경계시간(AT) 및 대기시간(ST)은 별도로 구분하지 않는다.

3.1.2. RAM 목표값 설정을 위한 적용기준

K9 성능개량 자구포 RAM 목표값 설정을 위하여, 현재 운용 중인 K9 자구포 분석결과에 따른 적용기준은 아래와 같다.

가. 자구포의 환경조건

구 분	목 표 성 능	시험 기준 (MIL-STD-810G)
온도	고온	+50℃ 온도에서 정상 운용
	저온	-32℃ 온도에서 정상 운용
전자파	기능/성능 저하가 無	
강 우	강우환경 노출시 정상운용	

* 참조한 근거를 구체적으로 제시함

3.1.3. RAM 목표값

가. 목표 신뢰도 설정

- 1) [] 의 신뢰도 목표는 신규 RAM 분석 대상품인 성능개량 품목의 신뢰도 목표값을 고려하여 설정하고 관리한다. K9 공용품목에 대해서는 후속군수지침 사업결과를 활용한다.
- 2) 신규 RAM 분석 대상품의 신뢰도 목표는 다음과 같다.

품 목	신뢰도 목표	목표설정 근거
장치	623	1. [] 신뢰도 분석자료 활용 - 전시통제기, 통신제어기, 전원공급기 (Duty cycle 68.13 → 100으로 환산) 2. [] 국산화품목 : 포구초속 측정기 3. [] 야전자료 : 사통축전지, 케이블/배선장치 4. 신뢰성 시험 목표값 : 회로카드(9종)
열상감광경	2,517.9	1. [] 신뢰도 분석자료 활용 - 열상감광경(Duty cycle 100 적용) 2. 추가 품목 적용 - 전시기조입체 - 외부 케이블 2종 3. 신뢰성시험 목표값 : 열상감광경, 전시기

※ 상기 사업은 “무기체계 RAM 업무지침” 전면개정 전 사업(16년)으로 “RAM 검토위원회”는 미실시, 실무회의를 통해 목표값 결정

[OO 탐지기 체계개발]

* RAM 목표값은 RAM 검토위원회를 통해 결정함을 명시

사. RAM 목표값 달성 방안

- 1) RAM 설계방안
 - 가) 체계개발 목표 신뢰도, 정비도, 가용도 설계 반영
 - (1) RAM 목표값은 RAM 검토위원회를 통해 확정한다.
 - (2) 확정된 RAM 목표값을 부체계별 할당하여 사격지휘차량 RAM 목표값에 충족되도록 설계에 반영한다.

⑤ D-FMEA, 신뢰성 성장관리 등 신뢰성·정비성 설계를 위한 방안과 업무분장이(체계종합↔설계) 구체적으로 제시되어 있는가?

☞ 분야별 수행방안 확인

[OO 대공포 체계개발]

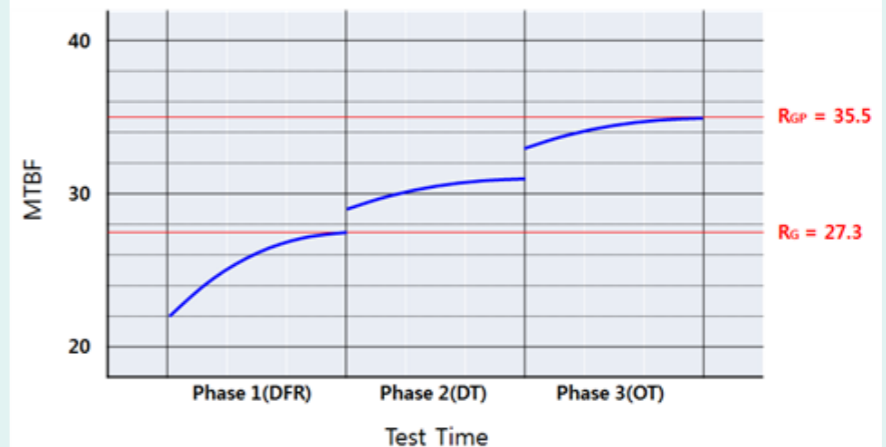
* 신뢰성 성장계획 제시

다. 신뢰도 성장계획 곡선

[] 신뢰도 성장계획 곡선은 체계(System)에 대한 신뢰도 목표값을 달성 가능 하도록 계획하고, 체계 신뢰도 목표값을 효율적으로 달성하기 위하여 임무별 부체계(Subsystem)로 신뢰도를 할당하여 관리한다. 체계 신뢰도 목표값을 기준으로 최대 30% 까지 향상시키기 위한 개선 활동을 수행한다.

구분	고장률(10^{-6})	MTBF(시간)
체계 신뢰도 목표값	36,625.2	27.3
기동 계동 할당값	19,530.7	51.2
사격/통신 계동 할당값	7,759.4	128.9
탐지 및 추적 계동 할당값	3,666.7	272.7
생존 계동 할당값	5,668.4	176.4

1) []



[00 탐지기 체계개발]

- * FMECA 수행계획 제시
- ※ D-FMEA와는 상이함

FMECA 수행 시 적용되는 절차는 아래와 같다.

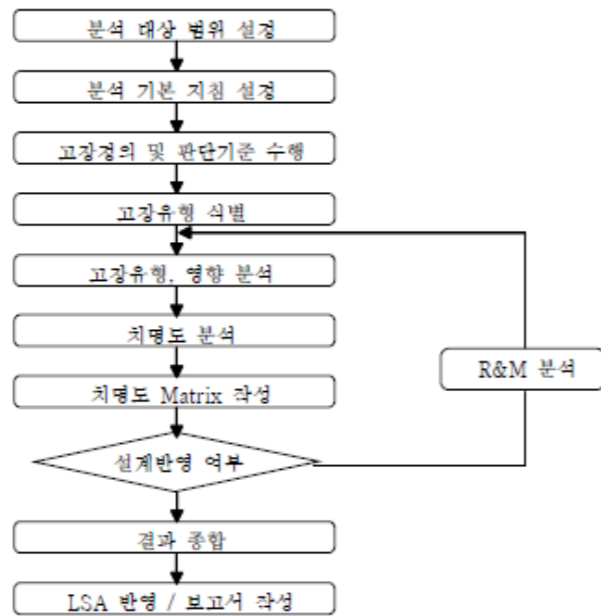


그림 8. FMECA 수행 절차

가) 세부내용

(1) 분석대상 범위 설정

분석대상 품목을 설정하고 이 품목의 개발단계에 맞춰 어느 수준의 레벨까지 분석할 것인지를 판단한다. 구성품에 대한 FMECA는 주요 구성품 수준 까지 분석한다.

(2) 분석 기본 지침 설정

- 미 군사 규격서에서 제시한 방법 중 분석대상 체계의 특성에 따라 적용할 수 있는 접근방법을 결정하여, 체계를 분석하기 위한 기본지침을 선정
- 대상품목의 특성에 따라 기능식별수준을 지정하고, 기능블록도 검토

(이하생략)

⑥ RAM 분석을 위한 분석 범위, 기준, 방법 등이 구체적으로 기술되어 있는가?

☞ 개발 예측값 산출에 필요한 기준, 조건, 모형, 근거자료 등의 포함여부를 확인함

* 세부내용은 “IV. 개발 RAM값 산출” 장·절 참조

* 통상, 개발 예측값 산출 관련사항은 “RAM 분석계획서” 로 별도 작성됨

[00 포 성능개량 체계개발]

* 분석기준을 상세히 제시

3) 분석 기준 설정

신규 분석 대상품에 대한 신뢰도 예측 기준은 다음과 같으며, 일관성 있는 요구사항의 추적을 위해 별도의 RAM sheet를 적용한다.

가) 신규 분석 대상품에 대한 신뢰도 분석 기준

구분	분석 기준	방법
전기/전자 부품	야전 제진 활용	실측 고장을 적용
	MIL-HDBK-217F N2	PSA
기계부품	야전 제진 활용	실측 고장을 적용
	NSWC-98	체결류만 적용
	NPRD-95, 2011	유사제품비교법(체결류 제외부품)
국의 코드입 부품	원제각사 제공자료	

나) MIL-HDBK-217F의 환경인자

적용 환경	실별	내용	비고	
지상	기동	GM	바퀴가 달려있거나 레일 위로 이동하는 차량에 설치되는 장비, 미사일 지상 지원 장비, 이동식 통신 장비, 사격 방향 지시 장치	K9 동일
온도 조건	-	-32 ~ +50℃		K9 동일

마) 온도 변환계수

온도 변환계수에 대한 적용 기준은 다음과 같다.

To \ From	10	20	25	30	40	50	60	70
10	×	0.9	0.85	0.8	0.8	0.7	0.5	0.4
20	1.1	×	0.95	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
30	1.2	1.1	1.05	×	0.9	0.8	0.6	0.5
40	1.3	1.2	1.15	1.1	×	0.9	0.7	0.6
50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	×	0.8	0.7
60	1.9	1.7	1.65	1.6	1.5	1.2	×	0.8
70	2.4	2.2	2.05	1.9	1.8	1.5	1.2	×

* 관련근거 : MIL-HDBK-338B Electronic Reliability Design Handbook, Section 10

⑦ RAM 검토위원회를 통해 핵심부품·구성품을 선정하였으며, 신뢰성 시험을 계획하고 있는가??

☞ 시험을 계획하고 있다면, 대상, 시제수, 시험일정, 방법 또는 이를 확정하기 위한 계획 유무를 확인함

* 세부내용은 “V. 핵심부품·구성품 신뢰성 평가 지원” 장·절 참조

⑧ RAM 목표값 달성 여부를 확인하는 시험평가계획이 포함 되었는가?

☞ 무기체계 RAM 업무지침 제22조(시험계획) 및 제23조(시험실시)에 따라 계획되었는지 확인함

[무기체계 RAM 업무지침]

제22조(시험계획)

② 통합사업관리팀장은 연구개발주관기관이 제출한 RAM 시험평가 계획을 다음 각 호의 사항을 기준으로 검토하여야 한다.

1. 신뢰성 시험 : 핵심부품, 구성품의 신뢰성 시험 기준, 절차, 방법과 시험일정 및 비용 등의 적절성 여부 확인
2. 신뢰성 평가 : RAM 분석결과에 대하여 RAM V&V를 통한 검증 및 신뢰성 설계와 시험 결과 반영여부 확인

제23조(시험실시)

- ① 연구개발주관기관은 DT계획에 따라 RAM 시험평가를 수행한다.
- ② 제1항의 RAM 시험평가의 합격·불합격은 신뢰성 시험의 경우 핵심부품, 구성품에 할당된 목표값 (고장률 또는 수명 등)의 달성 여부이며 **신뢰성 평가의 경우 RAM 목표값의 달성 여부를 말한다.**

[OO 탐지기 체계개발]

* RAM 목표값은 시험평가를 통해 확인 명시

7. 시험평가

가. 개요

OOO RAM 시험평가는 신뢰도, 정비도, 가용도로 구분하여 평가되며, 평가방법은 분석결과에 대한 자료평가로 수행한다.

나. 시험평가 기준

시험평가는 사업관련 문서, 계획서 및 관련 규격을 기초로 하여, 군 요구사항 반영 여부, 입력항목의 적절성, 관련 규정 및 지침의 준수여부 등에 대하여 평가한다.

- 지리탐지기- II RAM 업무/분석 계획서 및 결과 보고서
- 종합군수지원 개발 실무지침서, 방위사업청
- 관련 규격서(MIL-HDBK-217F, NPRD-995/2011, EPRD-97, MIL-HDBK-472, MIL-STD-1388 2B 등)

다. 시험평가 항목 및 방법

1) 시험평가 항목

- 신뢰도 : 신뢰도 목표값(MTBF) 만족 여부 확인
- 정비도 : 정비도 목표값(MTTR) 만족 여부 확인
- 가용도 : 가용도 목표(Ai/Aa/Ao) 만족 여부 확인

04.4 산출물 관리

○ 획득사업을 통해 RAM 업무 분야에서 확보해야 하는 산출물을 정의하고, 이를 관리하는 계획을 요구하는 업무임

○ 체크리스트의 내용 확인 방법

⑨ 무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 산출물이 납품(제출) 목록에 포함되었는가?

☞ “무기체계 RAM 업무지침” 제28조 ①항과 “무기체계 RAM 업무편람(101p)” 에 제시된 산출물이 RAM 업무계획에 포함되어있는지 확인해야 함

[무기체계 RAM 업무지침]

제28조(업무기준)

① 통합사업관리팀장은 개발 과정에서 생산되는 RAM 관련 자료(RAM 목표값, 신뢰성·정비성 설계 산출물, RAM 분석결과, RAM 시험평가 결과)를 연구개발 산출물과 함께 제출하여야 한다.

[무기체계 RAM 업무편람]

RAM 산출물의 종류

- ① RAM 업무계획서(FMEA 계획 포함)
- ① RAM 분석 결과서(분석파일 포함)
- ① FMEA 결과보고서
- ① 설계문서(BOM, 도면)
- ① 신뢰성설계 근거자료(필요시)
- ① 기태(ORD, OMS/MP, 목표값 설정 및 할당 보고서 등)
- ① 신뢰성시험 결과

⑩ 상기 정의된 산출물에 대한 관리 계획이 구체 적으로 기술되어 있는가?

☞ “무기체계 RAM 업무지침” 제28조에 명시된 바와 같이 산출물을 기품원으로 통보하고 업무에 활용토록 되어있는지 확인함

[무기체계 RAM 업무지침]

제28조(업무기준)

② 국방기술품질원은 제1항의 RAM 관련 자료를 기준으로 야전운용지원분석, 개발 단계 환류, RAM 잠정목표값 산정, RAM 목표값 설정 등에 활용할 수 있도록 관리하여야 한다.

③ 통합사업관리팀장은 제2항에 따라 기품원이 관리중인 RAM 자료를 검토하여 이를 후속 양산 또는 유사 무기 체계 연구개발·구매 사업 등에 반영토록 한다.



획득사업 RAM 업무 수행

매뉴얼

2020. 12.

VIII. 부 록

01. 유사장비 보정계수 산출 설문지양식
02. 용어의 정의
03. 참고 사항

PART
08



I 유사장비 보정계수 산출 설문지 양식(사례, 일부)

피아식별장비 잠정목표값 산출을 위한 설문 (육군)

본 설문은 피아식별장비의 잠정목표값 설정/보정을 위해 작성되었습니다.

현재 군은 성능개량사업을 통해 피아식별장비 Mode 4를 Mode 5로 바꿀 예정입니다. 이에 따라, 피아식별장비의 잠정목표값 설정을 위해 피아식별장비에 영향을 주는 운용시간/임무횟수, 운용환경, 복잡도(부품수), 기술향상도의 요소를 고려하여 잠정목표값을 산출하려 합니다.

여러분께서 작성하신 자료 및 결과는 연구목적에만 사용할 것을 약속드리며, 향후 피아식별장비 잠정목표값 설정에 귀중한 자료로 활용될 것입니다. 뒷면 설문지 안내사항(가)를 참고하신 후 설문내용(나)를 작성하여 주시기 바랍니다.

성심을 다해 작성해주시면 대단히 감사하겠습니다.

소속 : 직급 : 담당 체계장비 :



가 안내사항

① 본 설문은 피아식별장비가 포함된 아래 '대상 체계장비'의 운용/정비 관련 담당자께서 응답해주시기 바랍니다.

② 대상 체계장비 및 설문조사 방법

2.1 육군의 설문조사 대상 체계장비는 아래 표와 같음.

(단, 체계장비 유사그룹은 육군 본부 협조를 통해 운용환경, 임무, 피아식별장비 모델명 등을 기반으로 그룹핑한 결과임)

No.	체계장비 유사그룹	대상 체계장비
1	A	KUH-1, 500MD, BO-105, AH-1S, UH-60, CH-47
2	H	저고도탐지레이더(TPS-830K), 항공관제레이더
3	I	신궁
4	J	비호복합
5	K	천마

2.2 설문조사는 체계장비 유사그룹 중 해당되는 각 그룹 당 30명씩 수행한다.
(Ex. A 그룹의 경우 총 30명 수행)

2.3 '나. 설문내용' 에서 설문조사 응답자의 담당 체계장비 항목만 작성한다.
(Ex. 본인이 UH-60 담당일 경우 'A 그룹' 항목만 작성)

2.4 설문조사 방법

- ① 체계장비 유사그룹 중 자신이 담당할 장비가 속한 그룹명을 확인한다.
(Ex. 본인이 담당할 장비가 UH-60일 경우 체계장비 유사그룹 중 'A 그룹'에 해당됨.)
- ② 운용시간/임무횟수, 운용환경, 복잡도(부품수), 기술향상도, 기타의견 등의 설문 항목을 <작성 예>를 참고하여 작성한다.

① A 그룹(KUH-1 등 총 6종)

1.1 운용시간/임무횟수 비교

현재 Mode 4를 장착한 체계 장비 대비 향후 Mode 5 장착시 운용시간 또는 임무횟수 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, Mode 5 장착시 운용시간 및 임무횟수의 증감여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 Mode 4 이전 장비(Ex. Mode 3) 대비 현재 Mode 4의 운용시간 및 임무횟수 증감여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

운용시간/ 임무횟수 비교	-10% 미만	-10%이상~ -5%미만	-5%이상~ 5%미만	5%이상~ 10%미만	10%이상~ 20%미만	20%이상~ 30%미만	30%이상~
Mode 4 대비 Mode 5							

<작성 예>

- Mode 4 또는 Mode 5의 탑재 상관없이 체계 장비의 운용시간 및 임무횟수가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **"-5%이상 5%미만"** 체크
- 만약, 현재(Mode 4 장착) 연간 1,000시간 운용하고 있지만, Mode 5 장착 후 임무횟수 증가하여 운용시간이 1,200시간으로 늘어날 것으로 판단될 경우 **"20%이상 30%미만"** 체크

1.2 운용환경 비교

현재 Mode 4를 장착한 체계 장비 대비 향후 Mode 5 장착시 운용환경 가혹/완화 정도를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, Mode 5 장착시 운용환경의 가혹/완화 여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 Mode 4 이전 장비(Ex. Mode 3) 대비 현재 Mode 4의 운용환경 가혹/완화 여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

운용환경 비교	-10% 미만	-10%이상~ -5%미만	-5%이상~ 5%미만	5%이상~ 10%미만	10%이상~ 20%미만	20%이상~ 30%미만	30%이상~
Mode 4 대비 Mode 5							

<작성 예>

- Mode 4 또는 Mode 5의 탑재 상관없이 체계 장비의 운용환경이 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **"-5% 이상 5%미만"** 체크
- 만약, 현재(Mode 4 장착) 운용중인 체계장비의 임무 추가로 인해, 운용환경이 상대적으로 연간 1,000시간 운용하고 있지만, Mode 5 장착 후 임무횟수 증가하여 운용시간이 1,200시간으로 늘어날 것으로 판단될 경우 **"20%이상 30%미만"** 체크

1.3 복잡도(부품수) 비교

현재 Mode 4 대비 향후 Mode 5 장착시 피아식별장비에 대한 복잡도(부품수) 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, Mode 5 장착시 복잡도(부품수)의 증가/감소 여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 Mode 4 이전 장비(Ex. Mode 3) 대비 현재 Mode 4의 복잡도(부품수)의 증가/감소 여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

복잡도 (부품수) 비교	-10% 미만	-10%이상~ -5%미만	-5%이상~ 5%미만	5%이상~ 10%미만	10%이상~ 20%미만	20%이상~ 30%미만	30%이상~
Mode 4 대비 Mode 5							

<작성 예>

- 성능개량사업을 통해 교체할 Mode 5의 복잡도(부품수)를 정확하게 판단하는 것은 현실적으로 어려움이 있기 때문에, 설문에 응답해주시는 여러분들의 타장비(유사장비)의 성능개량 또는 유사사례의 경험을 바탕으로 예상(추정)되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.
- Mode 4 또는 Mode 5의 복잡도(부품수)가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **"-5%이상 5%미만"** 체크
- 만약, Mode 4의 부품수 대비 성능개량으로 장착될 Mode 5의 부품수가 8% 늘어날 것으로 판단될 경우 **"5%이상 10%미만"** 체크

1.4 기술향상도 비교

현재 Mode 4 대비 향후 Mode 5 장착시 피아식별장비에 대한 기술향상도 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, Mode 5 장착시 기술향상도의 증가/감소 여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 Mode 4 이전 장비(Ex. Mode 3) 대비 현재 Mode 4의 복잡도(부품수)의 증가/감소 여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

기술향상도 비교	-10% 미만	-10%이상~ -5%미만	-5%이상~ 5%미만	5%이상~ 10%미만	10%이상~ 20%미만	20%이상~ 30%미만	30%이상~
Mode 4 대비 Mode 5							

<작성 예>

- 성능개량사업을 통해 교체할 Mode 5의 기술향상도를 정확하게 판단하는 것은 현실적으로 어려움이 있기 때문에, 설문에 응답해주시는 여러분들의 타장비(유사장비)의 성능개량 또는 유사사례의 경험을 바탕으로 예상(추정)되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.
- Mode 4 또는 Mode 5의 기술향상도가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **"-5%이상 5%미만"** 체크
- 만약, Mode 4의 부품수 대비 성능개량으로 장착될 Mode 5의 기술향상도가 10% 늘어날 것으로 판단될 경우 **"10%이상 20%미만"** 체크

1.5. 기타 고려사항

위 항목 이외에 기타 잠정목표값 산출을 위한 기타 의견이 있으면 적어주시기 바랍니다.

(이하 그룹 H, I, J, K는 동일 내용으로 생략)



II 용어의 정의

순	용어(영문약어)	영문표기 및 설명
1	총 시간(TT)	* Total Time * OMS/MP 시간요소 중 총 시나리오 시간
2	총 가동시간(TUT)	* Total Up Time * OMS/MP의 시간요소 중 장비가 가동되거나 가동할 수 있는 시간으로, 운용, 경계, 대기 시간의 합으로 표현됨
3	총 불가동시간(TDT)	* Total Down Time * OMS/MP의 시간요소 중 장비를 가동할 수 없는 시간으로, 정비(고장, 예방) 시간과 행정 및 군수지연시간의 합으로 표현됨
4	운용시간(OT)	* Operation Time * 실제 장비가 정해진 목적을 위해 운용되는 시간
5	경계시간(AT)	* Alert Time * 요구시 주어진 임무 또는 기능을 즉시 발휘할 수 있는 상태 (통상 Power On 상태에서 대기중인 경우를 의미)
6	대기시간(ST)	* Standby Time * 주어진 임무 또는 기능을 발휘할 수 있는 상태(통상 Power Off 상태이나, 정비 중 또는 정비대기가 아닌 경우를 의미)
7	고장정비	* Corrective Maintenance * 고장을 복구하기 위한 모든 정비행위
8	예방정비	* Preventive Maintenance * 고장을 방지하기 위한 모든 정비행위이며, 주로 검사를 통한 초기 고장징후를 탐지하는 정비

순	용어(영문약어)	영문표기 및 설명
9	계획정비	* Scheduled Maintenance * 정해진 기간, 거리, 운용시간 등에 따라 주기적으로 수행하는 검사행위이며, 예방정비에 포함됨 (계획정비 ≠ 예방정비, 계획정비 ∈ 예방정비)
10	비계획정비	* Unscheduled Maintenance * 고장 또는 고장징후를 복구하기 위한 정비행위 (고장정비 ≠ 비계획정비, 고장정비 ∈ 비계획정비)
11	총 고장정비시간(TCM)	* Total Corrective Maintenance time * OMS/MP의 시간요소 중 고장정비가 행해지는 총 시간
12	총 예방정비시간(TPM)	* Total Preventive Maintenance time * OMS/MP의 시간요소 중 예방정비가 행해지는 총 시간
13	신뢰도	* Reliability * 주어진 환경에서 정해진 기간 동안 고장 없이 성능을 발휘할 수 있는 능력(or 확률)
14	정비도	* Maintainability * 규정된 절차에 따라 정해진 기간 내에 정비를 하여 요구된 성능을 회복할 수 있는 능력(or 확률)
15	가용도	* Availability * 임의의 시점에 임무수행을 요구받았을 때, 임무시작 시점에서 작동 가능할 능력 (or 확률), 즉, 사용하고 싶을 때 사용 가능한 비율
16	운용형태 요약 및 임무유형 (OMS/MP)	* Operation Mode Summary and Mission Profile * 운용요구서(Operational Requirements Documents)의 부록으로, 작전운용개념, 시나리오별 운용환경, 임무 종류, 지속시간, 요구기능 등을 정량적으로 정의한 문서

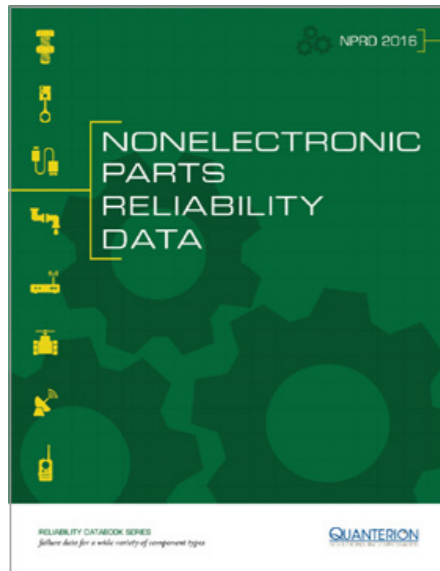
순	용어(영문약어)	영문표기 및 설명
17	전투준비태세	* Operational Readiness * 적의 적대행위 이전 부대의 최종 전투준비상태로, 부여된 임무(과업) 또는 기능을 수행할 수 있는 부대의 전투임무수행능력(Capability)
18	RAM 목표값	* 무기체계의 고장빈도, 정비업무량 및 임의의 시점에서 사용가능성 등을 정량화 한 요구조건
19	RAM 잠정목표값	* 방사청이 획득 초기 RAM 목표값을 확정하기 이전에 소요군이 개략적으로 요구한 RAM 목표값
20	총 행정 및 군수지연시간 (TALDT)	* Total Administrative and Logistics Delay Time * OMS/MP의 시간요소 중 순수 정비행위 외적 요소로 발생한 정비 지연시간을 의미. 정비인력, 시설, 수송, 문서처리 등과 관련된 행정지연과 수리부속품 수불과 관련된 군수지연시간으로 구성
21	군수신뢰도	* Logistic Reliability * 수리를 요구하는 모든 고장을 고려한 신뢰도로서, 기본신뢰도(Basic Reliability)라고도 함
22	임무신뢰도	* Mission Reliability * 임무와 관련된 고장만을 고려한 신뢰도
23	고장 간 평균시간(MTBF)	* Mean Time Between Failure * 복구성 품목 또는 체계의 가장 기본적인 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 고장 없이 작동할 수 있는 평균 기간
24	치명 고장 간 평균시간 (MTBCF)	* Mean Time Between Critical Failure * 복구성 품목 또는 체계의 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 치명(or 임무) 고장 없이 작동할 수 있는 평균 기간

순	용어(영문약어)	영문표기 및 설명
25	평균 수리시간 (MTTR)	* Mean Time To Repair * 정비도를 표현하는 기본 지표로, 주어진 조건과 정해진 정비수준(or 계단)에서 모든 고장의 정비에 소요되는 평균 시간
26	평균 기능회복시간 (MTTRF)	* Mean Time To Restore Function * 임무고장과 관련된 정비도 지표로, 주어진 조건과 정해진 정비수준(or 계단)에서 치명(or 임무 고장)의 정비에 소요되는 평균 시간
27	평균 고장시간 (MTTF)	* Mean Time To Failure * 일회성 품목에 적용되는 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 고장 없이 작동할 수 있는 평균 시간
28	평균 치명 고장 간 수리시간 (MTTCR)	* Mean Time To Critical failure Repair * 임무관련 고장의 평균 복구시간
29	고장 간 평균 사격발수 (MRBF)	* Mean Round Between Failure * 화포, 총기류에 사용되는 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 주요 고장(파손 및 교환 등) 없이 사격할 수 있는 평균 사격발수
30	기능장애 간 평균 사격발수 (MRBS)	* Mean Round Between Stoppage * 화포, 총기류에 사용되는 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 단순 고장 (간단한 정비로 회복할 수 있는) 없이 사격할 수 있는 평균 사격발수
31	부품 부하 분석법 (PSA)	* Part Stress Analysis * 신뢰도 예측 방법 중 하나로, 대상품목의 노출환경과 품목 고유속성으로 고장률을 예측하는 방법이며, 정확도가 비교적 높으나 입력요소가 많아 사용이 불편한 단점이 있음
32	부품 수 산정법 (PCM)	* Part Count Method * 신뢰도 예측방법 중 하나이며, 품목별 기본고장률과 해당 품목의 개수만으로 고장률을 예측하는 방법임. 주로 개발초기 품목이 노출되는 환경이 결정되지 않았을 때 사용되나, 거의 쓰이지 않음

III 참고 사항

01 NPRD(Non-electronic Part Reliability Databook)

○ 개요 : 다양한 부품유형(기계 류 부품 및 전자 조립체)의 고장 경험자료를 Databook 형태로 가공한 것으로, 사용 환경과 부품 종류를 결정하여 쉽게 고장률을 획득 가능토록 구성됨



Part Number	Category	Subcategory	Failure Rate (PPH)
1	Battery	Rechargeable	14.058000
2	Battery	Rechargeable	1.259000
3	Battery	Rechargeable	248.850600
4	Battery	Rechargeable	27.827000
5	Battery	Rechargeable	2.345200
6	Battery	Rechargeable	51.282100
7	Battery	Rechargeable	0.006400
8	Battery	Rechargeable	162.871100
9	Battery	Rechargeable	4282.882900
10	Battery	Rechargeable	812.882100
11	Battery	Rechargeable	660.777400
12	Battery	Rechargeable	1000.000000
13	Battery	Rechargeable	4.294300
14	Battery	Rechargeable	27.827000
15	Battery	Rechargeable	4.294300
16	Battery	Rechargeable	348.852000

Part Number	Category	Subcategory	Failure Rate (PPH)
1	Battery	Rechargeable	14.058000
2	Battery	Rechargeable	1.259000
3	Battery	Rechargeable	248.850600
4	Battery	Rechargeable	27.827000
5	Battery	Rechargeable	2.345200
6	Battery	Rechargeable	51.282100
7	Battery	Rechargeable	0.006400
8	Battery	Rechargeable	162.871100
9	Battery	Rechargeable	4282.882900
10	Battery	Rechargeable	812.882100
11	Battery	Rechargeable	660.777400
12	Battery	Rechargeable	1000.000000
13	Battery	Rechargeable	4.294300
14	Battery	Rechargeable	27.827000
15	Battery	Rechargeable	4.294300
16	Battery	Rechargeable	348.852000

- 장·단점 : (장점) 소량의 정보만으로도 직관적으로 고장률을 추정할 수 있으나, (단점) 선택기준이 객관적이지 않아 분석자에 따른 편차발생 가능
- 활용범위 : 217F, NSWC 등 신뢰도예측 모형을 활용한 부품 수준 분석이 가능하지 않거나 불필요한 어셈블리 단위(예) 디스크 드라이브)의 고장률이 필요한 경우에 사용 가능함

○ 활용방법 : 책자 또는 신뢰도 예측 상용도구에 포함된 DB를 활용

[충전식 코인건전지 NPRD 책자 활용 사례]

- 대상 : 코인건전지(충전식)
- 품질등급 : 미정
- 사용환경 : 지상 고정형

Part Number	Category	Subcategory	Failure Rate (PPH)
1	Battery	Rechargeable	14.058000
2	Battery	Rechargeable	1.259000
3	Battery	Rechargeable	248.850600
4	Battery	Rechargeable	27.827000
5	Battery	Rechargeable	2.345200
6	Battery	Rechargeable	51.282100
7	Battery	Rechargeable	0.006400
8	Battery	Rechargeable	162.871100
9	Battery	Rechargeable	4282.882900
10	Battery	Rechargeable	812.882100
11	Battery	Rechargeable	660.777400
12	Battery	Rechargeable	1000.000000
13	Battery	Rechargeable	4.294300
14	Battery	Rechargeable	27.827000
15	Battery	Rechargeable	4.294300
16	Battery	Rechargeable	348.852000

[충전식 코인건전지 상용분석도구의 DB활용 사례]

Search for:
 Category:
 Subcategory:

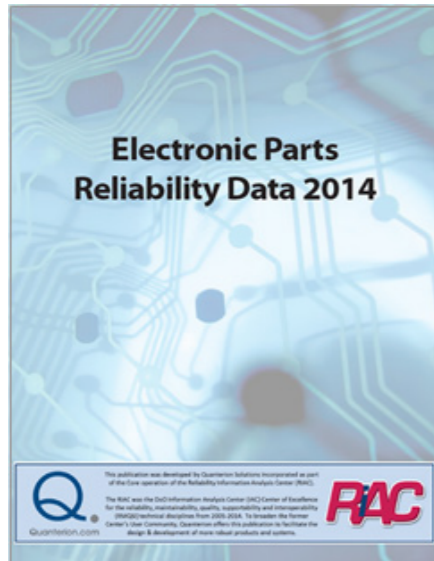
30 Results

Part Number	Category	Subcategory	Failure Rate (PPH)
1	Battery	Rechargeable	14.058000
2	Battery	Rechargeable	1.259000
3	Battery	Rechargeable	248.850600
4	Battery	Rechargeable	27.827000
5	Battery	Rechargeable	2.345200
6	Battery	Rechargeable	51.282100
7	Battery	Rechargeable	0.006400
8	Battery	Rechargeable	162.871100
9	Battery	Rechargeable	4282.882900
10	Battery	Rechargeable	812.882100
11	Battery	Rechargeable	660.777400
12	Battery	Rechargeable	1000.000000
13	Battery	Rechargeable	4.294300
14	Battery	Rechargeable	27.827000
15	Battery	Rechargeable	4.294300
16	Battery	Rechargeable	348.852000

Preview

Field	Data
Prediction Data	
Data Source	-----
Failure Rate	14.058000
Quality	-----
User Miles/Hour?	<input type="checkbox"/>
General Data	
Category	Battery
Part Classification	NPRD
Part Number	NPRD-664
Subcategory	Rechargeable

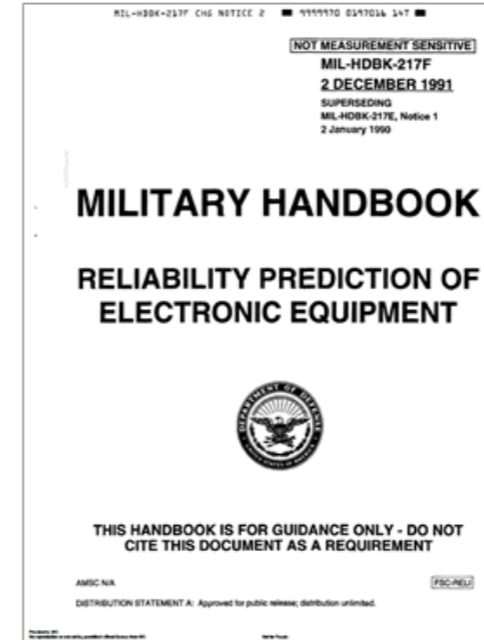
○ 개요 : 전자 부품(IC, 다이오드, 저항 등 소자부품)의 고장 경험자료를 Databook 형태로 가공한 것으로, 가공방법, 사용법, 장·단점은 NPRD와 동일함.



Part Description	Quality Level	App. Env.	Data Source	Fail. Rate Fail.(E-6)	Total Failed	Op. Hours Min.(E-6)	
Capacitor, Fixed, Electrolytic (Summary)	Commercial	GBC		0.1745			
	Military	AJA		0.3418			
		AAC		-0.1569			
		AU		0.1847			
		AUA		0.2149			
		ALF		1.3770			
		G		5.9866			
GF		0.7143					
				8.8957			
Capacitor, Fixed, Electrolytic	Military			1.1228			
				1.1228			
		AJA	23025-000	-0.1728	0	5.7845	
		AAC	17189-000	-0.2346	0	3.1264	
		AU	13655-000	0.2200	85	386.3482	
		AUA	23025-000	2.4594	28	11.5731	
		ALF	23025-000	3.4850	36	6.5528	
GF	14851-000	0.5899	17	28.8183			
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Al	Commercial	GBC	15567-021	0.0455	236	25852.2128	
		Military			0.0259		
			AU	13655-000	-0.1091	0	9.1624
			AUA	23025-000	-4.8388	0	0.2067
			ALF	23025-000	-8.3447	0	0.1170
					0.0976		
					0.2082	10	48.0305
		0.0458	1	21.8542			
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Ta	Commercial	GBC	13567-021	0.0094	224	43341.4884	
		GF	14851-000	0.0189	3	166.5056	
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Ta Foil	Military	G	23040-000	0.7143	5	7.0000	
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Ta Solid	Military			0.0655			
		AJA	23025-000	-4.8388	0	2.2067	
		AAC	17189-000	0.4433	1	2.2560	
		GF	14851-000	-0.0781	0	12.8081	

○ 활용범위 : 신뢰도예측 모형인 217F를 사용하지 않고, 소자단위의 신뢰도 예측값을 찾고자 할 때 사용하나 실제 현업에서는 소자단위의 신뢰도 예측시 대부분 217F를 활용하므로, 사용이 많지는 않음

○ 개요 : 부품부하분석(PFA) 방식의 전자부품 신뢰도 예측모형으로, NPRD와 더불어 가장 널리 사용되는 신뢰도 예측방법임



MIL-HDBK-217F CHG NOTICE 2 ■ 9999970 0197034 165 ■

NOT MEASUREMENT SENSITIVE

MIL-HDBK-217F
2 DECEMBER 1991
SUPERSEDES MIL-HDBK-217E, Notice 1
2 January 1990

5.1 MICROCIRCUITS, GATE/LOGIC ARRAYS AND MICROPROCESSORS

DESCRIPTION

1. Bipolar Devices, Digital and Linear Gate/Logic Arrays
2. MOS Devices, Digital and Linear Gate/Logic Arrays
3. Field Programmable Logic Array (PLA) and Programmable Array Logic (PAL)
4. Microprocessors

$$\lambda_p = (C_1\pi_T + C_2\pi_E)\pi_Q\pi_L \text{ Failures}/10^6 \text{ Hours}$$

Bipolar Digital and Linear Gate/Logic Array Die Complexity Failure Rate - C₁

Digital	Linear	PLA/PAL
No. Gates	No. Transistors	No. Gates
1 to 100	1 to 100	Up to 200
101 to 1,000	101 to 300	201 to 1,000
1,001 to 3,000	301 to 1,000	1,001 to 3,000
3,001 to 10,000	1,001 to 10,000	10,001 to 30,000
10,001 to 30,000	10,001 to 30,000	30,001 to 60,000

MOS Linear and Digital Gate/Logic Array Die Complexity Failure Rate - C₁*

Digital	Linear	PLA/PAL
No. Gates	No. Transistors	No. Gates
1 to 100	1 to 100	Up to 200
101 to 1,000	101 to 300	201 to 1,000
1,001 to 3,000	301 to 1,000	1,001 to 3,000
3,001 to 10,000	1,001 to 10,000	10,001 to 30,000
10,001 to 30,000	10,001 to 30,000	30,001 to 60,000

*NOTE: For CMOS gate counts above 60,000 use the VHSC/VHSC-Like model in Section 5.3

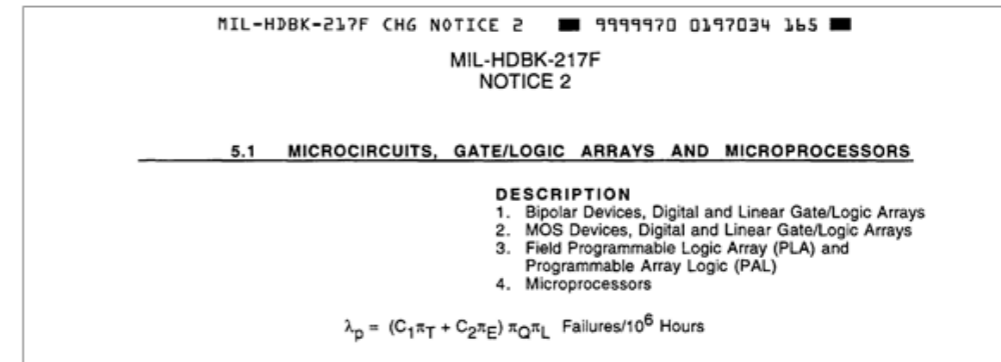
Microprocessor Die Complexity Failure Rate - C₁

No. Bits	Linear	MOS
	C ₁	C ₁
Up to 8	.060	.14
Up to 16	.12	.28
Up to 32	.24	.56

All Other Model Parameters

Parameter	Refer To
π _T	Section 5.9
π _E , π _Q , π _L	Section 5.10

Supersedes page 5-3 of Revision F

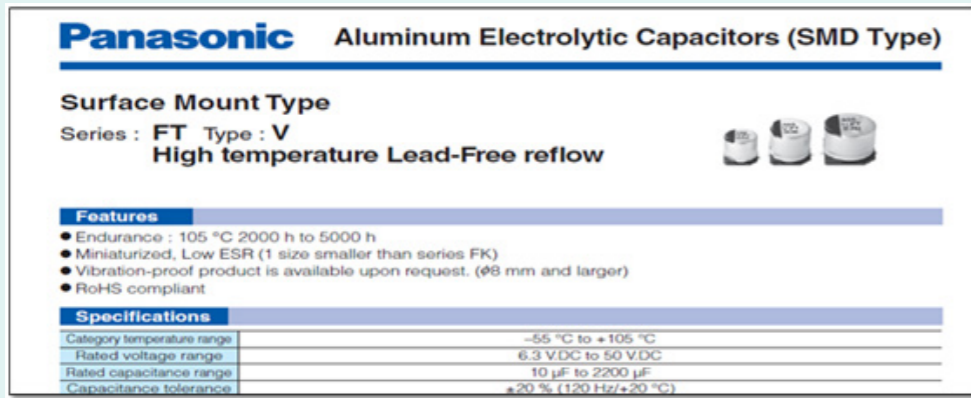


- 장·단점 : (장점) Databook 보다는 비교적 현실적인 고장률을 추정할 수 있으나, (단점) 입력요소가 많고, 조립체 단위에서는 고장률 오차가 큼
- 활용범위 : 대부분 사업의 신뢰도 예측에 사용되며, 활용가능한 자료가 있을 경우 Databook 사용 보다 우선함

○ 활용방법 : 책자 또는 신뢰도 예측 상용도구에 포함된 DB를 활용

[알루미늄 타입 Capacitor 신뢰도 예측 책자활용 사례]

- * 대상 : Aluminum Electrolytic Capacitors (SMD Type) (장비 : 일반차량)
- * Part Number : EEEFT1H221AP (Quality Level : Unknown)
- * Type : Solid Tantalum Type
- * Rated Voltage range : 6.3 VDC ~ 50 VDC (Applied Voltage : 24V)
- * Capacitance : 220 μ F
- * Ambient Temperature : 40°C



[Part Data Sheet (일부)]

* 217F의 Capacitor 모델 확인 : $\lambda_p = \lambda_b \pi_T \pi_C \pi_V \pi_{SR} \pi_Q \pi_E$ (Failures/ 10^6 Hr)

* 기본고장률의 각 인자 (λ_b, π)들을 217F의 table 또는 산식을 활용하여 산출

① λ_b : 기본고장률 (CSR Type $\rightarrow \lambda_b = 0.00040$)

※ Solid Electrolyte Type이므로 CSR Type 선택, 이에 따라 π_i 들의 참조 테이블 결정
 (π_T : Column 1, π_C : Column 2 등)

Capacitor Style	Spec. MIL-C-	Description	λ_b	π_T Table - Use Column:	π_C Table - Use Column:	π_V Table - Use Column:	π_{SR}
CK	11015	Capacitor, Fixed, Ceramic Dielectric (General Purpose)	.00099	2	1	3	1
CKR	39014	Capacitor, Fixed, Ceramic Dielectric (General Purpose), Established Reliability	.00099	2	1	3	1
CC, CCR	20	Capacitor, Fixed, Ceramic Dielectric (Temperature Compensating), Established and Nonestablished Reliability	.00099	2	1	3	1
CDR	55681	Capacitor, Chip, Multiple Layer, Fixed, Ceramic Dielectric, Established Reliability	.0020	2	1	3	1
CSR	39003	Capacitor, Fixed, Electrolytic (Solid Electrolyte), Tantalum, Established Reliability	.00040	1	2	4	See π_{SR} Table

② π_T : 온도 인자 (40°C Column 1 $\rightarrow \pi_T = 1.3$)

T(°C)	Column 1	Column 2
20	.91	.79
30	1.1	1.3
40	1.3	1.9

② π_C : Capacitance 인자 (220 μ F Column 2 $\rightarrow \pi_C = 3.4$ or $\pi_C = 3.45746 \approx 3.4$)

※ 아래표에서 가장 유사한 값을 선택하거나, 실제 산식으로 계산

Capacitance, C(μ F)	Column 1	Column 2
.000001	.29	.04
.00001	.35	.07
.0001	.44	.12

3	1.1	1.3
8	1.2	1.6
18	1.3	1.9
40	1.4	2.3
200	1.6	3.4

Column 1: $\pi_C = C^{.09}$
 Column 2: $\pi_C = C^{.23}$

② π_V : 전압 인자 ((S=0.5, Column 4 $\rightarrow \pi_V = 1.0$ or $\pi_V = 1.0225 \approx 1.0$)

※ 최대허용전압(50V)과 인가전압(24V)를 이용, S산출 후 가장 유사한 테이블 값을 참조하거나, 실제 산식으로 산출

※ $S = (O_p \text{ Voltage} / \text{Rated Voltage}) = 24/50 = 0.48$

Voltage Stress	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
0.3	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2
0.4	1.1	1.0	1.3	1.0	1.5
0.5	1.4	1.2	1.6	1.0	2.0

Column 1: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^5 + 1$ Column 4: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^{17} + 1$
 Column 2: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^{10} + 1$ Column 5: $\pi_V = \left(\frac{S}{.5}\right)^3 + 1$
 Column 3: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^3 + 1$ $S = \frac{\text{Operating Voltage}}{\text{Rated Voltage}}$

Note: Operating voltage is the sum of applied DC voltage and peak AC voltage.

⑥ π_{SR} : Series Resistance 인자 (생략, 1.0 적용)

⑥ π_Q : 품질인자 (Unknown이므로, 상용(Commercial 적용, $\pi_Q = 10.0$)

Quality	π_Q
Established Reliability Styles	
D	.001
C	.01
S,B	.03
R	.1
P	.3
M	1.0
L	1.5
Non-Established Reliability Capacitors (Most Two-Letter Styles)	
Commercial or Unknown Screening Level	10

⑦ π_E : 환경 인자(일반차량이므로, G_M 적용, $G_M = 20$)

Environment	π_E
G_B	1.0
G_F	10
G_M	20
N_S	7.0
N_U	15

* ①, ②, ..., ⑦의 결과를 기본식에 적용하여 대상부품의 고장률 결정

$$\lambda_p = \lambda_b \pi_I \pi_C \pi_V \pi_{SR} \pi_Q \pi_E$$

$$= 0.00040 \times 1.3 \times 3.4 \times 1.0 \times 10.0 \times 20$$

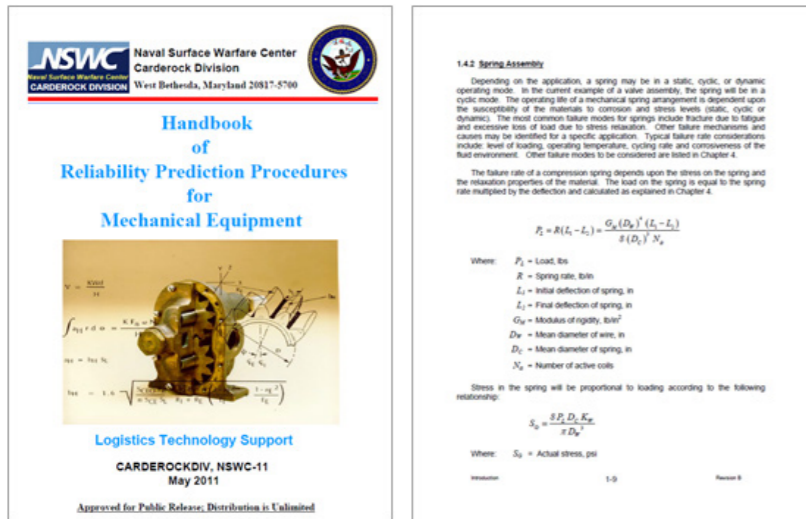
$$= 0.03536 \text{ (Failures/10}^6 \text{ Hr)}$$

$$\Rightarrow \text{MTBF로 환산시: } MTTF = \frac{1,000,000}{0.03536} = 28,280,543.0 \text{ Hr}$$

○ 참고사항 : 217F 내용 진부화에 따라, 일부 업체가 신규로 개발된 품목에 맞도록 기존 217F 내용을 보정하는 방법을 제안한 ANSI/VITA 51.1를 연구개발간 활용 시도(KF-X 등)



○ 개요 : 미 해군에서 기계류 부품에 대한 신뢰도 예측을 위해 개발한 모형으로, 신뢰도 예측시 주로 볼트, 베어링 등과 같은 체결류 구성품 예측에 사용됨



- 장·단점 : (장점) Databook 보다는 비교적 현실적인 고장률을 추정할 수 있으나, (단점) 입력요소가 많고, 조립체 단위에서는 고장률 오차가 큼
- 활용범위 : 대부분 사업의 신뢰도 예측에 사용되며, 활용가능한 자료가 있을 경우 Databook 사용 보다 우선함

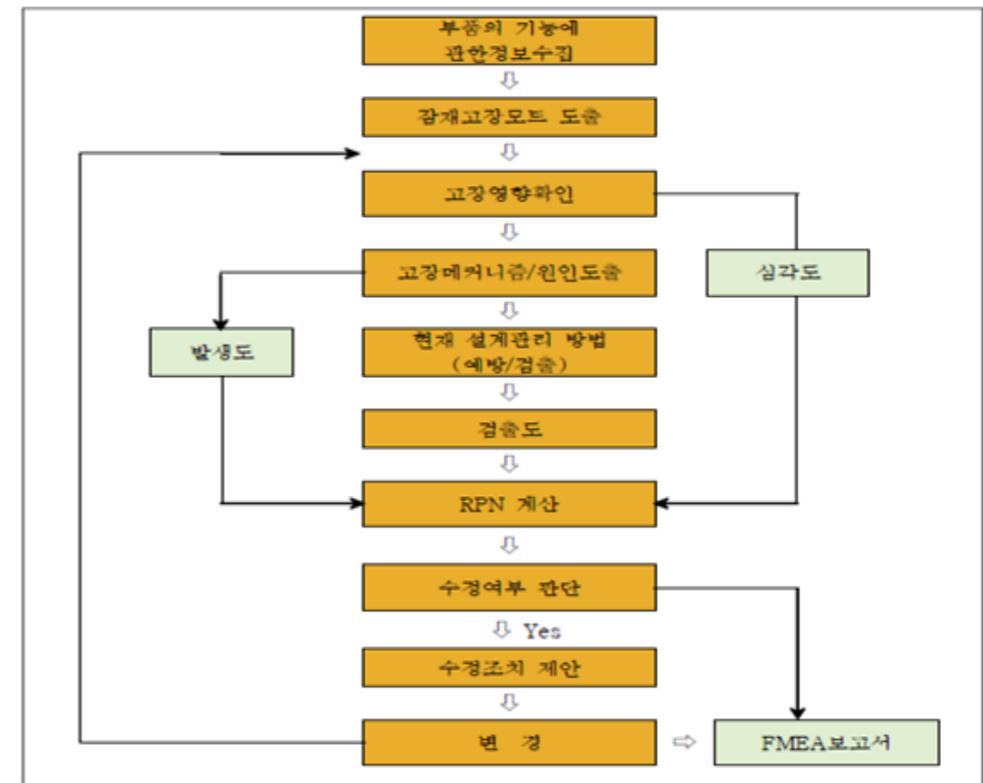
○ 개요 : 제품을 분석하여 설계결함으로 인한 잠재 고장모드의 식별을 위한 FMEA의 한 종류로, 시스템 FMEA와 구성품 FMEA로 나뉘기도 함

- * 시스템 FMEA : 시스템과 환경, 사용자 간의 인터페이스와 상호작용 분석
- * 구성품 FMEA : 시스템 이하 구성요소 간의 상호관계 분석

[비교]

- * Concept FMEA : 하드웨어가 정의되기 전에 초기단계의 개념분석에 사용되고, 기능과 관련된 잠재 고장모드가 중점임. Functional FMEA로도 표기함
- * Process FMEA : 시스템, 하위시스템 또는 구성요소 수준에서 제조 및 조립프로세스를 분석하기 위해 사용됨. 제조 또는 조립공정상의 결함으로 발생할 수 있는 잠재고장모드에 중점을 둠

- 관련 표준 : MIL-STD-1629A, New Automotive FMEA handbook(AIAG & VDA), SAE1739
- “무기체계 RAM 업무편람(39p)” 에 따르면, FMEA는 아래 절차에 따라 수행됨



○ 설계 FMEA의 역할

- ① 잠재 결함과 고장모드를 사전에 제거 및 예방
- ② 신뢰성 시험항목의 결정
- ③ 고장진단 및 시스템 성능 감시를 위한 기초자료 제공
- ④ 유사 시스템 설계 시, 고장 예방을 위한 노하우 축적

○ 신뢰성 시험 대상과 항목의 결정

- * D-FMEA결과 중 발생빈도와 심각도가 큰(RPN¹⁵이 큰) 고장모드를 보유한 품목을 시험대상 품목으로 선정
- * 신뢰성·정비성 설계를 통해 RPN이 큰 고장모드를 배제할 수 있는 설계(안)을 도출한 후 적용
- * 개선된 설계(안)이 적절하게 반영되어 위험도가 큰 고장모드가 배제되었는지를 확인하기 위해 신뢰성 시험을 실시함

○ FMEA 세부내용은 “무기체계 RAM 업무편람” 제 3.3.3.절을 참조함.



획득사업 RAM 업무 수행 매뉴얼

발행 **행** 국방기술품질원 품질경영본부 국방신뢰성연구센터 (042-251-5524)
발행일 **일** 2020.12.15.
주소 대전 대덕구 산업단지로 70 국방기술품질원
디자인 & 인쇄 디자인컴팩스

※ 본 매뉴얼은 획득사업 RAM 업무의 효율적 수행을 위해 국방기술품질원이 작성한 책자입니다.
본 매뉴얼의 내용 중 문의사항이 있을 시 국방기술품질원 국방신뢰성연구센터로 연락 주시기 바랍니다.