|  |
| --- |
| **중앙처리장치**  **요구사항 명세서** |

**문서승인**

**(Document Approval)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 구 분 | 소속기관명 | 성 명 | 일 자 | 서 명 |
| 작 성 | 전자부품연구원 | 김도훈 | 2013 / 10 / 30 |  |
|  |  |  |  |
| 검 토 | ㈜우리별 | 김수홍 | 2013 / 10 / 30 |  |
| 한국한공우주연구원 | 김태식 | 2013 / 10 / 30 |  |
| 전자부품연구원 | 박우출 | 2013 / 10 / 30 |  |
| ㈜아이엔텍 | 강석엽 | 2013 / 10 / 30 |  |
| 에이앤디엔지니어링㈜ | 윤석환 | 2013 / 10 / 30 |  |
| ㈜모피언스 | 이광원 | 2013 / 10 / 30 |  |
| 승 인 | ㈜우리별 | 김수홍 | 2013 / 10 / 30 |  |

|  |
| --- |
| 주 의  본 문서는 국토교통부의 항공기술연구사업의 “항공용 다변측정 감시시스템(MLAT) 개발” 과제의 연구개발 결과물입니다. 무단복제와 무단전재를 금합니다. |

개 정 기 록

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **개정번호** | **개 정 내 용** | **개정일자** | **작성자** |
| V1.0 | 최초등록 | 2013.10.30 | 김도훈 |
| V1.1 | 수정 | 2014.01.27 | 김선숙 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**목차**

[1. 문서 범위 6](#_Toc370669734)

[1.1. 문서 식별 6](#_Toc370669735)

[1.2. 개요 6](#_Toc370669736)

[1.2.1. 시스템 개요 6](#_Toc370669737)

[1.2.2. 장치 개요 8](#_Toc370669738)

[1.3. 문서 개요 8](#_Toc370669739)

[1.4. 용어 정의 및 약어 13](#_Toc370669740)

[2. 참고 문서 14](#_Toc370669741)

[3. 요구사항 15](#_Toc370669742)

[3.1. 상태 및 모드 15](#_Toc370669743)

[3.2. 기능 및 성능 요구사항 17](#_Toc370669744)

[3.2.1. 기능 요구사항 17](#_Toc370669745)

[3.2.2. 성능 요구사항 22](#_Toc370669746)

[3.3. 외부 인터페이스 요구사항 27](#_Toc370669747)

[3.4. 내부 인터페이스 요구사항 32](#_Toc370669748)

[3.5. 환경조건 32](#_Toc370669749)

[3.6. 설계 고려사항 35](#_Toc370669750)

[3.6.1. 표준 일치성 요구사항 35](#_Toc370669751)

[3.6.2. 안정성 요구사항 36](#_Toc370669752)

[3.7. 시스템 특성 고려사항 36](#_Toc370669753)

[3.7.1. 시스템 신뢰성 요구사항 36](#_Toc370669754)

[3.7.2. 시스템 가용성 요구사항 36](#_Toc370669755)

[3.7.3. 시스템 확장성 요구사항 37](#_Toc370669756)

[3.7.4. 기타 37](#_Toc370669757)

[4. 입증 방안 38](#_Toc370669758)

[5. 요구사항의 추적성 41](#_Toc370669759)

[5.1. LAM 요구사항 추적성 41](#_Toc370669760)

[5.2. WAM 요구사항 추적성 41](#_Toc370669761)

**그림 목차**

[그림 1‑1 다변측정감시시스템 운용 개념도 7](#_Toc370800908)

그림 1-3 중앙처리장치 구성도………………………………………..…………………………..8

**표 목차**

[표 1-1 기관코드 정의 10](#_Toc370800889)

[표 1-2 형상관리품목코드 정의 10](#_Toc370800890)

[표 1-3 문서 관리 코드 정의 11](#_Toc370800891)

표1-4문서번호체계…….…………………………………………………………………………………………10

[표 4‑1 요구사항 입증 방안 38](#_Toc370800892)

[표 5-1 LAM 요구사항의 추적성 41](#_Toc370800893)

[표 5-2 WAM 요구사항의 추적성 41](#_Toc370800894)

# 문서 범위

## 문서 식별

본 문서는 항공용 다변측정 감시시스템을 구성하는 중앙처리장치(CPS)의 요구 사항을 명시한 명세서이다. 본 문서는 문서 식별 번호 ‘KETI-MLT-SSS-040’으로 참조되며 문서 출시 버전 ‘V1.0’을 갖는다. 시스템은 관리 코드 ‘MLAT\_SYS\_SSS’를 통해서 요구 사항 추적 성을 제공한다.

## 개요

### 시스템 개요

MLAT는 항공기에 탑재된 트랜스폰더 및 지상 송신 장비(Squitter)의 송출신호를 여러 개의 수신기로 수신하여 항공기 및 지상이동체를 감시하는 장비이다. 수신기는 항공기로부터 수신한 정보에 타임스탬프를 추가하여 중앙처리시스템으로 전송하며(TOA), 중앙처리시스템은 각 수신기가 수신한 정보의 시각차(TDOA)를 이용하여 항공기의 위치를 계산한다. 그러므로 각 수신기들은 기준이 되는 시간과 동기 되어야 하며 이는 MLAT 시스템의 정밀도에 큰 영향을 미치는 중요 요인이 된다.

질문기(송신기)는 Mode A, Mode C, 및 Mode S 질문을 할 수 있어야 한다. ICAO Annex 10 요구조건에 부합되는 1030/1090MHz 라디오 주파수 환경에서 WAM 운용의 영향을 최소화하기 위해 질문 RF파워와 질문율에 대해 운용 요구조건을 만족시키는 최소치를 유지하여야 한다.

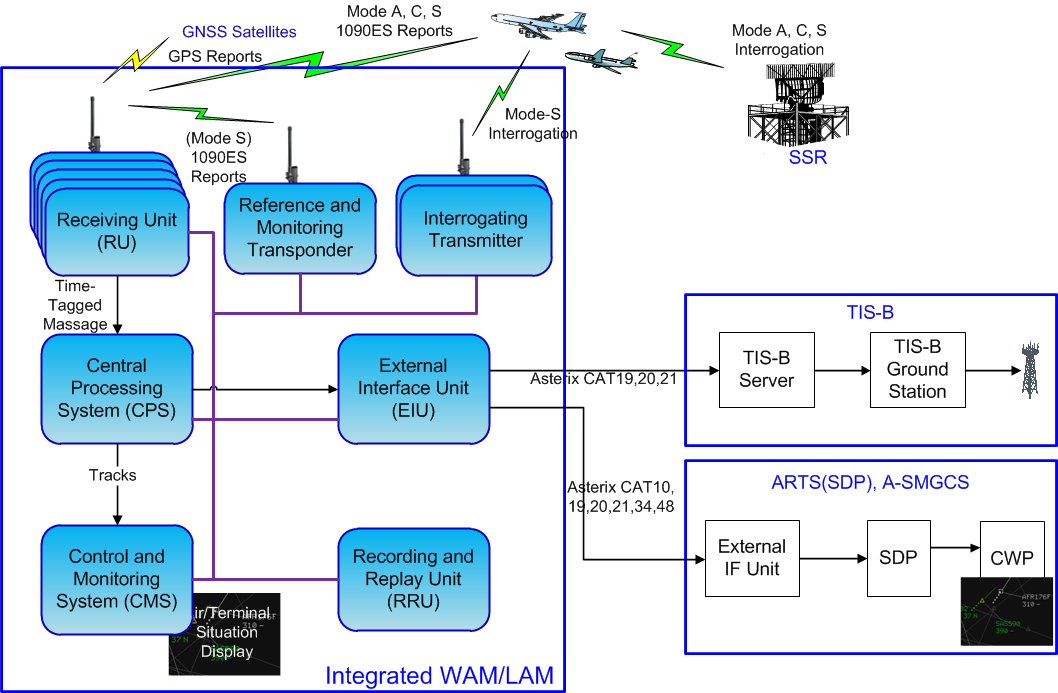


그림 1‑1 다변측정감시시스템 운용 개념도

### 장치 개요

중앙처리장치는 다수의 수신기로부터 정보를 수신하여 모든 수신된 데이터에 대한 시간의 상호관계 및 동기화 기능, MLAT 데이터 처리 및 ADS-B 데이터 처리, 타깃 메시지로서의 데이터 처리 결과 산출, 전송 하위 시스템의 제어, 시스템 진단/모니터링/관리, 외부 환경과의 통신, 감시 정보 교환에 있어서의 주기적 상태 메시지의 시스템 상태 산출 기능을 수행한다.

중앙처리장치의 구성도는 그림 1-2와 같이 각 수신기로부터 입력되는 TOA값을 바탕으로 TDOA를 추정하여 표적의 위치를 계산하고 표적추적 및 항적(Track)을 생성하는 기능을 수행한다. 또한 ADS-B 데이터를 추출하여 데이터의 유효성을 검증하는 기능도 수행한다.

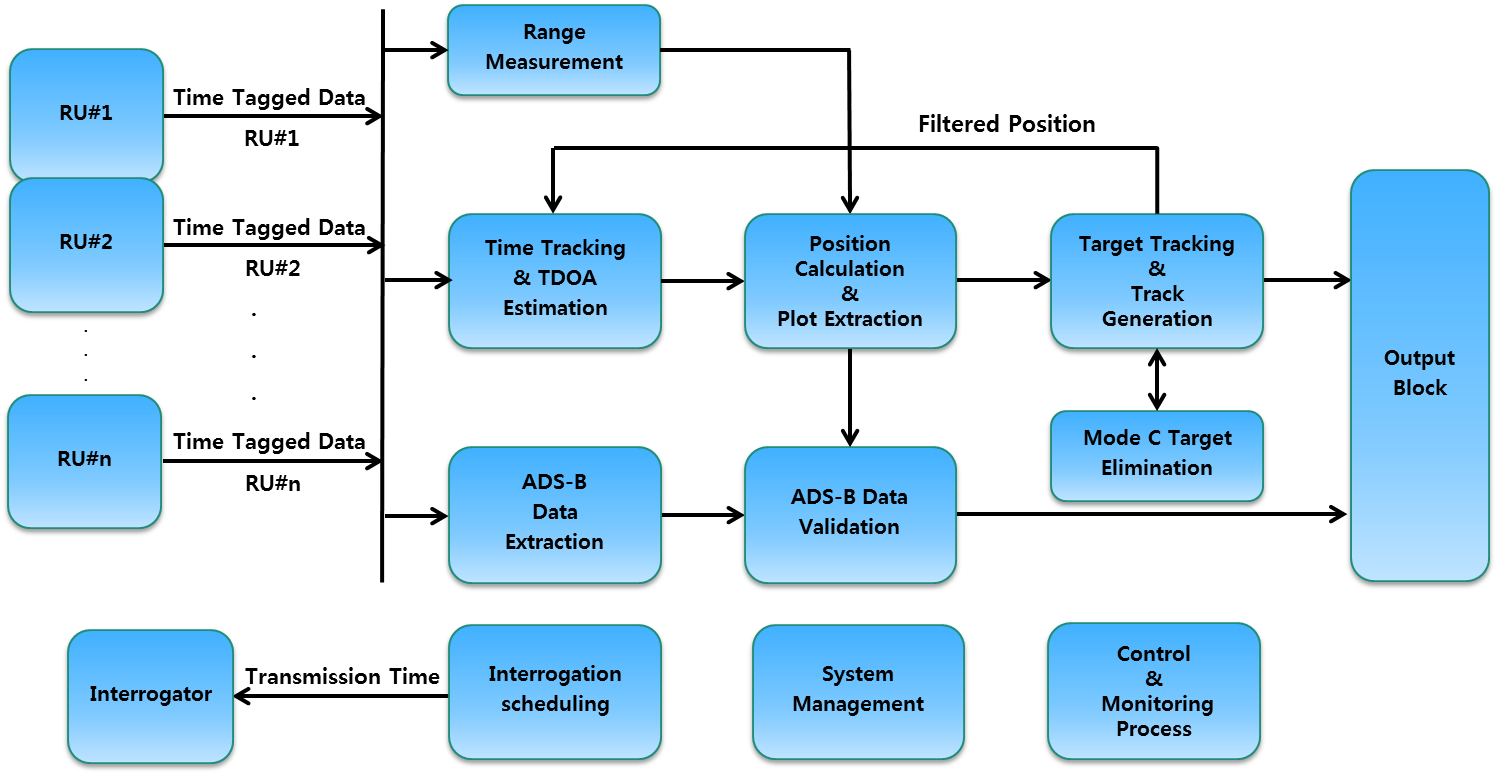


그림 1‑2 중앙처리장치 구성도

## 문서 개요

본 문서는 TDOA를 추정하여 표적추적 및 항적생성을 수행하는 중앙처리장치의 요구사항을 기술한 문서이다.

요구사항 명세서는 ‘기관코드\_형상관리품목코드\_문서관리코드\_’와 네 자리 숫자를 통해서 요구 사항 유일 식별 번호 (requirement unique identifier, RUID)를 제공한다. RUID는 시스템과 서브시스템간 요구 사항과 설계도간의 추적성을 제공한다. 기관코드는 표 1-1과 같이 정의되며, 형상관리코드는 표1-2와 같이 정의되며, 문서관리 코드는 표 1-3과 같이 정의된다. 네 자리 숫자 번호는 추가적인 요구사항의 삽입을 용이하게 증가 시킬 수 있다.

**표 1-1 기관코드 정의**

| **No** | **Code** | **Full Name** | **Description** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | WRB | (주)우리별 | 주관 기관 (주)우리별 |
| 2 | INT | (주)아이엔텍 | 공동 기관 (주)아이엔텍 |
| 3 | A&D | 에이앤디엔지니어링(주) | 공동 기관 에이앤디엔지니어링(주) |
| 4 | KARI | 한국항공우주연구원 | 공동 기관 한국항공우주연구원 |
| 5 | KETI | 전자부품연구원 | 공동 기관 전자부품연구원 |
| 6 | MP | (주)모피언스 | 공동 기관 (주)모피언스 |

표 1-2 형상관리품목코드 정의

| **No** | **Code** | **Full Name** | **Description** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | SYS | MLAT System | 시스템 |
| 2 | RU | Receiving Unit | 수신기 |
| 3 | ITX | Interrogating Transmitter | 질문기 |
| 4 | RMT | Reference and Monitoring Transponder | 기준감시트랜스폰더 |
| 5 | CPS | Central Porcessing System | 중앙처리장치 |
| 6 | CMS | Control and Monitoring System | 시스템통제감시장치 |
| 7 | EIU | External Interface Unit | 외부연동장치 |
| 8 | SPU | Signal Processor Unit | 신호처리모듈 |

표 1-3 문서 관리 코드 정의

| **No** | **Code** | **Full Name** | **Description** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | OCD | Operational Concept Description |  |
| 2 | SSS | System/Subsystem Specification |  |
| 3 | SSD | System/Subsystem System Design |  |
| 4 | SRS | Software Requirement Specification |  |
| 5 | HRS | Hardware Requirement Specification |  |
| 6 | IRS | Interface Requirement Specification |  |
| 7 | SDD | Software Design Description |  |
| 8 | HDD | Hardware Design Description |  |
| 9 | IDD | Interface Design Description |  |

표 1-4 문서 번호 체계

| **순서** | **번호** | **Full Name** | **version** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | WRB-MLT-SSS-001 | 시스템 요구사항 명세서 | V1.0 |
| 2 | INT-MLT-SSS-010 | 수신기 요구사항 명세서 | V1.0 |
| 3 | WRB-MLT-SSS-020 | 질문기 요구사항 명세서 | V1.0 |
| 4 | MP-MLT-SSS-030 | 기준 감시 트랜스폰더 요구사항 명세서 | V1.0 |
| 5 | KETI-MLT-SSS-040 | 중앙처리장치 요구사항 명세서 | V1.0 |
| 6 | INT-MLT-SSS-050 | 시스템통제감시장치 요구사항 명세서 | V1.0 |
| 7 | INT-MLT-SSS-060 | 외부연동장치 요구사항 명세서 | V1.0 |
| 8 | A&D-MLT-SSS-070 | 신호처리모듈 요구사항 명세서 | V1.0 |

본 문서는 다음과 같은 5개의 장으로 구성된다.

* 문서 범위
* 참고 문서
* 요구 사항
* 입증 방안
* 요구사항 추적성

## 용어 정의 및 약어

* CPS : Central Processing System
* TXU : Transmitting Unit
* CMS : Control Monitoring System
* SNMP : Simple Network Management Protocol
* UDP : User Datagram Protocol
* ACAS : Airborne Collision Avoidance System

# 참고 문서

* 항공법 (법률 제10331호, 개정 2010.5.31)
* 항공법 시행령 (대통령령 제22493호, 개정 2010.11.15)
* 항공법 시행규칙 (국토해양부령 제288호, 개정 2010.9.20)
* 항공정보통신시설의 설치 및 기술기준 (국토해양부고시 제2009-344호)
* 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 (국토해양부고시 제2010-829호 2010-11-17)
* 항행안전시설 성능적합증명 검사 기술기준 (국토해양부고시 제2009-355호)
* 항행안전시설 관리 및 운영규정 (국토해양부고시 제2009-1046호)
* RTCA, DO-178B, Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
* RTCA, DO-242A, Minimum Aviation System Performance Standards for ADS-B, 2002
* RTCA, DO-260A, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter ADS-B and TIS-B, 2003
* RTCA, DO-260B, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter ADS-B and TIS-B, 2009
* ICAO, ANNEX 10, Aeronautical Telecommunications, 2002
* ICAO Doc 9924, Aeronautical Surveillance Manual
* ICAO Doc 9684, Manual on the Secondary Surveillance Radar (SSR) Systems
* ICAO Doc 9688, Manual on Mode S Specific Services
* EUROCAE, ED-109A, Software Integrity Assurance Considerations for CNS/ATM Systems
* EUROCAE, ED-117, Minimum Operational Performance Specification for Mode S Multi lateration Systems for use in Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems(A-SMGCS)
* EUROCAE, ED-142, Technical Specification for Wide Area Multi lateration (WAM) Systems
* EUROCAE, ED-153, Guidelines for ANS Software Safety Assurance, 2009

# 요구사항

## 상태 및 모드

본 절에서는 다변측정 감시시스템을 구성하는 중앙처리장치의 운용 상태와 모드에 대해 기술한다.

1. **상태 및 모드**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 항공용 다변측정 감시시스템(MLAT)의 중앙처리장치는 공항이동 지역 내 항공기 위치감시를 위한 지역다변측정(LAM) 감시모드와 접근(TMA) 및 항로비행 항공기 위치감시를 위한 광역다변측정(WAM) 감시모드로 구분된다 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117, ED-142 |

1. **중앙처리장치 모드와 상태**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT 중앙처리장치는 다음의 두 모드를 제공하여 사용자가 설정할 수 있도록 한다.  ○ 운영 모드: 중앙처리장치가 운용 가능 함  ○ 유지보수 모드: 중앙처리장치가 유지보수 중이며 운용이 가능하지 않음  MLAT 중앙처리장치는 외/내부 인터페이스와 프로세스들이 서비스 가능상태에 있는지 판단하고 다음의 두 상태를 자동 결정하여야 한다.  ○ 서비스 상태: 운용 범위에서 최소한의 시스템 성능이 확보됨  ○ 서비스 차단 상태: 운용 범위에서 최소한의 시스템 성능이 확보 되지 않거나 운용 범위에서 시스템이 최소 성능을 확보에 대해 확신 할 수 없음.  MLAT 중앙처리장치의 전원을 인가하여 재 시동 시에는 이전 전원을 차단하여 중지 직전의 모드로 세팅 되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 2.3.1 WAM system Modes and States |

1. **운영모드**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 전원이 인가되어 서비스가 제공되고 있는 상태로, 메뉴 및 시스템 상태 현시와 제어 기능을 제공할 수 있어야 한다. 중앙처리 장치의 운영모드는 CMS에서 선택 할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 2.3.1 WAM system Modes and States |

1. **유지보수모드**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치의 점검이 필요하다고 인정되는 경우 외부인터페이스와 모든 프로세스를 차단한 상태에서 시스템 복구를 위한 인터페이스를 제공할 수 있어야 한다. 유지보수모드로 설정될 경우 CPS에서는 목표데이터 처리와 시스템 모니터링 기능만 수행한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 항행안전시설 관리 및 운영규정(국토해양부고시 제2012-287호)  제3장 유지보수 |

## 기능 및 성능 요구사항

본 절에서는 다변측정 감시시스템을 구성하는 중앙처리장치의 기능적 요구사항과 성능 요구사항을 기술한다.

### 기능 요구사항

1. 구성 요소

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 타깃 프로세서(TP), 관리서버(MS), 통신 인터페이스로 구성된다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

1. 기능 요구조건

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 각 수신기로부터 입력되는 TOA값을 바탕으로 TDOA/TSOA를 계산을 통해 표적의 수평/수직 위치를 측정하고 항적(Track)을 생성하며, 데이터 링크를 통해 항적정보를 CMS에 전달하여야 한다. 또한 ADS-B 데이터를 추출을 통한 데이터의 유효성 검증을 지원하여야 한다. 중앙처리장치는 최소한 다음의 기능을 제공할 수 있어야만 한다.  ○ 모든 수신된 데이터에 대한 시간의 상호관계 및 동기화  ○ MLAT 데이터 처리 및 ADS-B 데이터 처리  ○ 타깃 메시지로서의 데이터 처리 결과 산출  ○ 전송 하위 시스템의 제어  ○ 시스템 진단, 모니터링, 관리  ○ 외부 환경과의 통신  ○ 감시 정보 교환에 있어서의 주기적 상태 메시지의 시스템 상태 산출  ○ TDOA/TSOA 결정  ○ 표적 위치 측정 및 식별  ○ 질문 관리: 표적에 능동적으로 질문하기 위한 질문에 대한 관리 기능 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 2.2 Functional Requirements |

1. TDOA/TSOA 결정

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 수신기로부터 받은 TOA 데이터를 바탕으로 표적의 TDOA/TSOA를 결정할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

1. **데이터 출력 관리**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT 시스템은 다중 표적과 상태 보고를 출력하되 독립적으로 설정 가능해야 한다. 그리고 물리적으로 분리된 최소 두 개의 출력 단자를 제공하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 2.2.3 Data Output Management |

1. **데이터 저장**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 기능요구조건의 검증, 성능 분석, 시험평가, 상태모니터링을 위해 기준시각을 포함한 데이터를 저장하고 재생하는 기능을 제공하여야 한다. 저장 기능은 MLAT시스템의 출력 정확도를 손상시키지 않고 데이터를 저장 할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 2.7.2 Recording capability, ED-117 2.12 DATA RECORDING |

1. **접근점(Access Points)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 기록되어 있는 주요 데이터에 접근할 수 있는 가용 시험 포인트와 인터페이스가 있어야 하며 이는 소프트웨어 인터페이스로 구현될 수 있다. 이러한 저장 포인트에 대한 프로토콜과 형식은 문서화 되어야 한다.  중앙처리장치는 시스템 운용에 영향을 끼치지 않으면서 표적 보고, 서비스 메시지 출력, 장비상태 및 성능자료에 대한 기록 접근을 제공하여야 한다. 또한 하나 이상의 수신기 손실에 대한 영향을 조사할 수 있도록 기록 접근을 제공하여야 한다. 능동 질문기를 사용 할 경우, WAM 시스템은 시스템 출력에서 필수 또는 예상 표적의 정보의 손실을 조사하기 위하여 질문 명령에 대한 기록 접근을 반드시 제공하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 2.7.1 Access Points |

1. **시스템 보안**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 반드시 사용자의 시스템 접근을 통제할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 2.3.2 System Security |

1. **접근통제 및 시스템 보안 (Access Control/System Security)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치에 접근하여 명령과 변수를 수정할 수 권한을 통제할 수 있는 보안 시스템이 있어야 하고 최상위 접근권한 만이 모든 시스템을 통제할 수 있도록 해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.10.9 Access Control/System Security |

1. **내부(Internal) 결함 분리 감시**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 결함 분리 감시는 중앙처리장치의 기능 요구조건에 명시된 요소 및 주요 요소들의 상태를 감시하고 보고하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.10.10.1 Internal |

1. **외부(External) 결함 분리 감시**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치의 인터페이스 중 하나라도 데이터 전송이 중단이 발생되면 결함 분리 감시는 시스템의 모든 외부 인터페이스를 감시하고 결함을 보고할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.10.10.2 External |

1. **2D/3D 계산(2D/3D Calculation)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 적절한 신호형식의 응답을 3개 이상의 수신기에서 정상적으로 수신하였을 경우에는 3차원 또는 2차원으로 위치 계산이 가능하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.1.1 2D/3D Calculation |

1. **ADS-B 데이터 강건성 및 유효성 검증**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 수신된 ADS-B 데이터의 위치정보와 CPS에서 계산한 위치정보를 비교하여 ADS-B 데이터의 강건성 및 유효성을 검증한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **표적 처리(Target Processing)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 수신기로부터 탐지되어 전달된 Mode A/C 그리고 Mode S 표적의 데이터 처리를 할 수 있어야 한다. WAM 시스템은 정의된 운용범위 내에서 10NM 이상 격리된 항공기 식별 주소를 가진 두 항공기를 탐지하고 데이터처리를 할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.2.1 Target Processing |

1. **데이터 출력 형식(Data Output Format)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM시스템은 최소한 Euro control ASTERIX Cat 019, 020 또는 이후 최신판 형식의 데이터 출력을 제공할 수 있어야 한다.  다음의 두 가지 형태의 데이터가 출력되어야 한다.  ○ 표적 보고(플롯/항적) 데이터 : ASTERIX CAT 020 보고  ○ 서비스 메시지 (전체시스템 상태, 구성품 상태, WAM기준 위치) : ASTERIX CAT 019 보고, ASTERIX Cat 021, 023, 034, 048은 필요시 선택적으로 출력이 가능해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.2 Data Output Format |

1. **부가적 해상도 권고 리포터 추출**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 ACAS RA가 탐지될 동안 레지스터 BDS 3.0을 추출할 수 있어야 하고 ASTERIX I020/260에 따라 RA 리포트를 제공하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.5.2 Optional Resolution Advisory Report Extraction |

1. **부가적 강화 감시 능력(Optional Enhanced Surveillance)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 장착된 표적으로부터 강화된 감시(EHS) 항공 파라미터를 제공하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.5.3 Optional Enhanced Surveillance capability |

### 성능 요구사항

1. 중앙처리장치 이중화 구성

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 Primary/Secondary 장치로 구분하여 이중화 구성을 한다. 그리고, 서로간의 상태 체크를 위하여 표준 통신 프로토콜을 이용하여 Heartbeat을 송/수신하여 3초이내에 응답이 없을 경우 자동/수동 전환할 수 있도록 한다. 무중단 운영을 위하여 주장비, 예비장비는 상호 독립적으로 동작하여야 하고, 주장비 장애 시 자동으로 예비장비로 전환되도록 제작 설치 되어야 한다. 1개의 장애 시에도 다른 장치에 영향을 미치지 않도록 주장비와 예비장비는 RACK으로 분리하여 독립적으로 제작, 설치 되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117 |

1. **LAM 시스템 운용범위(LAM System Coverage)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM시스템은 가능한 한 항공기가 움직이는 공항지역내의 모든 표적에 대해 연속적인 서비스를 제공하여야 한다. 운용범위는 지면이동지역은 물론 최소한 지면에서 100m, 5nm까지의 이착륙 공역을 포함한다.  시스템은 하나의 수신기 또는 질문 기로부터의 데이터 손실로 인해 요구되어지는 운용범위의 손실을 야기하지 않도록 설계, 장착 그리고 최적화 되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.8 MLAT SYSTEM COVERAGE |

1. **WAM 시스템 운용범위**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM시스템은 가능한 한 항공기가 움직이는 TMA/항로 지역 내의 모든 표적에 대해 연속적인 서비스를 제공하여야 한다. 운용범위는 지상 수신기의 배치 및 표적의 고도에 따라 차이가 남으로 정확한 요구조건으로 설정하기는 어렵다. 운용범위는 Slant Range 기준으로 항로는 170Nm이상, TMA지역은 60Nm이상을 기준으로 하되 수신기의 감도를 기준으로 최종 판단한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

1. **표적 위치추적 정밀도**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 표적 위치추적 성능에 있어서 다음의 정밀도를 제공할 수 있어야 한다.   |  |  | | --- | --- | | LAM 정밀도 (95%기준) | • 5m 이하 @활주로  • 20m 이하 @활주로에서 2.5NM  • 40m 이하 @활주로에서 5NM | | WAM 정밀도 | • 150m rms 이하 @TMA  • 350m rms 이하 @항로 | |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **LAM 시스템용량(System Capacity)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM 시스템에서 주어진 운용 무선 환경에서 한번에 하나의 표적 리포트를 생성하면서 초당 최소 500개의 표적을 지원할 수 있어야 한다. MLAT시스템은 시스템 용량이 초과되어 데이터의 신뢰성을 보장할 수 없을 경우 사용자에게 리포트 하여야 한다. 과부하가 발생할 경우 시스템 기능 저하에 대해 고려하여야 한다. 시스템 용량 한계를 결정할 때에는 모든 수신기가 각 표적 위치 계산에 사용된다고 가정하여야 한다. 그리고 공항확장에 따른 증가되는 용량에 대한 잠재성을 고려하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **WAM 표적 용량(Target Capacity)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 표적 용량은 시스템이 모든 감시 성능 요구조건을 만족시킬 수 있는 최대 표적의 갯수로 정의된다. 요구 용량은 특정 공역과 환경 특성에 영향을 받는다. 최소한으로 WAM 시스템은 운용 범위내의 500개 이상의 표적을 동시에 획득하고 추적을 유지할 수 있어야 한다.  과부하 메카니즘 : 표적수가 설정된 용량 한계치를 초과할 때 이를 탐지하는 과부하 메카니즘이 제공되어야 한다. 한계치를 초과할 경우 WAM 시스템은 시스템 상태 보고의 Overflow 표시와 Item I019/550의 ASTERIX OVL 비트가 설정되어야 하다. 그리고 과부하가 탐지되면 시스템은 NOGO 상태로 진입하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.13 Target Capacity |

1. **LAM 표적 갱신 시간(Update Rate)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM 시스템은 운용 범위내의 모든 표적의 최소 갱신 율은 모드 S 트랜스폰더의 스퀴터 속도를 고려하여 평균 초당 1회가 되도록 설계되어야 한다. 이 갱신 율은 일부 전송신호가 수신되지 않을 수 있어 항상 만족할 수 있는 것은 아니다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.1 Update Rate |

1. **에이프런 (Apron)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM 시스템은 에이프런 내의 모든 모드 S 송신 표적에 대한 평균 갱신 율이 1초를 달성할 확률은 0.7 이상이어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.2.1 |

1. **스탠드(Stand)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM 시스템은 스탠드 내의 모든 모드 S 송신 표적에 대한 평균 갱신 율이 1초를 달성할 확률은 0.5 이상이어야 한다 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.2.2 |

1. **기동영역(Maneuvering Area)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM 시스템은 기동영역영역 내의 모든 모드 S 송신 표적에 대한 평균 갱신율이 1초를 달성할 확률은 0.95 이상이어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.2.3 |

1. **공중 타겟(Airborne Target)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM 시스템은 기동영역영역 내의 모든 모드 S 송신 표적에 대한 평균 갱신율이 1초를 달성할 확률은 0.95 이상이어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.2.4 |

1. **WAM 갱신 주기(Update Interval)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 다음과 같이 정의된 갱신 주기를 초과해서는 안된다.  ○ 항로 : 8 초  ○ 접근관제지역(or TMA) : 5 초 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.1 Update Interval |

1. **변경된 항공기 정보의 갱신(Update of changed aircraft information)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 항공기 정보 중 항공기 식별(ACID)과 Mode A 코드(사용자가 요구할 경우)의 변화가 있을 경우 최대갱신주기의 3배 시간(항로:24초, TMA:15초) 이내 이를 출력할 확률은 95%이상이어야 한다. 그리고 항공기 정보 중 비상 코드와 SPI(사용자가 요구할 경우)의 변화가 있을 경우 최대갱신주기 이내에 이를 출력할 확률은 95%이상이어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.2 Update of changed aircraft information |

1. **PLG(Probability of long position gaps, PLG)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 최대갱신주기의 3배 + 10% (항로: 26.4초, TMA: 16.5초) 동안 PLG가 발생할 확률은 0.1% 이하이어야 한다. 주의) 트랜스폰더의 비정상에 의한 것은 제외한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.4 PLG |

1. **표적 탐지율**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 표적 탐지성능에 있어서 다음의 표적 탐지율/오탐지율 성능을 제공할 수 있어야 한다.   |  |  | | --- | --- | | 탐지율 | LAM : 99.9% 이상  WAM : 97% 이상 | | 오탐지율 | LAM : 10-4 이하  WAM : 0.1% 이하 | |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **오탐지 확률(Probability of false detection, PFD)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM시스템이 오표적(False Target)을 출력할 확률은 공항내 트랜스폰더의 위치에 따라 아래의 요구조건을 만족하여야 한다.  ○ 기동영역 : 표적 레포트 당 10-4 이하  ○ 스탠드 : 표적 레포트 당 10-3 이하  ○ 공중 표적 : 표적 레포트 당 10-4 이하  WAM시스템의 오 탐지 률은 0.1% 이하이어야 한다. 오 탐지 율에는 다중 표적 보고 확률도 포함된다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.10 Probability of False Detection  ED-142 3.3.5 PFD, 인천공항 SRS |

1. **오식별 확률(Probability of False Identification)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | LAM시스템이 표적이 정확한 식별 자를 공지했는데 표적당 임의의 5초 동안에 오식 별이 발생할 확률은 아래의 요구조건을 만족하여야 한다.  ○ Mode-S 코드 : 10-6 이하  ○ Mode-A 코드 : 10-4 이하 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.11 Probability of False Identification, 인천공항 SRS |

1. **전환 시간(Switchover time)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 다중화 표적 프로세서 시스템의 경우 주에서 예비로 전환되는 시간은 표적 데이터 손실 없이 3초 이내에 이루어져야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 3.3.12 Switchover Time |

1. **코드 탐지률(Probability of code detection, PCD)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 정의된 갱신 주기 내에  정확한 항공기 주소를 제공할 확률은 99%이상,  정확하고 유효한 Mode A 코드를 제공할 확률은 98%이상,  정확하고 유효한 Mode C 코드를 제공할 확률은 96% 이상이어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.6 PCD |

1. **수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM시스템의 수평 위치 오차는 다음을 초과해서는 안된다.  ○ 항로 : 350 m RMS  ○ 접근 관제 지역 : 150 m RMS |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.8 Horizontal Position Accuracy |

1. **표적 보고 타임 스탬프(Target Report Time Stamp)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 UTC 동기된 타임 스탬프 표적 위치를 제공하여야 한다. 이때 표적 보고 타임 스탬프와 실제 시각 간의 오차는 100ms이하이어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.9 Target Report Time Stamp |

1. **Mode A/C 위치 해상도 (Positional Resolution)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템의 위치 해상도는 다음의 표와 같이 두개의 수평분리 내에서 서로 다른 Mode-A 코드의 Mode A/C 트랜스폰더가 갖추어진 인접한 표적에 의해 정의된다.  ○ Separation 1 En-route service : 3500m(2 NM)  ○ Separation 1 TMA service : 1200m(0.6 NM)  ○ Separation 2 En-route service : 7000m(4 NM)  ○ Separation 2 TMA service : 3500m(2NM) |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.10 Positional Resolution(Mode A/C) |

1. **위치 해상도 - 위치 탐지 (Positional Resolution-Position Detection)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM시스템의 정의된 갱신주기 내에서 서로 다른 Mode A/C 트랜스폰더를 탑재한 두 표적의 위치 탐지률은 아래와 같다.  ○ Separation 1 : 60% 이상  ○ Separation 2 : 98% 이상 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.10.1 Positional Resolution-Position Detection |

1. **위치 해상도 - Mode A/C 코드 탐지**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM시스템의 정의된 갱신주기 내에서 서로 다른 Mode A/C 트랜스폰더를 탑재한 두 표적의 Mode A 와 C 코드를 정확히 탐지할 확률은 아래와 같다.  ○ Separation 1 : 30% 이상  ○ Separation 2 : 90% 이상 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.10.2 Positional Resolution-Mode A/C Code Detection |

1. **처리 지연(Processing Delay)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 데이터 구동 모드에서 수신기에서 표적 신호를 수신한 시간으로부터 WAM 시스템이 표적 보고를 출력하기까지의 처리 지연은 1초 이하이어야 한다.(※ 주의: WAM시스템의 통신 인프라의 지연이 500msec를 초과하지 않는다고 가정하였음)  주기적 지연 모드에서 출력 주기내에서 최근에 수신되어 측정된 위치가 전송될 때, 최대 처리 지연은 출력 주기에 1초를 더한 시간 이하이어야 한다.  주기적 예측 모드에서 출력 시각에 예측 위치가 전송될 경우, 처리지연은 0.5초 이하이어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.3.11 Processing Delay |

1. **시스템 반응 속도**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 다음의 시스템 반응속도를 제공할 수 있어야 한다.   |  |  | | --- | --- | | 시스템반응속도 | 250 ms 이하 | |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **타겟 보고**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 각 수신된 타깃 리포트 출력 기능이 있어야 한다. 리포트는 평균 1초에 한번의 속도로 전송 되어야 한다. 또한, 시스템은 원하지 않는 전송 타입(예를 들어 Mode A/C나 확실한 down-link 포맷 리포트)을 타깃 출력 속도가 Data 퓨전 시스템이나 다른 Data Link를 위해서 과도해지는 것을 방지하기 위해 필터링 할 수 있어야 한다. 시스템은 다음과 같은 타겟 리포트를 출력해야 한다. 최소 메시지는 아래 리스트를 포함해야 한다.   1. Message Type 2. Data Source Identifier 3. Target Report Descriptor 4. Position in WGS-84 5. Position in Cartesian co-ordinates 6. Mode 3A Code 7. Measured Height 8. Time of Day 9. Track Number 10. Track Status 11. Aircraft Address 12. Standard Deviation of Position 13. Aircraft Identification (ACID) 14. Pressure Altitude: FL derived from Mode S Altitude (25ft increments) of Mode C value (100ft increments) 15. Horizontal Position Accuracy(Standard Deviation of position [error]) 16. Flight Status 17. Transponder Communications/ACAS Capability 18. Indication of Duplicated of Illegal Aircraft Address 19. Data Age of the Pressure Altitude   다음의 타깃 리포트 데이터 항목은 선택적이다.   1. Horizontal Position (Cartesian Coordinates) 수평적 위치(데카르트식 좌표) 2. Track Number 3. Track Status 4. Calculated Track Velocity 5. Calculated Acceleration 6. Calculated Receivers (to the MLAT target position) 7. Calculated Heights (Measured/Geometric height) 8. Standard Deviation of the Calculated Heigth 9. Mode S MB data 모드 S MB |
| **상태** |  |
| **출처** | 인천국제공항 SRS, EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **시동 시간(Start-Up Time)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 시스템은 초기화나 주 전원의 상실등으로 재 시동할 경우 3분 이내에 모든 기능이 완벽히 동작해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 인천공항 SRS |

1. **트랙 개시**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 적절하게 장비된 항공기가 트랜스폰더를 키거나 커버 지역에 진입하면 5초 이내에 트랙을 개시해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 인천공항 SRS |

1. **데이터 소스 식별자(Data Source Identifier)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT 시스템의 각 GS 시스템은 고유번호를 할당하고, 이 고유번호는 GS 시스템으로 부터의 메시지에 항상 포함되어야 한다. Data Source Identifier는 Data Processor에서 설정 가능해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 인천공항 SRS, EUROCAE ED-142 3.4.4.1 |

1. **항적 보고서 시간정보**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 UTC와 동기화된 항적 위치의 시간정보를 제공한다. 항적 보고와 관련된 시간정보(UTC 시각)와 항적 보고서의 시간 오차는 다음과 같다.   |  |  | | --- | --- | | 시간오차 | 100m 이하 | |
| **상태** |  |
| **출처** | EUROCAE ED-142 |

1. **타깃 오류**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 빌딩, 구조물 및 산을 통해 이동 혹은 정지 항공기에서 발생한 간접 혹은 다중 경로 에코 때문에 반복되는 타깃오류는 에코가 이동지역이나 인접지역에 들어가면 프로세싱에 의해 제거되어야 한다. 다중 경로에 의해 생기는 타깃 오류를 제거하는데 채용된 기법을 제시하여야 하며, 운영자가 수동으로 제거할 수 있는 기능 또한 제공해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 인천공항 SRS |

1. **타깃 탐지**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | * 목표물에 대한 추적 기능이 있어야 한다. * 항공기의 정보를 탐지하여야 한다. * Mode S 트랜스폰더로부터 보고될 때 해당 항공기의 정보 * Mode A code * Mode C altitude * ADS-B * 공항 지면에서 운항 중 정상적으로 관찰할 수 있는 지면 차량 및 항공기를 포함하는, F급 항공기(A-380)의 크기에서 스퀴터를 장착한 차량의 크기까지의 모든 목표물이 탐지 범위 내에 위치할 때마다, 이를 탐지하고 디스플레이 할 수 있어야 한다. * 탐지 범위 안에 있는 서로 근접 위치한 두 물체를 탐지 할 수 있는 능력이 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 인천공항 SRS |

## 외부 인터페이스 요구사항

본 절에서는 다변측정 감시시스템을 구성하는 각 시스템과 중앙처리장치 간의 외부 인터페이스를 기술한다. 구축하려는 시스템에 따라 표준 인터페이스가 존재한다면, 최대한 해당되는 표준 인터페이스를 제공할 수 있도록 구성되어야 한다.

1. **감시 자료 송신 프로토콜**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 시스템 통제/감시장치로 표준 통신 프로토콜을 이용하여 ASTERIX Category 10, 20 및 21 형식의 감시 자료를 송신 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **시스템 상태 자료 송신 프로토콜**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 시스템 통제/감시장치로 표준 통신 프로토콜을 이용하여 ASTERIX Category 19 형식의 시스템 상태 자료를 송신 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117/ED-142 |

1. **외부 연동 장치와의 통신 프로토콜**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 외부 연동 장치로 표준 프로토콜을 이용하여 필요한 데이터를 보내고 받을 수 있도록 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

1. **Interrogator 제어 신호 전송 프로토콜**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 Interrogator의 Mode A(C), S에 대한 질문 스케줄링을 위하여 표준 프로토콜을 이용하여 제어신호를 보낼 수 있도록 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

1. **ADS-B 데이터 수신 프로토콜**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 수신기로부터 표준 프로토콜을 이용하여 ADS-B데이터를 수신하여 추출할 수 있도록 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

1. **수신기 데이터 수신 프로토콜**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 중앙처리장치는 수신기로부터 표준 프로토콜을 이용하여 TOA 데이터를 수신하여 추출할 수 있도록 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

1. **ASTERIX 인터페이스(ASTERIX Interfaces)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT시스템은 기본적으로 ASTERIX Cat. 10을 출력할 수 있어야 한다. 그리고, 외부장비 연동을 위해 Cat. 19, 20, 21, 34, 48을 출력할 수 있어야 한다. Cat. 10의 출력에는 표적 리포트와 서비스 메시지의 두 종류가 있다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1 ASTERIX Interface |

1. **데이터 출력 모드(Data Output Modes)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 다음 출력 모드의 하나 또는 이상의 출력 데이터 운용이 가능하여야  ○ 데이터 주도 모드(Data Driven Mode) : 데이터 주도 모드는 고속자료 전송율과 비주기적 갱신을 다룰 수 있는 감시처리시스템(SDP)을 위한 것이다.  ○ 주기적 지연 모드(Periodic Delayed Mode) : 주기적 지연 모드의 경우 최소화 자료전송 혹은 주기적 갱신이 요구되는 감시자료처리시스템(SDP)을 위한 것이다. 그렇지만 이 모드는 현시장비에 직접 입력하기에는 부적합하다.  ○ 주기적 예측 모드 : 주기적 예측 모드는 현시장비에 직접입력 하거나 감시자료처리시스템(SDP) 용으로도 적합하다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.1 Data Output Modes |

1. **데이터 출력 형식(Data Output format)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM시스템은 최소한 Euro control ASTERIX Cat 019, 020 또는 이후 최신판 형식의 데이터 출력을 제공할 수 있어야 한다.  다음의 두 가지 형태의 데이터가 출력되어야 한다.  ○ 표적 보고(플롯/항적) 데이터 : ASTERIX CAT 020 보고  ○ 서비스 메시지 (전체시스템 상태, 구성품 상태, WAM기준 위치) : ASTERIX CAT 019 보고. ASTERIX Cat 021, 023, 034, 048은 필요시 선택적으로 출력이 가능해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.2 Data Output Format |

1. **LAM 표적 리포트(Target Reports)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT시스템은 ASTERIX Cat. 10에 따라 타겟 리포트를 출력할 수 있어야 하며. 최소한 아래의 메시지를 포함하여야 한다.  ○ 메시지 형식  ○ 데이터 소스 식별자  ○ 타겟 리포트 설명구  ○ 위치(WGS-84 또는 Cartesian co-ordinates)  ○ 모드 3A 코드  ○ 측정 고도  ○ 시각  ○ 항적(Track) 번호  ○ 항적 상태  ○ 항공기 주소  ○ 위치의 표준편차 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.1 Target Reports |

1. **LAM 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 이것은 표적 정보의 소스를 나타낸다. 예를 들으면 SSR, MLAT 또는 ADS-B와 같은 센서 종류와 항공기, 차량 또는 미 분류와 같은 표적의 형식과 같은 것이다.○ Separation 2 : 90% 이상 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.3 Target Report Descriptor |

1. **WAM 표적 리포트(Target Reports)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM시스템은 표적 보고에 다음의 데이터 항목을 출력할 수 있어야 한다.  ○ 데이터 소스 식별자  ○ 타겟 리포트 설명구  ○ 시각(타임 스탬프)  ○ 수평 위치(WGS-84)  ○ Mode 3A 코드  ○ 항공기 식별자  ○ 대기 고도 (Mode S : 25ft 해상도, Mode C : 100ft 해상도)  ○ 수평 위치 정확도 (위치 표준편차)  ○ SPI  ○ 항공기 주소(표적 주소)  ○ 비행 상태  ○ 트랜스폰더 통신/ACAS 역량(Capacity)  ○ 복제 또는 불법 항공기 주소의 표시  ○ 대기 고도의 데이터 수명  다음 표적 리포터 데이터 항목은 부가적 항목이다.  ○ 수평 위치(Cartesian Coordinates)  ○ 항적 번호  ○ 항적 상태  ○ 계산된 항적 속도  ○ 계산된 가속도  ○ 사용된 수신기들 (MLAT 표적 위치에 사용된 수신기)  ○ 계산된 고도 (측정/지리적 고도)  ○ 계산된 고도의 표준편차  ○ Mode S MB 데이터  ○ ACAS 해상도 권고 리포터  ○ Mode 1 코드  ○ Mode 2 코드  ○ 데이터 경과시간(Age) |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.3 Target Reports |

1. **데이터 소스 식별자(Data Source Identifier)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | A-SMGCS의 일부를 구성하는 각각의 센서 시스템에는 번호가 할당되며, 이 번호는 매 전송 시에 포함되어야 한다. 이 데이터 소스 식별 자는 데이터 프로세서에서 설정할 수 있어야 한다.  ASTERIX 표준에서 정의한 시스템 식별 코드(SIC)와 시스템 영역 코드(SAC)는 설정 가능하여야 한다.  트랜스폰더가 모드 3A 코드에 대한 질문을 받았을 때 출력되는 코드를 나타낸다.  WAM 시스템은 Mode 3/A 코드와 항공기 식별 자로 운용표적 식별을 출력할 수 있어야 한다. Mode 3/A 코드는 다음 표식과 함께 보고되어야 한다.  ○ 유효성  ○ 가블링  ○ 예측(Extrapolation) : 이것은 트랜스폰더 응답으로부터 Mode 3/A 코드를 추출하는지를 나타낸다. 예측 비트는 코드가 추출되지 않은 경우 셋팅 된다.  Mode 3/A 코드는 Mode S 메시지 또는 Mode A 응답으로부터 추출되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.2 Data Source Identifier  ED-142 3.4.4.1 Data Source Identifier  ED-117 2.11.1.6 Mode 3A Code  ED-142 3.4.4.6 Identify( Mode 3/A Code or Aircraft Identification) (I020/070 and I020/245) |

1. **WAM 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 이 설명구는 최소한 다음의 정보를 포함하여야 한다.  ○ TYP : 다변측정 측정에 사용된 신호 소스들  ○ RAB : 필드 모니터링 표식  ○ SPI : SPI의 유무  ○ GBS : 지상 비트 상태 이것은 표적 정보의 소스를 나타낸다.  예를 들으면 SSR, MLAT 또는 ADS-B와 같은 센서 종류와 항공기, 차량 또는 미분 류와 같은 표적의 형식과 같은 것이다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.3 Target Report Descriptor  ED-142 3.4.4.2 Target Report Descriptor(I020/020) |

1. **시각(Time of Day)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | UTC시각으로 표현되는 표적보고 적용가능 시각을 나타낸다. 만일 수평 위치가 표적 보고에 나타난다면 시각은 수평 위치 데이터의 적용가능 시각을 나타내어야 한다. 표적이 MLAT에 탐지되었을 때의 A-SMGCS 시스템 시간으로 0.1초의 정확도를 가진다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.8 Time Of Day  ED-142 3.4.4.3 Time of Day(I020/140) |

1. **WGS-84 위치(Position in WGS-84)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT 시스템은 표적 트랜스폰더 안테나의 수평 위치를 WGS-84 좌표로 출력하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.4 Position in WGS-4  ED-142 3.4.4.4 Horizontal Position in WGS-84 Coordinates(I020/041) |

1. **수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 수평 위치 정확도를 표준편자와 공 분산으로 제공할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.4.5 Position Acc racy(horizontal) (I020/REF, PA/SDW) |

1. **압력 고도(Pressure Altitude)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 항공기로부터 수신한 이진법의 비행레벨(FL)로 정의된 압력고도를 출력할 수 있어야 한다. Mode S 메시지가 가능하고 유효하다면 Mode-S의 압력고도가 Mode-C보다 우선한다. 압력고도는 다음 표식과 함께 보고되어야 한다.  ○ 유효성  ○ 가블링  압력고도는 평탄화(smoothing) 되거나 예측(Predict) 되어서는 안된다. 압력고도의 경과시간(Age)은 ASTERIX 표적 리포터에 보고되어져야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.4.7 Pressure Altitude(I020/090) |

1. **항공기 주소(Aircraft Address)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT 시스템은 Mode-S 표적에 대한 항공기 주소를 제공할 수 있어야 한다. Mode-S 트랜스폰더 로부터 받은 24비트 주소로, MALT시스템에서는 이 번호가 모드 S 송신기를 장착한 차량에서도 송출될 수 있다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.11 Aircraft Address  ED-142 3.4.4.8 Aircraft Address(I020/220) |

1. **비행 상태, 트랜스폰더 통신/ACAS 역량**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 비행 상태, 트랜스폰더의 통신 역량, Mode S 표적의 탑재 ACAS 장비의 역량을 제공할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.4.9 Flight Status, Transponder Communication/ACAS Capability(I020/230) |

1. **특정 위치 식별(SPI)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 다음 소스 중 하나라도 가능할 경우 SPI는 출력될 수 있어야 한다.  ○ Mode A 응답  ○ Mode S 응답  ○ Mode S ES |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.4.10 Special Position Identification(SPI) |

1. **복재 또는 불법 항공기 주소 표식**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 ASTERIX CAT020의 적당한 데이터 항목을 통해 복제 또는 불법 항공기 주소를 나타낼 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.4..11 Duplicated or illegal Aircraft Address Indicator(I020/030) |

1. **Asterix 보고 전송 시간**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | Asterix 보고 전송시각은 모든 자료 경과시간 항목ASTERIX 표적 리포터에서 출력되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.4.12 Time of Asterix Report Transmission(I020/REF,TRT) |

1. **측정 고도(Measured Height)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 공항의 기준점으로부터 피트단위 고도로, MLAT, 보정 모드 C 리포트 또는 ADS-B로부터 구해질 수 있다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.7 Measured Height |

1. **선택적 표적 보고 항목**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 본 항에서는 부가적인 WAM 출력 역량으로 추천되는 표적 출력 항목에 대하여 기술한다. 만일 적용할 경우 각각의 조항은 ASTERIX 표준의 어떠한 잠재적 모호성도 배제해야 하고 기본 일관성을 보증하여야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5 Optional Target report Items |

1. **항적번호(Track Number)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 각각의 표적 리포터와 관련된 고유의 항적 번호를 제공할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.9 Track Number  ED-142 3.4.5.1 Track Number(I020/161) |

1. **항적상태(Track Status)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 표적이 추적될 때, WAM 시스템은 항적이 확정되었는지 예측되었는지를 나타내어야 한다. 또한 위치가 계측되었는지 평탄화(Smoothed) 되었는지를 나타내어야 한다. I020/170의 데이터항목에서 항적 상태는 아래와 같이 나타내어진다.  ○ CNF : 초기 항적 단계 또는 항적 확정  ○ CST : 추정된 항적  ○ STH : 측정된 또는 평탄화된 위치  최소 요구 사항으로 MLAT시스템은 스무딩(Smoothing)되었거나 또는 측정된 위치 리포트를 나타내기 위해 2비트 만을 사용하고 나머지는 0으로 설정한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.10 Track Status  ED-142 3.4.5.2 Track Status(I020/170) |

1. **카테시안 좌표 위치(Position in Cartesian co-ordinates)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 사용자가 정한 기준점의 카테시안 좌표로 표적 트랜스폰더 안테나의 수평적 위치를 출력할 수 있어야 한다. 기준점에 대한 WGS-84 좌표는 관련된 ASTERIX CAT 019 메시지에서 제공된다. 이것은 사전에 정의된 기준점으로부터의 상대적인 위치를 미터로 나타낸 것이다. ※주의: WGS-84위치와 카테시안 좌표 위치 중 하나만 사용하여도 된다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.5 Position in Cartesian co-ordinates  ED-142 3.4.5.3 Horizontal Position in Cartesian Coordinates(I020/042) |

1. **카테시안 좌표의 위치 정확도 데이터**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 카테시안 좌표에서의 수평위치 정밀도는 다음의 특성들로 구성된다.  EMB000036fc2695 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5.4 Position Accuracy data in Catesian Coordinates |

1. **계산된 항적 속도(Calculated Track Velocity)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템이 항적 표적 리포터를 제공할 때 계산된 항적 속도를 출력하여야 한다. 항적 속도는 지면속도벡터로서 WGS84 좌표 또는 카테시안 좌표로 표현되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5.5 Calculated Track Velocity(I020/REF, GVV or I020/202) |

1. **계산된 가속도(Calculated Acceleration)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템이 항적 표적 리포터를 제공할 때 계산된 가속도를 출력하여야 한다. 계산된 가속도는 카테시안 좌표로 표현되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5.6 Calculated Acceleration(I020/210) |

1. **계산된 고도(Calculated Height)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 기하학적 고도 혹은 계측된 고도 항으로 계산된 고도를 제공할 수 있어야 한다. 3D 다변측정 위치 측정이 가능할 경우에만 계산된 고도가 출력된다.  기하학적 고도는 표적과 지구 타원체의 투영 간의 수직적 거리로 정의된다. 측정 고도는 사용자가 지정한 기준점의 로컬 카테시안 좌표로 정의된다. 기준점에 대한 WGS-84 좌표는 관련된 ASTERIX CAT 019 메시지에서 제공된다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5.7 Calculated Height(I020/105, I020/110) |

1. **기하학적 고도 표준편차(Standard Deviation of the Geometric Height)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 기하학적 고도의 표준편자는 기하학적 고도와 함께 출력되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5.8 Standard Deviation of the Geometric Height(I020/REF, PA/SDH) |

1. **사용된 수신기(Contributing Receivers)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 표적 위치 계산에 사용된 수신기를 보고할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5.9 Contributing Receivers(I020/400 |

1. **위치 표준편차(Standard Deviation of Position)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 수신기의 지형학적 배치를 기반으로 항적품질을 나타낸다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.1.12 Standard Deviation of Position |

1. **표적리포트의 출력율(Target Report Output Rate)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT시스템은 수신된 각각의 모드 S 트랜스폰더에 대해 표적 리포트를 출력할 수 있어야 하고 모드 S 스퀴터 리포트는 평균 초당 한번 전송되어야 한다. 또한, 자체 및 다른 질문 기에 대한 응답 신호를 수신할 수 있어야 하고, 데이터 퓨전 시스템 또는 기타 데이터 링크 과부하를 방지할 수 있도록 원하지 않는 송신 타입(Mode A/C 또는 특정 다운링크 형식의 리포트)에 대해 필터링할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.2 Target Report Output Rate |

1. **서비스 메시지(Service Messages)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT시스템은 초당 1회 정도의 주기적 서비스 메시지를 출력하여야 한다. 최소한 3가지 형식의 상태(정상운용(Operational), 제한적운용(Degraded), 사용불가(NotGo)를 보고할 수 있어야 한다. 서비스 메시지에는 최소한 다음의 내용을 포함하고 있어야 한다.  ○ 메시지 타입  ○ 데이터 소스 식별자  ○ 시각  ○ 시스템 상태 |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.5.7 Calculated Height(I020/105, I020/110) |

1. **필수 상태 데이터**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | WAM 시스템은 ASTERIX CAT019를 사용하여 다음의 상태 데이터와 서비스 메시지를 출력할 수 있어야 한다.  ○ 메시지 형태 (주기적, 이벤트 구동)  ○ 데이터 소스 식별자  ○ 시각  ○ 시스템 상태 (상태 : GO, NOGO)  ○ 시스템 과부하 표식  서비스 메시지는 주기적으로 전달되어지고, 상태 변화가 발생할 경우에도 전송되어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.6.1 Mandatory Status data |

1. **부가적 상태 데이터**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 다음의 상태 데이터 항목은 부가적이다.  ○ 항적 프로세서 상세 상태  ○ 원격 센서 상세 상태  ○ 기준 트랜스폰더 상세 상태  ○ 시각 유효성 표식(Time Validity Indicator)  ※ 주의: 시각 유효성 표식은 시스템이 UTC와 동기가 되었음을 나타낸다. 만일 시스템이 UTC와 동기가 되지 않았을 경우, 시스템은 NOGO 상태로 설정된다.  ○ 상대적인 카테시안 좌표 위치가 표적 리포터에 사용될 때, 다음의 WAM 기준점이 전송되어야 한다.  ● WGS-84에서의 MLAT 시스템 기준 위치  ● WGS-84에서의 MLAT 시스템 기준 고도  ● WGS-84 Undulation |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-142 3.4.6.2 Optional status Data |

1. **대기압력 인터페이스(Barometric Pressure Interface)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT시스템은 모드 C 비행 레벨을 고도로 변환하기 위해 대기압 측정값을 수신할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.4 Barometric Pressure Interface |

1. **외부 참조 시각 인터페이스(External Time Reference Interface)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | MLAT시스템은 시각 동기화를 위해 A-SMGCS 기준시각과 연동할 수 있어야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.11.5 External Time Reference Interface |

1. **시스템 접근(System Access)**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 유지보수를 위한 시스템 접근은 로컬과 원격으로 모두 가능해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.10.11.8 System Access |

## 내부 인터페이스 요구사항

본 절에서는 통신 관점에서 시스템 내부 인터페이스를 기술한다. 구축하려는 시스템에 따라 표준 인터페이스가 존재한다면, 최대한 해당되는 표준 인터페이스를 제공할 수 있도록 구성되어야 한다.

추후 정의

## 환경조건

본 절에서는 중앙처리장치가 운용되거나 보관되는 환경 조건에 대하여 기술한다.

1. **운용 환경 조건**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **요구사항** | 시스템 통제/감시장치는 운용 실내 환경에서 다음의 환경 조건에서 동작할 수 있어야 한다.   |  |  | | --- | --- | | Temperature Range | +5℃ ~ +35℃ | | Humidity Range | 5% ~ 95% | |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항, EUROCAE ED-117 |

1. **보관 환경 조건**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **요구사항** | 시스템 통제/감시장치는 다음의 환경 조건에서 2년 동안 실내에 보관하여도 문제가 발생되지 않도록 해야 한다.   |  |  | | --- | --- | | Temperature Range | -20℃ ~ +60℃ | |
| **상태** |  |
| **출처** | 설계사항 |

## 설계 고려사항

1. **소프트웨어 디자인**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 소프트웨어 설계는 EUROCAE ED-109에 설명하고 있는 가이드라인을 따라야 한다. 소프트웨어 안전도 수준(Criticality Level)은 특정 시스템 기능과 적용에 의존하지만 최소한 보증수준 AL4가 적용되어야 한다. (※ 주의: ED-153은 ANSP를 위한 가이드 라인을 제공한다. 이해를 돕기 위해 표현하면 ED-109 AL4는 ED-153의 SWAL3에 해당되는 수준이다. 그리고 만약 WAM 감시장비로써의 단독 수단이 아닐 경우에는 더 낮은 보증수준도 가능하다.) |
| **상태** |  |
| **출처** | ED-117 2.6 SOFTWARE AND DESIGN  ED-142 2.4 |

* 본 기능을 구현한 소프트웨어는 모듈 단위로 구성되어 시스템에 새로운 기능 추가가 용이하여야 하며, 소프트웨어 구조 변경 시 기존에 제공되던 항공감시 서비스에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.
* 본 기능을 구현한 소프트웨어는 EUROCAE ED-109 AL4 바탕으로 유지보수 작업이 용이하도록 설계 및 구현되어야 한다.
* 본 기능은 최소한의 네트워크 규모에서부터 대용량의 LAN/WAN 환경에서도 병목현상을 유발하지 않도록 시스템 구조를 설계해야 한다.
* 개발자는 설계의 단순화, 입증된 설계의 사용, 예상되는 고장을 고려한 설계를 통하여 시스템의 신뢰성을 극대화 시켜야 한다.
* 본 기능은 생산, 설치, 운용 및 유지보수가 편리하도록 간편한 모듈 구조로 설계되어야 한다.
* SW구현은 개발방법론을 제시하고, SW 내부 프로세서를 이해하고 직접 유지보수 용이한 수준까지 설계 하며 결과를 제출한다.
* 소프트웨어는 신뢰성, 오류탐지, 고장분석, 고장 허용 범위 및 비정상 상태로부터의 복구에 중점을 두고 설계 되어야 한다.
* SW의 내부 구조를 표준화하고, 일관성을 유지하여 유지보수 용이성을 확보한다.
* 시스템 S/W 어플리케이션과 DB는 분리하여 운영하도록 하고 이중화 한다.
* 구축된 SW의 운영 안정성 제고를 위한 물리적인 백업장치, 백업SW등 복구 솔루션을 제공한다.
* 파라미터에 대해 일괄 Download 및 Upload 방법을 제공하여야 한다.
* 모든 소프트웨어는 정품(라이선스포함)으로 구축한다.

### 표준 일치성 요구사항

* 본 시스템은 RTCA의 DO-242, DO-260 및 EUROCAE의 ED-109, ED-117, ED-142, ED153 등과 같은 표준 문서를 기반으로 설계되고 구현되어야 한다.

### 안정성 요구사항

* 본 시스템은 동작에 문제가 발생하더라도 전체 시스템의 동작에 영향을 주어서는 안 된다.
* 본 시스템은 동작에 문제가 발생하더라도 복구가 용이해야 한다.
* 본 시스템은 기본적으로 이중화가 고려되어야 한다.
* 정상 운영시 사용되는 조작에 의해 시스템에 문제가 발생할 수 없도록 한다.

## 시스템 특성 고려사항

### 시스템 신뢰성 요구사항

* 본 시스템의 결과는 신뢰할 수 있어야 한다.
* 시스템 성능이 한계값을 벗어난 경우 적절한 조치가 정의되어야 한다.
* 본 시스템 운영 중 오류 데이터로 인한 문제가 발생되지 않도록 한다.

### 시스템 가용성 요구사항

* 본 시스템은 기능상의 동작 문제가 발생할 때, 항공감시 서비스를 중단 없이 제공해야 한다. 이는 시스템의 이중화로 해결된다.
* 무정전전원공급장치(UPS)를 이용하여 서비스를 중단 없이 제공해야 한다.
* 본 시스템은 최소 15년 이상의 내용연수를 만족하여야 한다.
* 예정된 유지보수 기간을 제외한 가용성은 99.99% 이상이어야 한다.

[Availability = MTBCF/(MTBCF + MTTR)]

1. **시스템 가용성**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 시스템 통제/감시장치의 가용성은 계획된 유지 보수를 제외하고 99.99 % 이상이 될 수 있도록 한다. (가용성 = MTBCF / (MTBCF + MTTR), MTBCF는 10,000 시간 이상) |
| **상태** |  |
| **출처** | EUROCAE ED-117 |

1. **시스템 Service life**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 시스템 통제/감시장치는 24시간 동안 지속적인 작업이 가능해야 하며, 최소 15년 이상의 Service life에 적합해야 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | EUROCAE ED-117 |

1. **시스템 복원 시간**

|  |  |
| --- | --- |
| **요구사항** | 장애, 수리, 시험 및 서비스에 대한 복원 시간을 포함한 MTTR은 1시간 이하가 될 수 있도록 한다. |
| **상태** |  |
| **출처** | EUROCAE ED-117 |

### 시스템 확장성 요구사항

* 지상 장비가 추가되거나 제거되는 경우 시스템에 이를 반영할 수 있어야 한다.
* LAM – WAM 시스템 간 변경이 용이하도록 확장성을 가져야 한다.

### 기타

* 시스템 설계 문서는 블록설계서 단위로 작성해야 한다.

# 입증 방안

요구사항의 만족 여부는 4가지의 입증 방안, 즉 시연(Demonstration), 테스트(Test), 분석(Analysis), 검사(Inspection)을 통하여 수행된다.

표 4‑1 요구사항 입증 방안

| **요구사항 번호** | **요구사항** | **검증방법**  **(D,T, A, I)** |
| --- | --- | --- |
| 0101 | 상태 및 모드 | Analysis(분석) |
| 0102 | 중앙처리장치 모드와 상태 | Analysis(분석) |
| 0103 | 운영모드 | Analysis(분석) |
| 0104 | 유지보수모드 | Analysis(분석) |
| 0201 | 구성 요소 | Inspection(검사) |
| 0202 | 기능 요구조건 | Test(시험) |
| 0203 | TDOA/TSOA 결정 | Test(시험) |
| 0204 | 데이터 출력 관리 | Test(시험) |
| 0205 | 데이터 저장 | Inspection(검사) |
| 0206 | 접근점(Access Points) | Inspection(검사) |
| 0207 | 시스템 보안 | Test(시험) |
| 0208 | 접근통제 및 시스템 보안 (Access Control/System Security) | Test(시험) |
| 0209 | 내부(Internal) 결함 분리 감시 | Test(시험) |
| 0210 | 외부(External) 결함 분리 감시 | Test(시험) |
| 0211 | 2D/3D 계산(2D/3D Calculation) | Test(시험) |
| 0212 | ADS-B 데이터 강건성 및 유효성 검증 | Test(시험) |
| 0213 | 표적 처리(Target Processing) | Test(시험) |
| 0214 | 데이터 출력 형식(Data Output Format) | Test(시험) |
| 0215 | 부가적 해상도 권고 리포터 추출 | Test(시험) |
| 0216 | 부가적 강화 감시 능력(Optional Enhanced Surveillance) | Test(시험) |
| 0217 | 중앙처리장치 이중화 구성 | Inspection(검사) |
| 0218 | LAM 시스템 운용범위(LAM System Coverage) | Test(시험) |
| 0219 | WAM 시스템 운용범위 | Test(시험) |
| 0220 | 표적 위치추적 정밀도 | Test(시험) |
| 0221 | LAM 시스템용량(System Capacity) | Test(시험) |
| 0222 | WAM 표적 용량(Target Capacity) | Test(시험) |
| 0223 | LAM 표적 갱신 시간(Update Rate) | Test(시험) |
| 0224 | 에이프런 (Apron) | Test(시험) |
| 0225 | 스탠드(Stand) | Test(시험) |
| 0226 | 기동영역(Maneuvering Area) | Test(시험) |
| 0227 | 공중 타겟(Airborne Target) | Test(시험) |
| 0228 | WAM 갱신 주기(Update Interval) | Test(시험) |
| 0229 | 변경된 항공기 정보의 갱신(Update of changed aircraft information) | Test(시험) |
| 0230 | PLG(Probability of long position gaps, PLG) | Test(시험) |
| 0231 | 표적 탐지율 | Analysis(분석) |
| 0232 | 오탐지 확률(Probability of false detection, PFD) | Analysis(분석) |
| 0233 | 오식별 확률(Probability of False Identification) | Analysis(분석) |
| 0234 | 전환 시간(Switchover time) | Test(시험) |
| 0235 | 코드 탐지률(Probability of code detection, PCD) | Analysis(분석) |
| 0236 | 수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy) | Analysis(분석) |
| 0237 | 표적 보고 타임 스탬프(Target Report Time Stamp) | Test(시험) |
| 0238 | Mode A/C 위치 해상도 (Positional Resolution) | Test(시험) |
| 0239 | 위치 해상도 - 위치 탐지 (Positional Resolution-Position Detection) | Test(시험) |
| 0240 | 위치 해상도 - Mode A/C 코드 탐지 | Analysis(분석) |
| 0241 | 처리 지연(Processing Delay) | Test(시험) |
| 0242 | 시스템 반응 속도 | Test(시험) |
| 0243 | 타겟 보고 | Test(시험) |
| 0244 | 시동 시간(Start-Up Time) | Test(시험) |
| 0245 | 트랙 개시 | Test(시험) |
| 0246 | 데이터 소스 식별자(Data Source Identifier) | Test(시험) |
| 0247 | 항적 보고서 시간정보 | Test(시험) |
| 0248 | 타깃 오류 | Test(시험) |
| 0249 | 타깃 탐지 | Test(시험) |
| 0301 | 감시 자료 송신 프로토콜 | Test(시험) |
| 0302 | 시스템 상태 자료 송신 프로토콜 | Test(시험) |
| 0303 | 외부 연동 장치와의 통신 프로토콜 | Test(시험) |
| 0304 | Interrogator 제어 신호 전송 프로토콜 | Test(시험) |
| 0305 | ADS-B 데이터 수신 프로토콜 | Test(시험) |
| 0306 | 수신기 데이터 수신 프로토콜 | Test(시험) |
| 0307 | ASTERIX 인터페이스(ASTERIX Interfaces) | Test(시험) |
| 0308 | 데이터 출력 모드(Data Output Modes) | Inspection(검사) |
| 0309 | 데이터 출력 형식(Data Output format) | Test(시험) |
| 0310 | LAM 표적 리포트(Target Reports) | Test(시험) |
| 0311 | LAM 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor) | Test(시험) |
| 0312 | WAM 표적 리포트(Target Reports) | Test(시험) |
| 0313 | 데이터 소스 식별자(Data Source Identifier) | Test(시험) |
| 0314 | WAM 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor) | Test(시험) |
| 0315 | 시각(Time of Day) | Test(시험) |
| 0316 | WGS-84 위치(Position in WGS-84) | Test(시험) |
| 0317 | 수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy) | Analysis(분석) |
| 0318 | 압력 고도(Pressure Altitude) | Test(시험) |
| 0319 | 항공기 주소(Aircraft Address) | Test(시험) |
| 0320 | 비행 상태, 트랜스폰더 통신/ACAS 역량 | Analysis(분석) |
| 0321 | 특정 위치 식별(SPI) | Inspection(검사) |
| 0322 | 복재 또는 불법 항공기 주소 표식 | Test(시험) |
| 0323 | Asterix 보고 전송 시간 | Test(시험) |
| 0324 | 측정 고도(Measured Height) | Test(시험) |
| 0325 | 선택적 표적 보고 항목 | Test(시험) |
| 0326 | 항적번호(Track Number) | Test(시험) |
| 0327 | 항적상태(Track Status) | Test(시험) |
| 0328 | 카테시안 좌표 위치(Position in Cartesian co-ordinates) | Analysis(분석) |
| 0329 | 카테시안 좌표의 위치 정확도 데이터 | Analysis(분석) |
| 0330 | 계산된 항적 속도(Calculated Track Velocity) | Test(시험) |
| 0331 | 계산된 가속도(Calculated Acceleration) | Test(시험) |
| 0332 | 계산된 고도(Calculated Height) | Test(시험) |
| 0333 | 기하학적 고도 표준편차(Standard Deviation of the Geometric Height) | Test(시험) |
| 0334 | 사용된 수신기(Contributing Receivers) | Test(시험) |
| 0335 | 위치 표준편차(Standard Deviation of Position) | Analysis(분석) |
| 0336 | 표적리포트의 출력율(Target Report Output Rate) | Test(시험) |
| 0337 | 서비스 메시지(Service Messages) | Test(시험) |
| 0338 | 필수 상태 데이터 | Test(시험) |
| 0339 | 부가적 상태 데이터 | Test(시험) |
| 0340 | 대기압력 인터페이스(Barometric Pressure Interface) | Test(시험) |
| 0341 | 외부 참조 시각 인터페이스(External Time Reference Interface) | Test(시험) |
| 0342 | 시스템 접근(System Access) | Test(시험) |
| 0343 | 운용 환경 조건 | Test(시험) |
| 0344 | 보관 환경 조건 | Test(시험) |
| 0601 | 소프트웨어 디자인 | Inspection(검사) |
| 0701 | 시스템 가용성 | Analysis(분석) |
| 0702 | 시스템 Service life | Analysis(분석) |
| 0703 | 시스템 복원 시간 | Analysis(분석) |

# 요구사항의 추적성

## 요구사항 추적

요구사항에 대한 추적이 가능하도록 요구사항 추적표를 구성하였다.

| **시스템 요구 사항** | | | | **서브시스템 요구 사항** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **요구사항번호** | | **명칭** | | **요구사항번호** | | | **명칭** |
| 0001 | | 상태 및 모드 | | 0101 | | | 상태 및 모드 |
| 0002 | | 시스템 모드와 상태 | | 0102 | | | 중앙처리장치 모드와 상태 |
| 0103 | | | 운영모드 |
| 0104 | | | 유지보수모드 |
| 0103 | | 기능적 요구조건 | | 0201 | | | 구성 요소 |
| 0202 | | | 기능 요구조건 |
| 0203 | | | TDOA/TSOA 결정 |
| 0217 | | | 중앙처리장치 이중화 구성 |
| 0108 | | 데이터 출력 관리 | | 0204 | | | 데이터 출력 관리 |
| 0111 | | 접근점(Access Points) | | 0206 | | | 접근점(Access Points) |
| 0112 | | 데이터 저장(Data Recording) | | 0205 | | | 데이터 저장 |
| 0115 | | 시스템 보안 | | 0207 | | | 시스템 보안 |
| 0116 | | 접근통제 및 시스템 보안 (Access Control/System Security) | | 0208 | | | 접근통제 및 시스템 보안 (Access Control/System Security) |
| 0118 | | 내부(Internal) | | 0209 | | | 내부(Internal) 결함 분리 감시 |
| 0119 | | 외부(External) | | 0210 | | | 외부(External) 결함 분리 감시 |
| 0121 | | 데이터 출력 형식(Data Output format) | | 0214 | | | 데이터 출력 형식(Data Output Format) |
| 0125 | | 부가적 해상도 권고 리포터 추출 | | 0215 | | | 부가적 해상도 권고 리포터 추출 |
| 0126 | | 부가적 강화 감시 능력(Optional Enhanced Surveillance Capability) | | 0216 | | | 부가적 강화 감시 능력(Optional Enhanced Surveillance) |
| 0134 | | 2D/3D 계산(2D/3D Calculation) | | 0211 | | | 2D/3D 계산(2D/3D Calculation) |
| 0141 | | ADS-B 디코딩(ADS-B Decoding) | | 0212 | | | ADS-B 데이터 강건성 및 유효성 검증 |
| 0143 | | 표적 처리(Target Processing) | | 0213 | | | 표적 처리(Target Processing) |
| 0245 | | | 트랙개시 |
| 0201 | | LAM 시스템 운용범위(LAM System Coverage) | | 0218 | | | LAM 시스템 운용범위(LAM System Coverage) |
| 0202 | | WAM 시스템 운용범위 | | 0219 | | | WAM 표적 용량 (Target Capacity) |
| 0203 | | 갱신율(Update Rate) | | 0223 | | | LAM 표적 갱신 시간(Update Rate) |
| 0204 | | 에이프런 (Apron) | | 0224 | | | 에이프런 (Apron) |
| 0205 | | 스탠드(Stand) | | 0225 | | | 스탠드(Stand) |
| 0206 | | 기동영역(Maneuvering Area) | | 0226 | | | 기동영역(Maneuvering Area) |
| 0207 | | 공중 타겟(Airborne Target) | | 0227 | | | 공중 타겟(Airborne Target) |
| 0208 | | 갱신 주기(Update Interval) | | 0228 | | | WAM 갱신 주기(Update Interval) |
| 0209 | | 변경된 항공기 정보의 갱신(Update of changed aircraft information) | | 0229 | | | 변경된 항공기 정보의 갱신(Update of changed aircraft information) |
| 0210 | | 위치 정확도(Position Accuracy) | | 0220 | | | 표적 위치추적 정밀도 |
| 0213 | | 시스템 용량(System Capacity) | | 0221 | | | LAM 시스템용량(System Capacity) |
| 0222 | | | WAM 표적 용량(Target Capacity) |
| 0215 | | 시동시간(Start-Up Time) | | 0244 | | | 시동 시간(Start-Up Time) |
| 0218 | | 위치 탐지률(Probability of position detection, PD) | | 0231 | | | 표적 탐지율 |
| 0219 | | PLG(Probability of long position gaps, PLG) | | 0230 | | | PLG(Probability of long position gaps, PLG) |
| 0220 | | 오탐지 확률(Probability of false detection, PFD) | | 0232 | | | 오탐지 확률(Probability of false detection, PFD) |
| 0249 | | | 타깃 오류 |
| 0250 | | | 타깃 탐지 |
| 0221 | | 1.1.1. 오식별 확률(Probability of False Identification) | | 0233 | | | 오식별 확률(Probability of False Identification) |
| 0222 | | 전환 시간(Switchover time) | | 0234 | | | 전환 시간(Switchover time) |
| 0242 | | | 시스템 반응 속도 |
| 0223 | | 코드탐지률(Probability of code detection, PCD) | | 0235 | | | 코드 탐지률(Probability of code detection, PCD) |
| 0225 | | 수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy) | | 0236 | | | 수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy) |
| 0226 | | 표적 보고 타임 스탬프(Target Report Time Stamp) | | 0237 | | | 표적 보고 타임 스탬프(Target Report Time Stamp) |
| 0227 | | Mode A/C 위치 해상도 (Positional Resolution) | | 0238 | | | Mode A/C 위치 해상도 (Positional Resolution) |
| 0228 | | 위치 해상도 - 위치 탐지 (Positional Resolution-Position Detection) | | 0239 | | | 위치 해상도 - 위치 탐지 (Positional Resolution-Position Detection) |
| 0229 | | 위치 해상도 - Mode A/C 코드 탐지 | | 0240 | | | 위치 해상도 - Mode A/C 코드 탐지 |
| 0230 | | 처리 지연(Processing Delay) | | 0241 | | | 처리 지연 (Processing Delay) |
| 0231 | | 표적 용량(Target Capacity) | | 0222 | | | WAM 표적 용량(Target Capacity) |
| 0302 | | 외부인터페이스(External Interfaces) | | 0301 | | | 감시 자료 송신 프로토콜 |
| 0302 | | | 시스템 상태 자료 송신 프로토콜 |
| 0303 | | | 외부 연동 장치와의 통신 프로토콜 |
| 0304 | | | Interrogator 제어 신호 전송 프로토콜 |
| 0305 | | | ADS-B 데이터 수신 프로토콜 |
| 0306 | | | 수신기 데이터 수신 프로토콜 |
| 0303 | | ASTERIX 인터페이스(ASTERIX Interfaces) | | 0307 | | | ASTERIX 인터페이스(ASTERIX Interfaces) |
| 0304 | | 데이터 출력 모드(Data Output Modes) | | 0308 | | | 데이터 출력 모드(Data Output Modes) |
| 0305 | | 데이터 출력 형식(Data Output format) | | 0309 | | | 데이터 출력 형식(Data Output format) |
| 0306 | | 표적 리포트(Target Reports) | | 0243 | | | 타겟 보고 |
| 0307 | | 데이터 소스 식별자(Data Source Identifier) | | 0246 | | | 데이터 소스 식별자(Data Source Identifier) |
| 0308 | | 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor) | | 0311 | | | LAM 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor) |
| 0314 | | | WAM 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor) |
| 0309 | | 표적 리포트(Target Reports) | | 0310 | | | LAM 표적 리포트(Target Reports) |
| 0312 | | | WAM 표적 리포트(Target Reports) |
| 0310 | | 데이터 소스 식별자(Data Source Identifier) | | 0313 | | | 데이터 소스 식별자(Data Source Identifier) |
| 0311 | | 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor) | | 0248 | | | 항적 보고서 시간 정보 |
| 0311 | | | LAM 타겟 리포트 설명구(Target Report Descriptor) |
| 0312 | | 시각(Time of Day) | | 0315 | | | 시각(Time of Day) |
| 0313 | | WGS-84 위치(Position in WGS-84) | | 0316 | | | WGS-84 위치(Position in WGS-84) |
| 0314 | | 수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy) | | 0317 | | | 수평 위치 정확도(Horizontal Position Accuracy) |
| 0316 | | 압력 고도(Pressure Altitude) | | 0318 | | | 압력 고도(Pressure Altitude) |
| 0317 | | 항공기 주소(Aircraft Address) | | 0319 | | | 항공기 주소(Aircraft Address) |
| 0318 | | 비행 상태, 트랜스폰더 통신/ACAS 역량 | | 0320 | | | 비행 상태, 트랜스폰더 통신/ACAS 역량 |
| 0319 | | 특정 위치 식별(SPI) | | 0321 | | | 특정 위치 식별(SPI) |
| 0320 | | 복재 또는 불법 항공기 주소 표식 | | 0322 | | | 복재 또는 불법 항공기 주소 표식 |
| 0321 | | Asterix 보고 전송 시간 | | 0323 | | | Asterix 보고 전송 시간 |
| 0322 | | 측정 고도(Measured Height) | | 0324 | | | 측정 고도(Measured Height) |
| 0323 | | 선택적 표적 보고 항목 | | 0325 | | | 선택적 표적 보고 항목 |
| 0324 | | 항적번호(Track Number) | | 0326 | | | 항적번호(Track Number) |
| 0325 | | 항적상태(Track Status) | | 0327 | | | 항적상태(Track Status) |
| 0326 | | 카테시안 좌표 위치(Position in Cartesian co-ordinates) | | 0328 | | | 카테시안 좌표 위치(Position in Cartesian co-ordinates) |
| 0327 | | 카테시안 좌표의 위치 정확도 데이터 | | 0329 | | | 카테시안 좌표의 위치 정확도 데이터 |
| 0328 | | 계산된 항적 속도(Calculated Track Velocity) | | 0330 | | | 계산된 항적 속도(Calculated Track Velocity) |
| 0329 | | 계산된 가속도(Calculated Acceleration) | | 0331 | | | 계산된 가속도(Calculated Acceleration) |
| 0330 | | 계산된 고도(Calculated Height) | | 0332 | | | 계산된 고도(Calculated Height) |
| 0331 | | 기하학적 고도 표준편차(Standard Deviation of the Geometric Height) | | 0333 | | | 기하학적 고도 표준편차(Standard Deviation of the Geometric Height) |
| 0332 | | 사용된 수신기(Contributing Receivers) | | 0334 | | | 사용된 수신기(Contributing Receivers) |
| 0333 | | 위치 표준편차(Standard Deviation of Position) | | 0335 | | | 위치 표준편차(Standard Deviation of Position) |
| 0334 | | 표적리포트의 출력율(Target Report Output Rate) | | 0336 | | | 표적리포트의 출력율(Target Report Output Rate) |
| 0335 | | 서비스 메시지(Service Messages) | | 0337 | | | 서비스 메시지(Service Messages) |
| 0336 | | 필수 상태 데이터 | | 0338 | | | 필수 상태 데이터 |
| 0337 | | 부가적 상태 데이터 | | 0339 | | | 부가적 상태 데이터 |
| 0338 | | 대기압력 인터페이스(Barometric Pressure Interface) | | 0340 | | | 대기압력 인터페이스(Barometric Pressure Interface) |
| 0339 | | 외부 참조 시각 인터페이스(External Time Reference Interface) | | 0341 | | | 외부 참조 시각 인터페이스(External Time Reference Interface) |
| 0342 | | 시스템 접근(System Access) | | 0342 | | | 시스템 접근(System Access) |
| 0501 | | 환경조건(Environmental Conditions) | | 0343 | | | 운용 환경 조건 |
| 0344 | | | 보관 환경 조건 |
| 0602 | | 소프트웨어 설계(Software Design) | | 0601 | | | 소프트웨어 디자인 |
| 0711 | | 내용년수(Service Life) | | 0702 | | | 시스템 Service life |
| 0713 | | 가용성(Availability) | | 0701 | | | 시스템 가용성 |
| 0716 | | 평균수리시간(Mean Time To Repair, MTTR) | | 0703 | | | 시스템 복원 시간 |
|  | |  | |  | | |  |
|  | | | |  | | | | |
|  | |  | |  |  | | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |
|  | | |  | |  |  | | |