

감시 및 충돌회피 시스템(제4조 관련)

제1장 정의	1
제2장 일반사항(GENERAL)	4
2.1 SSR(Secondary Surveillance RADAR : 이차감시레이더)	4
2.2 인적 요소 고려사항	14
2.3 간섭 허용기준	15
제3장 감시 시스템	16
3.1 이차감시레이더(SSR) 시스템 특성	16
제4장 공중충돌회피시스템(Airborne Collision Avoidance System)	138
4.1 공중충돌경고장치과 관련된 정의	139
4.2 ACAS I 일반 규정 및 특성	141
4.3 ACAS II 및 ACAS III에 관한 일반 규정	143
4.4 ACAS II 충돌 회피 로직의 성능	189
4.5 ACAS의 확장 스쿼터 사용	206
제5장 Mode S 확장 스쿼터(Extended SQUITTER)	212
5.1 Mode S 확장 스쿼터 전송 시스템 특성	212
5.2 Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템 특성(ADS-B IN 및 TIS-B IN)	213
제6장 MLAT(Multilateration System : 다변측정감시시스템)	226
6.1 정의	226
6.2 기능 요구사항	226
6.3 무선 주파수 환경 보호	227
6.4 성능 요구사항	228
제7장 항공기 감시 애플리케이션을 위한 기술 요구사항	229
7.1 일반 요구사항	229

감시 및 충돌회피 시스템

제1장. 정의

주1.- "전파 규칙"에 대한 모든 언급은 국제전기통신연합(ITU)에서 발간하는 전파 규칙에 대한 것이다. 전파 규칙은 2~3년마다 정상적으로 개최되는 세계전파통신회의 최종 의정서에 구체화된 결정에 의해 수시로 개정된다. 항공용 전파시스템 주파수 사용과 관련된 ITU 프로세스에 대한 자세한 정보는 승인된 ICAO 정책 성명서(Doc 9718)를 포함한 민간항공에 대한 무선주파수 스펙트럼 요구조건에 관한 사용서에 수록되어 있다.

주2.- Mode S 확장 스쿼터 시스템은 매사추세츠 공과대학교(MIT) Lincoln Laboratory의 특허권 대상이다. 1996년 8월 22일, MIT Lincoln Laboratory는 Mode S 확장 스쿼터 기술의 최대 광범위한 사용을 촉진하기 위해 특허의 상업적 또는 비상업적 관행에 있는 모든 사람에 대해 특허 소유자로서의 권리를 주장하지 않겠다는 의도의 통지를 미국 정부 간행물인 Commerce Business Daily(CBD)에 발표했다. 나아가, 1998년 8월 27일 ICAO에 보낸 편지로, MIT Lincoln Laboratory는 CBD 통지가 SARPs에 포함된 기술에 대한 특허권 명세서에 대한 ICAO 요구사항을 충족시키기 위해 제공되었음을 확인했으며, 특허권자들이 어떤 용도로든 이 기술을 무료로 제공한다는 것을 확인했다.

"공중충돌경고장치(ACAS)"란 이차감시레이더(SSR) 트랜스폰더를 장착한 항공기의 잠재적인 충돌위험을 방지하기 위하여 조종사에게 조언을 줄 수 있도록 지상에 설치된 장비와는 독립적으로 동작하는 이차감시레이더(SSR)의 트랜스폰더 신호에 기반을 둔 항공기 시스템을 말한다.

주.- 위에서 언급된 SSR 트랜스폰더는 Mode C 또는 Mode S에서 동작하는 트랜스폰더이다. ACAS는 또한 그 성능을 향상시키기 위해 다른 항공기로부터 수신되는 자동종속감시시설-방송(ADS-B) 신호를 사용할 수 있다.

"항공기 주소(Aircraft Address)"란 공대지 통신, 항행, 감시를 목적으로 항공기에게 할당되는 24개 비트의 고유한 조합된 신호를 말한다.

주.- SSR Mode S 트랜스폰더는 감시 목적으로 항공기 위치 정보의 방송을 지원하기 위해 확장 스쿼터를 전송한다. 이러한 유형의 정보의 방송은 ADS-broadcast(ADS-B)로 알려진 자동종속 감시(ADS)의 한 형태이다.

1.1.3 "자동종속감시시설-방송 송신(ADS-B OUT)"이란 항공기나 차량에 탑재되어 자신의 위치·속도 정보와 자동종속감시시설-방송 수신(ADS-B IN)이 가능한 수신기에 처리하기 적합한 형식으로 분할된 정보를 주기적으로 방송하는 것을 말한다.

"자동종속감시시설-방송 수신(ADS-B IN)"이란 자동종속감시시설-방송 송신(ADS-B OUT) 송신부로부터 감시정보를 제공받는 것을 말한다.

"충돌 회피 논리(Collision avoidance logic)"란 침입 항공기와 자신의 항공기의 위치 데이터

를 분석하여 조언이 적합한지를 결정하고, 적합할 경우에는 권고사항을 작동하는 공중충돌경고장치(ACAS)의 일부 또는 하위 시스템으로 거리 및 고도추적, 위협 감지 및 RA 생성 기능은 포함하지만 감시기능은 배제된 것을 말한다.

"인적 요소의 원칙(Human Factors Principle)"란 설계, 인증, 훈련, 운영 및 유지관리 영역에 적용되는 원리로서 인적수행능력을 잘 고려하여 인간과 여러 시스템 구성요소들간의 안전한 연계관계를 찾기 위한 것을 말한다.

"C2 링크 상실 상태(Lost C2 Link state)"란 C2 링크 중단이 C2 링크 상실 판단시간보다 길게 지속되어 C2 링크 성능이 저하됨으로써, 원격조종자가 비행을 안전하고 적시에 능동적으로 관리하기에 충분하지 않게 된 원격조종항공기시스템(RPAS)의 상태를 말한다.

"대응 질문기 식별부호(II) 코드(Matching Interrogator Identifier(II) code)"란 질문기 코드(IC) 필드의 이진 형식이 감시 식별부호(SI) 코드의 IC 필드 이진 형식과 동일한 II 코드를 말한다.

"대응 질문기 식별부호(SI) 코드(Matching Surveillance Identifier(SI) code)"란 IC 필드의 이진 형식이 질문기 식별부호(II) 코드의 IC 필드 이진 형식과 동일한 SI 코드를 말한다.

"활주로 전이구역(Runway Transition Zone)"란 수평방향으로 활주로를 정확히 둘러싸는 직육면체 구역으로서, 지상고 100ft까지 연장되는 구역.을 말한다.

"이차감시레이더(SSR)"란 송신기와 수신기로 구성된 인트로게이터(interrogator, 이하 "질문기"라고 한다)와 트랜스폰더(transponder, 이하 "트랜스폰더"라 한다)를 사용하는 감시레이더시스템을 말한다.

주.- 질문기와 트랜스폰더에 대한 요구사항은 3장에 규정되어 있다.

"감시레이더(Surveillance radar)"란 거리와 방위로 항공기의 위치를 결정하는 데 사용되는 레이더 장비를 말한다.

"항공교통정보제공방송 수신(TIS-B IN)"이란 항공교통정보제공방송 송신(TIS-B OUT) 정보원로부터 감시정보를 수신하고 처리하는 감시기능을 말한다.

"항공교통정보제공방송 송신(TIS-B OUT)"이란 항공교통정보제공방송 수신(TIS-B IN)기에 적합한 형식으로 지상 센서에 만들어져 유용한 감시정보를 주기적으로 방송하는 지상 기능을 말한다.

주.- 이 기술은 상이한 데이터 링크를 통해 달성될 수 있다. Mode S 확장 스쿼터에 대한 요구사항은 Annex 10, Volume IV, 5장에 규정되어 있다. VHF 디지털 링크(VDL) 모드 4 및 범용 액세스 송수신기(UAT)에 대한 요구사항은 Annex 10, Volume III, 파트 I에 규정되어 있다.

"트랜스폰더 점유"이란 활성화함으로써 나타나는 입력신호를 찾는 시간 또는 자체 초기화된 전송 시간으로부터 다른 질문에 대답할 수 있는 시간까지 트랜스폰더를 이용할 수 없는 상태를 말한다.

주.- 트랜스폰더 점유에 기여하는 다양한 시스템으로부터의 신호는 항공 감시 매뉴얼(Doc 9924), 부록 M에 설명되어 있다.

제2장. 일반사항(GENERAL)

2.1 SSR(Secondary Surveillance RADAR : 이차감시레이더)

2.1.1 일반 요구사항

2.1.1.1 이차감시레이더(SSR)가 항공교통업무를 위한 보조 장치로 설치되고 유지될 때, 이 2.1에서 달리 규정되지 않는 한, 3.1의 규정을 준수해야 한다.

주.- 본 부속서에서 언급한 바와 같이 Mode A/C 트랜스폰더는 3.1.1에서 규정한 특성을 준수하는 것이다. Mode S 트랜스폰더는 3.1.1 및 3.1.2에서 규정한 특성을 준수하는 것이다. Mode A/C 트랜스폰더의 기능은 Mode S 트랜스폰더에 필수적인 부분이다.

2.1.2 질문 모드(지상-공중)

2.1.2.1 항공교통업무에 대한 질문은 3.1.1.4.3 또는 3.1.2에 설명된 모드에 대해 수행해야 한다. 각 모드의 용도는 다음과 같다:

1) Mode A - 식별 및 감시를 위해 트랜스폰더 응답을 유도한다.

2) Mode C - 자동 기압고도 전송 및 감시를 위해 트랜스폰더 응답을 유도한다.

3) 교차모드 -

Mode A/C 전용 all-call: Mode A/C 트랜스폰더 감시를 위한 응답을 이끌어낸다. Mode S 트랜스폰더는 응답하지 않는다.

4) Mode S -

a) Mode S 전용 all-call Mode S 트랜스폰더 획득을 위한 응답을 이끌어낸다.

b) 방송(Broadcast): 모든 Mode S 트랜스폰더에 정보를 전송한다. 응답이 유도되지 않는다.

c) 선택(Selective): 개별 Mode S 트랜스폰더의 감시 및 통신을 위함. 각 질문에 대해, 해당 질문에 의해 고유하게 주소가 지정된 트랜스폰더에서만 응답이 유도된다.

주 1.- Mode A/C 트랜스폰더는 Mode S 질문에 의해 억제되며 응답하지 않는다.

주 2.- 25가지 질문(업링크) 형식과 25가지 Mode S 응답(다운링크) 형식이 있다. 형식 할당은 3.1.2.3.2, 그림 3-7 및 3-8을 참조하라.

2.1.2.1.1 권고 - 이차감시레이더(SSR)의 효율적인 운영을 위하여 협의가 필요한 경우에는 관

런 관계기관 또는 인접국가와 상호 협의를 할 수 있다.

주.- 인접한 질문기에 대한 불필요한 항공기 트랜스폰더 응답으로부터 발생하는 간섭을 제거하기 위해 설계된 지상 장비의 효율적인 운영을 허용하기 위해, 각 국가들은 이차감시레이더(SSR) 질문기에 대한 PRF(Pulse Recurrence Frequencies :펄스 반복 주파수) 할당에 대한 조정된 계획을 개발해야 할 수 있다.

2.1.2.1.2 인접국가와 비행정보구역(FIRs)이 서로 겹치는 지역에서 Mode S 용 이차감시레이더(SSR)의 질문기 식별자(II : Interrogator Identifier)에 대한 부호 할당이 요구되는 경우에 국제민간항공기구(ICAO) 아시아·태평양지역 항공항행 협정에서 정하는 부호 할당기준에 따라야 한다.

2.1.2.1.3 인접국가와 비행정보구역(FIRs)이 서로 겹치는 지역에서 Mode S 용 이차감시레이더(SSR)의 감시 식별자(SI : Surveillance Identifier)에 대한 부호 할당이 요구되는 경우에 국제민간항공기구(ICAO) 아시아·태평양지역 항공항행 협정에서 정하는 부호 할당기준에 따라야 한다.

주.- SI 잠금 기능은 통달거리 내에 있는 모든 Mode S 트랜스폰더가 이 목적에 맞게 장착되지 않으면 사용할 수 없다.

2.1.2.2 Mode A 및 Mode C 질문이 제공되어야 한다.

주 1.- Mode A 및 Mode C 질문기의 요구사항은 3.1에 규정되어 있다.

주 2.- 이 요구사항은 Mode A/C 트랜스폰더에서 Mode A 및 Mode C 응답을 이끌어내는 교차 모드 질문을 통해 충족될 수 있다.

2.1.2.2.1 2030년 1월 1일 이후 운용 개시되는 질문기는 3.1.1.5.2.2 및 3.1.1.8.2.2에 규정된 Mode A 및 Mode C 질문기 요구사항도 준수하여야 한다.

2.1.2.3 권고- ATC(Air Traffic Control : 항공 교통 관제) 시스템의 효율성을 높이기 위해 향상된 항공기 식별이 필요한 지역에서, Mode S 특성을 갖춘 이차감시레이더(SSR) 지상 시설은 항공기 식별 기능을 포함할 수 있다.

주 - Mode S 데이터 링크를 통한 항공기 식별 보고는 적합하게 장착된 항공기의 명확한 식별을 제공한다.

2.1.2.4 부엽(Side-Lobe) 억제 제어 질문

2.1.2.4.1 모든 Mode A 및 Mode C 질문에 대해 3.1.1.4 및 3.1.1.5의 규정에 따라 부엽(Side-Lobe)이 억제되어야 한다.

2.1.2.4.2 모든 Mode A/C 전용 전호출 질문에는 3.1.2.1.5.1.2.3에 따라 부엽억제 기능을 제공하여야 한다.

2.1.2.4.3 모든 Mode S 전용 all-call 질문에 대해 3.1.2.1.5.2.1의 규정에 따라 부엽(Side-Lobe) 억제를 제공해야 한다.

2.1.3 트랜스폰더 응답 모드(공중-지상)

2.1.3.1 트랜스폰더는 3.1.1.7.12.1에 따라 Mode A 질문에 응답하고 3.1.1.7.12.2에 따라 Mode C 질문에 응답해야 한다.

주.- 기압고도 정보를 사용할 수 없는 경우 트랜스폰더는 프레임 펄스만 사용하여 Mode C 질문에 응답한다.

2.1.3.1.1 Mode S 응답에 포함된 기압고도 보고서는 3.1.1.7.12.2에 규정된 대로 도출되어야 한다.

주.- 3.1.1.7.12.2는 Mode C 응답과 관련된 것으로, Mode C 기압고도 보고가 표준 기압 설정인 1013.25 헥토파스칼에 참조되도록 명시한다. 2.1.3.1.1의 의도는 Mode C 트랜스폰더뿐만 아니라 모든 트랜스폰더가 보정되지 않은 기압고도를 보고하도록 하는 것이다.

2.1.3.2 특정 공역 내에서 Mode C 자동 기압고도 전송 능력의 필요성이 결정된 경우, 트랜스폰더는 해당 공역 내에서 사용될 때 정보 펄스에 기압고도 인코딩을 사용하여 Mode C 질문에 응답해야 한다.

2.1.3.2.1 1999년 1월 1일부터 모든 트랜스폰더는 사용될 공역에 관계없이 Mode C 질문에 기압고도 정보로 응답해야 한다.

주.- ACAS(Airborne Collision Avoidance System : 공중충돌경고장치)의 작동은 Mode C 응답에서 기압고도를 보고하는 침입 항공기에 따라 달라진다.

2.1.3.2.2 7.62 m(25 ft) 또는 그 이상의 정밀도를 가진 기압고도 소스를 장착한 항공기의 경우, 선택적 질문(즉 AC 필드에서 3.1.2.6.5.4)에 응답하여 Mode S 트랜스폰더가 제공하는 기압고도 정보를 7.62 m(25 ft) 단위로 보고해야 한다.

주.- 침입 항공기가 기압고도를 7.62m(25ft) 단위로 보고할 때 ACAS의 성능이 크게 향상된다.

2.1.3.2.3 모든 Mode A/C 트랜스폰더는 Mode C 응답의 정보 펄스에 인코딩된 기압고도를 보고해야 한다.

2.1.3.2.4 모든 Mode S 트랜스폰더는 Mode C 응답의 정보 펄스 및 Mode S 응답의 AC 필드에 인코딩된 기압고도를 보고해야 한다.

2.1.3.2.5 Mode S 트랜스폰더가 7.62 m(25 ft) 또는 그 이상의 정밀한 단위로 양자화된 기압 고도 소스로부터 정보를 수신하지 못하는 경우, 보고되는 고도값은 항공기의 수정되지 않은 기압고도 측정값을 30.47 m(100 ft) 단위로 표현한 값이어야 하며, Q 비트(3.1.2.6.5.4 b) 참조)는 0으로 설정되어야 한다.

주.- 이 요구사항은 Mode S 트랜스폰더의 설치 및 사용에 관한 것이다. 목적은 30.48m(100ft) 증분 소스에서 얻은 고도 데이터가 7.62m(25ft) 데이터에 대한 형식을 사용하여 보고되지 않도록 하는 것이다.

2.1.3.3 Mode S 공중 능력의 필요성이 결정된 공역 내에서 사용되는 트랜스폰더는 3.1.2의 해당 조항에 따라 교차모드 및 Mode S 질문에도 응답해야 한다.

2.1.3.3.1 이차감시레이더(SSR) 모드 트랜스폰더의 의무 장착 요구사항은 해당 공역과 공중 이행 시기를 명시해야 하는 지역 항공 항법 협정에 기초해야 한다.

2.1.3.3.2 권고- 2.1.3.3.1에 명시된 협정은 최소 5년의 통지 기간을 제공할 수 있다.

2.1.4 Mode A 응답 코드(정보 펄스)

2.1.4.1 모든 트랜스폰더는 3.1.1.6.2에 제시된 특성에 부합하는 4,096개의 응답 코드를 생성할 수 있어야 한다.

2.1.4.1.1 권고 - 항공교통업무(ATS) 당국은 시스템의 다른 사용자를 고려하여 지역 항공 항법 협정을 준수하여 이차감시레이더(SSR) 코드 할당 절차를 수립할 수 있다.

주.- 이차감시레이더(SSR) 코드의 할당에 대한 원칙은 Doc 4444, 8장에 제시되어 있다.

2.1.4.2 다음의 Mode A 코드는 특별한 목적을 위해 예약되어야 한다:

2.1.4.2.1 비상시 항공기 인식을 제공하기 위한 코드 7700.

2.1.4.2.2 무선 통신 장애가 있는 항공기의 인식을 제공하기 위한 코드 7600.

2.1.4.2.3 불법적인 간섭을 받는 항공기의 인식을 제공하기 위한 코드 7500.

2.1.4.2.4 C2 링크 상실 상태에 있는 원격조종항공기시스템(RPAS)을 식별하기 위한 코드 7400.

주.- C2 링크 상실 상태에 관한 세부사항은 부속서 10(항공통신) 제6권(원격조종항공기시스템 C2 링크 관련 통신시스템 및 절차)에서 확인할 수 있다.

2.1.4.3 지상디코딩 장비는 Mode A 코드 7400, 7500, 7600, 7700을 즉시 인식할 수 있도록 적

절한 규정을 두어야 한다.

2.1.4.4 권고 - Mode A 코드 0000은 일반 목적의 코드로서 국제민간항공기구(ICAO) 아시아·태평양지역 항공항행 협정에 따라 할당되도록 보존할 수 있다.

2.1.4.5 Mode A 코드 2000은 트랜스폰더 작동을 위해 항공교통관제기관으로부터 어떠한 지시도 받지 않은 항공기를 인식할 수 있도록 예약되어야 한다.

2.1.5 Mode S 항공기 탑재장비 성능

2.1.5.1 트랜스폰더 레벨. 모든 Mode S 트랜스폰더는 다음 5단계 중 하나를 준수해야 한다:

주.- Mode S 사이트 모니터에 사용되는 트랜스폰더는 일반 Mode S 트랜스폰더에 대해 정의된 요구사항과 다를 수 있다. 예를 들어, 유효한 공중/지상 상태가 "지상"인 경우 all-call 질문에 응답해야 할 수 있다. 자세한 내용은 항공 감시 매뉴얼(Doc 9924) 부록 D를 참조하라.

2.1.5.1.1 레벨 1 트랜스폰더

2.1.5.1.1.1 레벨 1 트랜스폰더는 다음에 대해 규정된 성능을 가져야 한다:

- a) Mode A 식별 및 Mode C 기압고도 보고(3.1.1);
- b) 교차모드 및 Mode S all-call 처리(3.1.2.5);
- c) 주소가 지정된 감시 고도 및 트랜잭션(3.1.2.6.1, 3.1.2.6.3, 3.1.2.6.5 및 3.1.2.6.7);
- d) 잠금 프로토콜(3.1.2.6.9);
- e) 데이터 링크 기능 보고(3.1.2.6.10.2.2) 및 기본 데이터플래시 프로토콜(3.1.2.6.10.3) 제외한 기본 데이터 프로토콜
- f) 항공 서비스 및 스쿼터 트랜잭션(3.1.2.8)
- g) 해당 트랜스폰더 레벨에 적용되는 SSR Mode S 트랜스폰더의 시스템 특성(3.1.2.10)

주 1.- 레벨 1 트랜스폰더는 기압고도 보고 및 Mode A ID 코드를 기반으로 이차감시레이더(SSR) 감시를 허용한다. SSR Mode S 환경에서는 Mode A/C 트랜스폰더에 대한 기술적 성능이 Mode S 선택적 항공기 질문으로 인해 향상된다.

주 2.- 레벨 1 트랜스폰더는 ADS-B, 기본감시 및 향상된 감시를 지원하기에 충분하지 않다. 또한 RTCA DO-181F 및 EUROCAE ED-73F 트랜스폰더 MOPS는 더 이상 레벨 1 트랜스폰더를 지원하지 않는다

2.1.5.1.2 트랜스폰더

2.1.5.1.2.1 레벨 2 트랜스폰더는 2.1.5.1.1의 성능과 다음의 성능을 가져야 한다:

- a) 표준 길이 통신(Comm-B)(3.1.2.6.6, 3.1.2.6.8, 3.1.2.6.11.2 및 3.1.2.6.11.4);
- b) 데이터 링크 기능 보고(3.1.2.6.10.2.2);
- c) 항공기 식별 보고(3.1.2.9)
- d) SI 코드 성능 및 운용(3.1.2.3.2.1.4, 3.1.2.5.2.1, 3.1.2.6.1.3, 3.1.2.6.1.4.1, 3.1.2.6.9.1.1 및 3.1.2.6.9.2)

주.- 항공기 식별 보고 기능에는 인터페이스와 적절한 입력 장치가 필요하다.

2.1.5.1.2.2 Comm-A 기능을 갖춘 레벨 2 트랜스폰더. Comm-A 기능을 갖춘 레벨 2 트랜스폰더는 2.1.5.1.2.1의 성능과 함께 3.1.2.6.2, 3.1.2.6.4 및 3.1.2.6.11.1에 설명된 Comm-A 표준길이 통신 성능을 갖추어야 한다.

2.1.5.1.2.3 공중개시 Comm-B 기능을 갖춘 레벨 2 트랜스폰더. 항공기 개시 Comm-B 기능을 갖춘 레벨 2 트랜스폰더는 2.1.5.1.2.1의 성능과 함께 3.1.2.6.11.3에 설명된 항공기 개시 Comm-B 표준길이 통신 성능을 갖추어야 한다.

주.- 항공기 개시 Comm-B 기능은 지상에 보고되지 않는 선택기능이다. 다만 항공기 개시 Comm-B를 통한 통신을 지원하는 애플리케이션의 존재로 해당 기능을 확인할 수 있다.

2.1.5.1.2.4 기본 데이터플래시 기능을 갖춘 레벨 2 트랜스폰더. 기본 데이터플래시 기능을 갖춘 레벨 2 트랜스폰더는 2.1.5.1.2.1의 성능과 함께 3.1.2.6.10.3에 설명된 기본 데이터플래시 성능을 갖추어야 한다.

2.1.5.1.3 레벨 3 트랜스폰더

2.1.5.1.4.1 레벨 3 트랜스폰더는 2.1.5.1.2.1, 2.1.5.1.2.2, 2.1.5.1.2.3의 성능 및 지상 대 공중 ELM(Extended Length Message : 확장 길이 메시지) 통신(3.1.2.7.1~3.1.2.7.5)에 규정된 성능을 가져야 한다.

주.- 레벨 3은 지상에서 공중으로 확장된 길이의 데이터 링크 통신을 허용하므로 지상 기반 데이터 뱅크에서의 검색 및 레벨 2 트랜스폰더에서는 사용할 수 없는 다른 항공교통업무 수신 을 제공할 수 있다.

2.1.5.1.4 레벨 4 트랜스폰더

2.1.5.1.4.1 레벨 4 트랜스폰더의 성능은 2.1.5.1.3이어야 하며, 또한 공대지 확장 길이 메시지(ELM) 통신(3.1.2.7.7 및 3.1.2.7.8)에 규정된 성능을 가져야 한다.

주.- 레벨 4는 항공에서 지상으로 확장된 길이의 데이터 링크 통신을 허용하므로 지상에서 공중 데이터 소스로의 액세스 및 레벨 2 트랜스폰더에서는 이용할 수 없는 항공교통업무에 필요한 기타 데이터 전송을 제공할 수 있다.

2.1.5.1.5 레벨 5 트랜스폰더

2.1.5.1.5.1 레벨 5 트랜스폰더는 2.1.5.1.4의 성능과 향상된 Comm-B 및 확장 길이 메시지(ELM) 통신(3.1.2.6.11.3.4, 3.1.2.7.6 및 3.1.2.7.9)에 규정된 성능을 가져야 한다.

주.- 레벨 5는 다중 사이트 예약을 사용할 필요 없이 여러 질문기와의 Comm-B 및 확장 길이 데이터 링크 통신을 허용한다. 이 트랜스폰더 레벨은 다른 트랜스폰더 레벨보다 최소 데이터 링크 용량이 높다.

2.1.5.1.6 확장 스쿼터 - 확장 스쿼터 트랜스폰더는 2.1.5.1.2, 2.1.5.1.3, 2.1.5.1.4 또는 2.1.5.1.5의 성능, 확장 스쿼터 작동을 위해 규정된 성능(3.1.2.8.6) 및 ACAS 교차 링크 작동을 위해 규정된 성능(3.1.2.8.3 및 3.1.2.8.4)을 가져야 하며, 이러한 성능을 갖춘 트랜스폰더는 접미사 "e"로 지정되어야 한다.

주.- 예를 들어 확장 스쿼터 기능을 가진 레벨 2 트랜스폰더는 "레벨 2e"로 지정된다.

2.1.5.1.7 비-트랜스폰더 확장 스쿼터 장치. Mode S 트랜스폰더의 일부가 아닌 확장 스쿼터를 방송할 수 있는 장치는 Mode S 트랜스폰더에 대해 규정된 공간 요구사항에서 5.1.1에 규정된 식별된 장비 등급에 대한 송신 전력 레벨을 제외하고 모든 1,090 MHz RF 신호를 준수해야 한다.

2.1.5.2 Mode S 트랜스폰더의 최소 성능

2.1.5.2.1 국제 민간 항공 교통에 사용하는 모든 Mode S 트랜스폰더는 적어도 2.1.5.1.2.1에서 규정한 레벨 2 트랜스폰더의 요구사항을 준수해야 한다.

2.1.5.2.2 권고 - 국가는 SI 코드가 사용되는 구역에서 레벨 1 트랜스폰더가 사용되지 않도록 할 수 있다.

주. - 레벨 1 트랜스폰더는 SI 코드 성능을 보고하지 않는다. 레벨 1 트랜스폰더는 SI 코드가 사용되는 구역에서 잠금되지 않은 상태로 남으므로 1090 MHz 주파수 사용에 영향을 주고 1090 MHz RF 주파수 혼잡을 가중시킨다.

2.1.5.2.3 모든 Mode S 트랜스폰더는 Mode A 식별코드가 3.1.2.6.10.1.1.1 a)에 정의된 Mode A 코드 집합 1 중 하나로 변경되는 경우 경보상태를 유지하여야 한다.

2.1.5.3 최대이륙중량이 5700kg을 초과하거나 최대 순항 실제 속도가 463km/h(250kt)를 초과하는 항공기에 설치된 Mode S 트랜스폰더는 다음의 경우 3.1.1.7.18 및 3.1.2.10.4에 규정된 안테나 다이버시티 방식으로 작동해야 한다:

a) 항공기 개별 감항증명이 1990년 1월 1일 또는 그 이후에 처음 발급된다.

b) Mode S 트랜스폰더 탑재는 2.1.3.3.1 및 2.1.3.3.2에 따른 지역 항공 항법 협정에 따라 필요하다.

주.- 최대 순항 진대기속도가 324km/h(175kt)를 초과하는 항공기는 3.1.2.10.2c)에 규정된 바와 같이 21.0dBW 이상의 최고 출력으로 작동해야 한다.

2.1.5.4 트랜스폰더 성능 - 특정 일시부터 요구되는 성능

주. - 이 섹션에서 정의된 성능은 SSR Mode S 트랜스폰더의 새로운 기능 및 개선사항을 원활하게 이행할 수 있도록 한다. 트랜스폰더에 관한 요구사항은 인증절차를 통하여 확보하고, 설치에 관한 요구사항은 항공기 설치승인을 담당하는 국가가 확보한다. Mode S 트랜스폰더의 최소성능은 2.1.5.2에 열거되어 있다.

2.1.5.4.1 1999년 1월 1일 이후 인증된 모든 Mode S 트랜스폰더는 수락되지 않은 Mode S 질문(3.1.2.4.1.2) 또는 수락되었으나 응답이 필요하지 않은 Mode S 질문에 뒤따르는 동기 위상반전을 수신한 후 45 us 이내에 최소 트리거링 레벨(MTL)의 3 dB 이내까지 감도를 회복하여야 한다.

2.1.5.4.2 2011년 1월 1일 이후 최초로 인증된 트랜스폰더 설계는 3.1.1.7.8.5.2에 규정된 불요 Mode A/C 응답 보호성능을 갖추어야 한다.

2.1.5.4.3 2020년 1월 1일 이후 인증된 Mode S 레벨 2 트랜스폰더는 3.1.2.6.11.2.5에 규정된 오버레이 제어 데이터 패리티 성능을 갖추어야 한다.

2.1.5.4.4 2020년 1월 1일 이후 인증된 모든 Mode S 트랜스폰더는 3.1.2.1.5.1.1에 정의된 Mode A/C/S all-call 질문에 응답하지 않아야 한다.

주 1. - 해당 트랜스폰더가 Mode A/C/S all-call 질문을 수신하면 Mode A/C 전용 all-call 질문으로 인식한다

주 2. - 다른 형식의 질문 안에서 Mode A/C/S all-call 질문을 잘못 검출함으로써 발생하는 응답으로 인한 RF 주파수 혼잡을 줄이기 위하여, 2020년 1월 1일 이후 인증된 장비는 Mode A/C/S all-call 질문에 대한 응답을 더 이상 지원하지 않는다.

2.1.5.4.5 2030년 1월 1일 이후 인증된 Mode S 트랜스폰더는 DI = 2인 경우 수신되는 형식제어 서브필드(TCS), 전송률제어 서브필드(RCS) 또는 지상안테나 서브필드(SAS) 명령을 수락하지 않아야 한다.

주. - TCS, RCS 및 SAS는 3.1.2.6.1.4.1의 DI = 2에서 정의되어 있다.

2.1.5.4.6 2030년 1월 1일 이후 인증된 Mode S 트랜스폰더는 Mode A 식별코드가 3.1.2.6.10.1.1.1 b)에 정의된 집합 2의 코드 중 하나로 변경되는 경우 경보상태를 유지하여야 한다.

주. - 코드집합 2는 원격조종항공기시스템(RPAS)의 C2 링크 상실 상태를 나타내기 위하여 Mode A 코드 7400을 보고할 수 있도록 한다.

2.1.5.4.7 2030년 1월 1일 이후 인증된 Mode S 트랜스폰더는 항공기 식별정보를 8초 이내에 갱신할 수 없는 경우에도 데이터링크 성능보고의 비트 33을 0으로 설정하지 않아야 한다(3.1.2.6.10.2.2.3 참조).

주. - 2030년 1월 1일 전에 인증된 트랜스폰더는 항공기 식별정보 입력이 상실되는 경우 데이터링크 성능보고의 비트 33을 0으로 설정할 수 있다.

2.1.5.4.8 2030년 1월 1일 이후 인증된 Mode S 트랜스폰더는 항공기 식별정보를 제공하는 인터페이스가 상실되는 경우 항공기 식별정보를 0으로 설정하지 않아야 한다(3.1.2.9.1.4 참조).

2.1.5.4.9 2030년 1월 1일 이후 인증된 트랜스폰더는 3.1.1.7.17.2 및 3.1.2.10.2.1.2에 규정된 RF 출력전력 특성을 갖추어야 한다.

2.1.5.4.10 권고 - 트랜스폰더의 결함이 있는 노후 송신기를 교체하는 데 사용하는 대체 송신기는 3.1.1.7.17.2.1 및 3.1.2.10.2.1.2.1에 정의된 요구사항을 충족할 수 있다.

2.1.5.4.11 2030년 1월 1일 이후 인증된 트랜스폰더는 3.1.1.7.3.2 및 3.1.2.10.3.2.2에 규정된 향상된 데드타임 성능을 갖추어야 한다.

2.1.5.4.12 2030년 1월 1일 이후 인증된 Mode S 트랜스폰더는 3.1.2.10.3.6.1.2에 규정된 타입 1의 Mode S 응답률 제한기능을 갖추어야 한다.

2.1.6 이차감시레이더(SSR) Mode S 주소(항공기 주소)

이차감시레이더(SSR) Mode S 주소는 ICAO가 등록국 또는 공동기호 등록기관에 배정한 16,777,214개의 24비트 항공기 주소 중 하나이어야 하며, 3.1.2.4.1.2.3.1.1 및 ICAO 부속서 10 제3권 제1부 제9장 부록에서 정하는 바에 따라 할당되어야 한다.

2.1.7 트랜스폰더 점유

주.- 트랜스폰더 점유의 일관된 모델링에 대한 지침은 항공 감시 매뉴얼(Doc 9924)의 부록 M을 참조하라.

2.1.8 1090MHz 수신기

2.1.8.1 1090MHz 메시지 디코딩

2.1.8.1.1 2030년 1월 1일 이후 생산되는 1090 MHz 수신기는 3.1.1.7.17.2 및 3.1.2.10.2.1.2에 규정된 능동 트랜스폰더 출력전력에 적합한 트랜스폰더가 송신한 메시지를 디코딩할 수 있어야 한다.

2.1.8.1.2 권고 - 2030년 1월 1일 전에 생산된 1090 MHz 수신기는 3.1.1.7.17.2 및 3.1.2.10.2.1.2에 규정된 능동 트랜스폰더 출력전력에 적합한 트랜스폰더가 송신한 메시지를 디코딩할 수 있다.

2.1.9 Mode S 질문기 성능

2.1.9.1 Mode S 질문기는 3.1.1 및 3.1.2에 정의된 요구사항을 준수하여야 한다.

2.1.9.2 Mode S 질문기는 Mode A/C/S all-call 질문을 사용하지 않아야 한다.

주.- Mode A/C/S all-call 질문을 사용하는 경우 응답확률 제어를 적용한 잠금 무시를 사용할 수 없으므로, 항공기 밀도가 높은 구역이나 다른 질문기가 추가포착을 위하여 $II = 0$ 으로 트랜스폰더를 잠금 경우에는 충분한 포착확률을 확보하지 못할 수 있다.

2.1.9.3 II/SI 코드 운영

2.1.9.3.1 SI 코드를 사용하는 Mode S 지상국은 다음을 수행하여야 한다.

- a) 대응 II 코드로 Mode S II 전용 트랜스폰더를 포착할 것
- b) 대응 II 코드로 Mode S II 전용 트랜스폰더를 선택적으로 질문할 것
- c) 중첩 감시범위를 가진 지상국에 대응 II 또는 SI 코드가 할당된 경우 Mode S II 전용 트랜스폰더를 잠그지 않을 것

주 1.- 대응 II/SI 코드표는 Doc 9924 부록 H에서 확인할 수 있다.

주 2.- Mode S II/SI 성능 트랜스폰더는 II 코드와 SI 코드를 모두 지원한다. Mode S II/SI 성능 트랜스폰더만 잠그면 기존 Mode S II 전용 트랜스폰더는 잠금상태에 있지 않으므로 대응 II 코드를 사용하는 다른 Mode S 지상국이 이를 포착할 수 있다. Mode S II 전용 트랜스폰더의 잠금억제는 대응 II 또는 SI 코드를 사용하는 지상국과 감시범위가 중첩되는 경우에

만 사용한다. RF 송신을 줄이기 위해서는 잠금기능을 사용하는 것이 중요하기 때문이다.

2.1.9.3.2 권고 - II 코드를 사용하는 Mode S II/SI 성능 질문기는 Mode S II/SI 성능 트랜스폰더만 잠그도록 설정할 수 있다.

주 1.- 이 운용방식은 감시범위가 중첩되는 질문기에 대응 SI 코드가 사용되는 경우 적용한다.

주 2.- 대응 SI 코드의 IC 필드의 이진 형식이 II 코드의 IC 필드 이진 형식과 동일한 SI 코드이다. 각 Mode S II 코드에는 네 개의 "대응" SI 코드가 있다. 대응 II/SI 코드는 Doc 9924 부록 H에서 확인할 수 있다.

주 3.- 이 권고는 모든 트랜스폰더가 SI 코드 성능을 갖추지 않았고 대응 SI 코드가 할당된 구역에서 Mode S 질문기에 대응 II 코드를 할당할 수 있도록 하기 위한 것이다.

주 4.- 감시프로그램을 통해 모든 트랜스폰더가 SI 코드 성능을 갖춘 것으로 입증되었거나 해당 ICAO 지역에서 SI 코드를 사용할 필요가 없는 경우에는 이 권고를 적용할 필요가 없다. SI 코드 할당을 가능하게 하기 위한 이 성능의 사용에 관한 추가정보는 Doc 9924 부록 J에서 확인할 수 있다.

2.2 인적 요소 고려 사항

권고 - 감시레이더, 트랜스폰더 및 충돌 회피 시스템의 설계 및 인증에서 인적 요소 원칙을 준수할 수 있다.

주. - 인적 요소 원칙에 대한 지침 자료는 Doc 9683, 인적 요소 교육 매뉴얼 및 순환 249(Human Factor Digest No. 11 - CNS/ATM 시스템의 인적 요소)에서 확인할 수 있다.

2.2.1 제어장치의 작동

2.2.1.1 비행 중에 작동되지 않는 트랜스폰더 제어 장치는 운항 승무원이 직접 접근할 수 없어야 한다.

2.2.1.2 권고 - 비행 중 사용하기 위한 트랜스폰더 컨트롤의 작동을 평가하여 논리적이고 사람의 실수에 견딜 수 있는지 확인해야 한다. 특히, 트랜스폰더 기능이 다른 시스템 컨트롤과 통합되어 있는 경우, 제조업체는 의도하지 않은 트랜스폰더 모드 전환(즉, 'STANDBY' 또는 'OFF'로의 작동 상태)을 최소화할 수 있다.

주.- 이것은 운항 승무원이 요구하는 모드 전환 확인의 형태를 취할 수 있다. 일반적으로 트랜스폰더 모드를 변경하는 데 사용되는 '라인 선택' 키, '터치 스크린' 또는 '커서 컨트롤/트래커 볼' 방법은 승무원의 오류를 최소화하기 위해 신중하게 설계되어야 한다.

2.2.1.3 권고-운항 승무원은 트랜스폰더의 작동 상태 정보에 항상 접근할 수 있다.

주.- 트랜스폰더의 작동 상태 모니터링에 대한 정보는 RTCA DO-181E, 항공 교통 관제 레이더 비콘 시스템/모드 선택(ATCRBS/Mode S) 공중 장비의 최소 작동 성능 표준, EUROCA ED-73E, 이차감시레이더 Mode S 트랜스폰더의 최소 작동 성능 규격에 제공되어 있다.

2.3 간섭 허용기준

2.3.1 이 권에서 정의한 1030 MHz 및/또는 1090 MHz 채널을 사용하는 항공감시 및 충돌회피시스템 수신기는 평균 간섭전력 대 평균 잡음전력의 비가 -10 dB 이하인 조건에서 해당 성능 요구사항을 충족할 수 있어야 한다.

주 1.- 이 수준을 초과하는 간섭은 이 권에서 규정한 시스템의 정상적인 운용에 유해한 영향을 미칠 수 있다. 이 기준은 존재하는 모든 비-펄스성 간섭원의 합성 간섭에 적용한다. 펄스성 간섭원 또는 작동률(duty cycle)이 100퍼센트 미만인 간섭원은 개별적으로 평가할 필요가 있다. 이 부속서에 표준화된 시스템 간의 호환성은 개별적으로 평가할 수 있으며, 이 부속서의 표준화된 시스템에서만 적용 가능한 간섭 완화기법을 사용할 수 있다.

주 2.- 간섭은 가산 잡음으로 간주할 수 있으며, 수신기의 기준 잡음바닥보다 10 dB 낮은 간섭은 잡음 수준을 약 0.4 dB 증가시킨다.

부가잡음으로 취급할 수 있다. 수신기의 기준 잡음바닥보다 10 dB 낮은 간섭은 0.4 dB의 부가잡음을 발생시킨다.

주 3.- 이 간섭 허용기준의 적용 및 적합성 입증방법에 관한 추가 정보는 Doc 9924에서 확인할 수 있다.

제3장. 감시 시스템

3.1 이차감시레이더(SSR) 시스템 특성

주 1.- 3.1.1은 이차감시레이더(SSR)의 Mode A와 Mode C 기능에 관한 기술적 특성에 대해 설명한다. 3.1.2는 Mode S 기능에 대해 설명한다. 표 3-11은 질문신호 세부사항을 요약하여 제시한다. 5장은 Mode S 확장 스쿼터에 대한 추가 요구사항에 대해 설명한다.

주 2.- Mode S 기능을 사용하는 시스템은 일반적으로 항공 교통 관제 감시 시스템에 사용된다. 또한, 특정 ATC 애플리케이션은 예를 들어 차량 지상 감시 또는 감시 시스템의 고정된 표적 탐지를 위해 Mode S 방사체를 사용할 수 있다. 이러한 특정 조건에서 "항공기"라는 용어는 "A/V(Aircraft or Vehicle : 항공기 또는 차량)"으로 이해될 수 있다. 이러한 애플리케이션은 제한된 데이터 세트를 사용할 수 있지만 표준 물리적 특성으로부터의 편차는 해당 당국에 의해 매우 신중하게 고려되어야 한다. 이러한 애플리케이션은 이차감시레이더(SSR) 환경뿐만 아니라 ACAS와 같은 다른 시스템에 미칠 수 있는 영향도 고려해야 한다.

주 3.- 비표준-국제 대체 단위는 부속서 5(ICAO Annex 5), 3장 3.2.2에 의해 허용된 대로 사용된다.

3.1.1 Mode A 및 Mode C 기능

주 1.- 이 절에서 이차감시레이더(SSR) 모드는 문자 A와 C로 지정된다. 예를 들어, A_2 , C_4 와 같은 접미사가 공대지 펄스 열에 사용되는 개별 펄스를 지정하는 데 사용된다. 이러한 일반적인 문자 사용은 모드와 코드의 특정한 연관성을 의미하는 것으로 해석되지 않는다.

주 2.- 레이더 데이터의 기록 및 보존에 대한 조항은 부속서 11(ICAO Annex 11), 6장에 수록되어 있다.

3.1.1.1 질문 및 제어(질문 부엽(Side-Lobe) 억제) 무선 주파수(지상-공중)

3.1.1.1.1 질문 및 제어 전송의 반송파 주파수는 1030MHz이어야 한다.

3.1.1.1.2 주파수 허용편차는 $\pm 0.2\text{MHz}$ 이어야 한다.

3.1.1.1.3 제어 전송과 각각의 질문 펄스 전송에 대한 반송파 주파수는 서로 0.2MHz이상 차이가 나지 않아야 한다.

3.1.1.2 응답 반송파 주파수(공대지)

3.1.1.2.1 응답전송의 반송파 주파수는 1,090MHz이어야 한다.

3.1.1.2.2 주파수 허용편차는 $\pm 1\text{MHz}$ 이어야 한다.

3.1.1.3 편파

질문, 제어 및 응답 전송에 대한 편파는 주로 수직편파이어야 한다.

3.1.1.4 질문 모드(공간 신호)

주. - 이 절의 각 조항은 질문기 안테나에서의 공간신호를 설명한다. 표 3-11은 질문신호 세부사항을 요약하여 제시한다.

3.1.1.4.1 질문은 P_1 과 P_3 로 지정된 두 개의 전송된 펄스로 구성되며, 제어 펄스 P_2 는 처음 질문 펄스 P_1 에 이어서 전송되어야 한다.

3.1.1.4.2 질문 Mode A와 C는 3.1.1.4.3에 정의된 것과 같아야 한다.

3.1.1.4.3 P_1 과 P_3 는 질문 모드를 결정하며 P_1 과 P_3 사이의 간격은 다음과 같아야 한다.

Mode A	$8 \pm 0.18 \mu s$
Mode C	$21 \pm 0.18 \mu s$

3.1.1.4.4 P_1 과 P_2 사이의 간격은 $2.0\mu s \pm 0.15\mu s$ 이어야 한다.

3.1.1.4.5 P_1 , P_2 및 P_3 펄스의 폭은 $0.8\mu s \pm 0.09\mu s$ 이어야 한다.

3.1.1.4.6 P_1 , P_2 및 P_3 펄스의 상승 시간은 $0.05\mu s$ 내지 $0.1\mu s$ 이어야 한다.

주 1.- 그림 3-1 "이차감시레이더 파형의 정의, 간격 및 감도 및 출력의 기준점"에 정의되어 있다.

주 2.- 상승 시간의 하한($0.05\mu s$)의 목적은 사이드밴드 방사선을 줄이는 것이다. 사이드밴드 방사선이 이론적으로 명시된 상승 시간을 가진 사다리꼴 파동에 의해 생성되는 방사선보다 크지 않은 경우 장비는 이 요구사항을 충족한다.

3.1.1.4.7 P_1 , P_2 및 P_3 펄스의 하강 시간은 $0.05\mu s$ 내지 $0.2\mu s$ 이어야 한다.

주 - 하강 시간의 하한($0.05\mu s$)의 목적은 측면대역 방사선을 줄이는 것이다. 측면대역 방사선이 이론적으로 명시된 하강 시간을 가진 사다리꼴 파동에 의해 생성되는 방사선보다 크지 않은 경우 장비는 이 요구사항을 충족한다.

3.1.1.5 질문기 및 제어 전송 특성 (질문 부엽(Side-Lobe) 억제-공간 신호)

3.1.1.5.1 P_2 의 방사 진폭은 다음과 같아야 한다:

- a) 안테나 방사 P_1 의 부엽(Side-Lobe) 전송에서 P_1 의 방사 진폭과 같거나 이보다 크다.
- b) 원하는 질문 호 내에서 P_1 의 방사 진폭보다 9dB 낮은 레벨이어야 한다.

3.1.1.5.2 지향성 질문(주엽(main-Lobe))의 요구되는 빔폭내에서 방사된 P_3 의 진폭은 3.1.1.5.2.1 또는 3.1.1.5.2.2를 준수하여야 한다.

3.1.1.5.2.1 2030년 1월 1일 전에 운용 개시된 질문기의 경우 P_3 의 방사 진폭은 P_1 의 방사 진폭과의 차이가 ± 1 dB 이내이어야 한다.

3.1.1.5.2.2 2030년 1월 1일 이후 운용 개시된 질문기의 경우 P_3 의 방사 진폭은 P_1 의 방사 진폭과의 차이가 ± 0.5 dB 이내이어야 한다.

3.1.1.5.3 질문기 안테나의 부엽에 있는 항공기의 응답을 억제하기 위하여, 하나 또는 두 개의 제어펄스(P_2 단독 또는 P_1 과 P_2)를 별도의 안테나 패턴을 사용하여 송신하여야 한다.

주. - 제어펄스 P_1 및 P_2 를 사용하는 경우, 질문용 P_1 펄스와 제어용 P_1 펄스에는 각각 별도의 RF 경로를 사용한다. 두 P_1 펄스의 펄스 특성과 타이밍은 3.1.1.4에 규정되어 있다. 제어펄스 사용에 관한 세부사항은 Doc 9924을 참조한다.

3.1.1.6 응답 송신 특성(공간 신호)

주. - 이 절의 각 조항은 트랜스폰더 안테나에서의 공간신호를 설명한다.

3.1.1.6.1 프레임 펄스. 응답 함수는 $20.3\mu s$ 간격의 프레임 펄스 2개로 구성된 신호를 가장 기본적인 코드로 사용해야 한다.

3.1.1.6.2 정보 펄스

3.1.1.6.2.1 정보 펄스는 첫 번째 프레임 펄스로부터 $1.45\mu s$ 증가분으로 간격이 배치되어야 한다. 이들 정보 펄스의 명칭 및 위치는 다음과 같아야 한다.

펄스	위치(μs)
C ₁	1.45
A ₁	2.90
C ₂	4.35
A ₂	5.80
C ₄	7.25
A ₄	8.70
X	10.15
B ₁	11.60
D ₁	13.05
B ₂	14.50
D ₂	15.95
B ₄	17.40
D ₄	18.85

주.- 이러한 펄스의 사용과 관련된 표준은 2.1.4.1에 제시되어 있다. "X" 펄스에 관한 정보는 항공감시매뉴얼(Doc 9924)에 포함되어 있다.

3.1.1.6.2.2 X 펄스는 감시 시스템의 안전한 동작이 유지될 수 없다면 Mode A 또는 Mode C 질문에 응답하는데 사용해서는 안 된다.

3.1.1.6.2.3 권고 - 특별한 응용을 위한 X 펄스의 이용은 모든 시스템의 호환성을 보장하기 위하여 국가가 수립한 절차에 맞춰 실행할 수 있다.

3.1.1.6.3 SPI(Special Position Identification Pulse : 특정위치식별펄스) 제공된 정보펄스 외에 특수위치확인펄스는 수동(파일럿) 선택의 결과로만 전송되어야 하며, 전송된 경우 Mode A 응답의 마지막 프레임 펄스 이후 $4.35\mu s$ 간격으로 이격되어야 한다.

3.1.1.6.4 모든 응답 펄스는 $0.45\mu s \pm 0.1\mu s$ 펄스 폭과 $0.05\mu s$ 내지 $0.1\mu s$ 의 펄스 상승시간 및 $0.05\mu s$ 내지 $0.2\mu s$ 의 펄스 하강시간을 가져야 하며, 응답 순열에 있어 어떤 다른 응답 펄스와 관련하여 하나의 펄스에 대한 펄스 진폭 변화는 1dB를 초과하지 않아야 한다.

주.- 상승 및 하강 시간의 하한($0.05\mu s$)의 목적은 측면대역 방사선을 줄이는 것이다. 측면대역 방사선이 이론적으로 명시된 상승 및 하강 시간을 가진 사다리꼴 파동에 의해 생성되는 것보다 크지 않은 경우 장비는 이 요구사항을 충족한다.

3.1.1.6.5 응답 펄스 위치 허용편차. 응답 그룹의 첫 번째 프레임 펄스와 관련하여 마지막 프레임 펄스를 포함한 각 펄스에 대한 펄스 간격 허용편차는 $\pm 0.10\mu s$ 이어야 하며 응답 그룹의 마지막 프레임 펄스와 관련하여 특정 위치 확인 펄스에 대한 펄스 간격 허용편차는 $\pm 0.10\mu s$

이어야 하고, 첫 번째 프레임 펄스를 제외한 어떤 다른 펄스와 관련하여 응답그룹내의 어떤 펄스의 펄스 간격 허용편차는 $\pm 0.15\mu s$ 를 초과하지 않아야 한다.

3.1.1.6.6 코드 명명. 코드 명칭은 0과 7 사이의 디지털로 구성되고 3.1.1.6.2에 따라 정해진 펄스 수의 기호 합으로 구성되며 다음과 같이 지정되어야 한다.

디지털(digit)	펄스 그룹
첫번째(최상위)	A
두번째	B
세번째	C
네번째	D

3.1.1.7 트랜스폰더의 Mode A 및 Mode C 기능에 관한 기술적 특성

3.1.1.7.1 응답. 트랜스폰더는 다음 조건을 모두 충족할 경우 응답(90% 이상의 트리거)해야 한다:

- a) 수신된 P_3 의 진폭이 수신된 P_1 진폭과의 차이가 ± 1 dB 이내일 것
- b) P_1 이후 $1.3\mu s$ 내지 $2.7\mu s$ 간격내에서 어떠한 펄스도 수신되지 않거나 또는 P_1 이 이 간격 내에서 수신된 어떤 펄스가 9dB이상 초과하는 경우
- c) 적절한 질문의 수신 진폭이 무작위 펄스의 수신 진폭보다 10dB 이상 높으며, 이때 무작위 펄스는 트랜스폰더가 P_1 , P_2 또는 P_3 로 인식하지 않는 펄스인 경우
- d) P_1 과 P_3 사이의 간격이 $8 \pm 0.2 \mu s$ (Mode A) 또는 $21 \pm 0.2 \mu s$ (Mode C)일 것
- e) P_1 및 P_3 의 지속시간이 $0.8 \pm 0.1 \mu s$ 일 것

3.1.1.7.2 트랜스폰더는 다음 조건에서 응답하지 않아야 한다:

- a) P_1 과 P_3 펄스간의 간격이 3.1.1.4.3에 명시된 값과 $\pm 1.0\mu s$ 초과하여 차이가 나는 경우
- b) 정상 질문 조건을 근접하는 진폭 변화가 없는 어떤 단일 펄스를 수신하는 경우

3.1.1.7.3 데드타임(dead time)

3.1.1.7.3.1 모든 트랜스폰더에서 응답송신 종료 시점부터 수신기의 감도가 최소 트리거 레벨

(MTL)의 3 dB 이내까지 회복하는 시점까지의 시간간격(데드타임)은 $125\ \mu\text{s}$ 를 초과하지 않아야 한다.

3.1.1.7.3.2 향상된 데드타임 성능을 갖춘 트랜스폰더에서 응답송신 종료 시점부터 수신기의 감도가 MTL의 3 dB 이내까지 회복하는 시점까지의 시간간격(데드타임)은 $20\ \mu\text{s}$ 를 초과하지 않아야 한다.

3.1.1.7.4 억제

주.- 이 특성은 질문기 안테나의 부엽(Side-Lobe)을 통해 수신된 질문에 대한 응답을 방지하고 Mode A/C 트랜스폰더가 Mode S 질문에 대한 응답을 방지하는 데 사용된다.

3.1.1.7.4.1 P_2 의 수신 진폭이 P_1 의 수신 진폭과 같거나 그 이상이고 간격이 2.0 플러스 또는 마이너스 $0.15\ \mu\text{s}$ 일 때 트랜스폰더를 억제해야 한다. P_3 의 검출은 억제 조치를 개시하기 위한 전제 조건으로 요구되지 않는다.

3.1.1.7.4.2 트랜스폰더 억제의 기간은 $35\ \mu\text{s} \pm 10\ \mu\text{s}$ 이어야 한다.

3.1.1.7.4.2.1 억제는 억제 기간이 종료된 후 $2\ \mu\text{s}$ 내의 전체 지속시간 동안에 다시 재개될 수 있어야 한다.

3.1.1.7.4.3 S_1 펄스가 있을 때의 억제

주.- S_1 펄스는 더 높은 트래픽 밀도에서 Mode A/C 항공기의 ACAS 감시를 용이하게 하기 위해 ACAS에서 채택한 "Whisper-Shout" 기술에 사용된다. Whisper-Shout 기술은 ACAS 매뉴얼 (Doc 9863)에 설명되어 있다.

Mode A 또는 Mode C 질문의 P_1 보다 $2.0 \pm 0.15\ \mu\text{s}$ 전에 S_1 펄스가 감지된 경우:

- a) S_1 및 P_1 이 MTL 이상인 경우 트랜스폰더는 3.1.1.7.4.1에 규정된 대로 억제되어야 한다;
- b) P_1 및 S_1 이 MTL인 경우 트랜스폰더는 억제되어야 하며 Mode A/C 질문에 10% 이하로 응답해야 한다;
- c) P_1 이 MTL이고, S_1 이 MTL -3dB인 경우 트랜스폰더는 Mode A/C 질문에 적어도 70% 이상 응답해야 한다
- d) P_1 이 MTL이고, S_1 이 MTL -6dB인 경우 트랜스폰더는 최소 90% 이상 Mode A/C 질문에 응답해야 한다.

주 1.- 억제 동작은 S_1 과 P_1 의 검출 때문이며, P_2 또는 P_3 펄스의 검출을 필요로 하지 않

는다.

주 2.- s_1 의 진폭은 P_1 보다 낮다. 특정 ACAS는 이 메커니즘을 사용하여 목표 탐지(4.3.7.1)를 개선한다.

주 3.- 이러한 요구사항은 s_1 이 교차모드 질문(2.1.2.1)에 앞서 있을 때 Mode A/C 전용 트랜스폰더에도 적용된다.

3.1.1.7.5 수신기 감도 및 동적 범위(dynamic range)

3.1.1.7.5.1 트랜스폰더의 최소 트리거 레벨은 다음과 같은 경우에 질문 신호의 90 퍼센트 이상에 대한 응답이 생성되도록 해야 한다:

a) 하나의 질문을 구성하는 P_1 과 P_3 두 개 펄스의 진폭은 같고 P_2 는 감지되지 않을 때

b) 이 신호들의 진폭이 공칭으로 -73dB 이며, 그 허용 한계는 -69dB 에서 -77dB 까지인 경우

3.1.1.7.5.2 응답과 억제 특성은 수신된 P_1 의 진폭에 대하여 최소 트리거 레벨과 그 레벨보다 50dB 높은 레벨 사이에 적용하여야 한다.

3.1.1.7.5.3 모드들 간의 최소 트리거 레벨에 대한 변동은 일반적인 공칭 펄스 간격과 펄스 폭에 대하여 1dB 을 초과하여서는 아니된다.

3.1.1.7.6 펄스 지속 시간 구별. 수신 진폭이 최소 트리거 레벨(MTL) 이상 -45 dBm 이하이고, 지속시간이 $0.3\mu\text{s}$ 미만인 P_1 및/또는 P_3 로 구성된 신호는 트랜스폰더의 응답 또는 억제 동작을 개시하도록 하는 비율이 10퍼센트를 초과해서는 안 된다. 질문신호와 유사한 진폭 변화를 갖는 단일 펄스의 경우를 제외하고, 지속시간이 $1.5\mu\text{s}$ 를 초과하는 단일 펄스는 최소 트리거 레벨(MTL)부터 그보다 50 dB 높은 레벨까지의 신호 진폭 범위에서 트랜스폰더가 응답 또는 억제 동작을 개시하도록 하는 비율이 10퍼센트를 초과해서는 안 된다

3.1.1.7.7 에코 억제 및 복구. 트랜스폰더에는 공간 신호의 에코가 존재하는 상태에서 정상적인 작동이 가능하도록 설계된 에코 억제 설비가 포함되어야 한다. 이 설비의 제공은 3.1.1.7.4.1에 제시된 부엽(Side-Lobe) 억제 요구사항과 호환되어야 한다.

3.1.1.7.7.1 감도 억압(Desensitization). 펄스 지속 시간이 $0.7\mu\text{s}$ 를 초과하는 펄스를 수신한 경우 수신기는 적어도 감도 억압 펄스의 진폭의 9dB 이내의 양만큼 감도 억압되어야 하지만, 감도 억압 펄스 다음의 첫 번째 μs 동안 가능한 오버슈트를 제외하고는 결코 감도 억압 펄스의 진폭을 초과해서는 안 된다.

주.- $0.7\mu\text{s}$ 미만의 단일 펄스는 규정된 감도 억압을 일으키거나 3.1.1.7.7.1 및 3.1.1.7.7.2에 의해 허용된 것보다 큰 지속 시간의 감도 억압을 야기할 필요가 없다.

3.1.1.7.7.2 회복. 감도 감소에 이어 수신기는 최소 트리거 레벨보다 최대 50dB 높은 신호 강도를 갖는 감도 감소 펄스를 수신한 이후 15 μ s내에 감도(최소 트리거 레벨의 3dB이내)를 회복하여야 하며 μ s당 4.0dB를 초과하지 않는 비율로 이루어져야 한다.

3.1.1.7.8 불요방사 및 불요응답

3.1.1.7.8.1 장비의 무작위 트리거링률. 유효한 질문신호가 없는 경우 트랜스폰더는 최소 30초의 측정시간 동안 평균 초당 5회를 초과하는 불필요한 Mode A 또는 Mode C 응답을 발생시켜서는 안 된다

3.1.1.7.8.2 설치상태의 무작위 트리거링률(Random triggering rate). 유효한 질문 신호가 수신되지 않는 경우에, 트랜스폰더는 적어도 30초 동안 평균 초당 30개를 초과하는 불필요한 Mode A 또는 Mode C 응답을 발생시켜서는 안 된다. 이 설치상태의 무작위 트리거링률은 동일 항공기에 설치된 간섭을 발생시킬 수 있는 모든 장비가 최대 간섭 수준으로 작동하는 경우에도 초과해서는 안 된다.

3.1.1.7.8.3 낮은 수준(low level)의 대역내 연속파(CW) 간섭에 대한 무작위 트리거링률. 1030MHz $\pm$ 0.2MHz 주파수 및 -60dBm이하의 신호레벨로 비동기(non-coherent) 연속파(CW) 간섭에서 동작하면, 모든 Mode A와 Mode C에 대한 전체 무작위 트리거는 30초 동안 평균을 내었을 때 초당 10 응답 펄스 그룹 또는 억압 수보다 크지 않아야 한다.

3.1.1.7.8.4 불요방사

3.1.1.7.8.4.1 권고. - 트랜스폰더의 연속파(CW) 방사는 1 W보다 70 dB 낮은 값을 초과하지 않을 수 있다.

3.1.1.7.8.5 불요응답

3.1.1.7.8.5.1 권고. - 수신기 통과대역 밖의 신호에 대한 응답감도는 정상감도보다 적어도 60 dB 낮아야 할 수 있다.

3.1.1.7.8.5.2 비-의도 Mode A/C 응답 보호기능을 갖춘 트랜스폰더의 경우, 저레벨 Mode S 질문으로 인하여 발생하는 비-의도 Mode A/C 응답비율은 다음을 초과해서는 안 된다.

- a) 입력 질문신호 레벨이 -81 dBm부터 Mode S 최소 트리거 레벨(MTL)까지의 범위에서 평균 1 퍼센트
- b) 입력 질문신호가 -81 dBm부터 Mode S 최소 트리거 레벨(MTL)까지의 범위에서 어느 특정 레벨에서 최대 3퍼센트

주 1. - Mode A/C/S all-call 질문에 응답하는 트랜스폰더의 경우, 저레벨 Mode S 질문을 검출하지 못하면 트랜스폰더가 이를 3펄스 Mode A/C/S all-call 질문으로 디코딩할 수도 있

다. 이 경우 트랜스폰더가 Mode S all-call 응답($DF = 11$)을 송신하게 된다. 위 요구사항은 Mode S 질문을 올바르게 검출하지 못할 확률을 제한하므로 이러한 $DF = 11$ 응답도 제한한다.

주 2. - 항공기 형식증명 및 별도 설계승인에 관한 자세한 정보는 「감항 매뉴얼」(Doc 9760)을 참조한다.

3.1.1.7.9 응답률

3.1.1.7.9.1 모든 트랜스폰더는 15펄스 코딩 응답에 대해 초당 최소 500회 이상의 응답을 연속적으로 생성할 수 있는 능력이 있어야 한다. 4500m(15000ft) 미만 또는 관계 당국이나 지역 항행 협정에 의해 설정된 더 낮은 고도 미만에서만 운용되거나 최대 순항 진대기속도가 175kt(324km/h)를 초과하지 않는 항공기에 탑재되는 트랜스폰더 장치는 100 ms 지속시간 동안 초당 최소 1,000개의 15개 펄스 코딩 응답을 생성할 수 있어야 하고, 4,500 m(15,000 ft) 이상에서 운용되거나 최대 순항 진대기속도가 175 kt (324 km/h)를 초과하는 항공기에 탑재되는 트랜스폰더 장치는 100 ms의 지속시간 동안 초당 최소 1,200개의 15개 펄스 코딩 응답을 생성할 수 있어야 한다.

주 1.- A 15펄스 응답에는 2개의 프레임 펄스, 12개의 정보 펄스 및 SPI 펄스가 포함된다.

주 2.- 초당 500회 응답이라는 응답률 요구사항은 트랜스폰더의 최소 연속 응답률 능력을 결정한다. 상기 고도 및 속도 기준에 따르면, 100ms 간격의 100 또는 120회 응답은 트랜스폰더의 피크 능력을 정의한다. 트랜스폰더가 이 비율을 유지할 수 없을 수도 있지만, 트랜스폰더는 이 단기 버스트 레이트에 응답할 수 있어야 한다. 트랜스폰더가 응답률 능력을 초과하는 질문물을 받는 경우, 3.1.1.7.9.2의 응답률 제한 제어가 작동하여 더 가까운 질문기를 우대하는 방식으로 트랜스폰더의 감도를 완만하게 억압한다. 감도 억압은 더 약한 질문 신호를 제거한다.

3.1.1.7.9.2 응답률 한계 제어. 예정된 응답률에 도달했을 때, 미약한 신호에 대한 반응을 방지함으로써 트랜스폰더의 초과 질문 효과로부터 시스템을 보호하기 위하여, 감도 저하 유형 응답 한계 제어(sensitivity reduction type reply limit control)기능은 장비 내에 통합되어야 한다. 응답률 한계값은 각 응답에 포함된 펄스 수와 관계없이 초당 500회에서 2,000회 사이의 Mode A/C 응답률로 설정하여야 한다. 감도저하가 3 dB를 초과하는 동작은 설정값의 90퍼센트를 초과하기 전에는 개시되어서는 안 된다.

3.1.1.7.10 응답 지연 및 지터. 트랜스폰더 수신기에 P_3 의 상승부의 도착과 응답의 첫 번째 펄스 상승부 전송 사이의 시간지연은 $3\mu s \pm 0.5\mu s$ 이어야 하며, P_3 와 관련하여 응답 펄스 코드 그룹의 총 지터는 최소 트리거 레벨보다 3dB 내지 50dB이상 사이의 수신기 입력 레벨에 대해 $0.1\mu s$ 를 초과하여서는 안 된다. Mode A 와 Mode C 사이의 지연 변화는 $0.2\mu s$ 를 초과하여서는 안 된다.

3.1.1.7.11 트랜스폰더 송신출력(power output) 및 의무 주기(Duty cycle)

3.1.1.7.11.1 관할 항공교통관제기관 또는 국제민간항공기구(ICAO) 아시아·태평양지역 항공항행 협정에 의하여 수립된 4,500m(15,000ft) 이하 또는 그 이하의 낮은 고도에서만 단독으로 사용되는 트랜스폰더가 1W이상에서 최소 18.5dB 내지 27dB이내로 트랜스폰더의 전송선의 안테나 끝에서 이용할 수 있는 피크 펄스 전력이 허용되는 경우를 제외하고는, 트랜스폰더의 전송선 안테나 끝에서 이용할 수 있는 피크 펄스전력이 1W이상에서 최소 21dB 내지 27dB이내이어야 한다.

주.- 비행장 지상 차량의 확장 스쿼터 비-트랜스폰더 장치는 5.1.1.2에 규정된 대로 더 낮은 최소 출력으로 작동할 수 있다.

3.1.1.7.11.2 권고 - 3.1.1.7.11.1에 규정된 피크 펄스 전력은 트랜스폰더가 처리할 수 있는 매초 당 400개 응답물의 코드 0000으로부터 초당 1,200개 응답물의 최대 펄스 내용 또는 초당 1,200개 응답 미만의 최대 값까지를 응답범위로 유지될 수 있다.

3.1.1.7.12. 응답 코드

3.1.1.7.12.1 식별. Mode A 질문에 대한 응답은 3.1.1.6.1에 규정된 2개의 프레임 펄스와 3.1.1.6.2에 규정된 정보 펄스(Mode A 코드)로 구성되어야 한다.

주.- Mode A 코드 지정은 3.1.1.6.6에 따라 4자리 숫자의 순서이다.

3.1.1.7.12.1.1 Mode A 코드는 사용 가능한 4,096 코드 중에서 선택해야 한다.

3.1.1.7.12.2 기압고도 전송. Mode C 질문에 대한 응답은 위의 3.1.1.6.1에 규정된 2개의 프레임 펄스로 구성되어야 한다. 디지털화된 기압고도 정보가 이용 가능한 경우 3.1.1.6.2에 규정된 정보 펄스도 전송되어야 한다.

3.1.1.7.12.2.1 트랜스폰더는 아래의 3.1.1.7.12.2.4에 규정된 Mode C 질문에 대한 응답과 일치하지 않을 경우에 정보 펄스를 제거하되 프레임 펄스를 유지할 수 있도록 하여야 한다.

3.1.1.7.12.2.2 정보 펄스는 1,013.25 헥토파스칼의 표준 기압으로 조정된 항공기내의 기압고도 데이터에 연결된 아날로그-디지털 변환기에 의하여 자동적으로 선택되어야 한다.

주.- 압력 설정인 1,013.25 헥토파스칼은 수은 29.92인치와 같다.

3.1.1.7.12.2.3 기압고도는 국제민간항공조약 부속서10 제4권 제3장 첨부에 따라 100 ft 단위로 보고되어야 한다.

3.1.1.7.12.2.4 선택된 디지털타이저 코드는 지정된 비행 프로필을 준수하기 위해 항공기 내에서 사용되는 기압고도 정보(1,013.25 헥토파스칼의 표준 기압 설정을 기준으로 함)의 95% 확률 기준으로 ± 38.1 m(125 ft) 이내에서 일치해야 한다.

3.1.1.7.13 특수위치식별(SPI) 펄스의 전송. 특정 위치 식별 펄스(SPI)의 전송이 요구되는 경

우에, 3.1.1.6.3에 규정된 바와 같이 15초 내지 30초의 시간동안 Mode A 응답과 같이 전송되어야 한다.

3.1.1.7.14 안테나

3.1.1.7.14.1 항공기에 설치되는 트랜스폰더 안테나 시스템은 수평면에서 본질적으로 전방향성인 방사 패턴을 가져야 한다.

3.1.1.7.14.2 권고 - 수직 방사 패턴은 지표면 상에서 1/4 파장의 단극(monopole) 안테나의 방사 패턴과 공칭상 같을 수 있다.

3.1.1.7.15 동시신호. P1-P2 억제 펄스쌍과 Mode A 또는 Mode C 질문을 동시에 인식한 경우, 트랜스폰더는 억제되어야 한다. 트랜스폰더가 억제상태(3.1.1.7.4)에 있는 경우 질문을 Mode A 또는 Mode C로 인식해서는 안 된다. Mode A와 Mode C 질문을 동시에 인식한 경우 트랜스폰더는 Mode C 질문만 인식한 것과 같이 트랜잭션 주기를 완료하여야 한다.

3.1.1.7.16 저레벨 대역내 연속파(CW) 간섭이 존재하는 경우의 응답비율. 주파수가 1030 ± 0.2 MHz이고 그 신호레벨이 Mode A/C 질문신호 레벨보다 20 dB 이상 낮은 비코히런트 연속파(CW) 간섭이 존재하는 경우 트랜스폰더는 질문의 90퍼센트 이상에 정확하게 응답하여야 한다.

3.1.1.7.17 비-의도 출력전력

3.1.1.7.17.1 비활성 상태 트랜스폰더 출력전력. 트랜스폰더가 비활성 상태인 경우(그림 3-11 참조), 트랜스폰더 송신선로의 안테나측 단자에서 1090 ± 3 MHz의 첨두전력은 -50 dBm을 초과해서는 안 된다.

주 1. - 항공기가 Mode A/C 또는 Mode S 질문기로부터 185m(0.1NM)까지 근접한 경우에도 해당 시설에 간섭을 일으키지 않도록 비활성 상태 트랜스폰더 출력전력을 이와 같이 제한한다.

주 2. - Mode S 성능을 갖추고 ACAS 장치와 함께 설치되는 트랜스폰더에는 3.1.2.10.2.1.1의 규정보다 더 엄격한 요구사항이 적용된다.

3.1.1.7.17.2 활성 상태 트랜스폰더 출력전력

3.1.1.7.17.2.1 Mode A/C 송신 전 $10\mu\text{s}$ 부터 송신 후 $10\mu\text{s}$ 까지의 구간에서 RF 출력전력은 첨두 펄스 전력보다 적어도 50 dB 낮아야 한다.

3.1.1.7.17.2.2 송신펄스 사이의 간격이 $0.5\mu\text{s}$ 를 초과하는 경우 그 간격 내 최저점의 전력레벨은 첨두 펄스전력보다 50 dB 이상 낮아야 한다.

주 1. - 이러한 전력 제한은 신호가 근거리이면서 요구되는 검출범위 내에서 수신될 때, 1090 MHz 수신기에서 발생할 수 있는 디코딩 누락 가능성을 방지한다. 이러한 제한이 없으면 비-펄

스 구간의 신호레벨이 수신기 임계값을 초과하여 펄스 위치를 비-의도적으로 왜곡하거나 허위 펄스 디코딩을 유발함으로써 송신신호의 정상적인 검출을 방해할 수 있다. 또한 수신기가 중첩된 응답을 디코딩하기도 더 어려워진다.

주 2. - 침투전력보다 50 dB 이상 낮은 레벨의 신호는 허용된 감쇠시간 때문에 펄스 송신 후 최초 $0.5\mu s$ 이내에는 측정되지 않을 수 있다. 침투 펄스전력보다 50 dB 낮게 송신된 신호도 근거리에서 송신되는 경우 고감도 수신기에 영향을 줄 수 있다. 자세한 사항은 Doc 9924를 참조하라.

주 3. - 비의도 출력전력의 검증방법은 RTCA DO-181F 또는 EUROCAE ED-73F에서 확인할 수 있다.

3.1.1.7.18 트랜스폰더 안테나 시스템 및 다이버시티 운용. 다이버시티 운용 기능을 갖춘 트랜스폰더는 두 개의 안테나를 운용할 수 있도록 두 개의 RF 포트를 갖추어야 한다. 하나의 안테나는 항공기 동체 상부에, 다른 하나는 하부에 설치하여야 한다. 두 안테나 중 하나에서 수신된 신호를 선택하여 수신하고 응답은 선택된 안테나에서만 송신하여야 한다.

3.1.1.7.18.1 1 방사패턴. 항공기에 설치된 안테나의 방사패턴은 공칭상 접지면상의 1/4파장 모노폴 안테나의 방사패턴과 동등하여야 한다.

주. - 수직 빔폭을 줄여 이득을 증가시키도록 설계된 트랜스폰더 안테나는 선회 시 성능이 저하되므로 바람직하지 않다.

3.1.1.7.18.2 안테나 위치. 상부 및 하부 안테나는 가능한 한 동체 중심선에 가깝게 장착하여야 한다. 안테나는 수평면에서 전파경로의 차폐가 최소화하도록 배치하여야 한다.

3.1.1.7.18.2.1 권고. - 상부 안테나와 하부 안테나 사이의 수평거리는 7.6 m(25 ft)를 초과하지 않을 수 있다.

주. - 이 권고는 모든 다이버시티 트랜스폰더(케이블 포함)가 어떠한 다이버시티 안테나 설치 구성과 조합되는 경우에도 운용할 수 있고, 3.1.2.10.4.5의 요구사항을 충족할 수 있도록 하기 위한 것이다.

3.1.1.7.18.3 안테나 선택. 다이버시티 운용 기능을 갖춘 트랜스폰더는 두 안테나 채널에서 동시에 수신한 펄스열을 평가하여, 각 채널별로 Mode A 또는 Mode C 질문의 P1 및 P3 펄스가 3.1.1에 정의된 Mode A 및 Mode C 질문 요구사항을 충족하는지를 판단할 수 있어야 한다.

3.1.1.7.18.3.1 두 채널이 Mode A 또는 Mode C 질문 요구사항을 충족하는 P1-P3 펄스쌍을 동시에 수신하는 경우, 응답을 송신하기 위하여 신호강도가 더 큰 안테나를 선택하여야 한다.

3.1.1.7.18.3.2 한 채널에서만 질문의 요구사항을 충족하는 펄스쌍을 수신하거나 한 채널에서만 질문을 수락하는 경우에는 수신신호 강도와 관계없이 해당 채널과 연결된 안테나를 선택하여야 한다.

3.1.1.7.18.3.3 선택 임계값. 안테나 선택이 신호레벨에 기초하는 경우 MTL부터 -21 dBm까지의 모든 신호레벨에서 안테나 선택을 수행하여야 한다.

주. - 신호레벨 차이가 3 dB 미만이면 어느 안테나를 선택하여도 된다.

3.1.1.7.18.3.4 수신신호 지연 허용오차. 한 안테나에서 다른 안테나보다 $0.125\ \mu\text{s}$ 이하로 먼저 질문을 수신한 경우, 두 질문을 동시질문으로 간주하고 위(3.1.1.7.18.3.1부터 3.1.1.7.18.3.3까지)의 안테나 선택기준을 적용하여야 한다. 어느 한 안테나에서 다른 안테나보다 $0.375\ \mu\text{s}$ 이상 먼저 유효한 질문을 수신한 경우에는 먼저 질문을 수신한 안테나를 응답용으로 선택하여야 한다. 상대 수신시간 차이가 $0.125\ \mu\text{s}$ 와 $0.375\ \mu\text{s}$ 사이인 경우에는 동시질문 기준 또는 먼저 도착한 기준 중 하나에 따라 응답용 안테나를 선택하여야 한다.

3.1.1.7.18.4 다이버시티 송신채널 격리도. 선택된 안테나에서 송신되는 첨부 RF 전력은 선택되지 않은 안테나에서 송신되는 전력보다 최소 20 dB 커야 한다.

3.1.1.7.18.5 다이버시티 트랜스폰더의 응답지연. 동일한 진폭의 질문에 대하여 두 안테나 채널 사이의 평균 응답지연에 대한 총 왕복 전송시간 차이(트랜스폰더-안테나 케이블로 인한 지연차이 및 항공기 중심선을 따라 측정한 두 안테나 간 수평거리로 인한 차이를 포함한다.)는 $0.13\ \mu\text{s}$ 를 초과해서는 안 된다. 이 요구사항은 질문신호 강도가 MTL +3 dB부터 -21 dBm까지인 범위에서 적용한다. 각 개별 채널의 지터 요구사항은 비-다이버시티 트랜스폰더에 대해 규정된 요구사항과 동일하게 유지하여야 한다.

주. - 이 요구사항은 안테나 전환 및 케이블 지연차이로 인한 겹보기 지터를 제한한다.

3.1.1.7.19 가변 직접데이터. 비행 중 변경될 수 있는 항공기의 가변 직접데이터는 다음과 같다.

a) Mode C 고도코드(3.1.1.7.12.2)

b) Mode A 식별코드(3.1.1.7.12.1)

c) SPI 상태(3.1.1.6.3)

3.1.1.7.19.1 가변 직접 데이터 인터페이스

3.1.1.7.19.1.1 지상 또는 비행 중 조종사가 다른 비행자료를 입력하거나 변경하지 않고 SPI 상태를 입력할 수 있는 수단을 제공하여야 한다.

3.1.1.7.19.1.2 지상 또는 비행 중 조종사에게 Mode A 식별코드를 표시하고 다른 비행자료를 입력하거나 변경하지 않고 이를 변경할 수 있는 수단을 제공하여야 한다.

주. - 데이터 입력을 위한 조종사 조작은 소요시간과 자료입력 오류 가능성을 줄일 수 있도록 가능한 한 단순하고 효율적으로 구현한다.

3.1.1.7.19.1.3 기압고도를 수신할 수 있는 인터페이스를 포함하여야 한다.

주. - 가변 직접데이터 인터페이스의 구체적인 설계는 규정하지 않는다.

3.1.1.8 Mode A 및 Mode C 기능만 있는 지상 질문기의 기술적 특성

3.1.1.8.1 질문 반복 주파수. 최대 질문 반복 주파수는 초당 450회의 질문 반복 주파수이어야 한다.

3.1.1.8.1.1 권고 - 불필요한 트랜스폰더 높은 상호간섭을 최소화하기 위하여, 모든 질문기는 디스플레이 특성, 질문기 안테나 빔 폭 및 채택된 안테나 회전 속도와 일치하는 가장 낮은 실행 가능한 질문기 반복 주파수를 사용할 수 있다.

3.1.1.8.2 방사 전력

3.1.1.8.2.1 권고. - 시스템의 간섭을 최소화하기 위하여 질문기의 유효 방사 전력은 각 개별 질문기의 위치에 대하여 작동상 요구되는 범위와 일치하는 가장 낮은 값까지 감소될 수 있다.

3.1.1.8.2.2 비활성 상태 질문기 출력전력. 2030년 1월 1일 이후 운용 개시된 질문기가 질문을 송신하지 않는 경우, 960 MHz부터 1215 MHz까지의 모든 주파수에서 그 출력은 유효방사전력 -5 dBm을 초과해서는 안 된다.

주. - 이 제한은 항공기가 질문기로부터 1.85 km(1 NM)까지 근접한 경우에도, 다른 질문기의 추적을 방해할 수 있는 간섭비 발생하지 않도록 하기 위한 것이다. 특정한 경우, 예를 들어 공항 지상에서 Mode S 감시를 사용하는 경우에는 질문기와 항공기 사이의 더 짧은 거리도 고려할 필요가 있다. 이러한 경우에는 비활성 상태 질문기의 출력전력에 대한 추가 제한이 필요할 수 있다.

3.1.1.8.3 권고- 전이고도(Transition level) 미만으로 비행하는 항공기로부터 Mode C의 정보가 사용될 때, 고도계 기압 기준치(reference datum)가 적용할 수 있다.

주.- 전이고도 미만에서 Mode C를 사용하는 것은 Mode C가 모든 환경에서 유용하게 사용될 수 있다는 개념에 따른 것이다.

3.1.1.8.4 질문기 방사 필드 패턴

권고 - P_3 을 방사하는 지향성 질문기 안테나의 빔 폭은 작동에 필요한 것보다 넓지 않아야 한다. 지향성 안테나의 부엽(side lobe) 및 후엽(back-lobe) 방사는 주엽(main lobe) 방사의 피크치보다 최소 24dB 이상 낮을 수 있다.

주.- 이 권고는 트랜스폰더 점유율을 줄이기 위한 것이다. 자세한 사항은 Doc 9924 부록 D 및 M을 참조한다.

3.1.1.8.5 질문기 모니터

3.1.1.8.5.1 지상 질문기의 유효 통달거리와 방위각 정밀도는 시스템의 무결성을 보장하기 위하여 충분히 빈번한 간격으로 감시되어야 한다.

주.- 1차 레이더와 연결되어 작동하는 질문기는 1차 레이더를 모니터링 장치로 사용할 수 있다. 또는 전자식 거리 및 방위각 정확도 모니터가 필요하다.

3.1.1.8.5.2 권고 - 거리 및 방위각 모니터링 외에도 지상 질문기의 다른 중요 매개변수를 시스템 허용오차를 초과하는 성능 저하가 있는지 지속적으로 모니터링하고 그러한 발생의 징후를 제공할 수 있도록 제공할 수 있다.

3.1.1.8.6 스푸리어스 방사 및 스푸리어스 응답

3.1.1.8.6.1 스푸리어스 방사

권고 - 질문기의 연속파(CW) 방사는 1W 기준으로 76dB 낮은 값을 초과하지 않을 수 있다.

3.1.2 Mode S와 교차모드 기능

3.1.2.1 질문 공간 신호 특성. 이 절의 각 조항은 질문기 안테나에서 나타내는 공간신호를 설명한다.

3.1.2.1.1 질문 반송파 주파수. Mode S 성능을 갖춘 지상시설로부터 항공기로 전송(업링크 전송)되는 모든 질문에 대한 반송파 주파수는 $1,030 \pm 0.01\text{MHz}$ 이어야 한다. 다만 위상반전 중, 3.1.2.1.2)의 스펙트럼 요구사항들을 유지하는 동안에는 예외로 한다.

주.- 위상 반전 중에 신호의 주파수가 규정된 값으로 돌아가기 전에 수 MHz만큼 이동할 수 있다.

3.1.2.1.2 질문 스펙트럼. 반송파 주파수에 대한 Mode S의 질문 스펙트럼은 그림 3-2에 명시된 한계를 초과하지 않아야 한다.

주.- Mode S 질문 스펙트럼은 데이터에 종속적이다. 가장 넓은 스펙트럼은 모든 이진수 1을 포함하는 질문에 의해 생성된다.

3.1.2.1.3 편파. 질문 및 제어 전송의 편파는 공칭상 수직이어야 한다.

3.1.2.1.4 변조. Mode S 질문에 대한 반송파 주파수는 변조된 펄스이어야 하며, 데이터 펄스

인 P_6 는 내부 위상변조를 가져야 한다.

3.1.2.1.4.1 펄스 변조. 교차모드(inter mode) 및 Mode S 질문은 3.1.2.1.5와 표 3-1, 3-3, 3-4에 규정된 펄스 시퀀스로 구성되어야 하며, 그 내용은 표 3-11에 요약되어 있다.

주.- 교차모드 및 Mode S 질문에 사용된 $0.8\mu s$ 펄스는 3.1.1.4에서 정의한 Mode A 및 Mode C에서 사용된 펄스와 형상이 동일하다.

3.1.2.1.4.2 위상 변조. 3.1.2.1.4.1에서의 짧은 P_6 펄스($16.25\mu s$) 및 긴 P_6 펄스($30.25\mu s$)는 매초 당 4M bit의 전송율로 반송파의 180도 위상 반전을 구성하는 내부 이진 차동위상 변조를 가져야 한다.

3.1.2.1.4.2.1 위상 반전 지속시간. 상 반전 폭은 $0.08\mu s$ 이하 이어야 하며, 위상은 전이구역 전체에서 단조롭게 진보(또는 지연)되어야 하고, 위상전송 기간 동안에 진폭 변조가 없어야 한다.

주 1.- 위상 반전의 최소 지속 시간은 규정되지 않았다. 그럼에도 불구하고 3.1.2.1.2의 스펙트럼 요구사항을 충족해야 한다.

주 2.- 위상 반전은 다양한 방법을 사용하여 생성될 수 있다. 여기에는 강력한 진폭 강하 및 빠른 위상 반전을 갖는 하드 키잉 또는 진폭 강하가 거의 또는 전혀 없으나 위상 반전 기간 동안 주파수 이동을 동반하는 완만한 위상 반전(80ns) 등 다른 기술들을 포함한다. 복조기는 사용된 변조 기술의 유형에 대해 어떠한 가정도 할 수 없으므로 위상 반전을 검출하기 위해 위상 반전 동안 신호의 특수성에 의존할 수 없다.

3.1.2.1.4.2.2 위상 관계. P_6 펄스 내의 연속적인 칩 사이의 0도 및 180도 위상 관계 및 동기 위상 반전(3.1.2.1.5.2.2)에 대한 허용 오차는 ± 5 도이어야 한다.

주.- Mode S에서 "칩"은 가능한 데이터 위상 반전 사이의 $0.25\mu s$ 반송파 간격이다.

3.1.2.1.5 펄스 및 위상 반전 시퀀스. 3.1.2.1.4에 설명된 펄스 또는 위상 반전의 구체적인 시퀀스가 질문들을 구성하여야 한다.

3.1.2.1.5.1 교차모드(intermode) 질문

3.1.2.1.5.1.1 Mode A/C/S 일괄-호출 질문

주. - 이 질문은 그림 3-3과 같이 P_1 , P_3 및 긴 펄스인 P_4 의 최소 3개의 펄스로 구성된다.

3.1.2.1.5.1.2 Mode A/C 전용 all-call 질문

주 1. - 이 질문은 그림 3-3과 같이 P_1 , P_3 및 짧은 P_4 펄스로 구성한다.

주 2.- Mode A/C 전용 all-call 질문은 Mode A/C 트랜스폰더로부터 Mode A 또는 Mode C 응답을 유도한다. Mode S 트랜스폰더는 짧은 P_4 펄스를 인식하고 이 질문에 응답하지 않는다.

3.1.2.1.5.1.2.1 펄스 간격. P_1 및 P_3 간의 펄스간격은 3.1.1.4.3에 따라야 하며 P_3 와 P_4 간의 펄스 간격은 $2\mu s \pm 0.04\mu s$ 이어야 한다.

3.1.2.1.5.1.2.2 펄스의 진폭. 펄스 P_1 , P_3 사이의 상대적 진폭은 3.1.1.5을 따라야 하며 P_4 의 진폭은 P_3 의 진폭의 -0.5dB 이상 2.5dB 이하이어야 한다.

3.1.2.1.5.1.2.3 부엽억제. P_1 과 P_2 사이의 펄스간격은 $2 \pm 0.04\mu s$ 이어야 한다. P_2 의 진폭은 3.1.1.5에 따라야 한다.

주 1. - SSR 질문기에는 2.1.2.4.1에 따라 부엽억제가 요구된다. ACAS 및 다변측정시스템 질문에는 P_2 펄스를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수 있다.

주 2. - P_2 를 사용하는 경우 안테나의 부엽 및 후엽에 있는 항공기의 응답을 방지하기 위하여 P_2 를 추가로 방사한다.

3.1.2.1.5.2 Mode S 질문

주 1. - Mode S 질문은 그림 3-4와 같이 최소 3개의 펄스 P_1 , P_2 및 P_6 로 구성된다.

주 2. - P_6 는 Mode S 질문에 의한 무작위 트리거로 인한 동기성 신호 중첩(synchronous garble)을 방지하기 위해 Mode A/C 트랜스폰더로부터의 응답을 억제하는 $P_1 - P_2$ 쌍이 선행한다. P_6 내의 동기 위상 반전은 $0.25\mu s$ 지속 시간의 일련의 시간 간격(칩)의 복조를 위한 타이밍 기준점이다. 이 일련의 칩은 동기 위상 반전 후 $0.5\mu s$ 후에 시작하여 P_6 의 하강 에지보다 $0.5\mu s$ 전에 종료된다. 위상 반전은 이진 정보 값을 인코딩하기 위해 각 칩에 선행할 수도 있고 선행하지 않을 수도 있다.

3.1.2.1.5.2.1 Mode S 부엽(Side-Lobe) 억제. 안테나(3.1.2.1.5.2.5)의 부엽(Side-Lobe) 및 후엽(back-Lobe)에 있는 항공기의 응답을 방지하기 위해 Mode S 전용 all-call 질문(UF = 11, 3.1.2.5.2 참조)과 함께 P_5 펄스를 사용해야 한다. P_5 펄스를 사용할 때에는 별도의 안테나 패턴을 사용하여 전송해야 한다.

주 1.- P_5 의 동작은 자동이다. 수신 위치에서 진폭이 충분한 경우 P_6 의 동기 위상 반전을 마스킹한다.

주 2.- P_5 펄스는 다른 Mode S 질문과 함께 사용할 수 있다.

3.1.2.1.5.2.2 동기 위상 반전. P_6 펄스내의 첫 번째 위상반전은 동기 위상 반전이어야 하며, 질문과 관련하여 계속 이어지는 트랜스폰더의 작동을 위한 타이밍 기준(timing reference)이 되어야 한다.

3.1.2.1.5.2.3 데이터 위상 반전. 각 데이터의 위상반전은 동기 위상 반전 이후에 $(N \times 0.25) \pm 0.02\mu s$ 의 시간 간격(여기서 N은 2 이상)에서만 발생되어야 하며, $16.25\mu s$ 의 P_6 펄스는 최대 56회 이하의 위상반전이 포함되어야 하고, $30.25\mu s$ P_6 펄스는 최대 112회 이하의 데이터 위상펄스가 포함되어야 하며, 마지막 $0.25\mu s$ 데이터 위상 칩 이후 보호간격을 위하여 $0.5\mu s$ 시간간격을 가져야 한다.

주.- 마지막 칩 다음에 오는 $0.5\mu s$ 의 보호 간격은 P_6 의 하강 에지가 복조 과정을 방해하지 않도록 한다.

3.1.2.1.5.2.4 간격. P_1 , P_2 간의 펄스 간격은 $2\mu s \pm 0.04\mu s$ 이어야 하며, P_2 의 상승부와 P_6 의 동기 위상 반전간의 간격은 $2.75\mu s \pm 0.04\mu s$ 이어야 하고, P_6 의 상승부는 동기 위상반전 전에 $1.25\mu s \pm 0.04\mu s$ 를 발생하여야 하며, 만일 전송된 경우에 P_5 는 동기 위상반전상의 중심에 위치하여야 되고, P_5 의 상승부는 동기 위상 반전 전에 $0.4\mu s \pm 0.04\mu s$ 를 발생하여야 한다.

3.1.2.1.5.2.5 펄스 진폭. P_2 의 진폭과 P_6 의 최초 $1\mu s$ 동안의 진폭은 P_1 의 진폭 $-0.25dB$ 보다 커야 하며, 펄스 반전과 관련된 순간 진폭을 제외하고, P_6 의 위상 변동은 $1dB$ 미만이어야 하고, P_6 내의 연속되는 칩의 진폭변동은 $0.25dB$ 이하이어야 하며, 트랜스폰더의 안테나에서 P_5 의 방사전폭은 다음과 같아야 한다.

a) P_6 를 방사하는 안테나의 부엽(Side-Lobe) 송신에서 나오는 P_6 의 방사 진폭과 같거나 그보다 커야 한다.

b) 질문의 원하는 호 내에서 P_6 의 방사 진폭보다 $9dB$ 낮은 레벨이어야 한다.

3.1.2.2 응답 공간 신호 특성

주. - 이 절의 각 조항은 트랜스폰더 안테나에서의 공간신호를 설명한다.

3.1.2.2.1 응답 반송파 주파수

3.1.2.2.1.1 표준 펄스위치변조(PPM) 응답 반송파 주파수. 모든 표준 Mode S PPM 응답(하향링크 송신)의 반송파 주파수는 $1090 \pm 1MHz$ 이어야 한다.

3.1.2.2.1.2 위상 오버레이 응답 주파수. 3.1.2.3.1.2.2에 정의된 모든 위상 오버레이 응답

송신의 반송파 주파수는 $1090 \text{ MHz} \pm 25 \text{ kHz}$ 이어야 한다.

3.1.2.2.2 응답 스펙트럼. 반송파 주파수에 대한 Mode S 응답 스펙트럼은 그림 3-5에 규정된 한계를 초과하지 않아야 한다.

3.1.2.2.3 편파. 응답 전송의 편파는 공칭상 수직편파이어야 한다.

3.1.2.2.4 변조. Mode S 응답은 프리앰블과 데이터 블록으로 구성되어야 하며, 프리앰블은 4 펄스 시퀀스이며 데이터 블록은 매초 당 1M 비트의 데이터율로 이진 펄스 위치 변조되어야 한다.

3.1.2.2.4.1 펄스 형상. 펄스 형상은 표 3-2와 같아야 하며 모든 값은 μs 단위로 한다.

3.1.2.2.5 Mode S 응답. Mode S 응답은 그림 3-6과 같으며, Mode S 응답의 데이터 블록은 56 또는 112 정보 비트로 구성되어야 한다.

3.1.2.2.5.1 펄스 간격. 모든 응답펄스는 처음 전송된 펄스로부터 $0.5\mu\text{s}$ 의 배수로 시작되어야 하며, 이 모든 경우에 허용편차는 $\pm 0.05\mu\text{s}$ 이어야 한다.

3.1.2.2.5.1.1 응답 프리앰블. 프리앰블은 각각 $0.5\mu\text{s}$ 의 폭을 가진 4개의 펄스로 구성되어야 하며 첫 번째 전송된 펄스로부터 두 번째, 세 번째, 네 번째 전송된 펄스까지의 간격은 각각 $1\mu\text{s}$, $3.5\mu\text{s}$, $4.5\mu\text{s}$ 이어야 한다.

3.1.2.2.5.1.2 응답 데이터 펄스. 응답 데이터 블록은 첫 번째 전송된 펄스의 상승부 이후 $8\mu\text{s}$ 에서 시작되어야 하며, 각 전송에는 56개 또는 112개의 $1\mu\text{s}$ 비트 간격이 할당되어야 한다. $0.5\mu\text{s}$ 펄스는 각 간격의 전반부 또는 후반부 중 어느 하나에만 전송되어야 하며, 한 간격의 후반부 펄스에서 하나의 펄스가 전송될 때 다음 간격의 전반부 펄스에서 다른 펄스가 뒤 따라 전송되어 질때 두 펄스가 합쳐진 $1\mu\text{s}$ 의 펄스가 전송되어야 한다.

3.1.2.2.5.2 펄스 진폭. Mode S 응답에서 한 펄스와 다른 펄스 사이의 펄스 진폭 변동은 2 dB를 초과하지 않아야 한다.

3.1.2.2.6 응답 위상 오버레이 특성

3.1.2.2.6.1 응답 위상 오버레이 변조형식. 3.1.2.3.1.2.2에 정의된 위상변조 응답송신은 각 PPM 데이터 비트 및 4개의 프리앰블 펄스 각각에 단일 위상상태로 표현되는 3비트를 송신하기 위하여 8개의 위상편이변조(PSK) 위상상태를 사용하여야 한다.

3.1.2.2.6.2 위상오차 허용범위. 송신된 위상정보의 위상오차는 $0.5\mu\text{s}$ PPM 응답펄스의 지속 시간 동안 실효값(RMS) 3.0° 및 첨두값 12.2° 이내이어야 한다. 다만 펄스의 선두 에지(edges)와 후미 에지(edges)는 제외한다. 하나의 PPM 비트 구간 후반부에서 PPM ZERO 데이터

비트가 송신되고, 이어지는 다음 비트 전반부에서 PPM ONE 비트가 있어 그 결과 $1\mu\text{s}$ 펄스가 송신되는 경우, 두 위상상태 각각의 위상정보에 대한 위상오차는 RMS 3.0° 및 첨두값 12.2° 이내이어야 한다. 다만 두 위상상태 사이에 위상변경이 필요한 위상전이 구간과 $1\mu\text{s}$ 펄스의 선두 에지 및 후미 에지는 제외한다. 이 위상오차 허용범위는 3.1.2.2.1.2에 규정된 평균 주파수 허용오차에 추가하여 적용하며, 여기에는 3.1.2.2.6.4에 규정된 위상드리프트 허용오차를 포함한다.

주. - 송신기 펄스가 켜지고 꺼지는 동안 일반적으로 송신신호의 위상은 펄스 상단부에서 최종 RF 출력전력에 도달할 때까지 안정되지 않는다. 위상 오버레이 수신 알고리즘은 펄스 과도 구간에서 위상이 일정하게 유지되는 것을 전제로 하지 않는다.

3.1.2.2.6.3 위상전이구간의 위상변조. PPM ZERO 데이터 비트 다음에 PPM ONE 데이터 비트가 연속되어 형성되는 $1.0\mu\text{s}$ 펄스의 경우, 위상상태 사이에서 위상변경이 허용되는 위상전이 구간은 $1.0\mu\text{s}$ 펄스 중심에 있는 PPM 비트구간 전이시점의 200ns 전부터 시작되는 400ns 구간 이내이어야 한다.

주 1. - 3.1.2.2.5.2의 펄스 간 진폭변동 요구사항을 충족하기 위하여, 8 MHz 수신기 대역폭에서 400ns 위상전이구간에 걸쳐 위상 오버레이(PO)를 선형적으로 적용하는 경우 결합된 PPM 펄스의 RF 첨두 출력전력은 PO로 인하여 1 dB를 초과하여 변동하지 않는다.

주 2. - 스펙트럼 확장에 대한 최악조건은 그림 3-9와 같이 폭 $1\mu\text{s}$ 의 PPM 데이터 펄스에서 심벌 간 위상 오버레이의 위상편이가 180° 인 경우이다. 이 경우 3.1.2.2.2의 스펙트럼 요구사항을 충족하기 위하여 스펙트럼 확장을 줄이는 한 가지 방법은 180° 위상전이가 선형이 되도록 하는 것이다.

3.1.2.2.6.4 위상드리프트. 송신기 주파수 드리프트로 인한 첨두 위상드리프트는 전체 메시지 지속시간 동안 $\pm 43^\circ$ 이내이어야 한다. 위상드리프트 허용오차는 3.1.2.2.1.2에 규정된 평균 주파수 허용오차에 추가하여 적용한다.

3.1.2.2.6.5 응답 스펙트럼. 위상 오버레이 송신이 활성화된 경우에도 3.1.2.2.2에 규정된 응답 스펙트럼 요구사항을 충족하여야 한다.

3.1.2.3 Mode S 데이터 구조

3.1.2.3.1 데이터 인코딩

3.1.2.3.1.1 질문 데이터. 질문 데이터 블록은 P_6 (3.1.2.1.5.2.3) 내의 데이터 위상 반전 후에 위치한 56개 또는 112개의 데이터 칩의 시퀀스로 구성되어야 하며, 칩의 형태는 180도 위상 반전일 때 이진수 1로서 해당 칩을 나타내며 선행하는 위상반전이 없을 때는 이진수 0으로 나타내어야 한다.

3.1.2.3.1.2 응답 데이터

3.1.2.3.1.2.1 표준 PPM 데이터. 응답 데이터 블록은 3.1.2.2.5.1.2에서 규정한 바와 같이 응답 데이터의 이진 펄스위치 변조 부호화로 형성된 56개 또는 112개 데이터 비트로 구성되어야 하며, 펄스를 1/2로 나누어 이진수가 1로 표현되면 첫 번째 1/2 펄스가 전송되고, 이진수가 0으로 표현되면 두 번째 1/2 펄스가 전송되어야 한다.

3.1.2.3.1.2.2 위상 오버레이 변조데이터. 위상 오버레이 변조신호의 경우, PPM 응답데이터에는 3.1.2.3.1.2.1에 따라 펄스를 포함하는 비트구간의 전반부 또는 후반부에 8PSK 변조 데이터를 추가로 포함하여야 한다.

3.1.2.3.1.2.2.1 위상 오버레이 데이터 정의. 각 데이터 구간은 PPM으로 표현되는 이진수 ONE 또는 이진수 ZERO에 추가하여, 표 3-7과 같이 해당 비트구간 내 펄스의 부호화 위상에 따라 결정되는 위상변조 응답 데이터를 나타내는 3개의 추가 비트값으로 구성하여야 한다.

3.1.2.3.1.2.2.2 동기 위상기준 펄스. 동기 기준위상은 4개의 프리앰블 펄스와 최초 4개의 PPM 데이터 비트의 데이터 펄스에서 이들 펄서의 위상을 일정하게 유지함으로써 부호화하여야 한다.

3.1.2.3.1.2.2.3 위상 기준. 기준 위상은 0° 를 나타내어야 한다. 3.1.2.3.1.2.2.2의 데이터펄스에 의해 설정된 이 기준은 이후 위상 상태를 결정하기 위한 위상을 설정하는 데 사용한다.

3.1.2.3.1.3 비트번호 부여. 비트의 번호를 부여하는 경우에 비트는 비트 1를 시작으로 전송 순서대로 번호가 부여되어야 하며, 달리 명시되지 않은 한 비트 그룹(필드)들로 부호화된 숫자 값은 양수 이진 표기법을 사용하여 부호화 되어야 하고, 전송된 첫 번째 비트는 최상위 비트(MSB : Most Significant Bit)가 되어야 하며 정보는 최소한 1비트로 구성되는 필드내에서 부호화 되어야 한다.

주.- Mode S 형식에 대한 설명에서는 필드 내 비트 시퀀스에 의해 형성되는 이진 코드의 십진 등가가 필드 기능 또는 명령의 지정자로 사용된다.

3.1.2.3.2 Mode S 질문 및 응답 형식

주.- 모든 Mode S 질문 및 응답 형식의 요약은 그림 3-7 및 그림 3-8에 제시되어 있다. 업링크 및 다운링크 형식으로 나타나는 모든 필드의 요약은 표 3-3에 제시되어 있고, 모든 하위필드의 요약은 표 3-4에 제시되어 있다.

3.1.2.3.2.1 필수 필드. 모든 Mode S 전송에는 두 개의 필수 필드가 포함되어야 한다. 하나는 전송 형식을 고유하게 정의해야 하는 지정자(Descriptor)이며, 이는 모든 형식에 대해 전송 시작 시에 나타나야 한다. 지정자(Descriptor)는 UF(Uplink Format : 업링크 형식) 또는 DF(Downlink Format : 다운링크 형식) 필드에 의해 지정된다. 두 번째 필수 필드는 각 전송이 끝날 때마다 나타나는 24비트 필드이며 패리티 정보를 포함해야 한다. 모든 업링크 및 현재 정의된 다운링크 형식의 패리티 정보는 항공기 주소(3.1.2.4.1.2.3.1) 또는 3.1.2.3.3.2에 따른 질문기 식별자에 겹쳐져야 한다. 지정자는 AP(Address/Parity : 주소/패리티) 또는

PI(Parity/Interrogator identifier : 패리티/질문기식별자)이다.

주.- 나머지 코딩 공간은 미션 필드를 전송하는 데 사용된다. 특정 기능의 경우 미션 필드의 특정 집합이 규정된다. Mode S 미션 필드에는 두 개의 문자로 된 지정자가 있다. 미션 필드 내에 하위필드가 나타날 수 있다. Mode S 하위필드에는 세 개의 문자로 된 지정자가 레이블로 표시된다.

3.1.2.3.2.1.1 UF: 업링크 형식(Uplink format). 5비트 길이인 업링크 형식(UF : Uplink Format) 필드(형식 24의 경우 2비트)는 모든 Mode S 질문에 대하여 업링크 형식 지정자로 활용되어야 하고 그림 3-7과 같이 부호화 되어야 한다.

3.1.2.3.2.1.2 DF: 다운링크 형식(Downlink format). 이 5비트 길이인 다운링크 형식(DF) 필드(형식 24의 경우 2비트)는 모든 Mode S 응답에 대하여 업링크 형식 지정자로 활용되어야 하고 그림 3-8과 같이 부호화 되어야 한다.

3.1.2.3.2.1.3 AP: 주소/패리티. 이 24비트 (33번째 비트 내지 56번째 비트 또는 89번째 비트 내지 112번째 비트) 필드는 Mode S만 일괄 응답하는 DF=11를 제외한 모든 업링크 및 현재 규정된 다운링크 형식에 나타나야 하며, 이 필드는 3.1.2.3.3.2에 따라 항공기의 주소상에 중첩된 패리티를 포함하여야 한다.

3.1.2.3.2.1.4 PI: 패리티/질문기 식별자. 이 24 비트 (33-56) 또는 (89-112) 다운링크 필드는 3.1.2.3.3.2에 따라 질문기의 ID 코드에 패리티가 중첩 되어야 하며, Mode S all-call 응답에 DF = 11과 확장 스쿼터에서 DF = 17 또는 DF = 18로 나타나야 한다. 그 응답이 모드 CL 필드(3.1.2.5.2.1.2) 및 IC 필드(3.1.2.5.2.1.3)가 0인 Mode S 단독 all-call에 대한 응답으로 이루어 지거나, 획득 또는 확장된 스쿼터(3.1.2.8.5, 3.1.2.8.6 또는 3.1.2.8.7)이면, II 및 SI 코드는 0이어야 한다.

3.1.2.3.2.1.5 DP: 데이터 패리티(Data parity). 이 24비트(비트 89-112) 다운링크 필드는 '수정된 AA(Modified AA)' 필드 위에 중첩된 패리티 정보를 포함해야 한다. 이 '수정된 AA' 필드는 3.1.2.6.11.2.2 및 3.1.2.6.11.2.3에 규정된 바와 같이, 이산 주소의 최상위 8비트와 BDS1 및 BDS2 간의 모듈로 -2 곱산(작, 배타적 논리합 기능)을 수행하여 설정되며, 여기서 BDS1(3.1.2.6.11.2.2) 및 BDS2(3.1.2.6.11.2.3)는 'RR'(3.1.2.6.1.2) 및 'RRS'(3.1.2.6.1.4.1)에 의해 제공된다.

예:

이산주소	=	AA AA AA 16진수	1010	1010	1010	1010	1010	1010
BDS1, BDS2	=	5F 0000 16진수	0101	1111	0000	0000	0000	0000
이산주소	⊕	BDS1, BDS2 16진수	1111	0101	1010	1010	1010	1010
“수정된 AA”	=	F5 AA AA 16진수	1111	0101	1010	1010	1010	1010

여기서 “⊕” 는 모듈로-2 덧셈을 규정한다.

"수정된 AA" 필드의 결과는 3.1.2.3.3.2에 따라 DP(Data Parity : 데이터 패리티) 필드를 생

성하는 데 사용되는 24비트 시퀀스(a1, a2...a24)를 나타낸다.

DP 필드는 트랜스폰더가 DP 필드를 지원할 수 있고 GICB 레지스터의 다운링크를 요청하는 질문에서 오버레이 제어(OVC: Overlay Control - 3.1.2.6.1.4.1.i) 비트가 1로 설정된 경우 DF=20 및 DF=21 응답에서 사용되어야 한다.

3.1.2.3.2.2 미할당 인코딩 공간. 할당되지 않은 코딩 공간은 질문기 및 트랜스폰더에 의해 전송되는 모든 이진수 0을 포함해야 한다.

주 .- 이 절에서 할당되지 않은 것으로 표시된 특정 코딩 공간은 ACAS, 데이터 링크 등과 같은 다른 응용 프로그램을 위해 예약되어 있다.

3.1.2.3.2.3 제로(0)와 미할당 코드. 모든 규정된 필드에 0 코드 할당은 필드에 의하여 어떠한 조치도 요구되지 않는다는 것을 표시하여야 하며, 추가로 필드내에 할당되지 않은 코드들은 어떠한 조치도 요구되지 않는다는 것을 표시하여야 한다.

주.- 3.1.2.3.2.2 및 3.1.2.3.2.3의 조항은 이전에 할당되지 않은 코딩 공간의 향후 할당이 모호성을 초래하지 않도록 보장한다. 즉, 새로운 코딩이 구현되지 않은 Mode S 장비는 새로 할당된 코딩 공간에서 어떤 정보도 전송되지 않음을 명확하게 나타낼 것이다.

3.1.2.3.2.4 군용 예약 형식. 업링크 형식은 주소에 따른 선택적 질의를 위해서만 사용되어야 하며, 업링크 및 다운 링크 형식은 RF 파워, 질의 속도, 응답 속도, 스쿼터 신호 비율 등 국제민간 항공기구(ICAO) 부속서의 요구사항을 만족해야 한다.

3.1.2.3.2.4.1 권고 - 조사 및 유효성 확인을 통해 군사적 용도가 기존의 1,030/1,090MHz 민간 항공 운항 환경에 과도하게 영향을 미치지 않도록 보장할 수 있다.

3.1.2.3.2.5 위상 오버레이 응답 데이터 형식. 송신되는 위상 오버레이 데이터 메시지 구조의 개요는 그림 3-10과 같다.

3.1.2.3.2.5.1 위상 오버레이 메시지 데이터. 위상 데이터(PD) 메시지 비트는 324비트 위상데이터 메시지의 비트 1부터 204까지에 포함하여야 한다. 응답 또는 확장 스쿼터에 위상 오버레이가 활성화되지 않은 경우 메시지 데이터필드는 모두 ZERO로 채워야 한다.

3.1.2.3.2.5.2 위상 오버레이 메시지 형식 필드. 324비트 위상 데이터 메시지의 위상 오버레이 비트 1부터 8까지에는 표 3-12와 같이 PO 메시지를 정의하는 메시지 형식을 포함하여야 한다.

주. - ADS-B 상태 및 현황 메시지, 위상 오버레이 Mode S GICB 데이터 메시지, 위상 오버레이 질문/응답 모니터 메시지, ADS-R, ADS-SLR 및 TIS-B의 데이터형식은 「Mode S 업무 및 확장 스쿼터 기술규정」(Doc 9871)에 설명되어 있다.

3.1.2.3.2.5.3 위상 오버레이 패리티 정정 데이터. 위상데이터 메시지의 위상 오버레이 비트

205부터 324까지에는 표 3-12의 메시지 형식 값에 따라 3.1.2.3.2.5.3.1 또는 3.1.2.3.2.5.3.2에 따라 부호화된 120비트 순방향 오류 정정(FEC) 데이터를 포함하여야 한다.

3.1.2.3.2.5.3.1 리드-솔로몬. 위상 오버레이 메시지 형식 1부터 6까지(RS 메시지 형식 블록)를 송신하는 경우, 송신 위상 오버레이는 6비트 심벌을 사용하는 리드-솔로몬 RS(54, 34) 코드를 사용하여야 한다. 이때 인접한 두 위상상태(인접한 두 PPM 펄스 데이터 비트)를 하나의 6비트 심벌(PPM 비트당 3개의 위상비트)로 사용한다. RS(54, 34) 코드는 63심벌(2N-1) 코드에서 단축한 것이다. RS(54, 34) 코드에 사용하는 63심벌 코드의 최초 9개 6비트 심벌은 모든 비트를 ZERO로 설정하여야 한다. 리드-솔로몬은 패리티 오류 정정값을 계산하기 위하여 생성 다항식 시작값 1을 사용하여야 하며, 체 다항식(field polynomial) $x^6 + x + 1$ 을 사용하여야 한다.

주. - 리드-솔로몬 부호화의 예는 Doc 9924에 제시되어 있다.

3.1.2.3.2.5.3.2 저밀도 패리티 검사 코드(LDPC). 위상 오버레이 메시지 형식 7부터 12까지(LDPC 메시지형식 블록)를 송신하는 경우, 송신 위상 오버레이 패리티 데이터는 표 3-13과 같이 6개 이진데이터 블록을 사용하는 순환 LDPC(54, 34) 코드로 설정하여야 한다. 각 54비트 블록은 LDPC 패리티 검사행렬에 독립적으로 입력하고, 각 블록의 패리티를 부호화한 후 메시지 비트와 패리티 비트를 원래 순서대로 다시 조립하여야 한다. LDPC 부호기는 체 다항식 $x^{20} + x^{18} + x^{11} + x^9 + x^2 + 1$ 을 사용하여야 한다.

주. - 패리티검사행렬은 Doc 9924에 제시되어 있다.

3.1.2.3.3 오류 보호

3.1.2.3.3.1 기술. 오류 발생에 대한 보호를 제공하기 위해 Mode S 질문 및 응답 내에서 패리티 검사 코딩을 사용해야 한다.

3.1.2.3.3.1.1 패리티 검사 비트 시퀀스. 24개의 패리티 검사 비트 시퀀스는 3.1.2.3.3.1.2에 기술된 규칙에 의해 생성되어야 하며 모든 Mode S 전송의 마지막 24비트에 의해 형성되는 필드에 통합되어야 한다. 24개의 패리티 검사 비트는 3.1.2.3.3.2에 기술된 바와 같이 어드레스 코딩 또는 질문기 식별자 코딩 중 하나와 결합되어야 한다. 그 결과의 조합은 AP(어드레스/패리티, 3.1.2.3.2.1.3) 필드 또는 PI(패리티/질문기 식별자, 3.1.2.3.2.1.4) 필드 중 하나를 형성된다.

3.1.2.3.3.1.2 패리티 검사 시퀀스 생성. 24개의 패리티 비트 시퀀스(p1, p2, ..., p24)는 정보 비트 시퀀스(m1, m2, ..., mk)로부터 생성되어야 하며, 여기서 k는 짧은 전송의 경우 32, 긴 전송의 경우 88이며, 이는 다음의 다항식에 의하여 생성된 코드에 의하여 이루어져야 한다.

$$G(x) = 1 + x^3 + x^{10} + x^{12} + x^{13} + x^{14} + x^{15} + x^{16} + x^{17} + x^{18} + x^{19} + x^{20} + x^{21} + x^{22} + x^{23} + x^{24}$$

이진 다항식을 적용할 때 다음의 다항식 $M(x)$ 에서 $x^{24} \times [M(x)]$ 를 $G(x)$ 로 나누면 다음과 같다:

$$m_k + m_{k-1}x + m_{k-2}x^2 + \dots + m_1x^{k-1}$$

이 결과는 몫과 24 미만이 나머지 $R(x)$ 가 되며, 이 나머지에 의하여 형성된 비트 시퀀스는 패리티 점검 시퀀스로 표현되고 I 가 1내지 24인 패리티 비트 p_i 는 $R(x)$ 에서 x^{24-i} 의 계수이다.

주.- $M(x)$ 에 x^{24} 를 곱하는 효과는 시퀀스 끝에 24개의 이진수 0 비트를 추가하는 것이다.

3.1.2.3.3.2 AP 및 PI 필드 생성. 다른 주소 패리티 시퀀스가 업링크와 다운링크용으로 사용되어야 한다.

주.- 업링크 시퀀스는 트랜스폰더 디코더 구현에 적절하다. 다운링크 시퀀스는 다운링크 디코딩에서 에러 정정의 사용을 용이하게 한다.

업링크 AP 필드 생성에 사용되는 코드는 항공기 주소 (3.1.2.4.1.2.3.1.1), all-call 주소 (3.1.2.4.1.2.3.1.2) 또는 방송 주소 (3.1.2.4.1.2.3.1.3)에서 규정된 바와 같이 구성되어야 한다.

다운링크 AP 필드 생성에 사용되는 코드는 24 Mode S 주소 비트($a_1, a_2, \dots, a_{24}$)의 시퀀스로부터 직접 형성되어야 하며, 여기서 a_i 는 all-call 응답(3.1.2.5.2.2.2)의 AA(Aircraft Address : 항공기 주소) 필드에서 전송되는 i 번째 비트이다.

다운링크 PI 필드 생성에 사용되는 코드는 24비트($a_1, a_2, \dots, a_{24}$)의 시퀀스로 형성되어야 하며, 여기서 처음 17비트는 0이고, 다음 3비트는 CL(Code Label) 필드(3.1.2.5.2.1.3), 마지막 4비트는 질문기 코드(IC) 필드(3.1.2.5.2.1.2)에서 복사된다.

주.- 업링크 전송에는 PI 코드가 사용되지 않는다.

바뀐 시퀀스($b_1, b_2, \dots, b_{24}$)는 업링크 AP 필드 생성에 사용되어야 하며 비트 b_i 는 다음의 다항식 $G(x)A(x)$ 에서 x^{48-i} 의 계수이며 $G(x)$ 는 위의 3.1.2.3.3.1.2에 규정되어 있다.

$$A(x) = a_1x^{23} + a_2x^{22} + \dots + a_{24}$$

항공기 주소 a_i 는 all-call 응답의 AA 필드에서 전송되는 i 번째 비트여야 한다. all-call 및 방송 주소 a_i 는 i 의 모든 값에 대해 1과 같아야 한다.

3.1.2.3.3.2.1 업링크 전송 순서. 업링크 AP 필드에서 전송된 비트 수열은 다음과 같아야 한다.

$$t_{k+1}, t_{k+2} \dots t_{k+24}$$

비트는 전송 순서대로 번호가 매겨지고 k+1로 시작한다.

업링크 전송에서:

$$t_{k+i} = b_i \oplus p_i$$

“ $\oplus$ ” 는 모듈-2 덧셈을 의미하여, i가 1인 AP 필드내에 전송된 첫 번째 비트이다.

3.1.2.3.3.2.2 다운링크 전송 순서. 다운링크 AP 및 PI 필드에서 전송되는 비트의 순서는 다음과 같아야 한다:

$$t_{k+1}, t_{k+2} \dots t_{k+24}$$

비트는 전송 순서대로 번호가 부여되고 k +1로 시작한다.

다운링크 전송에서 $t_{k+1} = a_i \oplus p_i$ 이다.

“ $\oplus$ ” 는 모듈-2 덧셈을 의미하여, i가 1인 AP 또는 PI 필드내에 전송된 첫 번째 비트이다.

3.1.2.4 일반 질문-응답 프로토콜

3.1.2.4.1 트랜스폰더 트랜잭션 주기. 이차감시레이더(SSR) Mode S 트랜스폰더가 질문기를 인식할 때 시작되어야 하며, 그리고 나서 트랜스폰더는 질문기를 평가하고 수용할 것인지의 여부를 결정하여야 한다. 만약 수용된다면 질문을 수신된 응답을 처리하고 적절하다면 응답을 생성하여야 한다. 트랜잭션 주기는 다음과 같을 때 종료되어야 한다.

- a) 수락에 필요한 조건 중 하나가 충족되지 않은 경우 또는
- b) 질문이 받아들여졌고 트랜스폰더는 다음 중 하나를 받았다:
 - 1) 응답이 필요 없는 경우 승인된 질문의 처리를 완료한 경우, 또는
 - 2) 응답 전송을 완료했다.

새로운 트랜스폰더의 트랜잭션 주기는 이전 주기가 끝날 때까지 시작되어서는 안 된다.

3.1.2.4.1.1 질문 인식. 이차감시레이더(SSR) Mode S 트랜스폰더는 다음과 같은 별개의 질문 유형을 인식할 수 있어야 한다:

- a) Mode A 및 C;
- b) 교차모드

c) Mode S.

주.- 인식 프로세스는 신호 입력 레벨과 규정된 동적 범위(3.1.2.10.1)에 따라 달라진다.

3.1.2.4.1.1.1 Mode A 및 Mode C 질문 인식. Mode A와 Mode C의 질문은 3.1.1.4의 기준에 부합되는 P_1 - P_3 펄스가 수신되었을 때 인식되어야 하며, P_3 의 진폭 6dB 이하 값보다 큰 진폭을 가진 P_4 펄스의 상승부는 P_3 상승부에 이어 $1.3\mu s$ 내지 $2.7\mu s$ 의 간격 이내에서 수신되지 않아야 한다.

3.1.2.4.1.1.2 교차모드(intermode) 질문 인식

3.1.2.4.1.1.2.1 Mode A/C 전용 all-call 질문은 3.1.1.7.1의 요구사항을 충족하고, 지속시간이 $0.7\mu s$ 를 초과하며 P_3 로부터 $2 \pm 0.1\mu s$ 의 간격으로 발생하는 P_4 펄스를 수신한 경우 인식하여야 한다.

3.1.2.4.1.1.2.2 P_1 - P_3 의 신호레벨이 MTL +1 dB부터 -21 dBm까지인 범위에 있는 모든 경우에, P_4 의 수신전력이 P_3 보다 1 dB 낮은 값을 초과하는 경우 Mode A/C 전용 all-call 질문으로 인식하여야 한다.

3.1.2.4.1.1.2.3 질문은 다음에 해당하는 경우에 교차모드(intermode)로서 인식되지 않아야 한다.

a) 수신된 P_4 위치내의 펄스진폭이 P_3 진폭보다 6dB 이상 낮은 경우

b) P_3 와 P_4 펄스간격이 $2.7\mu s$ 보다 길거나 또는 $1.3\mu s$ 보다 짧은 경우

c) 수신된 P_1 과 P_3 의 진폭이 MTL과 -45dBm사이이고 P_1 또는 P_3 의 펄스폭이 $0.3\mu s$ 미만인 경우

d) 트랜스폰더가 3.1.2.4.2의 규정에 의하여 억제되는 경우

e) P_1 과 P_3 사이의 펄스 간격이 공칭 간격과 $1.0\mu s$ 이상 차이가 나는 경우

f) P_4 의 펄스지속시간이 $0.3\mu s$ 미만인 경우

3.1.2.4.1.1.3 Mode S 질문 인식. Mode S 질문은 P_6 펄스가 P_6 상승부에 이어 $1.20\mu s$ 내지 $1.30\mu s$ 의 간격 이내에서 동기 위상반전이 수신되었을 때 인식되어야 하며, 만약 동기 위상반전이 P_6 상승부에 이어 $1.05\mu s$ 내지 $1.45\mu s$ 의 간격이내에서 수신되지 않는다면 Mode S 질문

이 인식되지 않아야 한다.

3.1.2.4.1.2 질문 수용. 3.1.2.4.1에 따른 인식은 어떤 질문의 수용에 대한 전제 조건이어야 한다.

3.1.2.4.1.2.1 Mode A 및 Mode C 질문 수용. Mode A와 Mode C의 질문은 3.1.2.4.1.1.1의 규정에 따라 인식되었을 때 수용되어야 한다.

3.1.2.4.1.2.2 교차모드 질문 수락

3.1.2.4.1.2.2.1 Mode A/C/S all-call 질문 수락

주. - Mode A/C/S all-call 질문은 더 이상 사용할 수 없다. 트랜스폰더가 Mode A/C/S all-call 질문을 수신하면 이를 Mode A/C 전용 all-call 질문으로 인식한다.

3.1.2.4.1.2.2.2 Mode A/C 전용 all-call 질문 수용. Mode S 트랜스폰더는 Mode A/C 전용 all-call 질문을 접수하지 않아야 한다.

3.1.2.4.1.2.3 Mode S 질문 수용. Mode S 질문은 다음의 경우에만 수용되어야 한다:

- a) 트랜스폰더는 질문(3.1.2.3.2.1.1)의 업링크 형식(UF)을 처리할 수 있다;
- b) 질문의 주소가 3.1.2.3.3에 정의된 바와 같이 패리티가 수립되었음을 의미하는, 3.1.2.4.1.2.3.1에 정의된 주소 중 하나와 일치한다.
- c) all-call 질문의 경우, 3.1.2.6.9에 정의된 all-call 질문 잠금 조건이 적용되지 않는다.
- d) 트랜스폰더는 3.1.2.10.5.2.2.1에 규정된 대로 ACAS 질문(UF-16)의 업링크 데이터를 처리하여 출력 인터페이스에 제공할 수 있다.

주.- 3.1.2.4.1.2.3 a) 및 b)에 규정된 조건이 충족되고 트랜스폰더가 3.1.2.10.5.2.2.1에 규정된 대로 Comm-A 질문의 업링크 데이터(UF=20 및 21)를 처리하고 출력 인터페이스에 제시할 수 없는 경우 Mode S 질문이 허용될 수 있다.

3.1.2.4.1.2.3.1 주소. Mode S 질문은 다음 중 하나를 포함해야 한다:

- a) 항공기 주소 또는
- b) all-call 주소 또는
- c) 방송 주소

3.1.2.4.1.2.3.1.1 항공기 주소. 항공기 주소가 3.1.2.3.3.2 및 3.1.2.3.3.2.1의 절차에 따라 수신된 질문으로부터 추출된 주소와 동일한 경우, 추출된 주소는 Mode S 질문 수용의 목적을 위해 정확한 것으로 간주되어야 한다.

3.1.2.4.1.2.3.1.2 all-call 주소. Mode S 전용 all-call 질문(업링크 형식 UF=11)은 하나의 주소와 24개의 연속 1로 구성되는 지정된 all-call 질문 주소를 포함하여야 한다. 만약 all-call 주소가 3.1.2.3.3.2 및 3.1.2.3.3.2.1에 의한 절차에 따라 UF=11 형식을 가진 수신된 질문으로부터 추출된다면, 주소는 Mode S만 all-call 질문 수용을 위하여 정확한 것으로 간주되어야 한다.

3.1.2.4.1.2.3.1.3 방송 주소. 질문기 빔 내에서 모든 Mode S 응답에 대한 메시지를 방송하기 위하여 Mode S 질문 업링크 형식(UF) 20 또는 21이 사용되어야 하고 24개의 연속된 1로 채워진 주소는 항공기의 주소로 대체되어야 한다. 만약 UF 코드가 20 또는 21이고, 이 방송주소가 3.1.2.3.3.2 및 3.1.2.3.3.2.1의 절차에 따라 수신된 질문으로부터 추출된다면 주소는 Mode S 방송질문 수용을 위하여 정확한 것으로 간주되어야 한다.

주. - 공중충돌경고장치과 관련된 트랜스폰더는 UF = 16인 방송도 허용한다.

3.1.2.4.1.3 트랜스폰더 응답. Mode S 트랜스폰더는 다음과 같은 응답 형식을 전송해야 한다:

a) Mode A 및 Mode C 응답

b) Mode S 응답.

3.1.2.4.1.3.1 교차모드 질문에 대한 응답

주 1. - 2020년 1월 1일 전에 인증된 트랜스폰더가 Mode A/C/S all-call 질문을 수락한 경우, 3.1.2.5.2.2에 따라 하향링크 형식 11의 Mode S 응답을 송신한다.

주 2.- Mode S 트랜스폰더는 Mode A/C 전용 all-call 질문을 수락하지 않으므로 응답이 생성되지 않는다.

3.1.2.4.1.3.2 Mode S 질문에 대한 응답. Mode S 응답의 정보 내용은 해당 응답을 도출하는 질문의 모든 처리가 완료된 후 트랜스폰더에 존재하는 조건을 반영하여야 하며, 업링크와 다운링크 형식 간의 대응은 표 3-5와 같이 정리하여야 한다.

주.- Mode S 질문에 응답하여 4가지 범주의 Mode S 응답을 전송할 수 있다:

a) Mode S all-call 응답(DF = 11);

b) 감시 및 표준 길이 통신 응답(DF = 4, 5, 20, 21);

c) 확장 길이 통신 응답(DF = 24)

d) 공대공 감시 응답(DF = 0 및 16).

3.1.2.4.1.3.2.1 이차감시레이더(SSR) Mode S 전용 all-call 질문에 대한 응답(필요한 경우)의 다운링크 형식은 DF = 11이어야 하며, 응답 내용 및 응답 요구사항 결정에 대한 규칙은 3.1.2.5와 같아야 한다.

주. - Mode S 응답은 UF = 11인 Mode S 질문을 수락한 경우 전송될 수도 있고 전송되지 않을 수 있다.

3.1.2.4.1.3.2.2 감시 및 표준 길이 통신 질문에 대한 응답. Mode S 응답은 UF = 4, 5, 20 또는 21인 Mode S 질문과 항공기 주소를 수락한 경우 전송되어야 한다. 이러한 질문 및 응답의 내용은 3.1.2.6과 같아야 한다.

주. - UF = 20 또는 21인 Mode S 질문이 수락되고 방송 주소가 수락되면 응답이 전송되지 않는다(3.1.2.4.1.2.3.1.3).

3.1.2.4.1.3.2.3 확장 길이 통신 질문에 대한 응답. UF = 24인 Mode S 질문을 수락한 경우 0부터 16까지의 일련의 Mode S 응답을 전송해야 한다. 응답의 다운링크 형식(있는 경우)은 DF = 24이어야 한다. 응답의 수와 내용을 정의하는 프로토콜은 3.1.2.7과 같아야 한다.

3.1.2.4.1.3.2.4 공중감시 질문에 대한 응답. UF = 0인 Mode S 질문과 항공기 주소를 수락한 경우 Mode S 응답이 전송되어야 한다. 이러한 질문과 응답의 내용은 3.1.2.8에 정의된 바와 같아야 한다.

3.1.2.4.2 억제

3.1.2.4.2.1 억제의 효과. 억제 상태(3.1.1.7.4)의 Mode S 성능 트랜스폰더는 억제 간격 동안 P_1 펄스만 수신되거나 질문의 P_1 및 P_3 펄스가 모두 수신되는 경우 Mode A, Mode C 또는 교차모드 질문을 인식하지 못한다. 억제는 Mode S 질문의 인식, 수락 또는 응답에 영향을 미치지 않아야 한다.

3.1.2.4.2.2 억제 쌍. 3.1.1.7.4.1에서 정의한 두 펄스 Mode A/C 억제 쌍은 트랜스폰더가 이미 억압 상태이거나 트랜잭션 주기 내에 있지 않는 경우, 펄스 그룹에서 펄스 쌍의 위치에 관계없이 Mode S 트랜스폰더에서 억제를 개시해야 한다.

주.- Mode A/C 전용 all-call 질문의 $P_3 - P_4$ 쌍은 모두 응답을 방지하고 억제를 개시한다. 마찬가지로 Mode S 질문의 $P_1 - P_2$ 프리앰블은 다음 파형과 독립적으로 억제를 개시한다.

3.1.2.4.3 항공기 상태의 선언

주. - 하향링크 형식(DF) 4, 5, 11, 17, 20 및 21 메시지의 일부 필드는 트랜스폰더가 항공기

를 지상 또는 공중으로 판정한 결과에 따라 결정된다. 트랜스폰더는 여러 방법을 사용하여 항공기가 지상인지 공중인지 판정하고 이를 표시한다. 레벨 2 이상 트랜스폰더는 성능(CA) 필드(3.1.2.5.2.2.1)를 통해 공중/지상 선언 상태를 보고한다. 모든 트랜스폰더는 수직상태(VS) 필드(3.1.2.8.2.1)를 통해 유효 공중/지상 상태를 보고한다. 유효 공중/지상 상태는 비행상태(FS) 필드(3.1.2.6.5.1)에도 반영된다.

3.1.2.4.3.1 공중/지상 선언 상태의 결정. 공중/지상 선언 상태는 "지상", "공중" 또는 "미상"으로 제한하여야 한다.

3.1.2.4.3.1.1 지상 상태를 자동으로 결정하는 수단을 사용할 수 있고, 그 수단이 "지상"을 나타내는 경우 공중/지상 선언 상태는 "지상"이어야 한다.

3.1.2.4.3.1.2 지상 상태를 자동으로 결정하는 수단을 사용할 수 있고, 그 수단이 "지상"을 나타내지 않는 경우 공중/지상 선언 상태는 "공중"이어야 한다.

3.1.2.4.3.1.3 지상 상태를 자동으로 결정하는 수단을 사용할 수 없는 경우, 공중/지상 선언 상태는 "미상"이어야 한다.

주. - 공중/지상 선언 상태는 지상 상태 자동 결정수단이 제공하는 공중/지상 데이터 입력(3.1.2.10.5.1.3)에 의해 설정할 수 있다. 지상 상태 자동결정수단에는 예를 들어 바퀴하중(weight-on-wheels) 스위치, 완충지주(strut) 스위치 또는 항공기 기체별 공중/지상 판정 알고리즘 출력이 포함될 수 있다.

3.1.2.4.3.2 공중/지상 선언 상태 검증. 지상상태 자동결정수단을 갖추고 있으며, 트랜스폰더가 지상속도, 전파고도 또는 대기속도 중 하나 이상의 정보를 사용할 수 있는 항공기는 다음의 검증을 수행하여야 한다.

3.1.2.4.3.2.1 지상상태 자동결정수단을 사용할 수 있고 해당 수단이 "지상"을 나타내는 경우, 다음 조건 중 하나를 충족하면 공중/지상 선언 상태를 "공중"으로 변경하여야 한다.

지상속도 > 속도 임계값 또는 대기속도 > 속도 임계값 또는 전파고도 > 50 ft

여기서 속도 임계값은 100 kt와 해당 항공기의 통상적인 이륙회전속도(사용 가능한 경우) 중 작은 값으로 한다.

주 1. - 지상상태 자동결정수단을 사용할 수 없거나 공중/지상 선언 상태가 "공중"인 경우에는 검증이 필요하지 않다.

주 2. - 통합 항공전자장비를 갖춘 최신 항공기는 일반적으로 여러 항공기 센서 정보를 바탕으로 공중/지상 선언 상태를 결정하는 고도화된 알고리즘을 포함한다. 이러한 알고리즘은 해당 기체에 맞게 설계되고 개별 센서고장을 극복하도록 구성된다. 이 알고리즘은 공중/지상 선언 상태를 결정하는 적절한 수단이며 이 절의 추가 검증을 요구하지 않는다.

3.1.2.4.3.3 유효 공중/지상 상태의 결정. 유효 공중/지상 상태는 "지상" 또는 "공중"으로 제한하여야 한다.

3.1.2.4.3.3.1 공중/지상 선언 상태가 "공중" 또는 "미상"인 경우 유효 공중/지상 상태는 "공중"이어야 한다.

3.1.2.4.3.3.2 공중/지상 선언 상태가 "지상"인 경우 유효 공중/지상 상태는 "지상"이어야 한다.

3.1.2.5 교차모드(intermode)와 Mode S all-call 트랜잭션

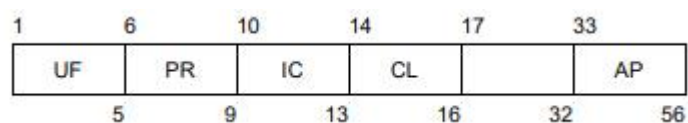
3.1.2.5.1 교차모드 처리

주. - Mode A/C 전용 all-call 질문은 Mode A/C 트랜스폰더에서만 응답을 이끌어 낼 수 있다. 다중 사이트 시나리오에서 질문기는 Mode S 전용 all-call 질문에서 자신의 식별자 코드를 전송해야 한다. 따라서 Mode S 전용과 Mode A/C 전용 all-call 질문 쌍이 사용된다. 교차모드 질문은 3.1.2.1.5.1에 정의되어 있고 해당 질문-응답 프로토콜은 3.1.2.4에 정의되어 있다.

3.1.2.5.2 Mode S 전용 all-call 트랜잭션

주.- 이러한 트랜잭션을 통해 지상은 Mode S가 장착된 모든 항공기에 대한 질문을 통해 Mode S 항공기를 획득할 수 있다. 응답은 항공기 주소를 반환하는 다운링크 형식 11을 통해 이루어진다. 질문-응답 프로토콜은 3.1.2.4에 정의되어 있다.

3.1.2.5.2.1 Mode S 전용 all-call 질문, 업링크 형식 11



이 질문의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다.

필드	관련 조항
UF : 업링크 형식	<u>3.1.2.3.2.1.1</u>
PR : 응답확률	<u>3.1.2.5.2.1.1</u>
IC : 질문기 코드	<u>3.1.2.5.2.1.2</u>
CL : 코드 라벨	<u>3.1.2.5.2.1.3</u>
여분 16개 비트	
AP : 주소/패리티	<u>3.1.2.3.2.1.3</u>

3.1.2.5.2.1.1 PR(Probability of reply : 응답 확률). 이 4비트 (6-9) 업링크 필드는 질문 (3.1.2.5.4)에 대한 트랜스폰더의 응답확률(PR)은 규정된 명령을 따라야 하며 코드는 다음과 같다.

0	1의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
1	1/2의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
2	1/4의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
3	1/8의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
4	1/16의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
5,6,7	할당 안됨
8	<u>잠금 무시</u> , 1의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
9	<u>잠금 무시</u> 폐쇄, 1/2의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
10	<u>잠금 무시</u> 폐쇄, 1/4의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
11	<u>잠금 무시</u> 폐쇄, 1/8의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
12	<u>잠금 무시</u> 폐쇄, 1/16의 가능성을 가진 응답을 의미한다.
13,14,15	할당 안됨

3.1.2.5.2.1.2 IC(Interrogator code : 질문기 코드). 이 4 비트 (10-13) 업링크 필드는 CL 필드 (3.1.2.5.2.1.3)의 값에 따라 4 비트 질문기 식별자 코드 (3.1.2.5.2.1.2.3) 또는 6 비트 감시 식별자 코드 (3.1.2.5.2.1.2.4)의 하위 4 비트를 포함해야 한다.

3.1.2.5.2.1.2.1 권고 - 질문이 가능한 경우에는 언제든지 단일 질문기 코드를 사용하여 작동 하도록 할 수 있다.

3.1.2.5.2.1.2.2 단일 질문기에 의한 다중 질문기 코드 사용. 질문기는 서로 다른 질문기 코드를 사용하는 Mode S 전용 all-call 질문들을 교차 전송해서는 안 된다.

주.- RF 간섭 문제, 섹터 크기 및 데이터 링크 트랜잭션에 미치는 영향에 대한 설명은 항공 감시 매뉴얼(Doc 9924)에 제시되어 있다.

3.1.2.5.2.1.2.3 II: 질문기 식별자. 이 4비트 값은 질문기 식별코드(II) 코드를 정의해야 한다. 이 II 코드는 0부터 15까지의 범위에서 질문기에게 할당되어야 한다. 하나의 질문기에게 여러 II 코드가 할당되는 경우, 전체 데이터링크 용도로는 하나의 II 코드만 사용하여야 한다.

주.- 단일 세그먼트 Comm-A, 업링크 및 다운링크 방송 프로토콜 및 GICB 추출을 포함한 제한 된 데이터 링크 활동이 두 II 코드에 의해 수행될 수 있다.

3.1.2.5.2.1.2.4 SI: 감시 식별자. 이 6비트 값은 감시 식별자(SI) 코드를 정의해야 한다. 이 SI 코드는 1에서 63까지의 범위의 질문기에게 할당되어야 한다. SI 코드 값 0은 사용해서는 안 된다. SI 코드는 다중 사이트 잠금 프로토콜(3.1.2.6.9.1)과 함께 사용해야 한다. SI 코드는 다중 사이트 통신 프로토콜(3.1.2.6.11.3.2, 3.1.2.7.4 또는 3.1.2.7.7)과 함께 사용해서는 안 된다.

3.1.2.5.2.1.3 CL: 코드 라벨. 이 3-bit (14-16) 업링크 필드는 IC 필드의 내용을 정의하여야 한다.

부호화(이진수)	의미
000	IC 필드가 II 코드를 포함하는 것을 의미함.
001	IC 필드가 SI 코드 1 내지 15를 포함하는 것을 의미함.
010	IC 필드가 SI 코드 16 내지 31를 포함하는 것을 의미함.
011	IC 필드가 SI 코드 32 내지 47를 포함하는 것을 의미함.
100	IC 필드가 SI 코드 48 내지 63을 포함하는 것을 의미함.

3.1.2.5.2.1.3.1 감시 식별자(SI) 코드 기능 보고. SI 코드(3.1.2.5.2.1.2.4)를 처리하는 트랜스폰더는 데이터링크 기능보고서(3.1.2.6.10.2.2)의 MB 필드의 SIC(Surveillance Identifier Capability : 감시 식별자 기능) 하위필드에 비트 35를 1로 설정하여 이 기능을 보고해야 한다.

3.1.2.5.2.1.4 잠금 무시를 기반으로 하는 운영

주 1.- Mode S 전용 all-call 잠금 무시(Mode S-only all-call lockout override)는 전체 Mode S 작동을 위한 고유 IC(II 또는 SI 코드)가 할당되지 않은 질문기에 대한 Mode S 항공기 획득의 기초를 제공한다(같은 IC의 다른 질문기가 동일한 통달거리 영역 서비스 지역에서 대상을 잠금할 수 없도록 하여 보호된 획득).

주 2.- 잠금 무시는 모든 질문기 코드를 사용하여 가능하다.

3.1.2.5.2.1.4.1 최대 Mode S 전용 all-call 질문 비율. 잠금 무시에 기초한 획득을 사용하여 질문기가 수행하는 Mode S 전용 all-call 질문의 최대 비율은 다음과 같이 응답 확률에 의존해야 한다:

- a) 응답 확률이 1.0인 경우 : 빔내에 존재하는 3dB당 3개 질문 또는 매초 당 30개 질문 중 작은 쪽
- b) 응답 확률이 0.5인 경우 : 빔내에 존재하는 3dB당 5개 질문 또는 매초 당 60개 질문 중 작은 쪽
- c) 답 확률이 0.25인 경우 : 빔내에 존재하는 3dB당 10개의 질문 또는 매초 당 125개 질문 중 작은 쪽

주.- 이러한 한계는 빔 조사시간 내에서 항공기를 획득할 수 있도록 최소한의 응답을 유지하면서 이러한 방법으로 발생하는 RF 주파수 혼잡을 최소화하기 위해 정의되었다.

3.1.2.5.2.1.4.2 권고. - all-call 질문을 사용하지 않는 수동획득은 잠금 무효화 장소에서 사용되지 않을 수 있다.

주.- 항공 감시 매뉴얼(Doc 9924)은 다양한 수동 획득 방법에 대한 지침을 제공한다.

3.1.2.5.2.1.5 추가 포착

주 1.- 3.1.2.5.2.1.4에 정의된 포착 기법은 대부분의 항공기에 대해 신속한 포착할 수 있도록 한다. 응답확률이 감소된 항공기를 포착하는 과정(3.1.2.5.2.1.4.1)은 확률적 특성을 가지므로, 동일한 빔 조사시간 내에 있고 거리가 서로 유사한 다수의 항공기 중 마지막 항공기까지 포착하려면 여러 차례의 질문이 필요할 수 있다(이를 국부 가블 구역(local garble zone)이라 한다). 이러한 항공기는 제한적인 선택잠금을 사용함으로써 포착성능을 크게 향상시킬 수 있으며 이를 추가포착이라 한다.

주 2.- 추가 포착은 이미 포착한 항공기를 잠금 후 잠금해제 오버라이드를 사용하지 않는 Mode S 전용 all-call 질문을 통해 포착하는 것으로 구성된다. 아직 포착하지 않은 항공기와 잠금하지 않은 항공기만 응답하여 더 쉽게 포착할 수 있다. 추가 지침자료는 Doc 9924에서 확인할 수 있다.

주 3. - 잠금해제 오버라이드(3.1.2.5.2.1.4)에 기초한 운용을 보완하는 추가포착은 할당된 어떠한 IC를 사용하여 수행할 수 있다. IC가 할당되지 않은 경우에는 추가포착에 II = 0을 사용한다(3.1.2.5.2.1.5.2.3).

3.1.2.5.2.1.5.1 빔 조사시간 내 잠금(Lockout within a beam dwell)

3.1.2.5.2.1.5.1.1 권고 - 3.1.2.5.2.1.4에 규정된 포착방법을 보완하기 위하여 잠금을 사용하는 경우, 가블 구역에 있는 항공기뿐만 아니라 포착 대상 항공기와 동일한 빔 조사시간 내에 있는 모든 항공기를 잠그도록 명령할 수 있다.

주.- 빔 조사시간 내에서 모든 항공기를 잠금하면 all-call 질문으로 인해 발생하는 all-call 플루트 응답량을 줄일 수 있다.

3.1.2.5.2.1.5.2 잠금 상태의 지속 시간

3.1.2.5.2.1.5.2.1 추가 포착을 수행하는 질문기는 가블 영역을 포함하는 빔 조사시간에서 이미 획득한 항공기에 대해 연속적으로 2회의 스캔 이하로 잠금 명령을 전송하여 획득을 수행해야 하며 48초가 경과하기 전에 반복해서는 안 된다.

주 - 잠금 시간을 최소화하면 추가 포착을 위해 동일한 IC를 사용하는 인접한 질문기의 포착 활동과 충돌할 확률이 줄어든다.

3.1.2.5.2.1.5.2.2 권고 - 추가 포착을 위한 Mode S 전용 all-call 질문은 최대 18초 동안 수행할 수 있다.

3.1.2.5.2.1.5.2.3 질문기 코드(IC)가 할당되지 않은 질문기. 송신 권한은 있으나 IC가 할당

되지 않았고, 자신의 잠금구역이 동일한 IC를 사용하는 다른 질문기의 잠금구역과 중첩되지 않도록 보장할 수 없는 질문기는 추가포착을 위하여 II 코드 0을 사용하여야 한다.

3.1.2.5.2.2 all-call 응답, 다운링크 형식 11

1	6	9	33
DF	CA	AA	PI
5	8	32	56

Mode S 전용 all-call에 대한 응답은 Mode S all-call 응답, 다운링크 형식 11이어야 한다. 이 응답의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다:

주. - 2020년 1월 1일 전에 인증된 트랜스폰더는 Mode A/C/S all-call 질문에 응답하여 Mode S all-call 응답을 송신할 수 있다(2.1.5.4.4 참조).

필드(Field)	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
성능(CA)	3.1.2.5.2.2.1
공포된 AA 주소	3.1.2.5.2.2.2
패리티/질문기 식별자(PI)	3.1.2.3.2.1.4

3.1.2.5.2.2.1 CA: 기능(Capability). 이 3비트(6-8)의 다운링크 필드는 트랜스폰더 레벨과 아래의 부가정보를 전달해야 하며 DF=11 및 DF=17 형식을 사용하여야 한다.

코딩	의미
0	“공중(airborne)” 또는 “지상” 중 한 곳에서 감시성능만 있는 LEVEL 1 트랜스폰더 및 CA 코드 7능력이 있는 것을 의미함.
1	예약
2	예약
3	예약
4	LEVEL 2 이상의 트랜스폰더 및 CA 코드 7을 설정할 수 있으며 공중/지상 선언 상태가 “지상” (3.1.2.8.6.7 참조)
5	LEVEL 2 이상의 트랜스폰더 및 CA 코드 7을 설정할 수 있으며 공중/지상 선언 상태가 “공중” (3.1.2.8.6.7 참조)
6	LEVEL 2 이상의 트랜스폰더 및 CA 코드 7을 설정할 수 있으며 공중/지상 선언 상태가 “미상” (3.1.2.8.6.7 참조)
7	DR 필드가 0이 아니고 FS 필드가 2, 3, 4, 또는 5인 경우를 의미함.

주. - 레벨1 트랜스폰더의 상태는 2.1.5.2.3을 참조한다.

데이터 링크 성능 보고서(3.1.2.6.10.2.2)는 CA 코드 4, 5, 6 또는 7을 설정한 항공기 설치에서 이용할 수 있어야 한다.

주. - CA 코드 1 ~ 3은 하위 호환성을 유지하기 위해 예약되어 있다.

3.1.2.5.2.2.2 AA: 공지된 주소. 이 24 비트 (9-32) 다운링크 필드는 항공기의 명확한 식별을 제공하는 항공기 주소를 포함해야 한다.

3.1.2.5.3 잠금 프로토콜. 3.1.2.6.9에서 정의한 all-call 잠금 프로토콜은 다음과 같은 조건이 충족되는 경우, 항공기의 주소를 질문기가 취득한 후 항공기와 관련하여 질문기가 사용해야 한다:

- 질문기가 0과 다른 IC 코드를 사용하고 있다.
- 항공기는 질문기가 잠금 장치를 사용할 수 있는 권한을 가진 구역에 위치한다.

주 1.- 획득 후, 트랜스폰더는 3.1.2.6 및 3.1.2.7에 규정된 대로 개별적으로 주소가 지정된 질문에 의해 질문되며, 이후의 all-call 질문에 대한 응답을 금지하기 위해 통화 잠금 프로토콜이 사용된다.

주 2.- 지역 IC 할당 기관은 선택적 질문 및 잠금 프로토콜의 사용을 제한하는 규칙을 정의할 수 있다(예: 정의된 제한된 영역에서의 잠금 금지, 정의된 영역에서의 간헐적 잠금 사용 및 SI 코드 기능이 아직 장착되지 않은 항공기의 잠금 금지).

3.1.2.5.4 확률적 all-call 프로토콜. 트랜스폰더는 PR 코드가 1~4 또는 9~12인 Mode S 전용 all-call을 수락한 후 무작위 프로세스를 실행해야 한다. 질문에 규정된 확률에 따라 응답 결정을 내려야 한다. 트랜스폰더는 PR 코드가 5, 6, 7, 13, 14 또는 15인 경우(3.1.2.5.2.1.1)에는 응답하지 않아야 한다.

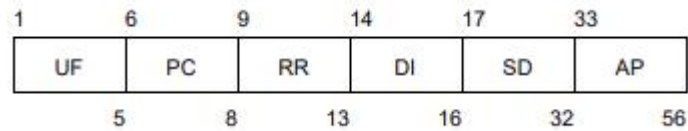
주.- 이와 같은 응답의 무작위 발생은 확률적 처리가 없다면 서로 동기적으로 신호중첩(garble)되어 규명할 수 없었을 근접 항공기들로부터의 응답을 분리하여 질문기가 성공적으로 획득할 수 있도록 한다.

3.1.2.6 주소화된 감시 및 표준 길이 통신 트랜잭션

주 1.- 이 절에서 설명하는 질문은 특정 항공기를 대상으로 한다. 짧은 질문과 응답의 두 가지 기본 유형이 있다. 짧은 질문과 응답은 UF 4와 5, DF 4와 5이고, 긴 질문과 응답은 UF 20과 21과 DF 20과 21이다.

주 2.- 통신 프로토콜은 3.1.2.6.11에 제시되어 있다. 이 프로토콜들은 데이터 교환의 제어를 설명한다.

3.1.2.6.1 감시, 고도 요청, 업링크 형식 4



이 질문의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다:

필드	관련 조항
업링크 형식(UF)	3.1.2.3.2.1.1
프로토콜(PC)	3.1.2.6.1.1
응답 요청(RR)	3.1.2.6.1.2
지정자 식별(DI)	3.1.2.6.1.3
특별 지정자(SD)	3.1.2.6.1.4
주소/패리티(AP)	3.1.2.3.2.1.3

3.1.2.6.1.1 PC: 프로토콜. 이 3비트(6-8) 업링크 필드에는 트랜스폰더에 대한 운용 명령이 포함되어야 한다. PC 필드 값 2에서 7까지는 무시되어야 하며, 값 0과 1은 DI = 3을 포함하는 감시 또는 Comm-A 질문에 대해 처리되어야 한다(3.1.2.6.1.4.1).

부호화	
0	어떠한 조치도 하지 않음을 의미
1	비선택적 all-call 잠금을 의미(3.1.2.6.9.2)
2	미할당
3	미할당
4	Comm-B 종결(close out)을 의미(3.1.2.6.11.3.2.3)
5	업링크 ELM 종결을 의미(3.1.2.7.4.2.8)
6	다운링크 ELM 종결을 의미(3.1.2.7.7.3)
7	미할당

3.1.2.6.1.2 RR(Reply request : 응답 요청). 이 5비트, (9-13) 업링크 필드는 요청된 응답의 길이와 내용을 명령하여야 한다.

RR 코드의 최상위 비트(MSB)가 1(RR이 16 이상)인 경우, 10진수의 등가로 변환된 5비트 RR 코드의 마지막 4비트가 요청된 Comm-B 메시지의 BDS1 코드(3.1.2.6.11.2 또는 3.1.2.6.11.3)를 지정하여야 한다.

부호화(Coding)	의미
RR = 0 ~ 15	감시 형식(DF=4 또는 5)으로 응답을 요청하는데 사용되어야 함.
RR = 16 ~ 31	Comm-B 형식으로 응답을 요청하는데 사용되어야 함.
RR = 16	3.1.2.6.11.3의 규정에 의한 air-initiated Comm-B 메시지의 전송 또는 3.1.2.6.11.4의 규정에 의한 Comm-B 방송메시지의 추출을 요청하는데 사용되어야 함.
RR = 17	3.1.2.6.10.2.2의 규정에 의한 데이터 링크 성능보고를 요청하는데 사용되어야 함.
RR = 18	3.1.2.9의 규정에 의한 항공기 식별을 요청하는데 사용되어야 함.
19 ~ 31	할당되지 않음.

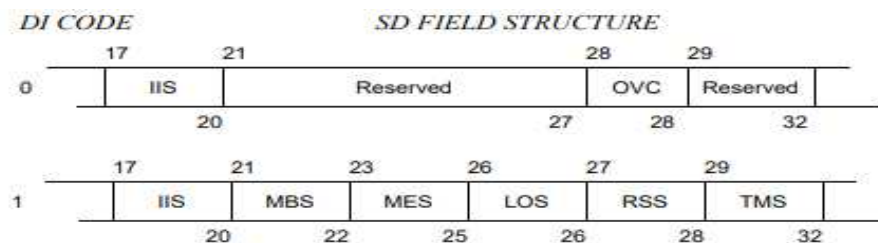
주.- 코드 19-31은 데이터 링크 통신, ACAS 등의 용도로 예약되어 있다.

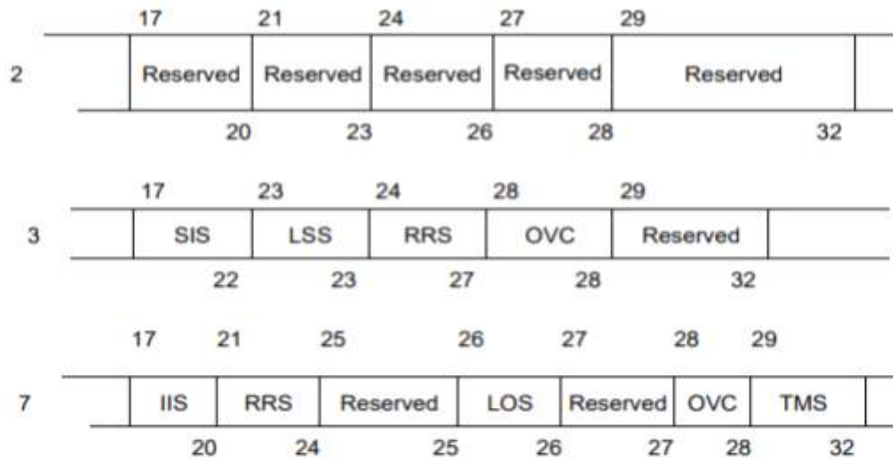
3.1.2.6.1.3 DI(Designator identification : 지정자 식별). 이 3비트 (14-16) 업링크 필드는 SD 필드 (3.1.2.6.1.4)의 구조를 식별해야 한다.

코딩	의미
0	IIS를 제외하고 SD가 할당되지 않음을 의미함. 비트 21-27 및 29-32은 할당되지 않고 비트 28 은 "OVC" (overlay control - 3.1.2.6.1.4.1 i)를 포함하고 있음을 의미함.
1	SD가 다중사이트와 통신제어 정보를 포함하고 있음을 의미함.
2	SD가 확장 스쿼터용 제어 데이터를 포함하고 있음을 의미함.
3	SD가 SI 다중사이트 잠금, 방송 및 GICB 제어정보를 포함하고 있음을 의미함. 비트 28이 "OVC" (overlay control - 3.1.2.6.1.4.1 D)를 포함하고 있음을 의미함.
4 ~ 6	SD가 할당되지 않음을 의미함.
7	SD가 확장 데이터 해독 요청, 다중사이트 및 통신제어 정보를 포함하고 있음을 의미함. 비트 28이 "OVC" (overlay control - 3.1.2.6.1.4.1 D)를 포함하고 있음을 의미함.

3.1.2.6.1.4 SD(Special designator : 특수 지정자). 이 16비트 (17-32) 업링크 필드는 DI 필드의 코딩에 의존하는 제어 코드를 포함해야 한다.

주.- 특수 지정자(SD) 필드는 지상국에서 트랜스폰더로 다중사이트, 잠금 및 통신 제어 정보를 전송하기 위해 제공된다.





3.1.2.6.1.4.1 SD의 하위필드에는 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다:

a) DI = 0, 1 또는 7인 경우:

IIS(Interrogator Identifier Subfield) 즉, 4비트(17-20)의 질문기 식별자 하위필드는 질문기의 식별코드(3.1.2.5.2.1.2.3)를 포함하여야 한다.

주. - IIS는 Mode S 전용 all-call 질문(3.1.2.5.2.1)에 질문기가 사용하는 II 코드와 일치하도록 하는 것을 목적으로 한다. Mode S 전용 all-call 질문, all-call 잠금 프로토콜 또는 다중사이트 데이터링크 프로토콜을 사용하지 않는 질문기는 인접 시스템과의 조정 없이 선택질문의 IIS 필드에 어떠한 IC도 사용할 수 있다. 조정된 값을 사용하면 동일 지역에서 운용되는 서로 다른 시스템의 질문을 구분하고 각 시스템이 1090 MHz 환경에 미치는 영향을 파악하는데 도움이 된다.

b) DI = 0인 경우:

비트 21-27 및 29-32는 할당되지 않는다.

c) DI = 1인 경우:

MBS 즉, 2비트(21, 22)의 다중사이트 Comm-B 하위필드는 다음과 같은 코드를 가져야 한다.

0	Comm-B가 동작하지 않음을 의미
1	air-initiated Comm-B 예약 요청을 의미 (3.1.2.6.11.3.1)
2	Comm-B 종료를 의미 (3.1.2.6.11.3.2.3)
3	할당되지 않음

MES, 3비트(23-25) 다중 사이트 ELM 하위필드에는 다음과 같이 ELM에 대한 예약 및 종료(closeout) 명령을 포함하여야 한다.

0	ELM이 작동하지 않음을 의미
1	업링크 ELM 예약 요청을 의미 (3.1.2.7.4.1)
2	업링크 ELM 종료의 의미 (3.1.2.7.4.2.8)
3	다운링크 ELM 예약 요청을 의미 (3.1.2.7.7.1.1)
4	다운링크 ELM 종료를 의미 (3.1.2.7.7.3)
5	업링크 ELM 예약 요청 및 다운링크 ELM 종료를 의미
6	업링크 ELM 종료(closeout) 및 다운링크 ELM 예약 요청을 의미함.
7	업링크 ELM 및 다운링크 ELM 종료(closeout)를 의미함.

RSS(Reservation Status Subfield) 즉, 2비트(27, 28) 예약 상태 하위필드는 UM 필드에서 자체 예약상태를 보고하기 위하여 트랜스폰더를 요청하여야 하며, 코드는 다음과 같이 할당되어야 한다.

0	요청되지 않음을 의미
1	UM에서 Comm-B 예약 상태 보고를 의미
2	UM에서 업링크 ELM 예약 상태 보고를 의미
3	UM에서 다운링크 ELM 예약 상태 보고를 의미

d) DI = 1 또는 7인 경우:

LOS(Lockout Subfield) 즉, 1비트(26)인 잠금 하위필드가 만약 1로 설정되는 경우에 IIS에서 지시된 질문기로부터 multisite 잠금 명령을 의미하여야 하며, LOS가 0으로 설정되면 잠금 상태에 어떠한 변화도 명령받지 않음을 의미하는데 사용되어야 한다.

TMS 즉, 4비트(29-32)의 전술(tactical) 메시지 하위필드는 항공용 데이터 링크에 의하여 사용되는 통신제어 정보를 포함하여야 한다.

e) DI = 7인 경우:

RSS(Reply Request Subfield) 즉, SD내의 4비트(21-24)인 응답 요청 하위필드는 요청된 Comm-B 응답에 대하여 BDS2코드로 주어야 하며, 비트 25 및 27은 할당되지 않아야 한다.

f) DI = 2인 경우:

SD는 할당되지 않는다. DI = 2인 경우의 SD 필드는 형식제어 하위필드(TCS), 전송률제어 하위필드(RCS) 및 스쿼터 안테나 하위필드(SAS) 명령을 통해 트랜스폰더가 보고하는 스쿼터 형식과 전송률을 제어하는 데 사용으나, 이들 명령은 현재는 사용되지 않는다.

g) DI = 3인 경우

SIS(Surveillance Identifier Subfield) 즉, SD내의 6비트(17-22)인 감시 식별자 하위필드는 질문기의 할당된 감시 식별자코드(3.1.2.5.2.1.2.4)를 포함하여야 한다.

주. - SIS는 Mode S 전용 all-call 질문(3.1.2.5.2.1)에 질문기가 사용하는 SI 코드와 일치하도록 하는 것을 목적으로 한다. Mode S 전용 all-call 질문, all-call 잠금 프로토콜 또는 다중사이트 데이터링크 프로토콜을 사용하지 않는 질문기는 인접 시스템과의 조정없이 선택질문의 SIS 필드에 어떠한 IC도 사용할 수 있다. 조정된 값을 사용하면 동일 지역에서 운용되는 서로 다른 시스템의 질문을 구분하고 각 시스템이 1090 MHz 환경에 미치는 영향을 파악하는 데 도움이 된다.

LSS(Lockout Surveillance Subfield) 즉, 1비트(23)의 잠금 감시 하위필드가 1로 설정되는 경우에 SIS에서 지시된 질문기로부터 다중 사이트 잠금 명령을 의미하여야 하며 0으로 설정된 경우에 LSS는 잠금상태에 어떠한 변화도 명령받지 않음을 의미하여야 한다.

RRS(Reply Request Subfield) 즉, SD내의 4비트(24-27)인 응답 요청 하위필드는 요청된 GICB 레지스터의 BDS2 코드를 포함하여야 하며 비트 29부터 32까지는 할당되지 않아야 한다.

h) DI=4, 5 또는 6인 경우 SD필드는 의미를 갖지 않으며 다른 트랜잭션 주기 프로토콜에 영향을 주지 않는다. 이들 DI 코드들은 향후 SD필드 할당 때까지 유보된다.

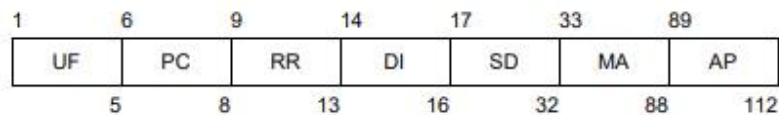
i) DI = 0, 3 또는 7인 경우:

이상에서 제시된 요구조건들에 추가하여, SD는 다음의 사항을 포함하여야 한다.

“OVC” : SD내1-bit (bit 28) “중첩제어 하위필드는 질문기에 의하여 사용되는데 그 목적은 데이터 패리티가 3.1.2.6.11.2.5에 따라서 질문기에게 가는 응답에 데이터 패리티(“ DP “ 3.1.2.3.2.1.5)를 중첩되는 명령을 위해 질문기에 의해 사용되는 것이다.

3.1.2.6.1.5 PC 및 SD 필드 처리. DI = 1인 경우, SD field 가공 전에 PC field 가공이 완료되어야 한다.

3.1.2.6.2 COMM-A 코드 요청, 업링크 형식 20

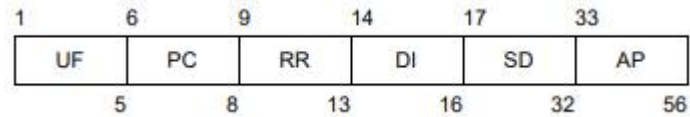


이 질문의 형식은 다음의 필드들로 구성되어야 한다.

필드	참조
UF 업링크 형식	3.1.2.3.2.1.1
PC 프로토콜	3.1.2.6.1.1
RR 응답 요청	3.1.2.6.1.2
DI 지정자 식별	3.1.2.6.1.3
SD 특별 지정자	3.1.2.6.1.4
MA 메시지, Comm-A	3.1.2.6.2.1
AP 주소/패리티	3.1.2.3.2.1.3

3.1.2.6.2.1 MA: 메시지, Comm-A. 이 56비트(33-88) 필드에는 항공기에 대한 데이터 링크 메시지가 포함되어야 한다.

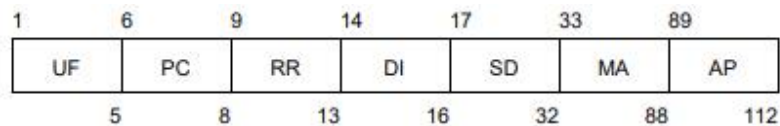
3.1.2.6.3 보안 감시 식별 요청, 업링크 형식 5



이 질문의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다:

필드	관련 조항
업링크 형식(UF)	3.1.2.3.2.1.1
프로토콜(PC)	3.1.2.6.1.1
응답 요청(RR)	3.1.2.6.1.2
지정자 식별(DI)	3.1.2.6.1.3
특수 지정자(SD)	3.1.2.6.1.4
주소/패리티(AP)	3.1.2.3.2.1.3

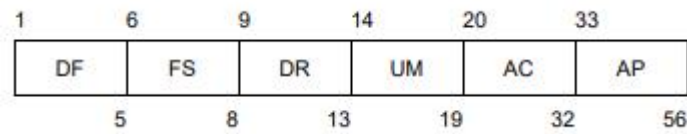
3.1.2.6.4 COMM-A ID 요청, 업링크 형식 21



이 질문의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다.:

필드	관련 조항
업링크 형식(UF)	3.1.2.3.2.1.1
프로토콜(PC)	3.1.2.6.1.1
응답 요청(RR)	3.1.2.6.1.2
지정자 식별(DI)	3.1.2.6.1.3
특수 지정자(SD)	3.1.2.6.1.4
메시지, Comm-A(MA)	3.1.2.6.2.1
주소/패리티(AP)	3.1.2.3.2.1.3

3.1.2.6.5 감시 고도 응답, 다운링크 형식 4



이 응답은 RR 필드 값이 16 미만인 질문 UF 4 또는 20에 대한 대응으로 생성되어야 한다.
이 응답의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다:

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
비행상태(FS)	3.1.2.6.5.1
다운링크 요청(DR)	3.1.2.6.5.2
유틸리티 메시지(UM)	3.1.2.6.5.3
고도 코드(AC)	3.1.2.6.5.4
주소/패리티(AP)	3.1.2.3.2.1.3

3.1.2.6.5.1 FS(Flight status : 비행 상태). 이 3비트 (6-8) 다운링크 필드에는 다음의 정보를 포함하여야 한다.

부호화	
0	경보 및 SPI가 없고, 수직상태(VS)는 유효 공중/지상 상태가 “공중” 임을 나타냄
1	경보 및 SPI가 없고, 수직상태(VS)는 유효 공중/지상 상태가 “지상” 임을 나타냄
2	경보가 있고, SPI가 없으며, 수직상태(VS)는 유효 공중/지상 상태가 “공중” 임을 나타냄
3	경보가 있고, SPI가 없으며, 수직상태(VS)는 유효 공중/지상 상태가 “지상” 임을 나타냄
4	경보 및 SPI가 있고, 수직상태(VS)는 유효 공중/지상 상태가 “공중 또는 지상” 임을 나타냄
5	경보가 없고, SPI가 있으며, 수직상태(VS)는 유효 공중/지상 상태가 “공중 또는 지상” 임을 나타냄
6	예약
7	할당되지 않음

주.- 정보를 발생시키는 조건은 3.1.2.6.10.1.1에 제시되어 있다.

3.1.2.6.5.2 DR(Downlink request : 다운링크 요청). 이 5비트(9-13)의 다운링크 필드는 다운링크 정보에 대한 요청을 포함하여야 하며, 코드 1 내지 15는 코드 16 내지 31보다 우선하여야 한다.

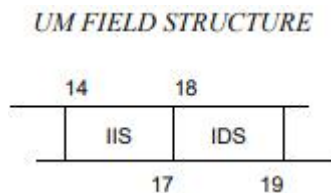
부호화	
0	다운링크 요청이 없음을 의미
1	Comm-B 메시지 전송 요청을 의미
2	ACAS를 위해 예약
3	ACAS를 위해 예약
4	Comm-B 방송 메시지 1을 사용할 수 있음을 의미
5	Comm-B 방송 메시지 2를 사용할 수 있음을 의미
6	ACAS를 위해 예약
7	ACAS를 위해 예약
8-15	할당되지 않음
16-31	다운링크 ELM 프로토콜 참조 (3.1.2.7.7.1)

코드 1~15는 코드 16~31보다 우선이다.

주.- 코드 1-15에 우선 순위를 부여하면 Comm-B 메시지의 공지가 다운링크 ELM의 공지를 중단할 수 있다. 이는 더 짧은 메시지의 공지에 우선 순위를 부여한다.

3.1.2.6.5.3 UM(Utility message : 유틸리티 메시지). 이 6비트(14-19)의 다운링크 필드는 3.1.2.6.1.4.1 및 3.1.2.6.5.3.1에 규정된 바에 따라 트랜스폰더 통신 상태 정보를 포함하여야 한다.

3.1.2.6.5.3.1 다중사이트 프로토콜을 위한 유틸리티 메시지(UM)내의 하위필드



다음의 하위필드는 감시 또는 Comm-A 질문(UF=4, 5, 20, 21)이 DI=1 및 0이 아닌 RSS를 포함하는 경우에 응답의 UM 필드내로 트랜스폰더에 의하여 삽입되어야 한다.

IIS(Interrogator Identifier Subfield) : 4비트(14-17)의 질문기 식별자 하위필드(IIS)는 다중사이트 통신용으로 예약된 질문기의 식별자를 보고한다.

IDS(Identifier Designator Subfield) : 2비트(18, 19)의 식별자 지정자 하위필드(IDS)는 질문기 식별자 하위필드(IIS)내에서 식별된 질문기에 의하여 만들어진 예약의 유형을 보고한다.

0	정보가 없음을 의미한다.
1	IIS가 Comm-B II 코드를 포함하고 있음을 의미 한다.
2	IIS가 Comm-C II 코드를 포함하고 있음을 의미한다.
3	IIS가 Comm-D II 코드를 포함하고 있음을 의미한다.

3.1.2.6.5.3.2 다중 사이트 예약 상태. 현재 다중 사이트 Comm-B 전달을 위해 예약된 지상국의 질문 식별자(3.1.2.6.11.3.1)는 UM 필드의 콘텐츠가 지정되지 않는 경우(즉, DI = 0 또는 7이거나, DI = 1이고 RSS = 0인 경우) IDS 하위필드의 코드 1과 함께 IIS 하위필드를 통해 전송되어야 한다.

현재 다운로드 ELM 전달을 위해 예약된 지상국의 질문기 식별자(3.1.2.7.6.1)는 질문에 의해 UM 콘텐츠가 규정되지 않고 현재 Comm-B 예약이 없는 경우 IDS 하위필드의 코드 3과 함께 IIS 하위필드에서 전송되어야 한다.

3.1.2.6.5.4 AC(Altitude code : 고도 코드). 이 13비트(20-32) 필드에는 다음과 같이 코드화된 고도가 포함되어야 한다:

- a) 비트 26은 M 비트로서 지정되며 고도가 피트로 보고되는 경우에 0이 되어야 하고 M=1은 고도 보고가 미터 단위로 되는 것을 표시하기 위하여 예약되어야 한다.
- b) M=0인 경우에 비트 28이 Q 비트로서 지정되며, Q=0은 고도가 100 ft 단위로 보고되는 것을 표시하기 위하여 사용되어야 하고 Q=1은 고도가 25ft 단위로 보고되는 것을 표시하기 위하여 사용되어야 한다.
- c) M비트(비트 26)와 Q비트(비트 28)가 0인 경우에 고도는 5.6 나. 2) 타) (2) (다)항의 규정에 따라 Mode C 응답용 형태에 따라 코드화되어야 하며 비트 20에서 수열시작은 C1, A1, C2, A2, C4, A4, 0, B1, 0, B2, D2, B4, D4가 되어야 한다.
- d) M 비트가 0이고 Q비트가 1인 경우에 비트 20 내지 25, 27, 29 내지 32인 11비트 필드는 25ft의 최하위비트(LSB)와 함께 이진부호화 필드로 표현되어야 하며, 양수의 십진 정수 "N"의 이진수 값은 $[25N-1000 \pm 12.5ft]$ 범위내의 기압-고도를 보고하기 위하여 부호화(encoding)되어야 하고, 위 c)의 코딩(Coding)은 50,187.5 ft 이상 기압-고도를 보고하기 위하여 사용되어야 한다.

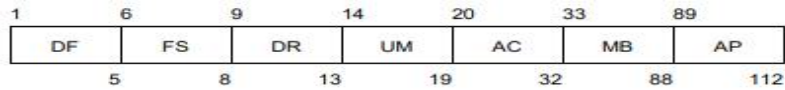
주 1.- 이 코딩 방법은 - 1,000ft에서 + 50,175ft 사이의 값만 제공할 수 있다.

주 2.- 이 필드의 최상위 비트(MSB)는 3.1.2.3.1.3에서 요구하는 대로 비트 20이다.

- e) M비트가 1인 경우에 비트 20 내지 25와 27 내지 32인 12 비트 필드는 미터 단위로 고도를 부호화하기 위하여 예약되어야 한다.

f) 고도정보가 이용할 수 없거나 또는 고도가 무효로 결정되는 경우에 0은 AC 필드의 각 13 비트에 전송되어야 한다.

3.1.2.6.6 Comm-B 고도 응답, 다운링크 형식 20

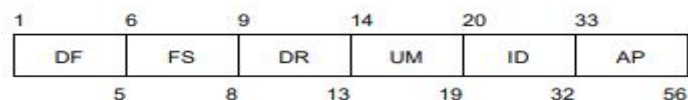


이 응답은 15보다 큰 RR 필드 값을 가진 질문 UF 4 또는 20에 응하여 생성되어야 하며, 이 응답의 형식은 다음의 필드로 구성되어야 한다.

필드	참조
DF 다운링크 형식	3.1.2.3.2.1.2
FS 비행 상태	3.1.2.6.5.1
DR 다운링크 요청	3.1.2.6.5.2
UM 유틸리티 메시지	3.1.2.6.5.3
AC 고도 코드	3.1.2.6.5.4
MB 메시지, Comm-B	3.1.2.6.6.1
AP 주소/패리티	3.1.2.3.2.1.3

3.1.2.6.6.1 MB: 메시지, COMM-B. 이 56비트(33-88) 다운링크 필드는 지상으로 데이터링크 메시지를 송신하는 데 사용되어야 한다.

3.1.2.6.7 보안 감시 식별 응답, 다운링크 형식 5



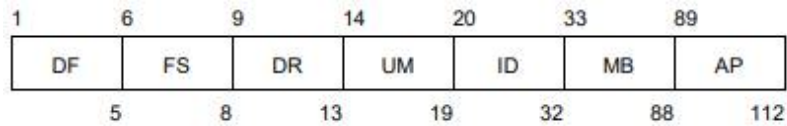
이 응답은 RR 필드 값이 16 미만인 질문 UF 5 또는 21에 응답하여 생성되어야 한다. 이 응답의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다:

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
비행상태(FS)	3.1.2.6.5.1
다운링크 요청(DR)	3.1.2.6.5.2
유틸리티 메시지(UM)	3.1.2.6.5.3
식별(ID)	3.1.2.6.7.1
주소/패리티(AP)	3.1.2.3.2.1.3

3.1.2.6.7.1 ID(Identity : 식별)(Mode A 코드). 이 13비트(20-32) 필드에는 3.1.1.6의 Mode A 응답에 대한 패턴에 따라 항공기 ID 코드가 포함되어야 한다. 비트 20부터 순서는 C1, A1,

C2, A2, C4, A4, ZERO, B1, D1, B2, D2, B4, D4가 되어야 한다.

3.1.2.6.8 COMM-B ID 응답, 다운링크 형식 21



이 응답은 RR 필드 값이 15보다 큰 질문 UF 5 또는 21에 응답하여 생성되어야 한다. 이 응답의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다;

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
비행상태(FS)	3.1.2.6.5.1
다운링크 요청(DR)	3.1.2.6.5.2
유틸리티 메시지(UM)	3.1.2.6.5.3
식별(ID)	3.1.2.6.7.1
메시지, Comm-B(MB)	3.1.2.6.6.1
주소/패리티(AP)	3.1.2.3.2.1.3

3.1.2.6.9 잠금 프로토콜

주.- 비선택적 all-call 잠금 및 다중사이트 잠금은 상호 배타적이지 않다. 질문기 네트워크 조정을 위해 다중사이트 잠금 프로토콜을 사용하는 질문기는 동일한 질문에서 비선택적 잠금 명령을 사용할 수 있다. 예를 들어, 비선택적 잠금은 Mode S 트랜스폰더 응답에서 Mode A/C/S all-call 질문이 잘못 검출된 Mode A/C/S all-call 질문에 DF=11로 응답하는 것을 방지하기 위해 사용될 수 있다. 이는 좁은 P_4 펄스를 넓은 P_4 펄스로 잘못 해석하기 때문이다.

3.1.2.6.9.1 다중사이트 all-call 잠금

주.- 다중사이트 잠금 프로토콜은 중복 통달거리가 있는 인접 지상국의 잠금 명령에 의해 한 지상국에서 트랜스폰더 획득이 거부되는 것을 방지한다.

3.1.2.6.9.1.1 다중 사이트 all-call 잠금. 3.1.2.6.1.4에 규정된 SD 필드내의 다중사이트 잠금명령이 전송되어야 하며, II 코드를 위한 잠금 명령은 DI=1 또는 DI=7을 가진 SD에서 전송되어야 하고, II 잠금명령은 LOS 코드=1로 표시되어야 하며 SD의 IIS 하위필드내에 0이 아닌 질문기 식별자가 있다는 것이 표시되어야 한다. SI 코드를 위한 잠금명령은 DI=3을 가진 SD에서 전송되어야 하며, SI 잠금은 LSS=1로 표시되어야 하고, SD의 SIS 하위필드내에 0이 아닌 질문기 식별자가 있다는 것이 표시되어야 한다. 트랜스폰더가 다중사이트 잠금 명령을 포함하는 질문을 받아들인 이후에 해당 트랜스폰더는 잠금을 명령한 질문기의 식별자를 포함하는 Mode S만 all-call 질문의 잠금(수용안됨)를 시작 하여야 하며, 잠금은 다중사이트 잠금 명령을 포함하는 질문에 대한 마지막 수용 이후에 3.1.2.10.3.9에 의한 간격 TL 동안 지속되

어야 하고, 다중사이트 잠금은 PR 코드 8 내지 12를 포함하는 Mode S만 all-call 질문의 수용을 방해하여서는 아니된다. 잠금 명령 LOS=1이 IIS=0과 함께 수신된 경우에 3.1.2.6.9.2에 의한 비선택 일괄 호출 잠금으로서 해석되어야 한다.

주 1.- 15명의 질문기가 독립 다중 사이트 II 잠금 명령을 전송할 수 있다. 또한, 63개의 질문기는 독립적인 SI 잠금 명령을 전송할 수 있다. 이러한 각 잠금 명령은 개별적으로 시간을 지정해야 한다.

주 2.- 다중 사이트 잠금(0이 아닌 II 코드만 사용)은 II 가 0인 Mode S 전용 all-call 질문에 대한 트랜스폰더의 응답에 영향을 주지 않는다.

3.1.2.6.9.2 비선택적 all-call 잠금

주 1.- II 코드에 대한 다중 사이트 잠금 프로토콜이 필요하지 않은 경우(예: 중복 통달거리가 없거나 지상 간 통신을 통한 지상국 조정) 비선택적 잠금 프로토콜을 사용할 수 있다.

PC 필드에서 코드 1를 포함하는 질문을 수락한 경우, 트랜스폰더는 II=0인 Mode S 전용 all-call(UF=11)을 잠금(수용 안됨)을 시작하여야 한다.

주 2. - PC 필드에 코드 1이 포함된 질문을 수락한 경우, 2020년 1월 1일 전에 인증된 트랜스폰더는 3.1.2.1.5.1.1의 Mode A/C/S all-call 질문에도 응답하지 않는다.

이 잠금조건은 마지막 명령을 수신한 이후에 3.1.2.10.3.9에 의한 간격 T_D 동안 지속되어야 하며 비선택(Non-selective) 잠금은 PR 코드 8 내지 12를 포함하는 Mode S만 all-call 질문의 수용을 방해하지 않아야 한다.

주 3.- 비선택적 잠금은 II가 0과 같지 않은 Mode S 전용 all-call 질문에 대한 트랜스폰더의 응답에 영향을 미치지 않는다.

3.1.2.6.10 기본 데이터 프로토콜

3.1.2.6.10.1 비행 상태 프로토콜. 3.1.2.6.5.1의 규정에 의한 FS 필드에서 비행상태가 보고되어야 한다.

3.1.2.6.10.1.1 정보. Mode A 응답 및 다운링크 형식 DF=5 및 DF=21에서 전송된 식별코드가 조종사에 의하여 변경되는 경우에, 정보조건이 FS 필드에서 보고가 되어야 한다.

3.1.2.6.10.1.1.1 영구 정보 상태. Mode S 식별 코드가 다음 두 Mode A 코드군 중 하나에 포함된 코드로 변경되는 경우에 정보상태가 유지되어야 한다.

a) 특수목적용 Mode A 코드군 1: 7500, 7600 또는 7700

b) 특수목적용 Mode A 코드군 2: 7400, 7500, 7600 또는 7700

3.1.2.6.10.1.1.2 임시 경보 조건. 경보조건은 임시조건으로 설정되어야 하고, Mode A 식별코드가 3.1.2.6.10.1.1.1에서 기술되지 않은 값으로 변경되는 경우 T_c 초 동안 그 자체를 취소하여야 하며, T_c 는 트랜스폰더 기능에서 전환승인 된 후 T_c 초 동안 리트리거되고 지속되어야 한다.

주 1.- 이 재트리거는 경보 조건이 해제되기 전에 접지 질문기가 원하는 Mode A ID 코드를 얻도록 하기 위해 수행된다.

주 2.- T_c 의 값은 3.1.2.10.3.9에 제시되어 있다.

3.1.2.6.10.1.1.3 영구 경보 상태의 종료. Mode A의 ID 코드가 3.1.2.6.10.1.1.1 a) 또는 b)의 Mode A 코드군 1 또는 코드군 2에 정의된 값 이외의 값으로 설정되면 영구 경보 상태를 종료하고 임시 경보 상태로 대체해야 한다.

3.1.2.6.10.1.2 특정 위치 확인(SPI : Special Position Identification). 특정위치 확인(SPI)는 수동으로 동작될 때 감시상태 하위필드(SSS : Surveillance Status Subfield)와 FS 필드에서 특정 위치 확인(SPI : Special Position Identification) 펄스의 등가가 트랜스폰더에 의해 전송되어야 하며, 이 펄스는 3.1.1.6.3, 3.1.1.7.13 및 3.1.2.8.6.3.1.1의 규정에 의한 개시 이후 T_f 동안 전송되어야 하고, T_f 에 대한 값은 3.1.2.10.3.9에 따른다.

3.1.2.6.10.2 성능보고 프로토콜. 데이터링크 성능보고 레지스터의 데이터 구조 및 내용은 상호운용성이 보장되도록 구현되어야 한다.

주 1.- 항공기 성능은 다음 항에 정의된 특수 분야에서 보고된다.

주 2.- 보고 기능을 위한 레지스터의 데이터 형식은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다.

3.1.2.6.10.2.1 성능 보고. all-call 응답에 포함된 3비트의 CA 필드, DF=11은 3.1.2.5.2.2.1에 따라 Mode S 트랜스폰더의 기본성능을 보고하여야 한다.

3.1.2.6.10.2.2 데이터링크 성능 보고. 데이터링크 기능 보고는 질문기에 Mode S 장치의 데이터링크 기능에 대한 설명을 제공해야 한다..

주.- 데이터 링크 기능 보고서는 레지스터 10_{16} 에 포함되어 있으며 계속해야 할 경우 레지스터 11_{16} 에서 16_{16} 까지 확장될 수 있다.

3.1.2.6.10.2.2.1 데이터링크 성능보고를 위한 메시지(MB)내의 추출과 하위필드

3.1.2.6.10.2.2.1.1 레지스터 10_{16} 에 포함되어 있는 데이터링크 성능보고의 추출. 성능보고는 3.1.2.6.11.2에 의한 RR=17 및 $DI \neq 7$ 또는 $DI=7$ 및 RRS=0를 포함하는 응답에 대한 지상 개시

Comm-B 응답에 의해 얻어져야 한다.

3.1.2.6.10.2.2.1.2 데이터링크 성능의 출처(Source). 데이터링크 성능 보고는 트랜스폰더 ACAS 장치가 제공하는 성능을 포함해야 한다.

3.1.2.2.6.10.2.2.1.3 데이터링크 성능 보고는 표 3-6에서 규정한 성능에 대한 정보를 포함해야 한다.

주. - 데이터링크 성능보고의 내용은 서브 네트워크 버전에 따라 다르다. 자세한 내용은 Doc 9871을 참조하라.

3.1.2.6.10.2.2.1.4 Mode S 하위 네트워크 버전 번호에는 구형 공중 장비와의 상호 운용성을 보장하기 위한 정보가 포함되어야 한다.

3.1.2.6.10.2.2.1.4.1 Mode S 하위 네트워크 버전 번호는 구현된 모든 하위 네트워크 기능이 표시된 버전 번호의 요구사항을 준수함을 표시해야 한다. Mode S 하위 네트워크 버전 번호는 적어도 하나의 DTE 또는 Mode S 특정 서비스가 설치된 경우 0이 아닌 값으로 설정해야 한다.

주 .- 버전 번호가 해당 버전의 가능한 모든 기능이 구현되었음을 나타내는 것은 아니다.

3.1.2.6.10.2.2.2 트랜스폰더는 4초를 초과하지 않는 간격으로 현행 데이터 링크 성능(데이터 링크 성능보고에서 비트 41-88)과 마지막 보고된 데이터 성능을 비교하여야 하며, 만약 차이가 있는 경우에 BDS1=1(33-36)과 BDS2=0(37-40)을 위하여 3.1.2.6.11.4의 규정에 의한 Comm-B 방송에 의하여 개정된 데이터링크 성능 보고를 개시하여야 한다. 또한 트랜스폰더는 항공기 데이터링크 성능이 저하되거나 손실되는 경우에도 개정된 성능보고를 개시, 생성 및 고지하여야 하며, 인터페이스 손실을 포함한 데이터링크 성능을 보고하기 위하여 BDS 코드를 설정하여야 한다.

주. - 트랜스폰더에 의해 BDS 코드가 설정됨으로써, 데이터링크 장애의 모든 경우(예: 트랜스폰더 데이터링크 인터페이스의 손실)에도 방송된 성능 변경 보고 내에 BDS 코드가 예외 없이 포함되도록 보장한다.

3.1.2.6.10.2.2.3 데이터링크 성능 보고 비트의 ZERO(0) 설정

데이터링크 성능보고(트랜스폰더 레지스터 10_{16})의 특정 데이터 필드가 8초 이내에 갱신되지 못하는 경우 해당 데이터 필드를 ZERO로 설정하여야 한다.

주 1.- 자세한 내용은 Doc 9871을 참조한다.

주 2.- 항공기 식별정보 제공 인터페이스가 상실된 경우에도 항공기 식별정보를 유지하는 트랜스폰더는 비트 33을 ZERO로 재설정하지 않는다(2.1.5.4.7 및 2.1.5.4.8).

3.1.2.6.10.2.3 일반적인 GICB 성능 보고 사용. 능동적으로 갱신되는 일반적인 GICB 기능은

트랜스폰더 레지스터 17_{16} 에 표시되어야 한다.

3.1.2.6.10.2.4 Mode S 특정 서비스 GICB 성능 보고. 설치된 GICB 서비스는 레지스터 18_{16} 부터 $1C_{16}$ 에 보고되어야 한다.

3.1.2.6.10.2.5 Mode S 특정 서비스 MSP 성능 보고. 설치된 MSP 서비스는 레지스터 $1D_{16} \sim 1F_{16}$ 에 보고해야 한다.

3.1.2.6.10.3 기본 데이터플래시 프로토콜

주 .- 기본 데이터플래시는 여러 트랜스폰더 레지스터에서 드물게 발생하는 변경사항을 Mode S 지상국에 통지할 수 있게 하는 프로토콜이다. 지상국은 레지스터 10_{16} 의 Comm-B 방송을 통해 변경을 통지받은 후 필요에 따라 관심 레지스터를 추출한다.

3.1.2.6.10.3.1 기본 데이터플래시 성능보고. 기본 데이터플래시 프로토콜의 적용 대상 레지스터 중 하나 이상을 감시하고 그 변경사항을 기본 데이터플래시 프로토콜을 통해 보고하는 트랜스폰더는 데이터링크 성능보고(3.1.2.6.10.2.2.2)의 MB 하위필드 비트 42와 비트 9를 1로 설정하여 해당 성능을 보고하여야 한다.

주 1. - 기본 데이터플래시 프로토콜을 사용하여 변경사항을 보고할 수 있는 레지스터는 Doc 9871에 정의되어 있다.

주 2. - 비트 9를 1로 설정하면 레지스터 10_{16} 의 내용이 레지스터 11_{16} 에서 계속됨을 나타낸다. 이는 감시대상 레지스터에 정보가 제공되지 않아 기본 데이터플래시 상태 비트가 0을 보고하는 경우에도 기본 데이터플래시 기능을 구현한 때에는 이러한 설정이 예상된다.

3.1.2.6.10.3.2 Mode S 서브 네트워크 버전. 레지스터 변경을 감시하고 그 변경사항을 기본 데이터플래시 프로토콜을 통해 보고하는 트랜스폰더는 Mode S 서브 네트워크 버전 6 이상을 지원하여야 한다.

주. - 기본 데이터플래시 프로토콜은 Mode S 서브네트워크 버전 6에서 정의된 레지스터 형식을 사용한다. 자세한 내용은 Doc 9871을 참조한다.

3.1.2.6.10.3.3 구현된 각 기본 데이터플래시 레지스터의 내용은 해당 갱신간격을 초과하지 않는 간격으로 갱신하여야 한다.

주, - 레지스터 갱신간격은 Doc 9871에 정의되어 있다.

3.1.2.6.10.3.4 레지스터 기본 데이터플래시 상태

3.1.2.6.10.3.4.1 레지스터 11_{16} 에 정의된 각 레지스터의 기본 데이터플래시 상태는 다음과 같은 감시상태를 포함하여야 한다.

코드

- | | |
|---|----------------------------------|
| 0 | 레지스터를 감시하지 않거나 구현하지 않음 |
| 1 | 레지스터를 감시하고 구현하였으나 아직 변경이 감지되지 않음 |
| 2 | 레지스터를 감시하며 변경 1이 감지됨 |
| 3 | 레지스터를 감시하며 변경 2가 감지됨 |

3.1.2.6.10.3.4.2 각 레지스터는 해당 갱신주기에 따라 변경 여부를 감시하여야 한다.

주. - 레지스터 갱신주기는 Doc 9871에 정의되어 있다.

3.1.2.6.10.3.4.3 최초로 감시상태에 진입할 때, 트랜스폰더는 해당 기본 데이터플래시 레지스터에 할당된 레지스터 11₁₆의 감시비트를 "1"로 설정하여야 한다. 이는 레지스터를 감시하고 구현하였으나 아직 변경이 감지되지 않았음을 의미한다.

3.1.2.6.10.3.4.4 변경이 감지된 후 해당 레지스터의 기본 데이터플래시 상태는 변경될 때마다 2와 3 사이에서 토글되어야 한다.

주. - 토글은 기본 데이터플래시 상태가 2이면 다음 변경 시 3이 되고, 상태가 3이면 다음 변경 시 2가 되는 것을 의미한다.

3.1.2.6.10.3.5 변경 감시 및 지상에 변경 통지

3.1.2.6.10.3.5.1 트랜스폰더는 1초를 초과하지 않는 간격으로 레지스터 11₁₆의 내용이 직전 갱신 이후 변경되었는지를 확인하여야 한다.

3.1.2.6.10.3.5.2 레지스터 11₁₆의 내용이 변경된 경우 레지스터 10₁₆의 비트 51을 토글하고 F 타이머를 시작하여야 한다(표 3-9 참조).

주. - 레지스터 10₁₆의 비트 51을 토글(1→0 또는 0→1)하면 레지스터 10₁₆의 Comm-B 방송이 개시된다.

3.1.2.6.10.3.5.3 모든 기본 데이터플래시 감시활동(레지스터 내용의 비교 및 레지스터 11₁₆의 비트 설정)은 F 타이머가 만료될 때까지 중지하여야 한다.

주 1. - 기본 데이터플래시 감시를 중지함으로써 Comm-B 방송채널의 포화를 방지한다.

주 2. - 데이터플래시 감시를 중지한 감시대상 레지스터의 현재 내용을 유지하고, 30초 타이머가 만료된 후 해당 레지스터의 새로운 내용에 대한 변경 감시를 다시 시작함을 의미한다. 감시대상 레지스터 자체는 해당 갱신주기에 따라 계속 갱신된다.

주 3. - 지상시스템의 기본 데이터플래시 프로토콜 사용방법은 Doc 9924에 설명되어 있다. 이를 통해 레지스터의 주기적 GICB 추출을 줄일 수 있다.

3.1.2.6.11 표준 길이 통신 프로토콜

주 1.- 표준 길이 통신 프로토콜의 두 가지 유형은 Comm-A와 Comm-B이다. 이러한 프로토콜을 사용하는 메시지는 질문기의 제어 하에 전송된다. Comm-A 메시지는 트랜스폰더에 직접 전송되며 한 번의 트랜잭션 내에 완료된다. Comm-B 메시지는 항공에서 지상으로 정보를 전송하는 데 사용되며 질문기 또는 트랜스폰더에 의해 시작될 수 있다. 지상에서 시작된 Comm-B 전송의 경우, 질문기는 동일한 트랜잭션으로 메시지를 전달하는 트랜스폰더로부터 데이터를 읽어오도록 요청한다. 공중에서 시작된 Comm-B 전송의 경우, 트랜스폰더는 메시지를 전송할 의도를 알린다. 다음 트랜잭션에서 질문기가 메시지를 추출한다.

주 2.- 비선택적 항공기 개시 Comm-B 프로토콜에서 모두 필요한 트랜잭션은 질문기에 의해 통제될 수 있다.

주 3.- 중복되는 질문기 통달거리의 일부 영역에서는 지상 통신을 통한 질문기 활동을 조정하기 위한 수단이 없을 수 있다. 항공기 개시 Comm-B 통신 프로토콜은 완료를 위해 두 개 이상의 트랜잭션을 필요로 한다. 실제로 메시지를 전송한 질문기에 의해서만 Comm-B 메시지가 잠금되도록 보장하기 위해 제공된다. 이는 다중 사이트 Comm-B 통신 프로토콜의 사용 또는 향상된 Comm-B 통신 프로토콜의 사용을 통해 달성될 수 있다.

주 4.- 질문기가 지상 통신을 통해 통신 활동을 조정하지 않는 한, 다중 사이트와 비선택 통신 프로토콜은 중복되는 질문기 통달거리에서 동시에 사용할 수 없다.

주 5.- 다중 사이트 통신 프로토콜은 다중 사이트 잠금 프로토콜과 독립적이다. 즉, 다중 사이트 통신 프로토콜은 비선택적 잠금 프로토콜과 함께 사용될 수도 있고 그 반대도 가능하다. 사용될 잠금 및 통신 프로토콜의 선택은 사용되는 네트워크 관리 기술에 따라 달라진다.

주 6.- 방송 Comm-B 프로토콜을 사용하여 모든 활성 질문기가 메시지를 사용할 수 있다.

주 7. - 이 절에 도입된 위상 오버레이 성능의 기술규정을 구현하면, 1090 MHz 확장 스쿼터의 데이터 전송용량을 증가시킬 수 있다.

3.1.2.6.11.1 Comm-A. 질문기는 질문 UF = 20 또는 21의 MA 필드에서 Comm-A 메시지를 전달하여야 한다.

3.1.2.6.11.1.1 Comm-A 기술적인 인식. Comm-A 질문의 수락은 요청된 응답(3.1.2.10.5.2.2.1)에 대한 전송으로 트랜스폰더에 의해 자동으로 기술적으로 인지되어야 한다.

주 .- 3.1.2.4.1.2.3 d) 및 3.1.2.4.1.3.2.2.2의 규칙에 따라 트랜스폰더로부터 응답을 수신하는 것은 질문기가 트랜스폰더에 의해 수락되었다는 것을 질문기를 위한 답신이다. 업링크 또는 다운링크 중 하나가 실패하면, 이 응답이 누락되고 질문기는 정상적으로 메시지를 다시 전송한다. 다운링크 실패의 경우, 트랜스폰더는 두 번 이상 메시지를 수신할 수 있다.

3.1.2.6.11.1.2 Comm-A 방송. Comm-A 방송 질문이 수락된 경우(3.1.2.4.1.2.3.1.3) 정보 전달은

3.1.2.10.5.2.1.1에 따라 처리해야 하지만, 다른 트랜스폰더 기능에는 영향을 주지 않으며, 응답을 전송하지 않는다.

주 1.- Comm-A 방송 메시지에 대한 기술적 승인은 없다.

주 2.- 트랜스폰더는 Comm-A 방송 질문의 제어 필드를 처리하지 않으므로 UF 필드 다음의 27 비트도 사용자 데이터에 사용할 수 있다.

3.1.2.6.11.2 지상개시 Comm-B

3.1.2.6.11.2.1 Comm-B 데이터 선택기(BDS: Comm-B data selector)

8비트의 BDS 코드는 내용이 Comm-B 응답의 메시지 Comm-B(MB) 필드에서 전달되어야 하는 레지스터를 결정하여야 하며, 각 4비트로 된 2개 그룹인 BDS1(최상위 4비트)와 BDS2(최하위 4비트)로 표현되어야 한다.

주. - 트랜스폰더 레지스터 할당은 Doc 9871에 규정되어 있다.

3.1.2.6.11.2.2 BDS1 코드. BDS1 코드는 감시 또는 Comm-A 질문의 RR 필드에 정의된 것과 같아야 한다.

3.1.2.6.11.2.3 BDS2 코드. BDS2 코드는 DI = 7 또는 DI = 3인 경우 SD 필드의 RRS 하위필드(3.1.2.6.1.4.1)에 정의된 것과 같아야 한다. BDS2 코드가 규정되지 않은 경우(즉, DI가 7 또는 3과 같지 않은 경우) BDS2 = 0임을 의미해야 한다.

3.1.2.6.11.2.4 프로토콜. 이러한 요청을 받은 경우, 응답의 MB 필드에는 요청된 지상개시 Comm-B 레지스터의 내용이 포함되어야 한다.

3.1.2.6.11.2.4.1 요청된 레지스터가 항공기 설치로 서비스되지 않는 경우 트랜스폰더는 응답해야 하며 응답의 MB 필드에는 모든 ZERO가 포함되어야 한다.

3.1.2.6.11.2.5 오버레이 제어. 질문을 요청하는 Comm-B의 "DI" 코드가 0, 3 또는 7인 경우, "SD"는 3.1.2.6.1.4.1 i)에 따른 오버레이 제어(OVC) 필드를 포함한다.

a) "OVC"가 "1"과 같은 경우, 질문에 대한 응답은 제3.1.2.3.2.1.5에 따른 "DP"(데이터 패리티) 필드를 포함해야 한다.

b) "OVC"가 "0"과 같은 경우, 질문에 대한 응답은 항목 3.1.2.3.2.1.3에 따라 "AP" 필드를 포함해야 한다.

3.1.2.6.11.2.6 위상 오버레이 지상 개시 Comm-B. Mode S 응답에서 위상 오버레이를 지원하는 장비의 경우, 응답에 요청된 지상 개시 Comm-B 레지스터의 내용이 포함되면 위상데이터는 질문에서 요청된 레지스터(즉, 요청 BDS 코드) 및 해당 레지스터의 정의에 따라 부호화하여야

한다.

3.1.2.6.11.2.6.1 PO 메시지 형식 필드. PD 데이터 비트 1부터 8까지의 위상 오버레이 메시지 형식 필드는 리드-솔로몬 FEC를 사용하는 위상 오버레이 Mode S GICB 데이터의 경우 2로 설정하고, LDPC FEC를 사용하는 위상 오버레이 Mode S GICB 데이터의 경우 8로 설정하여야 한다.

3.1.2.6.11.2.6.2 PO 메시지 하위 형식 필드. PD 데이터 비트 9부터 12까지는 위상 오버레이 메시지 하위 형식 필드를 포함하고 그 값은 1로 설정하여야 한다. 하위필드는 표 3-14와 같이 정의한다.

주. - 향후 UF 코드는 Mode S 장응답(long replies)에 오버레이되는 위상 오버레이 데이터블록에 다른 데이터를 강제로 송신하도록 하는 명령을 포함할 수 있다.

3.1.2.6.11.2.6.3 PO-BDS 필드. PD 데이터 비트 13부터 20까지에는 3.1.2.6.11.2.1에 따라 요청된 BDS 레지스터 번호를 포함하여야 한다.

3.1.2.6.11.2.6.4 데이터블록 필드. PD 데이터 비트 21부터 204까지에는 요청된 BDS 레지스터와 관련된 해당 위상 오버레이 데이터의 내용을 포함하여야 한다. 요청된 BDS 레지스터에 대하여 정의된 위상 오버레이 데이터가 없는 경우, 'PO 메시지 형식 필드를 2 또는 8로 설정하고, PO 메시지 하위 형식을 1로 설정하며, PO-BDS를 요청된 BDS 레지스터 번호로 설정하고, 항공기 주소(PD 비트 181부터 204까지)에 24비트 주소를 포함하는 것'을 제외하고 모든 비트를 ZERO로 설정하여야 한다.

3.1.2.6.11.3 항공기 개시 Comm-B

3.1.2.6.11.3.1 일반 프로토콜. 트랜스폰더는 DR 필드에 코드 1을 삽입하여 항공기 개시 Comm-B 메시지의 존재를 발표해야 한다. 항공기 개시 Comm-B 메시지를 추출하기 위해, 질문기는 16과 같은 RR을 갖는 후속 질문에서 Comm-B 메시지 응답 요청을 전송해야 한다. DI가 7과 같으면, RRS는 0과 같아야 한다(3.1.2.6.11.3.2.1 및 3.1.2.6.11.3.3.1). 이 요청 코드를 수신하면 트랜스폰더는 항공기 개시 Comm-B 메시지를 전송해야 한다. 전송 대기 중인 메시지가 없는 동안 항공기 개시 Comm-B 메시지를 전송하라는 명령이 수신되면, 응답에는 MB 필드의 모든 ZERO가 포함되어야 한다. Mode S 응답의 위상 오버레이를 지원하는 장비의 경우, 항공기 개시 Comm-B 메시지를 송신하는 경우 PD 데이터 비트 1부터 204까지를 ZERO로 설정하여야 한다.

메시지를 전달하는 응답은 DR 필드에 코드 1을 계속 포함해야 한다. Comm-B 종료 후, 메시지는 취소되고 이 메시지에 속하는 DR 코드는 즉시 제거되어야 한다. 다른 항공기 개시 Comm-B 메시지가 전송 대기 중인 경우, 트랜스폰더는 DR 코드를 1로 설정하여 응답에 이 다음 메시지의 공지가 포함되도록 해야 한다.

주.- 알림 및 취소 프로토콜은 전송 프로세스 중에 발생하는 업링크 또는 다운링크 장애로 인해 항공기 개시 메시지가 손실되지 않도록 보장한다.

IC를 할당받지 않았거나 자신의 질문구역이 동일한 IC를 사용하는 다른 질문기의 질문 구역과 중첩되지 않음을 보장할 수 없는 질문기는 $DR = 1$ 또는 $DR = 3$ 으로 통지된 항공기 개시 Comm-B 메시지의 추출을 시도해서는 안 된다.

3.1.2.6.11.3.1.1 위상 오버레이 데이터. 항공기 개시 Comm-B 메시지를 송신하는 경우, Mode S 응답의 위상 오버레이를 지원하는 장비는 PD 데이터 비트 1부터 204까지를 ZERO로 설정하여야 한다.

3.1.2.6.11.3.2 다중사이트 항공기 개시 Comm-B에 대한 추가 프로토콜

주.- 배달 대기 중인 항공기 개시 Comm-B 메시지의 공지가 UM 필드(3.1.2.6.5.3.2)에 다중사이트 예약 상태 보고서와 함께 표시될 수 있다.

권고 - 질문기가 예약된 사이트가 아닌 것으로 확인된 경우 메시지를 추출하려고 시도하지 않을 수 있다.

3.1.2.6.11.3.2.1 메시지 전송. 질문기는 4, 5, 20 또는 21을 포함하는 감시 또는 Comm-A 질문 UF를 전송하여 Comm-B 예약을 요청하고 항공기 개시 Comm-B 메시지를 추출해야 한다:

RR	= 16
DI	= 1
IIS	= 할당된 질문기 식별자
MBS	= 1 (Comm-B 예약 요청)

주. - Comm-B 다중사이트 예약 요청은 일반적으로 Comm-B 예약 상태 요청($RSS = 1$)과 함께 발생한다. 그러면 예약된 사이트의 질문기 식별자가 응답의 UM 필드에 삽입된다.

3.1.2.6.11.3.2.1.1 이 질문에 대한 프로토콜 절차는 Comm-B 예약이 활성화되었는지를 나타내는 B-타이머의 상태에 따라 결정된다. 이 타이머는 T_R 초 동안 실행된다.

주 1.- T_R 값은 3.1.2.10.3.9에 제시되어 있다.

a) B-타이머가 실행되지 않는 경우 트랜스폰더는 다음 방법으로 요청 질문기에게 예약을 허가해야 한다:

1) Comm-B II로서 질문의 IIS를 저장

2) B-타이머 작동 시작

전송 대기 중인 항공기 개시 Comm-B 메시지가 존재하고, 요청 질문 내에 $RR = 16$, $DI = 1$, $MBS = 1$ 조건이 모두 포함되어 있으며, IIS 값이 0이 아닌 경우가 아니라면, 트랜스폰더는 다중사이트 Comm-B 예약을 허가해서는 안 된다.

b) B-타이머가 실행 중이고 질문의 IIS가 Comm-B II와 같을 경우 트랜스폰더는 B-타이머를 재시작해야 한다.

c) B-타이머가 실행 중이고 질문의 IIS가 Comm-B II와 동일하지 않을 경우 Comm-B II 또는 B-타이머에 변경이 없어야 한다.

주 2.- c) 예약 요청이 거부된 경우.

3.1.2.6.11.3.2.1.2 각 경우 트랜스폰더는 MB 필드에 Comm-B 메시지로 응답해야 한다.

3.1.2.6.11.3.2.1.3 질문기는 UM 필드의 코딩을 통해 해당 메시지의 예약 사이트인지 여부를 결정해야 한다. 해당 사이트가 예약 사이트인 경우 후속 질문에서 해당 메시지를 종료하려고 시도해야 한다. 해당 사이트가 예약 사이트가 아닌 경우 해당 메시지를 종료하려고 시도하지 않아야 한다.

3.1.2.6.11.3.2.2 다중사이트 지향 Comm-B 전송. 항공기 개시 Comm-B 메시지를 특정 질문기에 전달하기 위해 다중사이트 Comm-B 프로토콜을 사용해야 한다. B-타이머가 실행되고 있지 않을 때는 원하는 목적지의 질문기 식별자를 Comm-B II로 저장해야 한다. 동시에 B-타이머가 시작되고 DR 코드가 1로 설정되어야 한다. 다중사이트 지향 Comm-B 메시지의 경우 B-타이머는 자동으로 시간 초과되지 않고 다음 시간까지 계속 실행되어야 한다:

a) 메시지가 예약된 사이트에 의해 읽혀지고 종료된다.

b) 메시지가 취소된다(3.1.2.10.5.4). 데이터 링크 항전 장치.

주 - 3.1.2.6.5.3 및 3.1.2.6.11.3.2.1의 프로토콜 절차에 따라 해당 메시지가 예약 지상국으로 최종 전달된다. 다만, 해당 예약 지상국으로의 메시지 전달이 정상적으로 완료될 수 없는 경우 데이터 링크 항전 장치가 메시지를 취소할 수 있다.

3.1.2.6.11.3.2.3 다중사이트 Comm-B 종료. 질문기는 다음을 포함하는 감시 또는 Comm-A 질문을 전송하여 다중사이트 항공기 개시 Comm-B를 종료해야 한다:

어느 하나 DI = 1
 IIS = 할당된 질문기 식별자
 MBS = 2 (Comm-B 종료)

또는 DI = 0, 1 또는 7
 IIS = 할당된 질문기 식별자
 PC = 4 (Comm-B 종료)

트랜스폰더는 질문의 IIS를 Comm-B II와 비교해야 하며, 질문기 식별자가 일치하지 않는 경우 메시지를 지우지 않아야 하며, Comm-B II, B-타이머, DR 코드의 상태를 변경하지 않아야 한다. 질문기 식별자가 일치하는 경우, 트랜스폰더는 Comm-B II를 0으로 설정하고, B-타이머를

재설정하고, 이 메시지에 대한 DR 코드를 지운 후 메시지 자체를 지워야 한다. 예약된 사이트에서 최소한 한 번 읽힌 경우를 제외하고는, 트랜스폰더는 다중사이트 항공기 개시 Comm-B 메시지를 종료하지 않아야 한다.

3.1.2.6.11.3.2.4 Comm-B 예약의 자동 만료. 다중사이트 종료가 완료되기 전에 B-타이머 기간이 만료되면 Comm-B II를 0으로 설정하고 B-타이머를 재설정해야 하며, 트랜스폰더에 의해 Comm-B 메시지와 DR 필드가 지워지지 않아야 한다.

주.- 이렇게 하면 다른 사이트에서 이 메시지를 읽고 지울 수 있다.

3.1.2.6.11.3.3 비선택적 항공기 개시 Comm-B에 대한 추가 프로토콜

주 .- 다중사이트 프로토콜이 필요하지 않은 경우(즉, 지대지 통신을 통한 중복 통달거리 또는 센서 조정 없음), 비선택적 항공기 개시 Comm-B 프로토콜을 사용할 수 있다.

3.1.2.6.11.3.3.1 메시지 전송. 질문기는 감시 또는 Comm-A 질문에서 RR이 16이고 DI가 7이 아니거나 RR이 16이고 DI가 7이며 RRS가 0인 경우를 전송하여 메시지를 추출해야 한다.

3.1.2.6.11.3.3.2 Comm-B 종료. 질문기는 PC가 4(Comm-B 종료)와 동일하게 전송하여 비선택적 항공기 개시 Comm-B 메시지를 종료해야 한다. 이 명령을 수신한 트랜스폰더는 B-타이머가 실행 중이 아닌 한 종료를 수행해야 한다. B-타이머가 실행 중이며 다중사이트 예약이 유효하다는 것을 나타내는 종료는 3.1.2.6.11.3.2.3에 따라 수행해야 한다. 트랜스폰더는 비선택적 프로토콜을 사용한 질문에 의해 적어도 한 번 읽혀지지 않는 한 비선택적 항공기 개시 Comm-B 메시지를 종료해서는 안 된다.

3.1.2.6.11.3.4 향상된 항공기 개시 Comm-B 프로토콜

주.- 향상된 항공기 개시 Comm-B 프로토콜은 각 II 코드당 하나씩 최대 16개의 질문기가 항공기 개시 Comm-B 메시지를 병렬로 전달할 수 있도록 하여 더 높은 데이터 링크 용량을 제공한다. 다중사이트 Comm-B 예약 없이도 다음을 위한 질문기를 위한 중복 통달범위에서 운영이 가능하다. 향상된 항공기 개시 Comm-B 프로토콜. 프로토콜은 완전하다. 표준 다중사이트 프로토콜을 준수하므로 향상된 프로토콜에 장착되지 않은 질문기와 호환된다.

3.1.2.6.11.3.4.1 트랜스폰더는 16개의 II 코드 각각에 대하여 2개 이상의 메시지, 즉 (1) 항공기 개시 또는 다중사이트 지향 Comm-B 메시지 및 (2) GICB 레지스터 2부터 4까지의 내용을 저장할 수 있어야 한다.

3.1.2.6.11.3.4.2 향상된 다중사이트 항공기 개시 Comm-B 프로토콜

3.1.2.6.11.3.4.2.1 개시. 트랜스폰더에 입력된 항공기 개시 Comm-B 메시지는 II = 0에 할당된 레지스터에 저장되어야 한다.

3.1.2.6.11.3.4.2.2 공지와 추출. 대기 중인 항공기 개시 Comm-B 메시지는 다중사이트 지향

(directed) Comm-B 메시지가 대기 중에 있지 않은 모든 질문기에 대한 응답의 DR 필드에 공지되어야 한다. 공지 응답의 UM 필드는 메시지가 II 코드를 위해 예약되지 않음을 나타내야 한다. 즉, IIS 하위필드는 0으로 설정하여야 한다. 이 메시지의 해독 명령이 주어진 질문기로부터 수신되었을 때, 메시지에 포함하고 있는 응답은 메시지가 질문기로부터의 질문에 포함된 II 코드를 위하여 예약되었다는 것을 표시하는 IIS 하위필드 내용을 포함하여야 하며, 판독이후 종료(closeout)될 때까지, 메시지는 계속해서 해당 II 코드로 할당되어야 한다. 메시지가 일단 특정 II 코드로 할당되면 이 메시지의 공지가 더 이상 다른 II 코드를 가진 질문기에 대한 응답을 하지 않도록 하여야 하고, 메시지가 B 타이머 기간동안 할당된 질문기에 의하여 종료(closeout)되지 않은 경우에 메시지는 다중 사이트 항공기 개시 상태로 다시 전환하여야 하며, 처리를 반복하여야 하고, 단지 한 개의 다중사이트 항공기 개시 Comm-B 메시지가 일시에 진행되도록 하여야 한다.

3.1.2.6.11.3.4.2.3 종료. 다중사이트 항공기 개시 메시지에 대한 종료는 메시지를 전달하기 위해 현재 할당된 질문기로부터만 수락되어야 한다.

3.1.2.6.11.3.4.2.4 다음 메시지 대기 알림. DR 필드는 할당되지 않은 항공기 개시 메시지가 대기 중이고 II 코드에 할당되지 않은 경우 또는 다중사이트 지향 메시지가 해당 II 코드(3.1.2.6.11.3.4.3)를 기다리는 경우 Comm-B 종료를 포함하는 질문에 대한 응답에서 대기 중인 메시지를 표시해야 한다.

3.1.2.6.11.3.4.3 향상된 다중사이트 지향 Comm-B 프로토콜

3.1.2.6.11.3.4.3.1 개시. 다중사이트 지시 메시지가 트랜스폰더에 입력될 때, 메시지에 대해 지정 규정된 II 코드에 할당된 Comm-B 레지스터에 배치되어야 한다. 이 II 코드에 대한 레지스터가 이미 점유된 경우, (즉, 다중사이트 지시 메시지가 이 II 코드에 대해 이미 처리 중인 경우) 새로운 메시지는 해당 II 코드와의 현재 트랜잭션이 종료될 때까지 대기되어야 한다.

3.1.2.6.11.3.4.3.2 공지. Comm-B 메시지 대기 전송의 공지는 3.1.2.6.5.2에 규정된 DR 필드를 사용하여, 다음에 3.1.2.6.5.3.2에 규정된 IIS 하위필드에 포함된 목적지 질문기 II 코드를 사용해야 한다. DR 필드 및 IIS 하위필드 내용은 응답을 수신할 질문기를 위해 구체적으로 설정되어야 한다. 대기 중인 다중사이트 지향 메시지는 의도된 질문기에 대한 응답에서만 공지되어야 한다. 다른 질문기에 대한 응답에서는 공지되지 않아야 한다.

주 1.- 다중사이트 지향 메시지가 II = 2를 기다리고 있는 경우 해당 질문기에 대한 감시 응답에는 DR = 1 및 IIS = 2가 포함된다. 이 메시지만 처리 중인 경우 다른 모든 질문기에 대한 응답에는 대기 중인 메시지가 없음이 표시된다.

주 2.- 이러한 형태의 공지는 병렬 동작을 허용하는 것 외에도 더 큰 수준의 다운링크 ELM 공지를 가능하게 한다. 다운링크 ELM 및 Comm-B에 대한 공지는 DR 필드를 공유한다. 코딩 제한으로 인해 한 번에 하나의 공지만 발생할 수 있다. Comm-B 및 다운링크 ELM이 모두 대기 중인 경우, 공지 우선권이 Comm-B에 부여된다. 위 예에서, 공중 지향 Comm-B가 II = 2를 기다리고 있고 다중사이트 지향 다운링크 ELM이 II = 6을 기다리고 있는 경우, 대기 중인 다운링크 ELM의 공지를 차단하기 위해 II = 6에 대한 Comm-B 공지가 없을 것이므로, 두 질

문기는 첫 번째 스캔에서 각각의 공지를 볼 것이다.

3.1.2.6.11.3.4.3.3 종료. 종료는 3.1.2.6.11.3.2.3에 규정된 대로 이루어져야 한다.

3.1.2.6.11.3.4.3.4 다음 메시지 대기의 공지. DR 필드는 다른 다중사이트 지시 메시지가 해당 II 코드를 기다리고 있거나 항공기 개시 메시지가 대기 중이고 II 코드에 할당되지 않은 경우 Comm-B 종료를 포함하는 질문에 대한 응답에서 대기 중인 메시지를 표시해야 한다.(3.1.2.6.11.3.4.2.4 참조)

3.1.2.6.11.3.4.4 강화된 비선택적 Comm-B 프로토콜. 비선택적 Comm-B 메시지의 가용성은 모든 질문기에게 공지되어야 한다. 그렇지 않은 경우, 프로토콜은 3.1.2.6.11.3.3에 규정된 바와 같아야 한다.

3.1.2.6.11.4 Comm-B 방송

주 1.- 모든 활성 질문기에게 범위 내에서 Comm-B 메시지를 방송할 수 있다. 메시지에는 1과 2의 번호가 번갈아 붙으며 18초 후에 자동 취소된다. 질문기는 Comm-B 방송 메시지를 취소할 수단이 없다.

주 2.- Comm-B 방송의 사용은 후속 지상개시 업링크 응답이 필요 없는 정보 전송으로 제한된다.

주 3.- Comm-B 방송 주기에 사용되는 타이머는 Comm-B 다중사이트 프로토콜에 사용되는 타이머와 동일하다.

주 4.- Comm-B 방송을 위한 데이터 형식은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항 (Doc 9871)에 규정되어 있다.

3.1.2.6.11.4.1 개시

3.1.2.6.11.4.1.1 Comm-B 방송 주기는 다음과 같이 시작해야 한다:

a) Comm-B 버퍼에 방송 메시지 로딩;

b) 현재 Comm-B 메시지를 위한 B-타이머 시작;

주.- 전송 대기 중인 Comm-B 메시지가 둘 이상인 경우, 타이머는 메시지가 현재 Comm-B 방송이 될 때에만 시작된다.

c) ACAS 정보를 사용할 수 없는 경우 DF 4, 5, 20 또는 21, ACAS 정보를 사용할 수 있는 경우 DR 코드 6 또는 7로 향후 응답에 삽입하기 위해 DR 코드 4 또는 5(3.1.2.6.5.2 참조)를 선택한다.

3.1.2.6.11.4.1.2 DR 필드는 트랜스폰더에 의해 새로운 Comm-B 방송 메시지가 개시될 때마다 다음 값으로 변경되어야 한다.

주.- DR 값의 변경은 질문기가 새로운 Comm-B 방송 메시지가 발표되었음을 감지하고 새로운 Comm-B 메시지를 추출하기 위해 사용된다.

3.1.2.6.11.4.1.3 Comm-B 방송 주기는 항공기 개시 Comm-B 메시지가 전송되기를 대기하는 동안에는 개시되지 않아야 한다.

3.1.2.6.11.4.1.4 새로운 Comm-B 방송 주기는 현재 Comm-B 방송 주기를 중단해서는 안된다.

3.1.2.6.11.4.2 추출

3.1.2.6.11.4.2.1 방송 메시지를 추출하기 위하여 질문기는 후속 질문에서 RR을 16으로 하고 DI를 3 또는 7이 아닌 값으로 설정하거나, RR을 16으로 하고 DI를 3 또는 7로 하되 RRS를 0으로 설정하여 송신하여야 한다.

3.1.2.6.11.4.2.2 Mode S 응답의 위상 오버레이를 지원하는 장비의 경우, PD 메시지 비트 1부터 204까지에는 방송되는 레지스터에 대하여 3.1.2.6.11.2.6에 규정된 데이터를 포함하여야 하며, 그 밖의 방송채널에 대해서는 모두 ZERO로 설정하여야 한다.

3.1.2.6.11.4.3 만료. B-타이머 기간이 만료되면 트랜스폰더는 이 메시지에 대한 DR 코드를 삭제하고 현재 방송 메시지를 폐기하고 다음 Comm-B 방송에 대비하여 방송 메시지 번호(1에서 2 또는 2에서 1로)를 변경해야 한다.

3.1.2.6.11.4.4 중단. Comm-B 방송 주기가 항공기 개시 Comm-B 메시지의 전달을 지연시키지 않도록하기 위해, 항공기 개시 Comm-B가 Comm-B 방송 주기를 중단할 수 있도록 조치가 필요하다. 방송 주기가 중단되면 B-타이머가 재설정되고, 중단된 방송 메시지가 유지되며 메시지 번호가 변경되지 않는다. 중단된 방송 메시지의 전달은 항공기 개시 Comm-B 트랜잭션이 없을 때 다시 시작되어야 한다. 그러면 해당 메시지가 B-타이머의 전체 기간 동안 방송될 것이다.

3.1.2.6.11.4.5 강화된 방송 Comm-B 프로토콜. II 코드를 사용하여 모든 질문기에게 방송 Comm-B 메시지를 공지해야 한다. 메시지는 각 II 코드에 대해 B-타이머 기간 동안 활성 상태를 유지해야 한다. 3.1.2.6.11.4.4에 규정된 비방송 Comm-B에 의한 방송 중단 조항은 각 II 코드에 대해 별도로 적용되어야 한다. 모든 II 코드에 대해 B-타이머 기간을 달성한 경우, 방송 메시지는 3.1.2.6.11.4.3에 규정된 대로 자동으로 삭제되어야 한다. 현재 방송이 삭제될 때까지 새로운 방송 메시지를 개시할 수 없다.

주.- 방송 메시지 중단은 각 II 코드에 대해 독립적으로 발생하기 때문에, 방송 메시지 시간 초과는 다른 II 코드에 대해 다른 시간에 발생할 수 있다.

3.1.2.6.11.4.6 전송 대기 중인 Comm-B 메시지의 관리. 대기 중인 Comm-B 방송 메시지의 내용이 갱신된 경우, 현재의 Comm-B 방송이 종료되면 각 다운링크 방송 식별자별로 가장 최근의

값만을 유지하여 방송하여야 한다.

주 .- 다운링크 방송 식별자는 Mode S 서비스 및 확장 스퀘터에 대한 기술 조항(Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter, Doc 9871)에 정의되어 있다.

3.1.2.7 확장된 길이 통신 처리

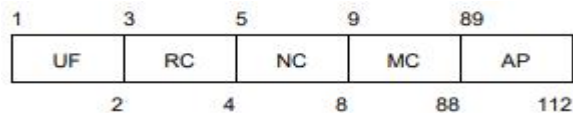
주 1.- 긴 메시지는 업링크 또는 다운링크에서 각각 Comm-C (UF = 24) 및 Comm-D (DF = 24) 형식을 사용하여 ELM (Extended Length Message) 프로토콜에 의해 전송될 수 있다. ELM 업링크 프로토콜은 트랜스폰더로부터의 응답을 요구하기 전에 최대 16개의 80비트 메시지 세그먼트의 업링크 상에서의 전송을 제공한다. 그들은 또한 다운링크 상에서 대응하는 절차를 허용한다.

주 2.- 중복되는 질문기 통달범위의 일부 영역에서는 지상 통신을 통한 질문기 활동을 조정하기 위한 수단이 없을 수 있다. 그러나 ELM 통신 프로토콜은 완료를 위해 두 개 이상의 트랜잭션을 필요로 한다. 따라서 서로 다른 메시지의 세그먼트가 서로 뒤섞이지 않도록 보장하고 처리가 잘못된 질문기에 의해 의도치 않게 종료되지 않도록 조정해야 한다. 이는 다중사이트 통신 프로토콜을 사용하거나 향상된 ELM 프로토콜을 사용하여 달성할 수 있다.

주 3.- 다운링크 확장 길이 메시지는 질문기의 승인 후에만 전송된다. 전송할 세그먼트는 Comm-D 응답에 포함된다. 항공기 개시 Comm-B 메시지와 마찬가지로, 다운링크 ELM은 모든 질문기에게 공지되거나 특정 질문기에게 지시된다. 전자의 경우 개별 질문기가 다중사이트 프로토콜을 사용하여 다운링크 ELM 처리를 종료하는 기능을 예약할 수 있다. ELM 처리를 위해 트랜스폰더를 예약한 질문기를 식별하도록 트랜스폰더가 지시될 수 있다. 해당 질문기만이 ELM 처리 및 예약을 종료할 수 있다.

주 4.- 질문기가 지상 통신을 통해 통신 활동을 조정하지 않는 한, 다중사이트 프로토콜과 비선택 프로토콜은 중복되는 질문기 통달범위 영역에서 동시에 사용할 수 없다.

3.1.2.7.1 COMM-C, 업링크 형식 24



이 질문의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다:

필드	관련 조항
업링크 형식(UF)	<u>3.1.2.3.2.1.1</u>
응답제어(RC)	<u>3.1.2.7.1.1</u>
C 세그먼트 번호(NC)	<u>3.1.2.7.1.2</u>
메시지 Comm-C(MC)	<u>3.1.2.7.1.3</u>
주소/패리티(AP)	<u>3.1.2.3.2.1.3</u>

3.1.2.7.1.1 RC(Reply control : 응답제어). 이 2비트(3-4) 업링크 필드는 세그먼트 유의성 및 응답 결정을 지정해야 한다.

코딩	
RC	= 0은 MC에서 업링크 ELM 초기 세그먼트를 의미
	= 1은 MC에서 업링크 ELM 중간 세그먼트를 의미
	= 2는 MC에서 업링크 ELM 최종 세그먼트를 의미
	= 3은 다운링크 ELM 전송(3.1.2.7.7.2)에 대한 요청을 의미 (3.1.2.7.7.2)

3.1.2.7.1.2 NC(Number of C-segment : C-segment의 번호). 이 4비트 (5-8) 업링크 필드는 MC (3.1.2.7.4.2.1)에 포함된 메시지 세그먼트의 번호를 지정해야 하며, NC는 이진수로 코딩해야 한다.

3.1.2.7.1.3 MC(Message, Comm-C : 메시지, Comm-C). 이 80비트 (9-88) 업링크 필드는 다음을 포함해야 한다:

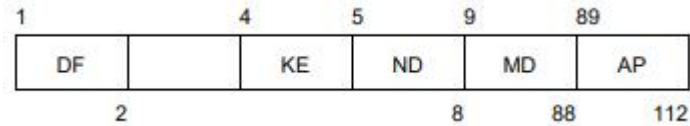
- a) 4비트 (9-12) IIS 하위필드를 포함하는 트랜스폰더로 업링크 ELM을 전송하는 데 사용되는 시퀀스의 세그먼트 중 하나; 또는
- b) 다운링크 ELM, 16비트 (9-24) SRS 하위필드 (3.1.2.7.7.2.1) 및 4비트 (25-28) IIS 하위 필드의 제어 코드.

주.- 메시지 내용과 코드는 3.1.2.7.7.2.1을 제외하고는 이 장에 포함되지 않는다.

3.1.2.7.2 UF24에 대한 질문-응답 프로토콜

주.- 위 형식에 대한 질문-응답 조정은 표 3-5(3.1.2.4.1.3.2.2)에 설명된 프로토콜을 따른다.

3.1.2.7.3 COMM-D, 다운링크 형식 24



이 응답 형식은 다음의 필드들로 구성되어야 한다.

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	<u>3.1.2.3.2.1.2</u>
예비 - 1비트	
KE제어, ELM	<u>3.1.2.7.3.1</u>
D 세그먼트의 번호(ND)	<u>3.1.2.7.3.2</u>
메시지, Comm-D(MD)	<u>3.1.2.7.3.3</u>
주소/패리티(AP)	<u>3.1.2.3.2.1.3</u>

3.1.2.7.3.1 KE(Control, ELM). 이 1비트(4)의 다운링크 필드는 ND 및 MD 필드의 내용을 정의하여야 한다.

코딩	
KE =	0은 다운링크 ELM 전송을 의미
	1은 업링크 ELM 확인을 의미

3.1.2.7.3.2 ND(Number of D-segment : D-segment의 번호). 이 4비트 (5-8) 다운링크 필드는 MD (3.1.2.7.7.2)에 포함된 메시지 세그먼트의 번호를 지정해야 하며, ND는 이진수로 코딩되어야 한다.

3.1.2.7.3.3 MD(Message, Comm-D : 메시지, Comm-D). 이 80비트 (9-88) 다운링크 필드는 다음을 포함해야 한다:

- a) 질문기에게 다운링크 ELM을 전송하는 데 사용되는 시퀀스의 세그먼트 중 하나; 또는
- b) 업링크 ELM의 제어 코드

3.1.2.7.4 다중사이트 업링크 ELM 프로토콜

3.1.2.7.4.1 다중사이트 업링크 ELM 예약. 조회자는 다음을 포함하는 감시 또는 Comm-A 조회를 전송하여 업링크 ELM 예약을 요청하여야 한다:

DI	= 1
IIS	= 할당된 질문기 식별자
MBS	= 1 또는 5 (업링크 ELM 예약 요청)

주.- 다중사이트 업링크 ELM 예약 요청은 일반적으로 업링크 ELM 예약 상태 요청(RSS = 2)을 동반한다. 그러면 예약된 사이트의 질문기 식별자가 응답의 UM 필드에 삽입된다.

3.1.2.7.4.1.1 이 질문에 대한 프로토콜 절차는 업링크 ELM 예약이 활성화되어 경우에 표시하는 C-타이머의 상태에 따라 결정되어야 한다. 이 타이머는 T_R 초 동안 실행되어야 한다.

주 1.- T_R 값은 3.1.2.10.3.9에 제시되어 있다.

a) C-타이머가 작동하지 않는 경우에 트랜스폰더는 다음 각호에 의하여 요청하는 질문기에 대하여 예약을 보장하여야 한다.

1) Comm-C II로서 질문의 IIS를 저장

2) C-타이머 작동 시작

b) C-타이머가 실행 중이고 질문의 IIS가 Comm-C II와 같을 경우 트랜스폰더는 C-타이머를 재시작해야 한다.

c) C-타이머가 실행 중이고 질문의 IIS가 Comm-C II와 동일하지 않을 경우 Comm-C II 또는 C-타이머에 변경이 없어야 한다.

주 2.- c) 예약 요청이 거부된 경우.

3.1.2.7.4.1.2 질문기는 동일한 스캔 동안 업링크 ELM 상태 보고를 요청한 후 UM 필드의 업링크 ELM을 위한 예약 질문기로서 자신의 질문기 식별자를 수신하지 않는 한 ELM 활동을 시작할 수 없다.

주.- 예약과 동일한 검색 중에 ELM 작업이 시작되지 않으면 다음 검색 중에 새로운 예약 요청이 이루어질 수 있다.

3.1.2.7.4.1.3 현재 스캔에서 업링크 ELM 전송이 완료되지 않은 경우, 질문기는 이어지는 스캔(Scan) 상에서 추가 세그먼트를 전달하기 이전에 아직도 예약하고 있다는 것을 보장하여야 한다.

3.1.2.7.4.2 다중사이트 업링크 ELM 제공. 업링크 ELM의 최소 길이는 2 세그먼트가 되어야 하며 최대 길이는 16 세그먼트가 되어야 한다.

3.1.2.7.4.2.1 초기 세그먼트 전송. 질문기는 RC를 포함하는 Comm-C 전송에 의해 n-세그먼트 메시지(0부터 n-1까지의 NC 값)에 대한 ELM 업링크 전송을 시작해야 한다. MC 필드에서 전송

되는 메시지 세그먼트는 메시지의 마지막 세그먼트이며 NC는 n-1이어야 한다.

초기화 세그먼트(RC = 0)를 수신한 트랜스폰더는 다음과 같이 정의된 "설정"을 설정해야 한다:

- a) 이전 세그먼트 저장 레지스터의 내용과 번호 및 연관된 TAS 필드의 제거
- b) 이 질문의 NC내에 공고된 세그먼트의 번호를 저장하는 저장공간 할당
- c) 수신된 세그먼트의 MC 필드를 저장

트랜스폰더는 이 질문에 대하여 응답을 하여서는 아니되며, 다른 초기화중인 세그먼트의 수신은 트랜스폰더내에서 새로운 setup에 대한 결과이어야 한다.

3.1.2.7.4.2.2 전송 인식. 트랜스폰더는 업링크 ELM 시퀀스에서 지금까지 수신된 세그먼트들을 보고하기 위해 TAS 하위필드를 사용해야 하며, 세그먼트들이 수신될 때 TAS 하위필드에 포함된 정보는 트랜스폰더에 의해 갱신되어야 한다.

주.- 업링크 전송에서 손실된 세그먼트는 TAS 보고서에 없는 세그먼트로 표시되며, 질의자가 재전송하며, 질의자는 메시지 완료 정도를 평가하기 위해 추가로 최종 세그먼트를 전송한다.

3.1.2.7.4.2.2.1 TAS, MD 내 전송 인식 하위필드. 이 16비트(17-32) 다운링크 하위필드는 업링크 ELM 시퀀스에서 지금까지 수신된 세그먼트의 번호를 보고하여야 하며, 세그먼트 번호가 0을 나타내는 비트 17를 시작으로 대응하는 수열의 세그먼트가 수신되는 경우에 다음에 오는 각각의 비트는 1로 설정되어야 하고, 같은 응답에서 KE=1인 경우에 MD내에서 TAS가 나타나야 한다.

3.1.2.7.4.2.3 중간 세그먼트 전송. 질문기는 RC가 1인 Comm-C 문의를 전송하여 중간 세그먼트를 전송해야 한다. 트랜스폰더는 3.1.2.7.4.2.1의 설정이 유효하고 수신된 NC가 초기 세그먼트 수신 시 저장된 값보다 작을 경우에만 세그먼트를 저장하고 TAS를 업데이트해야 한다. 중간 세그먼트 수신 시 응답이 발생하지 않아야 한다.

주 - 중간 세그먼트는 순서에 상관없이 전송될 수 있다.

3.1.2.7.4.2.4 최종 세그먼트 전송. 질문기는 RC=2을 가진 Comm-C 질문을 전송하여 마지막 세그먼트를 전송하여야 한다. 트랜스폰더는 3.1.2.7.4.2.1의 설정이 유효하고 수신된 NC가 초기 세그먼트 NC의 값보다 작을 경우 MC 필드의 내용을 저장하고 TAS를 업데이트해야 한다. 트랜스폰더는 모든 상황에서 3.1.2.7.4.5에 따라 응답해야 한다.

주 1.- 이 마지막 세그먼트 전송 질문은 모든 메시지 세그먼트를 포함할 수 있다.

주 2.- RC는 질의자가 응답에서 TAS 하위필드를 수신하고자 할 때마다 전송된다. 따라서, 업링크

크 ELM의 전송 동안 둘 이상의 "최종" 세그먼트가 전송될 수 있다.

3.1.2.7.4.2.5 확인 응답. 마지막 세그먼트를 수신할 때 트랜스폰더는 KE=1과 MD필트내에 TAS 하위필드를 가진 Comm-D 응답(DF=24)을 전송하여야 하며, 이 응답은 마지막 세그먼트가 전송하는 질문의 동기 위상 반전 다음의 $128\mu s \pm 0.25\mu s$ 에 전송되어야 한다.

3.1.2.7.4.2.6 완료된 메시지. 초기화 세그먼트에서 NC가 발표한 모든 세그먼트가 수신된 경우 트랜스폰더는 메시지가 완료된 것으로 간주해야 한다. 메시지가 완료된 경우, 메시지 내용은 3.1.2.10.5.2.1.3의 ELM 인터페이스를 통해 외부로 전달되고 삭제되어야 한다. 이후 도착하는 세그먼트는 저장되지 않는다. TAS 내용은 새로운 설정이 요청될 때(3.1.2.7.4.2.1) 또는 종료될 때(3.1.2.7.4.2.8)까지 변경되지 않아야 한다.

3.1.2.7.4.2.7 C 타이머 재 작동. C 타이머는 수신된 세그먼트가 저장되고 Comm-C II가 0이 아닌 각 시간에 작동되어야 한다.

주.- Comm-C II 요구사항이 0이 아닌 경우에는 비선택적 업링크 ELM 트랜잭션 중에 C-타이머가 다시 시작되는 것을 방지한다.

3.1.2.7.4.2.8 다중사이트 업링크 종료. 질문기는 감시 또는 다음을 포함하는 Comm-A 질문 중 하나의 질문을 전송하여 다중사이트 업링크 ELM을 종료(closeout)하여야 한다.

DI = 1

IIS = 할당된 질문기 식별자

MES = 2, 6 또는 7(업링크 ELM 종료)

또는

DI = 0, 1 또는 7

IIS = 할당된 질문기 식별자

PC = 5(업링크 ELM 종료)

트랜스폰더는 질문의 IIS와 Comm-C II를 비교하여야 하며, 질문기 식별자가 맞지 않는 경우에 ELM 업링크 처리의 상태는 변경되지 않아야 하고, 질문기 식별자가 맞는 경우에 트랜스폰더는 Comm-C II를 0으로 설정하여야 하며, C 타이머를 재 설정하여야 하고, 저장된 TAS를 제거하여야 하며, 완료되지 않은 메시지의 저장된 세그먼트를 버려야 한다.

3.1.2.7.4.2.9 자동 다중사이트 업링크 ELM 종료. 다중사이트 종료가 완료되기 전에 C-타이머 기간이 만료되는 경우 3.1.2.7.4.2.8에 설명된 종료 조치는 트랜스폰더에 의해 자동으로 개시되어야 한다.

3.1.2.7.5 비 선택(Non-selective) 업링크 ELM

주.- 다중사이트 프로토콜이 필요하지 않은 경우(예: 중첩 통달범위 또는 지대지 통신을 통한 센서 조정 없음), 비선택적 업링크 ELM 프로토콜이 사용될 수 있다.

비선택적 업링크 ELM 전송은 3.1.2.7.4.2에 설명된 다중사이트 업링크 ELM과 마찬가지로 수행되어야 한다. 질문기는 감시 또는 Comm-A 질문에서 PC가 5와 동일하게 전송하여 업링크 ELM을 종료해야 한다. 이 명령을 수신한 트랜스폰더는 C-타이머가 실행되고 있지 않는 한 종료를 수행해야 한다. C-타이머가 실행 중이고 다중사이트 예약이 유효하다는 것을 나타내는 종료는 3.1.2.7.4.8에 따라 완료되지 않은 메시지가 완료되면 종료가 취소되어야 한다.

3.1.2.7.6 향상된 업링크 ELM 프로토콜

주.- 향상된 업링크 ELM 프로토콜은 II 코드마다 하나씩 최대 16개의 질문기가 업링크 ELM 메시지를 병렬로 전달할 수 있도록 하여 더 높은 데이터 링크 용량을 제공한다. 향상된 업링크 ELM 프로토콜에 장착된 질문기를 위한 중첩 통달범위 영역에서 다중사이트 업링크 ELM 예약 없이 작동이 가능하다. 프로토콜은 표준 다중사이트 프로토콜을 완전히 준수하므로 향상된 프로토콜에 장착되지 않은 질문기와 호환된다.

3.1.2.7.6.1 일반

3.1.2.7.6.1.1 질문기는 데이터링크 성능 보고서에서 트랜스폰더가 향상된 프로토콜을 지원하는지 여부를 결정해야 한다. 질문기와 트랜스폰더가 모두 향상된 프로토콜을 지원하지 않는 경우 3.1.2.7.4.1에 규정된 다중사이트 예약 프로토콜을 사용해야 한다.

주.- 향상된 프로토콜이 지원되는 경우 다중사이트 프로토콜을 사용하여 전달되는 업링크 ELM은 사전 예약 없이 전달될 수 있다.

3.1.2.7.6.1.2 권고 - 트랜스폰더와 질문기가 향상된 프로토콜을 위해 장착된 경우, 질문기는 향상된 업링크 프로토콜을 사용할 수 있다.

3.1.2.7.6.1.3 트랜스폰더는 16개의 II 코드 각각에 대해 16 세그먼트 메시지를 저장할 수 있어야 한다.

3.1.2.7.6.2 예약 처리. 트랜스폰더는 3.1.2.7.4.1에 규정된 각 II 코드에 대한 예약 처리를 지원해야 한다.

주 1.- 향상된 프로토콜을 지원하지 않는 질문기의 경우 예약 처리가 필요하다.

주 2.- 트랜스폰더는 16개의 모든 II 코드에 대해 동시 업링크 ELM을 처리할 수 있으므로 예약이 항상 허용된다.

3.1.2.7.6.3 향상된 업링크 ELM 전달 및 종료. 트랜스폰더는 II 코드에 의해 수신된 세그먼트들을 별도로 처리해야 한다. II 코드의 각 값에 대해 업링크 ELM 전달 및 종료는 3.1.2.7.4.2에 규정된 바와 같이 수행되어야 한다. 단, 기술적 확인을 전송하기 위해 사용되는 MD 필드는 4 비트 (33-36) IIS 하위필드도 포함해야 한다.

주.- 질문기는 기술 확인서에 포함된 II 코드를 사용하여 올바른 기술 확인서를 받았는지

확인할 수 있다.

3.1.2.7.7 다중사이트 다운링크 ELM 프로토콜

3.1.2.7.7.1 초기화. 트랜스폰더는 감시 또는 Comm-B 응답의 DR 필드에 삽입할 수 있도록 10진수 값 $15 + n$ 에 해당하는 이진 코드를 사용하여 n 개 세그먼트의 다운링크 ELM의 존재를 알려야 한다. DR는 4, 5, 20, 21이다. ELM이 종료될 때까지 활성 상태로 유지되어야 한다 (3.1.2.7.7.3, 3.1.2.7.8.1).

3.1.2.7.7.1.1 다중사이트 다운링크 ELM 예약. 질문기는 감시 또는 다음을 포함하는 Comm-A 질문을 전송하여 다운링크 ELM의 추출을 위한 예약을 요청하여야 한다.

DI = 1

IIS = 할당된 질문기 식별자

MES = 3 또는 6(다운링크 ELM 예약 요청)

주.- 다중사이트 다운링크 ELM 예약 요청은 일반적으로 다운링크 ELM 예약 상태 요청(RSS = 3)을 동반한다. 이로 인해 예약된 질문기 식별자가 응답의 UM 필드에 삽입된다.

3.1.2.7.7.1.1.1 이 질문에 응하는 프로토콜 절차는 다운링크 ELM 예약이 활성화되는 경우에 표시하는 D 타이머의 상태에 따라야 하며, 이 타이머는 T_R 초 동안 작동하여야 한다.

주 1.- T_R 값은 3.1.2.10.3.9에 제시되어 있다.

a) D 타이머가 작동하지 않는 경우에 트랜스폰더는 다음 각호에 의하여 요청하는 질문기에 대하여 예약을 보장하여야 한다.

1) Comm-D II로서 질문의 IIS를 저장

2) D 타이머 작동 시작

다중사이트 다운링크 ELM 예약은 다운링크 ELM이 전송 대기중에 있지 않은 한 트랜스폰더에 의하여 보장되지 않아야 한다.

b) D 타이머가 작동중이고 질문의 IIS가 Comm-D II와 같을 경우에 트랜스폰더는 D 타이머를 재 작동하여야 한다.

c) D 타이머가 작동중이고 질문의 IIS가 Comm-D II와 같지 않을 경우에 Comm-D II 또는 D 타이머로 변경되지 않아야 한다.

주 2.- c) 예약 요청이 거부된 경우.

3.1.2.7.7.1.1.2 질문기는 UM 필드내에서 부호화를 통하여 예약된 장소인지, 만일 예약된 장

소라면 다운로드 ELM의 전달을 요청하기 위해 허용되는지를 결정하여야 하며, 그렇지 않다면 ELM 활동은 이 스캔(scan) 동안 시작되지 않아야 한다.

주.- 질문기가 예약된 사이트가 아닌 경우, 다음 검색 중에 새로운 예약 요청이 이루어질 수 있다.

3.1.2.7.7.1.1.3 현재 스캔에서 다운로드 ELM 활동이 완료되지 않은 경우, 질문기는 후속 스캔에서 추가 세그먼트를 요청하기 전에 예약이 남아 있는지 확인해야 한다.

3.1.2.7.7.1.2 다중사이트 지향 다운로드 ELM 전송. 다운로드 ELM 메시지를 특정 질문기에게 전달하기 위해서는 다중사이트 다운로드 ELM 프로토콜을 사용해야 한다. D-타이머가 실행되고 있지 않을 때는 목적지의 질문기 식별자를 Comm-D II로 저장해야 한다. 동시에 D-타이머가 시작되고 DR 코드(3.1.2.7.7.1)가 설정되어야 한다. 다중사이트 지향 다운로드 ELM의 경우 D-타이머는 자동으로 타임아웃되지 않고 다음과 같은 시점까지 실행되어야 한다:

a) 메시지가 예약된 사이트에 의해 읽혀지고 종료된다.

b) 메시지가 취소된다(3.1.2.10.5.4). 데이터 링크 항전 장치).

주.- 그러면 3.1.2.7.7.1 프로토콜이 예약된 사이트로 메시지를 전송하게 된다. 예약된 사이트로 전송할 수 없는 경우 데이터 링크 항전 장치가 메시지를 취소할 수 있다.

3.1.2.7.7.2 다운로드 ELM의 전송. 질문기는 RC=3을 가진 Comm-C를 전송하여 다운로드 ELM을 추출하여야 하며, 이 질문기는 전송될 세그먼트를 지정하는 SRS 하위필드를 실어 보내야 하고, 이 요청이 수신되면 트랜스폰더는 KE=0과 MD내에 세그먼트의 번호에 해당하는 ND를 가진 Comm-D 응답에 대한 수단에 의하여 요청된 세그먼트를 전달하여야 하며, 첫 번째 세그먼트는 요청하는 질문 전달에 대한 동기 위상반전 다음의 $128\mu s \pm 0.25\mu s$ 에 전송되어야 하고, 이어지는 세그먼트는 매 $136\mu s \pm 1\mu s$ 의 속도로 전송되어야 한다. 요청이 다운로드 ELM 세그먼트를 전송하기 위하여 수신되고, 메시지가 대기중이지 않는 경우에, 각 응답 세그먼트는 MD 필드내에 모두 0으로 하여야 한다.

주 1.- 요청된 세그먼트는 순서에 상관없이 전송될 수 있다.

주 2.- 다운로드 전송에서 손실된 세그먼트들은 SRS 하위필드를 운반하는 후속 질문에서 질문기에 의해 다시 요청될 것이다. 이 프로세스는 모든 세그먼트들이 전송될 때까지 반복된다.

3.1.2.7.7.2.1 MC의 SRS(segment request subfield : 세그먼트 요청 하위필드). 이 MC내의 16 비트(9-24) 업링크 하위필드는 다운로드 ELM 세그먼트를 전달하기 위하여 트랜스폰더를 요청하여야 하며, 세그먼트 번호 0을 나타내는 비트 9을 시작으로 대응하는 세그먼트의 전송이 요청되는 경우에 다음에 오는 각 비트들은 1로 설정되어야 하고, 같은 질문에서 RC=3인 경우에 MC내에 SRS가 나타나야 한다.

3.1.2.7.7.2.2 D-타이머 재시작. Comm-D II가 0이 아닌 경우 Comm-D 세그먼트 요청이 수신될 때마다 D-타이머를 재시작해야 한다.

주.- Comm-D II 요구사항이 0이 아닌 경우에는 비선택적 다운링크 ELM 처리 중에 D-타이머가 다시 시작되는 것을 방지한다.

3.1.2.7.7.3 다중사이트 다운링크 ELM 종료. 질문기는 다음을 포함하는 감시 또는 Comm-A 질문을 전송하여 다중사이트 다운링크 ELM을 종료하여야 한다:

DI = 1
IIS = 할당된 질문기 식별자
MES = 4, 5 또는 7 (다운링크 ELM 종료)
또는
DI = 0, 1 또는 7
IIS = 할당된 질문기 식별자
PC = 6 (다운링크 ELM 종료)

트랜스폰더는 문의의 IIS를 Comm-D II와 비교해야 하며 질문기 식별자가 일치하지 않는 경우 다운링크 프로세스의 상태는 변경되지 않는다.

질문기 식별자가 일치하고 전송 요청이 적어도 한 번 이상 준수된 경우 트랜스폰더는 Comm-D II를 0으로 설정하고 D-타이머를 재설정하고 이 메시지의 DR 코드를 삭제하고 메시지 자체를 삭제해야 한다.

다른 다운링크 ELM이 전송 대기 중인 경우, 트랜스폰더는 응답에 다음 메시지의 알림이 포함되도록 DR 코드(Comm-B 메시지가 전송 대기 중인 경우)를 설정하여야 한다.

3.1.2.7.7.4 다운링크 ELM 예약의 자동 만료. 다중사이트 종료가 완료되기 전에 D-타이머 기간이 만료되면 Comm-D II를 0으로 설정하고 D-타이머를 재설정해야 한다. 메시지와 DR 코드는 삭제되지 않아야 한다.

주.- 이렇게 하면 다른 사이트에서 이 메시지를 읽고 지울 수 있다.

3.1.2.7.8 비선택적 다운링크 ELM

주.- 다중사이트 프로토콜이 필요하지 않은 경우(즉, 지대지 통신을 통한 중복 통달범위 또는 센서 조정 없음), 비선택적 다운링크 ELM 프로토콜이 사용될 수 있다.

비선택적 다운링크 ELM 전달은 3.1.2.7.7.2에서 설명한 바와 같이 이루어져야 한다.

3.1.2.7.8.1 비선택적 다운링크 ELM 종료. 질문기는 감시 또는 Comm-A 질문에서 PC가 6(다운링크 ELM 종료)만큼 전송하여 비선택적 다운링크 ELM을 종료해야 한다. 이 명령을 수신하고

전송 요청이 적어도 한 번 이상 준수된 경우 트랜스폰더는 D-타이머가 실행 중이 아닌 한 종료를 수행해야 한다. D-타이머가 실행 중이며 다중사이트 예약이 유효함을 나타내는 경우 종료는 3.1.2.7.3에 따라 이루어져야 한다.

3.1.2.7.9 향상된 다운로드 ELM 프로토콜

주.- 향상된 다운로드 ELM 프로토콜은 II 코드마다 하나씩 최대 16개의 질문기에 의해 다운로드 ELM 메시지의 병렬 전달을 허용함으로써 더 높은 데이터 링크 용량을 제공한다. 향상된 다운로드 ELM 프로토콜에 장착된 질문기에 대해 다중사이트 다운로드 ELM 예약이 필요 없는 동작이 중복되는 통달범위 영역에서 가능하다. 프로토콜은 표준 다중사이트 프로토콜을 완전히 준수하므로 향상된 프로토콜에 장착되지 않은 질문기와 호환된다.

3.1.2.7.9.1 일반

3.1.2.7.9.1.1 질문기는 데이터링크 성능 보고서에서 트랜스폰더가 향상된 프로토콜을 지원하는지 여부를 결정해야 한다. 질문기와 트랜스폰더 모두 향상된 프로토콜을 지원하지 않는 경우, 3.1.2.6.11에 규정된 다중사이트 예약 프로토콜은 다중사이트 및 다중사이트 지향 다운로드 ELM에 사용되어야 한다.

주.- 향상된 프로토콜이 지원되는 경우 다중사이트 지향 프로토콜을 사용하여 전달되는 다운로드 ELM은 사전 예약 없이 전달될 수 있다.

3.1.2.7.9.1.2 권고 - 트랜스폰더와 질문기가 향상된 프로토콜에 적합한 경우, 질문기는 향상된 다운로드 프로토콜을 사용할 수 있다.

3.1.2.7.9.2 향상된 다중사이트 다운로드 ELM 프로토콜

3.1.2.7.9.2.1 트랜스폰더는 16개의 II 코드 각각에 대해 16 세그먼트 메시지를 저장할 수 있어야 한다.

3.1.2.7.9.2.2 초기화. 트랜스폰더에 입력된 다중사이트 메시지는 II = 0에 할당된 레지스터에 저장되어야 한다.

3.1.2.7.9.2.3 공고 및 추출. 대기중인 다중사이트 다운로드 ELM 메시지는 다중사이트 지향(directed) 다운로드 ELM 메시지가 대기중이지 않은 모든 질문기에 대하여 응답의 DR 필드에서 공고(announcement) 되어야 하며, 공지 응답의 UM 필드는 메시지가 II코드를 위하여 예약되지 않았음을 표시하여야 하고 IIS 하위필드를 0으로 설정하여야 한다. 이 메시지의 예약을 위한 명령이 주어진 질문기로부터 수신되었을 때 메시지는 해당 질문기로부터 질문에 포함된 II 코드를 위하여 예약되어야 하며, 판독이후 종료(closeout)될 때까지 메시지는 계속해서 해당 II코드로 할당되어야 하고, 일단 메시지가 특정 II 코드로 할당되면, 이 메시지의 공고가 더 이상 다른 II 코드를 가진 질문기에 대한 응답을 하지 않도록 하여야 하며, 메시지가 D 타이머 기간동안 할당된 질문기에 의하여 종료(closeout)되지 않은 경우에 메시지는 다중사이트 상태로 다시 전환하여야 하고, 처리를 반복하여야 하며, 단지 한개의 다중사이트 다운로드

ELM 메시지만 일시에 진행되도록 하여야 한다.

3.1.2.7.9.2.4 종료. 다중사이트 메시지를 위한 종료(closeout)는 메시지의 전달을 위하여 가장 최근에 할당된 질문기로만 수락되어야 한다.

3.1.2.7.9.2.5 다음 메시지 대기 알림. DR 필드는 할당되지 않은 다중사이트 다운로드 ELM이 대기 중이거나 다중사이트 지시 메시지가 해당 II 코드(3.1.2.7.9.2)를 기다리는 경우 다운로드 ELM 종료를 포함하는 질문에 대한 응답에서 대기 중인 메시지를 표시해야 한다.

3.1.2.7.9.3 향상된 다중사이트 지향 다운로드 ELM 프로토콜

3.1.2.7.9.3.1 초기화. 다중사이트 지향 메시지가 트랜스폰더에 입력될 때, 메시지에 대해 규정된 II 코드에 할당된 다운로드 ELM 레지스터에 배치되어야 한다. 이 II 코드에 대한 레지스터가 이미 사용 중인 경우(즉, 이 II 코드에 대해 다중사이트 지향 다운로드 ELM 메시지가 이미 처리 중인 경우), 새로운 메시지는 해당 II 코드와의 현재 처리가 종료될 때까지 대기되어야 한다.

3.1.2.7.9.3.2 공지. 다운로드 ELM 메시지 대기 전송의 공지는 3.1.2.7.1에 규정된 DR 필드와 3.1.2.6.5.3.2에 규정된 IIS 하위필드에 포함된 목적지 질문기 II 코드를 사용하여 이루어져야 한다. DR 필드 및 IIS 하위필드 내용은 응답을 수신할 질문기를 위해 특별히 설정되어야 한다. 대기 다중사이트 지시 메시지는 의도된 질문기에 대한 응답에서만 공지되어야 한다. 다른 질문기에 대한 응답에서는 공지되지 않아야 한다.

3.1.2.7.9.3.3 전송. 질문기는 UM 필드의 코딩을 통하여 예약된 사이트인지 여부를 판단해야 하며, 전달은 예약 사이트인 경우에만 요청해야 하며, 3.1.2.7.7.2에 규정된 대로여야 한다. 트랜스폰더는 세그먼트 요청 질문의 IIS 하위필드에 규정된 II 코드와 관련된 버퍼에 포함된 메시지를 전송해야 한다.

3.1.2.7.9.3.4 종료. 메시지 종료가 전달된 메시지와 같은 II 코드를 가진 질문기로부터 수락되는 때만을 제외하고 3.1.2.7.7.3에 규정에 따라 수행되어야 한다.

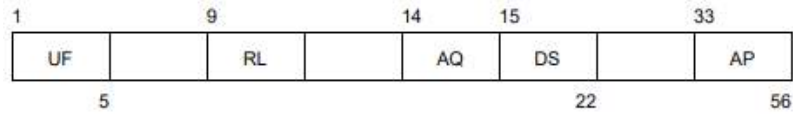
3.1.2.7.9.3.5 다음 메시지 대기 알림. DR 필드는 다른 다중사이트 지향(directed) 메시지가 해당 II 코드를 위하여 대기중에 있거나 또는 다운로드 메시지가 대기중이고 II 코드(3.1.2.7.9.2)를 할당되지 않은 경우에 다운로드 ELM 종료(closeout)를 포함하는 질문에 대한 응답으로서 대기중인 메시지를 표시하여야 한다.

3.1.2.7.9.4 향상된 비선택적 다운로드 ELM 프로토콜. 비선택적 다운로드 ELM 메시지의 가용성은 모든 질문기에게 공지되어야 하며, 그렇지 않은 경우 프로토콜은 3.1.2.7.7에 규정된 바와 같아야 한다.

3.1.2.8 공중-공중 서비스 및 스쿼터 처리

주.- ACAS 장비는 공중 감시를 위해 UF 또는 DF가 0 또는 16과 같은 형식을 사용한다.

3.1.2.8.1 짧은 공중-공중 감시, 업링크 형식 0



이 질문기의 형식은 다음 필드로 구성되어야 한다:

필드	참조
UF 업링크 형식	<u>3.1.2.3.2.1.1</u>
예비 - 3비트	
RL 응답 길이	<u>3.1.2.8.1.2</u>
예비 - 4비트	
AQ 획득	<u>3.1.2.8.1.1</u>
DS 데이터 선택기	<u>3.1.2.8.1.3</u>
예비 - 10비트	
AP 주소/ 패리티	<u>3.1.2.3.2.1.3</u>

3.1.2.8.1.1 AQ(Acquisition : 획득). 이 1비트 (14) 업링크 필드는 RI 필드의 내용을 제어하는 코드를 포함해야 한다.

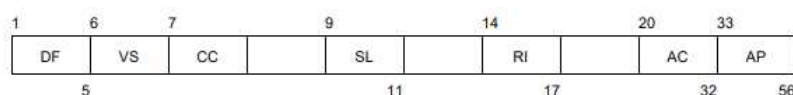
3.1.2.8.1.2 RL(Reply length : 응답 길이). 이 1비트 (9) 업링크 필드는 응답에 사용할 형식을 명령한다.

부호화(Coding)	의미
0	DF=0을 가진 응답을 의미한다.
1	DF=16을 가진 응답을 의미한다.

주.- DF = 16을 지원하지 않는 트랜스폰더(즉, ACAS 교차 링크 기능을 지원하지 않으며 공중 충돌 회피 장비와 관련이 없는 트랜스폰더)는 RL = 1인 UF = 0 질문에 응답하지 않는다.

3.1.2.8.1.3 DS(Data Selector : 데이터 선택기). 이 8비트(15-22)의 업링크 필드는 내용이 DF=16을 가진 대응하는 응답으로 전환되어야 하는 GICB 레지스터의 BDS 코드(3.1.2.6.11.2.1)를 포함하여야 한다.

3.1.2.8.2 짧은 공중-공중 감시, 다운링크 형식 0



이 응답은 UF=0 및 RL=0를 가진 질문에 의하여 보내져야 되며 이 응답의 형식은 다음의 필드들로 구성되어야 한다.

필드	참조
<u>DF 다운링크 형식</u>	<u>3.1.2.3.2.1.2</u>
<u>VS 수직 상태</u>	<u>3.1.2.8.2.1</u>
<u>CC 교차-링크 기능</u>	<u>3.1.2.8.2.3</u>
<u>예비 - 1비트</u>	
<u>SL 감도 수준, ACAS</u>	<u>4.3.8.4.2.5</u>
<u>예비 - 2비트</u>	
<u>RI 응답 정보</u>	<u>3.1.2.8.2.2</u>
<u>예비 - 2비트</u>	
<u>AC 고도 코드</u>	<u>3.1.2.6.5.4</u>
<u>AP 주소/ 패리티</u>	<u>3.1.2.3.2.1.3</u>

3.1.2.8.2.1 VS(Vertical status : 수직 상태) : 이 1비트 (6) 다운링크 필드는 공중/지상 상태(3.1.2.4.3.3)를 나타내야 한다.

코딩	
0	유효 공중/지상 상태가 “공중” 임을 나타냄
1	유효 공중/지상 상태가 “지상” 임을 나타냄

3.1.2.8.2.2 RI(Reply information : 응답 정보). 이 4비트(14-17)의 다운링크 필드는 항공기의 최대 순항 진대기속도 성능과 질문하는 항공기로 응답의 유형을 보고하여야 하며, 부호화는 다음과 같이 되어야 한다.

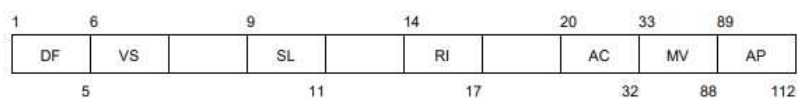
0	운영중인 ACAS가 없고 AQ=0을 가진 공중-공중 질문 UF=0에 대한 응답을 의미한다.
1 - 17	ACAS용으로 예약됨
8 - 15	AQ=1를 가진 공중-공중 질문 UF=0에 대한 응답을 의미하며, 최대 대기 속도는 다음과 같다.
8	최대 대기 속도 데이터를 이용할 수 없음.
9	최대 대기 속도 : .LE. 140km/h(75kt)
10	최대 대기 속도 : .GT. 140 및 .LE. 280km/h(75 및 150kt)
11	최대 대기 속도 : .GT. 280 및 .LE. 560km/h(150 및 300kt)
12	최대 대기 속도 : .GT. 560 및 .LE. 1,110km/h(300 및 600kt)
13	최대 대기 속도 : .GT. 1,110 및 .LE. 2,220km/h(600 및 1,200kt)
14	최대 대기 속도 : 2,220km/h(1,200kt)
15	할당안됨.

주.- ".LE"는 "이하"를 의미하고 ".GT"는 "초과"를 의미한다.

3.1.2.8.2.3 CC(Cross-link capability : 교차링크 기능). 이 1비트(7)의 다운링크 필드는 교차연결(CC) 성능을 지원하기 위하여 트랜스폰더의 능력을 나타내어야 한다. 여기에서 교차연결 성능은 UF=0를 가진 질문에서 DS 필드의 내용이 복호(decode)되고 DF=16를 가진 대응하는 응답에서 규정된 GICB 레지스터의 내용과 응답하는 것을 말한다.

부호화(Coding)	의미
0	<u>트랜스폰더</u> 가 교차연결(CC) 성능을 지원할 수 없는 것을 의미한다.
1	<u>트랜스폰더</u> 가 교차연결(CC) 성능을 지원할 수 있는 것을 말한다.

3.1.2.8.3 긴 공중-공중 감시, 다운링크 형식 16



이 응답은 UF=0과 RL=1를 가진 질문에 대한 응답으로 발송되어야 한다. 이 응답의 형식은 다음의 이 필드로 구성되어야 한다:

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	<u>3.1.2.3.2.1.2</u>
수직상태(VS)	<u>3.1.2.8.2.1</u>
공란 - 2비트	
SL 민감레벨, ACAS	<u>4.3.8.4.2.5</u>
공란 - 2비트	
응답길이 정보(RI)	<u>3.1.2.8.2.2</u>
공란 - 2비트	
고도 코드(AC)	<u>3.1.2.6.5.4</u>
메시지, ACAS(MV)	<u>3.1.2.8.3.1</u>
주소/패리티(AP)	<u>3.1.2.3.2.1.3</u>

3.1.2.8.3.1 MV(Message, ACAS : 메시지, ACAS). 이 56비트(33-88)의 다운링크 필드는 응답을 유도해 낸 UF 0의 DF 필드에서 요청된 것처럼 GICB 정보를 포함하여야 한다.

주.- MV 필드는 또한 ACAS가 공중-공중 조정(4.3.8.4.2.4)을 위해 사용한다.

3.1.2.8.4 공중-공중 처리 프로토콜

주.-공중-공중 형식을 위한 질문 및 응답의 조정은 표 3-5(3.1.2.4.1.3.2.2)에 따른다.

이 경우 공중-공중 응답의 RI 필드에서 최상위 비트(비트 14)는 UF=0인 질문에서 수신된 AQ 필드(비트 14) 값으로 간주되어야 하며,

AQ=0인 질문에서 응답의 RI 필드는 0의 값(운영하지 않은 ACAS)을 포함하거나, AQ=1인 질문에서 응답의 RI 필드는 3.1.2.8.2.2에서 정한 바와 같이 항공기의 최대 순항 진대기속도 성능을 포함하여야 한다.

RL = 1이고 DS ≠ 0인 UF = 0인 질문에 대한 응답에서, 트랜스폰더는 DF = 16 으로 응답하여야 하며 MV 필드에는 DS 값으로 지정된 GICB 레지스터의 내용이 포함되어야 한다. 만약 요구되는 레지스터가 항공기 설치에 의하여 제공되지 않으면, 트랜스폰더는 응답하여야하고 응답의 MV필드는 모두 영(0)을 포함하여야 한다.

3.1.2.8.5 포착 스쿼터

주.- 이차감시레이더(SSR) Mode S 트랜스폰더는 넓은 안테나 빔을 갖는 질문기에 의한 수동적인 획득을 허용하기 위해 포착 스쿼터(무요청 다운링크 전송)를 전송한다. 이러한 질문기의 예로는 공중충돌경고장치와 공항 지상 감시 시스템이 있다.

3.1.2.8.5.1 포착 스쿼터 형식. 포착 스쿼터 전송에 사용되는 형식은 all-call 응답(DF = 11), II = 0이어야 한다.

3.1.2.8.5.2 포착 스쿼터 율. 포착 스쿼터 전송은 다음과 같은 예외를 제외하고, 이전 포착 스쿼터에 비해 15ms 이하의 시간 양자화를 사용하여 0.8 ~ 1.2초의 범위에 걸쳐 균일하게 분포된 임의의 간격으로 방출되어야 한다:

- a) 계획된 포착 스쿼터는 트랜스폰더가 3.1.2.4.1에 의한 처리주기에 있는 경우에 지연되어야 한다.
- b) 확장 스쿼터가 진행 중인 경우 포착 스쿼터는 지연되어야 한다.
- c) 상호 억제 인터페이스가 활성화된 경우 예정된 포착 스쿼터가 지연되어야 한다(아래 주 1 참조).
- d) 유효 공중/지상 상태가 “지상” 인 경우, 지상 위치 확장 스쿼터 ADS-B 메시지를 송신하지 않을 때에만 포착 스쿼터를 송신하여야 한다.(3.1.2.8.6.3.2)

포착 스쿼터는 스쿼터 전송이 시작된 후 링크 처리 또는 상호 억제 활동에 의해 중단되어서는 안 된다.

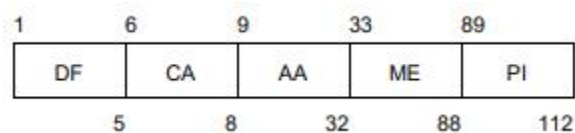
주.- 상호 간섭을 방지하기 위해 동일 주파수 대역에서 동작하는 탑재장비와 연결에 사용될 수 있다. 상호 억제 간격 후에 즉시 포착 스쿼터 동작이 재개된다.

3.1.2.8.5.3 포착 스쿼터 안테나 선택. 3.1.2.10.4의 규정에 의한 다이버시티 형식의 안테나를 운영하는 트랜스폰더는 다음과 같이 포착 스쿼터를 전송하여야 한다.

- a) 유효 공중/지상 상태가 “공중” 인 경우(3.1.2.4.3.3), 트랜스폰더는 두개의 안테나로부터 교대로 포착 스쿼터를 송신하여야 한다.
- b) 유효 공중/지상 상태가 “지상” 인 경우(3.1.2.4.3.3) 트랜스폰더는 상부 안테나에서만 포착 스쿼터를 전송하여야 한다.

주.- 유효 공중/지상 상태가 “지상” 이고(3.1.2.4.3.3), 트랜스폰더가 지상위치 확장 스쿼터 ADS-B 메시지(3.1.2.8.6.4.3)를 송신하는 경우에는 포착 스쿼터를 송신하지 않는다.

3.1.2.8.6 확장 스쿼터 다운링크 형식 17



주.- SSR Mode S 트랜스폰더는 감시 목적으로 항공기 유래 위치의 방송을 지원하기 위해 확장된 스쿼터를 전송한다. 이러한 유형의 정보의 방송은 ADS-broadcast(ADS-B)로 알려진 자동 종속 감시(ADS)의 한 형태이다.

3.1.2.8.6.1 확장 스쿼터 형식. 확장 스쿼터용으로 사용되는 형식은 다음의 필드를 포함하는 112비트 다운링크 형식(DF=17)이어야 한다.

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
성능(CA)	3.1.2.5.2.2.1
공포된 주소(AA)	3.1.2.5.2.2.2
확장 스쿼터 메시지(ME)	3.1.2.8.6.2
패리티/질문기 식별자(PI)	3.1.2.3.2.1.4

PI 필드는 0과 동일한 II로 인코딩되어야 한다.

3.1.2.8.6.2 ME(Message, extended squitter : 메시지, 확장 스쿼터). 이 56비트(33-88) 다운링크 필드는 방송 메시지를 전송하는데 사용되어야 하며 확장스쿼터는 레지스터 05, 06, 07, 08, 09, 0A {HEX} 및 61-6F {HEX}에 의해 지원되어야 하고, 다음의 version 0, version 1, version 2 또는 version 3 메시지 형식에 맞게 해야 한다.

- a) 버전 0 ES 메시지 형식 및 관련 요구사항은 감시품질을 항행 불확실성 카테고리(NUC)로 보고하는데, 이 NUC는 ADS-B가 사용한 항행 데이터의 정확도나 무결성을 지시할 수가 있다. 그러나, NUC값이 무결성을 지시하는지 또는 정확도를 지시하는지에 대한 표시는 없다.
- b) 버전 1 ES 메시지 형식 및 관련 요구사항은 감시 정확도와 무결성을 항행 정확도 카테고리(NAC), 항행 무결성 카테고리(NIC) 및 감시 무결성 수준(SIL)으로 분리하여 보고한다. 버전 1 ES 형식은 상태 정보의 향상된 보고를 위한 조항을 포함하고 있다.
- c) 버전 2 ES 메시지 형식과 관련 요구사항들은 버전 1 규정들을 포함하지만, 무결성과 과라메터 보고를 고도화한다. 버전 2 ES 형식은 별개로 ADS-B 송신장비로부터 위치 무결성을 보고한다. 버전 2 ES형식은 또한 수평 위치 정확성으로부터 보고를 분리하고 위치 무결성으로부터 수직 무결성을 제거한다. 그리고 SSR Mode A 코드, GNSS 안테나 오프셋 및 추가 수평 위치 무결성 값의 보고를 위해 제공한다. 또한 이 형식은 선택된 고도, 선택된 비행방향 및 기압설정을 포함하기 위해 목표 상태 보고를 변경한다.
- d) 버전 3 ES 메시지 형식과 관련 요구사항은 버전 2의 규정을 포함하고 추가 기능을 도입한다. 버전 3 ES는 기하학적 고도의 보고를 개선하고, 공대공 및 공대지 기상 애플리케이션을 지원하기 위한 기상·항공기 매개변수 방송을 지원하며, 방출원 범주 분류를 개선한다. 또한 버전 3는 이전 버전에서 지원하지 못한 고도와 속도를 수용할 수 있도록 UAS/RPAS 운용 및 위치·속도 보고를 지원한다. 트랜스폰더가 검출한 질문물과 송신한 응답물을 감시할 수 있도록 트랜스폰더 활동정보의 방송을 지원한다. 이와 함께 트랜스폰더 안테나 오프셋, Mode S 응답률 제한상태 표시 및 ACAS 조정성능도 보고한다.

주 1.- 각 레지스터의 형식과 갱신률은 Doc 9871에 규정되어 있다. 개별 스쿼터의 형식과 갱

신률은 확장 스쿼터의 버전 번호에 의해 정의된다.

주 2.- 네 가지 버전의 형식은 상호 운용 가능하다. 확장 스쿼터 수신기는 하위 버전의 메시지 형식뿐만 아니라 자체 버전의 신호를 인식하고 디코딩할 수 있다. 그러나 수신기는 자체 능력에 따라 상위 버전의 신호를 디코딩할 수 있다.

주 3.- 트랜스폰더 레지스터 형식 및 데이터 소스에 대한 지침 자료는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 조항(Doc 9871)에 포함되어 있다.

3.1.2.8.6.3 확장 스쿼터 유형

주. - 3.1.2.8.6.3.1부터 3.1.2.8.6.3.15까지의 확장 스쿼터 유형은 Doc 9871에 정의되어 있다.

3.1.2.8.6.3.1 공중 위치 스쿼터. 공중 위치 확장 스쿼터 유형은 GICB 레지스터 05 {HEX}의 내용이 ME 필드에 삽입된 DF = 17 형식을 사용해야 한다.

3.1.2.8.6.3.1.1 ME의 SSS(surveillance status subfield : 감시 상태 하위필드). 트랜스폰더는 ME가 공중 위치 메시지를 포함할 때 감시상태 하위필드(SSS : Surveillance Status Subfield)인 ME의 2비트(38, 39) 하위필드에서 트랜스폰더의 감시상태를 보고하여야 한다. 다음의 코드중 코드 1과 코드 2는 코드 3보다 우선하여야 한다.

부호화	
0	상태 정보가 없음을 의미
1	<u>영구 경보 상태(3.1.2.6.10.1.1.1)를 보고하는 트랜스폰더를 의미</u>
2	<u>임시 경보 상태(3.1.2.6.10.1.1.2)를 보고하는 트랜스폰더를 의미</u>
3	<u>SPI 상태(3.1.2.6.10.1.3)를 보고하는 트랜스폰더를 의미</u>

3.1.2.8.6.3.1.2 ME의 ACS(altitude code subfield : 고도 코드 하위필드). 트랜스폰더는 ME에 공중 위치 메시지가 포함되어 있는 경우, 항법에서 파생된 고도 또는 ME의 이 12 비트(41-52) 하위필드의 기압 코드 중 하나를 보고해야 한다. 기압 고도가 보고될 때, ACS의 내용은 M 비트(비트 26)가 생략되는 것을 제외하고 13 비트 AC 필드(3.1.2.6.5.4)에 규정된 것과 같아야 한다.

3.1.2.8.6.3.2 지상 위치 스쿼터. 지상 위치 확장 스쿼터 유형은 ME 필드에 GICB 레지스터 06 {HEX}의 내용이 삽입된 DF = 17 형식을 사용해야 한다.

3.1.2.8.6.3.3 항공기 식별 스쿼터. 항공기 식별 확장 스쿼터 유형은 GICB 레지스터 08 {HEX}의 내용이 ME 필드에 삽입된 DF = 17 형식을 사용해야 한다.

3.1.2.8.6.3.4 공중속도 스쿼터. 공중속도 확장 스쿼터 유형은 GICB 레지스터 09 {HEX}의 내용이 ME 필드에 삽입된 DF = 17 형식을 사용해야 한다.

3.1.2.8.6.3.5 항공기 운용상태 스쿼터. 항공기 운용상태 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 65{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.6 목표상태 및 상태 스쿼터. 목표상태 및 상태 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 62{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.7 “비상/우선순위 상태” 스쿼터. "비상/우선순위 상태" 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 61{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.8 TCAS RA 방송 스쿼터. TCAS RA 방송 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 30{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

주. - ADS-B 버전 2에서는 TCAS RA 방송 확장 스쿼터 정보를 GICB 레지스터 61{HEX}의 하위 형식 값이 2인 내용을 사용하여 송신하였다.

3.1.2.8.6.3.9 HVA 위치 스쿼터. HVA 위치 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 6E{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.10 HVA 속도 스쿼터. HVA 속도 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 6F{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.11 “UAS/RPAS 비상상황” 현재/다음 TCP 스쿼터. "UAS/RPAS 비상상황" 현재/다음 TCP 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 63{HEX}부터 64{HEX}까지의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.12 ADS-B Wx AIREP(항공보고) 스쿼터. ADS-B Wx AIREP 확장 스쿼터 형식은 적용되는 경우 GICB 레지스터 68{HEX}부터 6A{HEX}까지의 내용을 사용하여 적절한 항공기 상태 또는 기상상태 정보를 ME 필드에 삽입하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.13 ADS-B Wx PIREP(조종사 리포트) 스쿼터. ADS-B Wx PIREP 확장 스쿼터 형식은 적용되는 경우 GICB 레지스터 6B{HEX}부터 6D{HEX}까지의 내용을 사용하여 적절한 항공기 상태 또는 기상상태 정보를 ME 필드에 삽입하여야 한다.

3.1.2.8.6.3.14 확장 스쿼터 이벤트 구동정보. 이벤트 구동 메시지는 GICB 레지스터 0A{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

주. - 확장 스쿼터로 표시되어 있으나, 버전 3 이전에는 이 메시지가 레지스터에 정보가 입력될 때마다 한 번만 방송되었다. ADS-B 버전 3에서는 이 레지스터의 구현을 제거하였다.

3.1.2.8.6.3.15 질문/응답 감시 스쿼터. 질문/응답 감시 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 66{HEX}부터 67{HEX}까지의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 17 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.6.4 확장 스쿼터 율

3.1.2.8.6.4.1 초기화. 전원투입 초기화 시 트랜스폰더는 확장 스쿼터를 송신하지 않는 모드로 운용을 시작하여야 한다. 초기화 여부는 각 스쿼터 형식별로 개별적으로 결정하여야 한다.

주.- 초기화에 관한 사항은 Doc 9871에 규정되어 있다.

3.1.2.8.6.4.2 공중 위치 스쿼터 율. 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “공중” 이고 HVA 위치 스쿼터를 송신하지 않는 경우 공중 위치 스쿼터를 송신하여야 한다. 공중 위치 스쿼터는 직전 공중 위치 스쿼터를 기준으로 15ms 이하의 시간 양자화를 사용하여 0.4s ~ 0.6s 범위에서 균일하게 분포된 임의의 시간간격으로 송신하여야 한다. 다만, 3.1.2.8.6.4.7에서 정한 예외를 적용한다.

주. - 공중 위치 스쿼터와 HVA 위치 스쿼터의 선택기준은 Doc 9871에 규정되어 있다.

3.1.2.8.6.4.3 지상 위치 스쿼터 율. 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “지상” 인 경우 선택된 고속 또는 저속 스쿼터 전송률(3.1.2.8.6.9)에 따라 두 전송률 중 하나를 사용하여 지상 위치 스쿼터를 송신하여야 한다. 높은 스쿼터 레이트가 선택되었을 때, 지상 위치 스쿼터는 이전 지상 위치 스쿼터에 비해 15 ms 이하의 시간 양자화를 사용하여 0.4 ~ 0.6초 범위에서 균일하게 분포된 무작위 간격으로 방출되어야 한다. 낮은 스쿼터 율이 선택되었을 때, 지상 위치 스쿼터는 이전 지상 위치 스쿼터에 비해 15 ms 이하의 시간 양자화를 사용하여 4.8 ~ 5.2초 범위에서 균일하게 분포된 무작위 간격으로 방출되어야 한다. 이러한 전송률에 대한 예외는 3.1.2.8.6.4.7에 규정되어 있다.

3.1.2.8.6.4.4 항공기 식별 스쿼터 전송 율. 항공기 식별 스쿼터 전송은 항공기가 공중 위치 스쿼터 유형을 보고하거나 지상 위치 스쿼터 유형을 보고하면서 높은 전송률이 선택되었을 때 이전 식별 스쿼터에 비해 15ms 이하의 시간 양자화를 사용하여 4.8 ~ 5.2초의 범위에서 균일하게 분포된 무작위 간격으로 전송되어야 한다. 지상 위치 스쿼터 유형이 낮은 전송률로 보고될 때 항공기 식별 스쿼터는 이전 식별 스쿼터에 비해 15ms 이하의 시간 양자화를 사용하여 9.8 ~ 10.2초의 범위에서 균일하게 분포된 무작위 간격으로 전송되어야 한다. 이러한 전송률에 대한 예외는 3.1.2.8.6.4.7에 규정되어 있다.

3.1.2.8.6.4.5 공중 속도 스쿼터 율. 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “공중” 이고 HVA 속도 스쿼터를 송신하지 않는 경우, 공중 속도 스쿼터를 송신하여야 한다. 공중 속도 스쿼터는 직전 공중 속도 스쿼터를 기준으로 15ms 이하의 시간 양자화를 사용하여 0.4초부터 0.6초까지의 범위에 균일하게 분포된 임의의 간격으로 송신하여야 한다. 다만, 3.1.2.8.6.4.7에서 정한 예외를 적용한다.

3.1.2.8.6.4.6 그 밖의 확장 스쿼터 전송률. 그 밖의 확장 스쿼터는 확장 스쿼터 메시지 형태 및 해당 확장 스쿼터 버전 번호에 부합하는 전송률로 송신하여야 한다.

주.- 그 밖의 확장 스쿼터 전송률은 Doc 9871에 규정되어 있다.

3.1.2.8.6.4.7 지연 전송. 확장 스쿼터 전송은 다음의 환경에서 지연되어야 하며,

- a) 트랜스폰더가 처리(3.1.2.4.1)에 있는 경우;
- b) 포착 또는 다른 유형의 확장 스쿼터가 진행 중인 경우, 또는
- c) 상호 억제 인터페이스가 동작하는 경우

지연된 스쿼터는 트랜스폰더가 이용 가능한 즉시 전송되어야 한다.

3.1.2.8.6.5 확장 스쿼터 안테나 선택. 안테나 다이버시티(3.1.2.10.4)로 동작하는 트랜스폰더는 다음과 같이 확장 스쿼터를 전송해야 한다:

- a) 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “공중”인 경우, 트랜스폰더는 2개의 안테나에서 교대로 각 유형의 확장 스쿼터를 전송해야 한다.
- b) 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “지상”인 경우, 트랜스폰더는 상부 안테나에서만 확장 스쿼터를 전송해야 한다.

3.1.2.8.6.6 레지스터 시간 초과 및 종료. 트랜스폰더는 오래된 정보의 보고를 방지하기 위해 필요에 따라 확장 스쿼터 레지스터의 정보 방송을 삭제하고 종료해야 한다.

주.- 확장 스쿼터 방송의 시간 초과 및 종료는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 조항 (Doc 9871)에 규정되어 있다.

3.1.2.8.6.7 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식

주 1. - DF = 17 메시지 필드와 형식은 트랜스폰더가 항공기를 지상 또는 공중으로 판단하는 지에 따라 정해진다. 레벨 2 이상 트랜스폰더는 DF = 17 확장 스쿼터 ADS-B 메시지의 CA 필드를 통해 공중/지상 선언 상태를 보고한다(3.1.2.5.2.2.1 참조).

주 2. - 확장 스쿼터 ADS-B 메시지는 유효 공중/지상 상태 또는 방송 메시지 형식에 따라 구성한다. 유효 공중/지상 상태는 공중/지상 선언 상태를 기준으로 설정한다(3.1.2.4.3.3 참조). 방송 메시지 형식 역시 공중/지상 선언 상태를 바탕으로 설정하며(3.1.2.4.3.3 참조), 고정익 항공기의 경우 방송 메시지 형식 알고리즘의 출력을 추가로 반영할 수 있다(3.1.2.8.6.7.3 참조).

주 3. - CA 필드는 공중/지상 선언 상태를 보고한다(3.1.2.5.2.2.1 참조). ACAS II는 CA 필드가 포함된 스쿼터를 이용하여 항공기를 포착한다. 항공기가 공중/지상 선언 상태를 "지상"으로 보고하는 경우 불필요한 질문 활동을 줄이기 위하여 ACAS II는 해당 항공기에 질문하지 않는다.

주 4. - 다음 기법을 사용하면 CA 필드가 공중/지상 선언 상태를 "미상"(CA 코드 6)으로 나타내는 경우에도 지상 또는 공중 형식의 확장 스쿼터 ADS-B 메시지가 송신될 수 있다.

3.1.2.8.6.7.1 ES 버전 0부터 2까지의 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식 결정. 3.1.2.8.6.7.2에 따라 형식이 결정되지 않는 버전 0, 1 또는 2 ES 메시지를 방송하는 Mode S 트랜스폰더는 유효 공중/지상 상태(3.1.2.4.3.3 참조)를 기준으로 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식을 결정하여야 한다.

3.1.2.8.6.7.1.1 유효 공중/지상 상태가 "지상"인 경우, 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식은 "지상"이어야 한다.

3.1.2.8.6.7.1.2 유효 공중/지상 상태가 "공중"인 경우, 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식은 "공중"이어야 한다. 다만 다음의 경우는 예외로 한다.

a) 방출원 범주(Doc 9871 참조)가 집합 "A" 코드 2, 3, 4, 5 또는 6이거나 집합 "B" 코드 7인 항공기는 다음 어느 하나에 해당하는 경우 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식을 "지상"으로 할 것

i) 전파고도와 대지속도를 사용할 수 있고 대기속도는 사용할 수 없는 경우로서, 전파고도가 50 ft 미만이고 대지속도가 100 kt 미만인 경우

ii) 전파고도와 대기속도를 사용할 수 있고 대지속도는 사용할 수 없는 경우로서, 전파고도가 50 ft 미만이고 대기속도가 100 kt 미만인 경우

iii) 전파고도, 대지속도 및 대기속도를 모두 사용할 수 있는 경우로서, 전파고도가 50 ft 미만이고 대지속도와 대기속도가 모두 100 kt 미만인 경우

b) 방출원 범주가 집합 "A" 코드 2, 3, 4, 5 또는 6이거나 집합 "B" 코드 7인 항공기에서 전파고도를 사용할 수 없고, 사용 가능한 대지속도와 대기속도가 모두 50 kt 미만인 경우 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식을 "지상"으로 할 것

c) 방출원 범주가 집합 "C" 코드 1 또는 2인 항공기는 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식을 "지상"으로 할 것

3.1.2.8.6.7.2 ES 버전 3 이상의 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식 결정. Mode S 트랜스폰더는 방송 메시지 형식을 사용하여 공중 또는 지상 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 중 어느 것을 보고할지를 결정하여야 한다.

3.1.2.8.6.7.2.1 3.1.2.4.3.2에 따른 검증 후 공중/지상 선언 상태가 "공중"인 경우, 방송 메시지 형식은 "공중"이어야 한다.

3.1.2.8.6.7.2.2 3.1.2.4.3.2에 따른 검증 후 공중/지상 선언 상태가 "지상"인 경우, 방송 메시지 형식은 "지상"이어야 한다.

3.1.2.8.6.7.2.3 방출원 범주(Doc 9871 참조)가 "지상이동차량-비상차량" 또는 "지상이동차량

-업무차량"인 경우, 방송 메시지 형식은 "지상"이어야 한다.

3.1.2.8.6.7.2.4 3.1.2.4.3.2에 따른 검증 후 공중/지상 선언 상태가 "미상"이고 방송 메시지 형식 알고리즘을 적용할 수 있는 경우(3.1.2.8.6.7.3 참조), 방송 메시지 형식은 해당 알고리즘의 출력으로 결정하여야 한다.

3.1.2.8.6.7.2.5 3.1.2.4.3.2에 따른 검증 후 공중/지상 선언 상태가 "미상"이고 방송 메시지 형식 알고리즘을 적용할 수 없는 경우(3.1.2.8.6.7.3 참조), 방송 메시지 형식은 "공중"이어야 한다.

3.1.2.8.6.7.3 방송 메시지 형식 알고리즘

주. - 방송 메시지 형식 알고리즘을 구현하면 고정익 항공기가 일정한 조건에서 트랜스폰더가 이용할 수 있는 센서 데이터만으로 방송 메시지 형식을 결정할 수 있다. 이는 지상 상태를 자동으로 결정하는 수단이 없는 항공기가 잘못된 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 형식을 방송하는 것을 방지하기 위한 것이다.

3.1.2.8.6.7.3.1 권고. - 지상상태를 자동으로 결정하는 수단이 없고 방출원 범주(Doc 9871 참조)가 집합 "A" 코드 1, 2, 3 또는 5인 항공기는 방송 메시지 형식 알고리즘을 구현할 수 있다.

3.1.2.8.6.7.3.2 방송 메시지 형식 알고리즘을 구현한 경우, 방송 메시지 형식 알고리즘에 관한 요구사항은 방출원 범주가 집합 "A" 코드 1, 2, 3 또는 5인 항공기에만 적용하여야 한다.

3.1.2.8.6.7.3.3 보고 방송 메시지 형식. 방송 메시지 형식 알고리즘을 구현한 경우, 알고리즘은 "공중" 또는 "지상" 중 하나로 한정된 보고 방송 메시지 형식을 제공하여야 한다.

3.1.2.8.6.7.3.3.1 기동 후 방송 메시지 형식 알고리즘이 300초 이내에 보고 방송 메시지 형식을 갱신하지 않거나, 마지막으로 "지상" 또는 "공중"을 보고한 후 10초를 초과하여 갱신하지 않는 경우 보고 방송 메시지 형식을 "공중"으로 설정하여야 한다.

3.1.2.8.6.7.3.3.2 지상활주 및 이륙 운항 시(착륙 후 지상활주를 포함한다), 방송 메시지 형식 알고리즘은 활주로 전이구역에 진입하기 전 또는 그 구역을 이탈한 후 5초 이내에 보고 방송 메시지 형식을 결정하고 갱신하여야 한다.

3.1.2.8.6.7.3.3.3 비행 중에는 항공기가 모든 활주로 전이구역 밖에 있는 동안 방송 메시지 형식 알고리즘이 보고 방송 메시지 형식을 "공중"으로 유지하여야 한다.

주. - 방송 메시지 형식 알고리즘의 정의, 적용대상 및 성능에 관한 추가 정보는 RTCA DO-260C/ED-102B § 2.2.3.2.2.1.4를 참조한다.

3.1.2.8.6.8 스쿼터 상태 보고. ADS-B 버전 3 이상에 부합하는 트랜스폰더에서는 레지스터 07{HEX}을 예비로 두어야 한다.

주. - ADS-B 버전 2 이하에 대한 스쿼터 상태보고(레지스터 07{HEX})의 기술규정은 Doc 9871에 수록되어 있다.

3.1.2.8.6.9 지상 스쿼터율. 지상 위치 메시지는 저속 스쿼터율을 사용하여 개시하여야 한다. 지상 스쿼터 방송 전송률(3.1.2.8.6.4.3에서 정의한 “고속” 또는 “저속”)은 다음과 같이 결정해야 한다:

주. - ADS-B 버전 2 이하에 적합한 트랜스폰더는 전송률 하위필드(TRS)를 확인하여 “고속” 또는 “저속” 전송 여부를 결정한다. 관련 세부 기술규정은 Doc 9871에 규정되어 있다

a) 항법정보 소스의 위치 데이터가 15분 ± 10 초의 구간 동안 어느 때에도 10 m를 초과하여 변경되지 않은 경우, 방송 전송률을 "고속"에서 "저속"으로 변경하여야 한다.

주. - 10 m 거리는 직교좌표 또는 극좌표를 사용하여 계산할 수 있다.

b) "저속" 방송 전송률을 선택할 때, 송신장치는 해당 전송률이 선택된 시점의 위치데이터를 저장하여야 한다. 초기화 시 “저속” 전송률을 선택한 경우를 포함한다.

c) "저속" 전송률을 선택한 후 송신장치의 위치가 10 m 이상 변경된 경우 방송 전송률을 "저속"에서 "고속"으로 변경하여야 한다.

3.1.2.8.6.10 CPR(Compact Position Reporting : 간결한 위치 보고)을 이용한 위도/경도 코딩. Mode S 확장 스쿼터는 메시지 내에 위도와 고도를 효과적으로 부호화하기 위하여 콤팩트(compact) 위치보고를 사용해야 한다.

주.- CPR을 인코딩/디코딩하는 방법은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다.

3.1.2.8.6.11 데이터 삽입. 항공기 위치 스쿼터를 보낼 시간을 정할 경우에 트랜스폰더는 현재의 기압-고도와 레지스터 05 {HEX}에 적절한 필드로 감시 상태를 삽입해야 하며, 이러한 레지스터의 내용은 DF=17의 ME 필드로 삽입되어야 하고 전송되어야 한다.

주.- 이러한 방식으로 삽입하면 (1) 스쿼터에 최신 고도 및 감시 상태가 포함되며, (2) 레지스터 05 {HEX}의 접지 판독값이 Mode S 감시 응답의 AC 필드와 정확히 동일한 정보를 생성한다.

3.1.2.8.7 확장 스쿼터/보조시스템, 다운링크 형식 18

10010	CF:3			PI:24
-------	------	--	--	-------

주 1.- 이 형식은 비-트랜스폰더 장치에 의한 확장 스쿼터 자동종속감시시설-방송 메시지의

방송을 지원한다. 즉, 이들은 Mode S 트랜스폰더에 통합되지 않는다. 별도의 형식을 사용하여 이 비-트랜스폰더 케이스를 명확하게 식별하여 ACAS II 또는 확장 스쿼터 지상국이 이들 장치를 조회하려고 시도하는 것을 방지한다.

주 2.- 이 형식은 교통 정보 방송(TIS-B)과 같은 자동중속감시시설-방송 관련 서비스의 지상 방송에도 사용된다.

주 3.- DF = 18 전송의 형식은 CF 필드의 값으로 정의된다.

3.1.2.8.7.1 확장 스쿼터(ES : Extended Squitter) 보충 형식. 확장 스쿼터(ES) 보충용으로 사용되는 형식은 다음의 필드를 포함하는 112비트 다운링크 형식(DF=18)이어야 한다.

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
제어필드(CF)	3.1.2.8.7.2
패리티/질문기 식별자(PI)	3.1.2.3.2.1.4

PI 필드는 II=0으로 부호화되어야 한다.

3.1.2.8.7.2 제어 필드. DF = 18 의 이 3 비트 (6-8) 다운링크 필드는 112 비트 전송의 형식을 다음과 같이 정의하기 위해 사용되어야 한다.

코드 0 = AA 필드(3.1.2.8.7.3)에 ICAO 24비트 주소를 보고하는 ADS-BE/NT 장치

코드 1 = AA 분야(3.1.2.8.7.3)에서 다른 어드레싱 기법을 사용하는 ES/NT 장치의 경우 ADS-B로 예약된다.

코드 2 = 자세한 형식 TIS-B 메시지

코드 3 = 개략적인 형식 TIS-B 메시지

코드 4 = TIS-B 관리 메시지로 예약됨

코드 5 = AA 필드에서 다른 주소지정 기술을 사용하는 ADS-B 메시지를 중계하는 TIS-B 메시지

코드 6 = DF = 17를 위해 정의한 것처럼 같은 유형의 코드들과 메시지 형식들을 사용하는 ADS-B 재방송

코드 7 = 예약됨

주 1.- 관리자는 사용 가능한 24비트 주소 수를 늘리기 위해 ICAO(부속서 10, 볼륨 III(ICA0 Annex 10, Volume 3), 파트 I, 9장)에 의해 할당된 24비트 주소 외에 ES/NT 장치에 대한 주소 할당을 수행할 수 있다.

주 2.- 이러한 비 ICAO 24비트 주소는 국제적인 용도로 사용되지 않는다.

3.1.2.8.7.3 확장 스쿼터/비-트랜스폰더(ES/NT) 장치용 ADS-B

10010	CF=0	AA:24	ME:56	PI:24
-------	------	-------	-------	-------

3.1.2.8.7.3.1 ES/NT 형식. ES/NT로 사용되는 형식은 다음의 필드를 포함하는 112 비트 다운링크 형식(DF=18)이어야 한다.

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
제어필드(CF) = 0	3.1.2.8.7.2
공고된 주소(AA)	3.1.2.5.2.2.2
확장 스쿼터 메시지(ME)	3.1.2.8.6.2
패리티/질문기 식별자(PI)	3.1.2.3.2.1.4

PI 필드는 0과 동일한 II로 인코딩되어야 한다.

3.1.2.8.7.3.2 ES/NT 스쿼터 유형

주. - 3.1.2.8.7.3.2.1부터 3.1.2.8.7.3.2.13까지의 ES/NT 스쿼터 형식은 Doc 9871에 정의되어 있다.

3.1.2.8.7.3.2.1 공중 위치 스쿼터. 공중 위치 유형 ES/NT는 ME 필드에 삽입된 레지스터 05 {HEX} 형식의 DF = 18을 사용해야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.2 지상 위치 스쿼터. 지상 위치 스쿼터 유형 ES/NT는 ME 필드내에 삽입된 레지스터 06 {HEX}를 위한 형식인 DF=18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.3 항공기 식별 스쿼터. 항공기 식별 유형 ES/NT는 ME 필드내에 레지스터 08 {HEX}를 위한 형식인 DF=18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.4 공중 속도 스쿼터. 공중 속도 타입 ES/NT는 ME 필드에 삽입된 레지스터 09 {HEX} 형식의 DF = 18을 사용해야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.5 항공기 운용상태 스쿼터. 항공기 운용상태 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 65{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.6 목표상태 및 상태정보 스쿼터. 목표상태 및 상태정보 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 62{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.7 “비상/우선순위 상태” 스쿼터. “비상/우선순위 상태” 확장 스쿼터 형식은

GICB 레지스터 61{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.8 HVA 위치 스쿼터. HVA 위치 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 6E{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.9 HVA 속도 스쿼터. HVA 속도 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 6F{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.10 “UAS/RPAS 비상상황” 현재/다음 TCP 스쿼터. “UAS/RPAS 비상상황” 현재/다음 TCP 확장 스쿼터 형식은 GICB 레지스터 63{HEX}부터 64{HEX}까지의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.11 ADS-B Wx AIREP 스쿼터. ADS-B Wx AIREP 확장 스쿼터 형식은 적용되는 경우 GICB 레지스터 68{HEX}부터 6A{HEX}까지의 내용을 사용하여 적절한 항공기 상태 또는 기상상태 정보를 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.12 ADS-B Wx PIREP 스쿼터. ADS-B Wx PIREP 확장 스쿼터 형식은 적용되는 경우 GICB 레지스터 6B{HEX}부터 6D{HEX}까지의 내용을 사용하여 적절한 항공기 상태 또는 기상상태 정보를 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.2.13 확장 스쿼터 이벤트 구동정보. 이벤트 구동 메시지는 GICB 레지스터 0A{HEX}의 내용을 ME 필드에 삽입한 DF = 18 형식을 사용하여야 한다.

주. - 확장 스쿼터로 표시되어 있으나, 버전 3 이전에는 레지스터에 정보가 입력될 때마다 이 메시지가 한 번만 방송되었다. ADS-B 버전 3에서는 이 레지스터의 구현이 삭제되었다.

3.1.2.8.7.3.3 ES/NT 스쿼터 율

3.1.2.8.7.3.3.1 초기화. 전원공급 초기화에서 비-트랜스폰더 장치는 스쿼터를 방송하지 않는 모드로 작동을 개시해야 한다. 비-트랜스폰더 장치는 이러한 스쿼터 유형의 ME 필드에 포함할 수 있는 데이터가 있을 때 공중 위치, 지상 위치, 공중 속도 및 항공기 식별을 위해 ES/NT 스쿼터의 방송을 시작해야 한다. 이러한 결정은 스쿼터 유형별로 개별적으로 이루어져야 한다. ES/NT 스쿼터를 방송할 때 전송률은 3.1.2.8.6.4.2 ~ 3.1.2.8.6.4.6에 규정된 대로 되어야 한다.

주 1.- 이것은 위치, 속도 또는 식별을 보고할 수 없는 항공기로부터의 확장 스쿼터 전송을 억제한다. 위치 스쿼터 유형에 대한 레지스터 입력이 60초 동안 중단되면 데이터 입력이 재개될 때까지 방송을 중단한다. 다만, ES/NT 장치의 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “지상”인 경우에는 예외로 한다(Doc 9871에서 규정한 바와 같음). 기압 고도 데이터가 있는 경우 공중 위치 스쿼터의 방송은 중단하지 않는다. 그 밖의 스쿼터 유형의 방송 종료는 Doc 9871에 설명되어 있다.

주 2.- 타임아웃(3.1.2.8.7.6) 이후 이 스쿼터 유형에는 모든 0의 ME 필드가 포함될 수 있

다.

3.1.2.8.7.3.3.2 지연 전송. ES/NT 스쿼터 전송은 비-트랜스폰더 장치가 다른 스쿼터 유형 중 하나를 방송 중인 경우 지연되어야 한다.

3.1.2.8.7.3.3.2.1 지연 스쿼터는 비-트랜스폰더 장치를 이용할 수 있게 되는 즉시 전송되어야 한다.

3.1.2.8.7.3.3.3 ES/NT 안테나 선택. 3.1.2.10.4의 규정에 의한 다이버시티 방식의 안테나로 운영하는 비-트랜스폰더 장치는 다음과 같이 ES/NT 스쿼터를 전송하여야 한다.

a) 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “공중” 인 경우, 비 트랜스폰더는 2개의 안테나를 교대로 ES/NT 스쿼터의 각 유형을 전송하여야 한다.

b) 방송 메시지 형식(3.1.2.8.6.7 참조)이 “지상” 인 경우, 비 트랜스폰더 장치는 상단부 안테나로 ES/NT 스쿼터를 전송하여야 한다.

3.1.2.8.7.3.3.4 레지스터 시간-초과 및 종료. 비-트랜스폰더 장치는 메시지 필드를 초기화하고 유효하지 않는 정보의 보고를 방지하기 위하여 요구되는 것으로 확장 스쿼터 메시지의 방송을 종료하여야 한다.

주.- 확장 스쿼터 방송의 시간 초과 및 종료는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다.

3.1.2.8.7.3.3.5 공중/지상 메시지 형식 선택. 비 트랜스폰더 장치는 3.1.2.8.6.7의 요구사항에 따라 공중 또는 지상 형식의 확장 스쿼터 ADS-B 메시지를 보고하여야 한다.

3.1.2.8.7.4 다른 감시 시스템의 ES 사용.

3.1.2.8.7.4.1 지상 시스템 제어

권고 - 지상 감시시스템이 감시기능의 일부로서 DF=18을 사용할 때 이것은 항공기, 이동체 및 장애물의 감시 목적으로 할당된 형식으로 사용하지 않을 수 있다.

주 1.- 항공기, 차량 및/또는 장애물의 감시 목적으로 할당된 형식은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다.

주 2.- 위치, 속도, 식별, 상태 정보 등을 전달하기 위해 사용되는 임의의 메시지 형식의 전송은 다른 1090ES 수신기에서 잘못된 트랙의 개시 및 유지보수를 초래할 수 있다. 이러한 목적을 위한 이러한 메시지의 사용은 향후 금지될 수 있다.

3.1.2.8.7.4.2 지상 시스템 상태

권고 - 지상 시스템 상황 메시지 형식(형식코드=24)은 지상 감시 스템의 상황 또는 동기화를 제공하기 위해 사용되는 유일한 메시지일 수 있다.

주.- 지상 시스템 상태 메시지는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다. 이 메시지는 해당 메시지를 생성한 지상 감시 시스템에서만 사용되며 다른 지상 시스템에서는 무시된다.

3.1.2.8.8 군사용(military) 애플리케이션, 다운링크 형식 19

10011	AF:3	
-------	------	--

주.- 이 형식은 군사용 애플리케이션이다. DF = 19는 스쿼터 또는 응답으로 사용할 수 있다.

3.1.2.8.8.1 군사용 형식. DF = 19에 사용되는 형식은 다음 필드를 포함하는 112비트 다운링크 형식이어야 한다:

필드	관련 조항
다운링크 형식(DF)	3.1.2.3.2.1.2
제어필드(AF)	3.1.2.8.8.2

3.1.2.8.8.2 응용필드. 이 DF내의 3비트(6-8) 다운링크 필드는 112비트 전송 형식으로 정의하는데 사용되어야 한다.

코드 0 내지 7 = 군사용으로 예약됨.

3.1.2.8.9 확장 스쿼터 최대 전송률

3.1.2.8.9.1 임의의 확장스쿼터 장치에 의하여 방사된 최대출력 확장 스쿼터(DF=17, 18 또는 19)의 최대 전체 수는 다음을 초과하지 말아야 한다.

1) 모드 간 Mode A/C/S all-call 질문에 응답할 수 있는 트랜스폰더의 경우:

a) 비상 및 ACAS RA 기동이 없는 이상적인 항공기 운항에 대하여 60초 동안 평균 초당 6.2개의 메시지이며, 임의의 1초 간격 내에 송신되는 메시지는 11개를 초과하지 않는다.

b) 비상 및 ACAS RA 조건하에서 60초 동안 평균 초당 7.4개의 메시지이며, 임의의 1초당 간격 내 송신되는 메시지는 11개를 초과하지 않는다.

2) 모드 간 Mode A/C/S all-call 질문에 응답할 수 없는 트랜스폰더 또는 확장 스쿼터 비-트랜스폰더 장치(2.1.5.1.7)의 경우 :

a) 일시 정보, 지속 정보, 비상상태, ACAS RA 및 UAS/RPAS 우발상황 동작이 없는 정상 항공기 운용의 경우, 60초 동안 평균하여 초당 6.7개 메시지를 초과하지 않아야 하며, 어느 1초 구간에서도 15개 메시지를 초과하여 송신해서는 안 된다.

b) 일시/지속 정보, 비상상태, ACAS RA 및/또는 UAS/RPAS 우발상황 상태의 경우, 60초 동안 평균하여 초당 9.2개 메시지를 초과하지 않아야 하며, 어느 1초 구간에서도 19개 메시지를 초과하여 송신해서는 안 된다.

주 1. - 위에 규정된 성능에 추가하여 필요한 새로운 메시지의 송신은 위상 오버레이에서 제공하는 용량을 이용하여 수행될 것으로 예상된다.

주 2. - 과부하가 발생할 수 있는 1090 MHz 링크의 균형을 유지하기 위하여, 모드간 Mode A/C/S all-call 질문에 응답할 수 없는 트랜스폰더에는 더 높은 확장 스쿼터 전송률이 적용된다. 각 국가는 트랜스폰더 관련 규정(예: TSO)을 통하여 이러한 링크의 균형이 유지되도록 할 것으로 예상된다. 해당 트랜스폰더의 최소 성능은 RTCA DO-181F 또는 EUROCAE ED-73F나 그 이후 버전에서 확인할 수 있다.

주 3. - 비상상태, 일시/지속 정보(Mode A 코드), ACAS RA 및/또는 UAS 우발상황이 발생한 경우에는 더 높은 확장 스쿼터 전송률(9.2회/초)이 허용된다. 이러한 상황은 드물게 발생하고 동시에 발생하는 플랫폼 수도 매우 적으므로, 1090 MHz 사용에 미치는 영향은 매우 제한적이다.

3.1.2.8.9.2 DF=19 스쿼터를 방출할 수 있고 3.1.2.8.8을 준수하는 장치의 경우, 낮은 출력(lower power)의 DF=19 스쿼터 송신 속도는 초당 최대 40개의 DF=19 스쿼터로 제한되어야 하며, 10초 동안 평균 초당 30개의 DF=19 스쿼터로 제한되어야 한다. 다만, 전체 출력 DF=17 스쿼터, 전체 출력 DF=18 스쿼터, 전체 출력 DF=19 스쿼터 및 낮은 출력 DF=19 스쿼터의 합에 대한 최대 총 스쿼터 출력-속도 곱(power-rate product)은 10초 동안 평균 초당 6.2개의 전체 출력 스쿼터의 출력 합과 같거나 그 이하의 레벨로 유지되어야 한다.

3.1.2.8.9.3 계약국들은 저전력 및 더 높은 비율의 DF = 19 작동 (3.1.2.8.9.2에 따라)의 사용이 다음 요구사항을 준수하도록 보장해야 한다:

a) 약속된 편대비행을 하거나, 90도 이하의 빔폭 안테나와 함께 날개원의 방향성 메시지로 지휘하는 항공기 대형을 이룰 때에는 제한된다.

b) 비행안전을 위한 정보로써 DF=19 메시지에서 억제되는 정보의 유형은 DF=17 메시지 정보와 같은 유형으로 제한된다.

주.- 이 저전력, 고 스쿼터 레이트 기능은 적절한 규제 기관과 협력하여 주 항공기가 제한적으로 사용할 수 있도록 설계된다.

3.1.2.8.9.4 모든 UF = 19개의 공중 질문은 4.3.2.2.2.2의 간섭 제어 조항에 포함되어야 한다.

3.1.2.9 항공기 식별 프로토콜

3.1.2.9.1 항공기 식별 보고. $RR=18$ 이고 $DI \neq 7$ 이거나, $DI=7$ 이고 $RRS=0$ 을 포함하는 3.1.2.6.11.2의 규정에 의한 지상개시 Comm-B 요청은 자체 MB 필드내의 항공기 식별을 포함하기 위하여 결과적인 응답을 유발하여야 한다.

3.1.2.9.1.1 MB 내 항공기 식별 하위필드(AIS). 트랜스폰더는 MB의 48비트(41-88) 항공기 식별 하위필드(AIS : Aircraft Identification Subfield)에서 항공기의 식별을 보고하여야 하며, 항공기 식별은 비행계획에 채용되어야 하고, 비행계획을 이용할 수 없을 때 항공기의 등록 표시는 이 하위필드에 삽입되어야 한다.

주.- 항공기의 등록 표시를 사용하는 경우 "고정 직접 데이터"(3.1.2.10.5.1.1)로 분류하고, 다른 유형의 항공기 식별을 사용하는 경우 "변동 직접 데이터"(3.1.2.10.5.1.3)로 분류한다.

3.1.2.9.1.2 AIS 하위필드의 부호화. AIS 하위필드는 다음과 같이 부호화 해야한다.

33	41	47	53	59	65	71	77	83
BDS	Char. 1	Char. 2	Char. 3	Char. 4	Char. 5	Char. 6	Char. 7	Char. 8
40	46	52	58	64	70	76	82	88

주.- 항공기 식별 코딩은 최대 8자까지 제공한다.

항공기 식별 메시지용 BDS 코드는 $BDS1=2(33-36)$ 및 $BDS2=0(37-40)$ 이어야 한다.

각 기호는 표 3-8과 같이 국제 알파벳 번호 5(IA-5)의 6비트 부분집합으로 코드화되어야 하며, 기호 코드는 높은 순위 단위(b)가 먼저 전송되어야 하고, 보고된 항공기 식별은 가장 왼쪽 기호가 먼저 전송되어야 하며, 기호는 공란(space) 코드들 사이에 겹없이 연속적으로 부호화되어야 하고, 하위필드 마지막 에서 사용되지 않은 기호 공란(space)은 공란 기호 코드를 포함하여야 한다.

3.1.2.9.1.3 항공기 식별 능력 보고. 항공기 식별을 위한 지상기반 요청에 대한 응답을 하는 트랜스폰더는 MB 하위필드의 비트 33을 1로 설정하여 3.1.2.6.10.2.2.2의 규정에 의한 데이터 링크 성능 보고에서 이 성능을 보고하여야 한다.

3.1.2.9.1.4 항공기 식별 변경. AIS 하위필드에 보고된 항공기 식별이 비행 중에 변경되는 경우. 트랜스폰더는 $BDS1 = 2(33 - 36)$ 와 $BDS2 = 0(37 - 40)$ 에 대하여 정한 3.1.2.6.11.4.에 따라 Comm-B 방송 메시지 프로토콜을 사용하여 지상으로 새로운 식별을 보고하여야 한다. 트랜스폰더는 변경된 항공기 식별정보를 개시하고 생성하며 통보하여야 한다. 트랜스폰더는 인터페이스가 상실된 경우를 포함하여 모든 경우에 항공기 식별정보 보고를 위한 BDS 코드가 설정되도록 하여야 한다.

주 1. - 트랜스폰더에 의한 BDS 코드의 설정은 항공기 식별의 방송 변경이 모든 항공기 식별 실패 사례(예: 항공기 식별을 제공하는 인터페이스의 상실)에 대한 BDS 코드를 포함하도록 보장한다.

주 2. - 2030년 1월 1일 또는 그 이전에 인증된 일부 트랜스폰더는 항공기 식별정보 제공 인터페이스가 상실되면 레지스터 20{HEX}의 비트 41-88을 ZERO로 설정하였다. 또한 인터페이스 상실 시 항공기 식별정보 변경을 개시·생성하고 통보하였다.

3.1.2.10 이차감시레이더(SSR) 모드 S와 교차모드(InterMode) 트랜스폰더 기능의 필수 시스템 특성

3.1.2.10.1 트랜스폰더 감도 및 동적 범위. 트랜스폰더 감도는 주어진 질문 신호 입력 레벨과 이에 대응하는 응답의 특정 백분율로 정의되어야 한다. 수신된 질문에 대해 요구되는 비트 패턴을 포함하는 올바른 응답만 카운트되어야 한다. 3.1.2.4에 따라 응답을 요구하는 질문이 주어졌을 때, 최소트리거레벨(MTL)은 질문에 대한 응답 비율이 90%가 되는 최소 입력 전력 레벨로 정의되어야 한다. Mode S 질문(P6을 사용하는 질문)의 경우 MTL은 $-74 \text{ dBm} \pm 3 \text{ dB}$ 이어야 한다. Mode S 트랜스폰더의 질문에 대한 응답 비율은 다음과 같아야 한다.

a) MTL보다 3dB이상과 -21dBm 사이에 신호입력 레벨에 대하여 최소한 99%

b) -81dBm 이하 신호입력 레벨에서 10%이하

주 - 트랜스폰더 감도와 출력 전력은 안테나 단자의 신호 레벨 측면에서 이 섹션에 설명되어 있다. 이를 통해 설계자는 설치를 배치할 자유가 있으며 케이블 길이와 수신기-송신기 설계를 최적화할 수 있으며 수신기 및/또는 송신기 구성 요소가 안테나 서브어셈블리의 필수적인 부분이 되는 것을 배제하지 않는다.

3.1.2.10.1.1 간섭이 있을 때의 응답 비율

주.- 다음 단락에서는 간섭 Mode A/C 질문 펄스와 낮은 수준의 대역 내 연속파(CW) 간섭이 있을 때 Mode S 트랜스폰더의 성능을 측정한다.

3.1.2.10.1.1.1 간섭성 펄스가 존재할 때 응답 비율. 3.1.2.4의 규정에 의한 응답을 요구하는 Mode S 질문이 주어졌을 때, Mode S 입력 신호 레벨이 -68 dBm 과 -21 dBm 사이이고 간섭하는 Mode A/C 질문 펄스의 레벨이 신호 레벨보다 6 dB 이상 낮으며 해당 간섭 펄스가 동기 위상 반전 이후의 Mode S 질문 P6 펄스와 어느 부분에서든 중첩되는 경우, 트랜스폰더의 응답 비율은 최소 95%이어야 한다

같은 조건하에서 간섭 펄스 레벨이 3dB이거나 신호 레벨보다 더 낮은 경우에 응답비율은 최소한 50%이어야 한다.

3.1.2.10.1.1.2 펄스 쌍 간섭이 있는 경우의 응답 비율. 응답이(3.1.2.4)이 필요한 Mode S 질문이 주어졌을 때, 입력 신호 레벨이 -68 dBm 과 -21 dBm 사이이고 간섭하는 P1 - P2 펄스 쌍의 레벨이 신호 레벨보다 9 dB 이상 낮으며 간섭 쌍의 P1 펄스가 Mode S 신호의 P1 펄스보다 일찍 발생하지 않는 경우, 간섭하는 P1 - P2 펄스 쌍이 존재할 때 트랜스폰더의 응답 비율은 최소 90%이어야 한다.

3.1.2.10.1.1.3 낮은 수준의 비동기 간섭이 있을 때의 응답 비율. -65dBm 과 -21dBm 사이 에 수신된 모든 신호들과 3.1.2.4의 규정에 따라 응답을 요구하는 Mode S 질문이 주어졌을 때, 잠금 조건이 유효하지 않다면, 트랜스폰더는 비동기 혼신이 있을 때 최소한 95% 응답률로 정확하게 응답하여야 하며, 비동기 간섭은 Mode S 신호 레벨보다 12 dB 이상 낮은 레벨에서 최대 10 000 Hz의 모든 반복 주기로 발생하는 단일 Mode A/C 질문 펄스로 간주되어야 한다.

주.- 이러한 펄스는 Mode S 질문의 P_1 및 P_2 펄스와 결합하여 유효한 Mode A/C 전용 all-call 질문을 형성할 수 있다. Mode S 트랜스폰더는 Mode A/C 전용 all-call 질문에 응답하지 않는다. 선행 펄스는 Mode S 질문의 P_2 와 결합하여 유효한 Mode A 또는 Mode C 질문을 형성할 수도 있다. 그러나 Mode S 프리앰블의 $P_1 - P_2$ 쌍이 우선한다(3.1.2.4.1.1.1). Mode S 디코딩 프로세스는 Mode A/Mode C 디코딩 프로세스와 독립적이며 Mode S 질문이 수락된다.

3.1.2.10.1.1.4 원하는 Mode A/C 또는 Mode S 질문 신호 레벨보다 20 dB 이상 낮은 신호 레벨을 가지며 주파수가 $1030 \pm 0.2 \text{ MHz}$ 인 비동기성(non-coherent) CW 간섭이 존재하는 경우, 트랜스폰더는 질문의 최소 90%에 대해 올바르게 응답해야 한다.

3.1.2.10.2 트랜스폰더 피크 펄스 전력. 응답에 대한 각 펄스의 피크 전력은 다음과 같아야 한다.

- a) 4,570m(15,000ft)을 초과하는 고도에서 운영할 수 없는 항공기에 대하여는 18.5dBW 이상
- b) 4,570m(15,000ft)이상 고도에서 운영할 수 있는 항공기에 대하여는 21.0dBW 이상
- c) 324km/h(175kt)를 초과하는 최대 순항 속도를 가진 항공기에 대하여는 21.0dBW 이상
- d) 27.0dBW을 초과하지 않음

3.1.2.10.2.1 비의도 출력 전력

3.1.2.10.2.1.1 비활성 상태 트랜스폰더 출력 전력. 트랜스폰더가 비활성 상태에 있을 때, $1090\text{MHz} \pm 3\text{MHz}$ 에서 트랜스폰더 송신선로의 안테나측 단자에서의 침투 전력은 ‘ACAS 장치와 함께 설치되지 않은 경우 -50dBm , ACAS 장치와 함께 설치된 경우 -70dBm ’을 초과해서는 안 된다. 비활성 상태란 송신과 수신 사이의 전체 기간 중, 송신의 첫 번째 펄스 $10\mu\text{s}$ 전부터 마지막 펄스 $10\mu\text{s}$ 후까지의 기간을 제외한 기간으로 정의한다.(그림 3-11 참조).

주.- 항공기가 Mode A/C 또는 Mode S 질문기에 185m(0.1NM) 가까이 위치할 때 해당 설치에 간섭을 일으키지 않도록 하기 위해 비활성 상태 트랜스폰더 전력이 이러한 방식으로 제한된다. 예를 들어, 1,090MHz 송신기와 수신기가 동일한 항공기에 있는 Mode S의 특정 응용 분야에서는 비활성 상태 트랜스폰더 전력을 추가로 제한할 필요가 있다.

3.1.2.10.2.1.2 활성 상태 트랜스폰더 출력전력

3.1.2.10.2.1.2.1 Mode S 송신 $10\mu s$ 전부터 Mode S 송신 후 $10\mu s$ 까지의 구간에서 RF 출력전력은 침투 펄스전력보다 50 dB 낮은 값 이하이어야 한다(그림 3-11 참조).

3.1.2.10.2.1.2.2 송신 펄스 사이의 간격이 $0.5 \mu s$ 를 초과하는 경우, 해당 간격 내 최저점의 전력레벨은 침투 펄스전력보다 50 dB 이상 낮아야 한다.

주 1. - 이러한 전력제한은 신호가 근거리이면서 요구 탐지범위 내에서 수신될 때 발생할 수 있는 1090 MHz 수신기의 복호 누락 가능성을 방지한다. 이러한 제한이 없으면 비펄스 구간의 신호레벨이 수신기 임계값을 초과하여 펄스 위치를 의도치 않게 왜곡하거나 허위 펄스 복호를 유발함으로써 송신신호의 올바른 검출을 방해할 수 있다. 또한 중첩된 응답을 수신기가 복호하기도 더 어려워진다.

주 2. - 침투 펄스전력보다 50 dB 낮은 레벨로 송신되는 신호라도 근거리에서 송신되는 경우 고감도 수신기에 영향을 줄 수 있다. 자세한 정보는 Doc 9924에 수록되어 있다.

주 3. - 불요 출력전력의 검증방법은 RTCA DO-181F 및 EUROCAE ED-73F에서 확인할 수 있다.

주 4. - 허용되는 감쇠시간으로 펄스 송신 후 최초 $0.5 \mu s$ 동안에는 침투전력보다 50 dB 이상 낮은 신호의 존재를 측정하지 못할 수 있다.

주 5. - RTCA DO-181F 및 EUROCAE ED-73F에 적합한 송신기는 3.1.2.10.2.1.2의 요구사항을 충족한다.

3.1.2.10.3 특수 특성

3.1.2.10.3.1 Mode S 부엽(Side-Lobe) 억제

주.- Mode S 형식의 부엽(Side-Lobe) 억제는 P_5 펄스가 P_6 의 동기 위상 반전 위치를 겹쳐 트랜스폰더가 질문(3.1.2.4.1.1.3)을 인식하지 못할 때 발생한다.

응답이 필요한 Mode S 질문이 주어지면 트랜스폰더는 다음을 수행해야 한다:

- a) MTL +3dB와 -21dBm사이의 모든 신호 레벨에서 수신된 P의 진폭이 수신된 P의 진폭을 3dB 또는 그 이상만큼 초과하는 경우에 10% 미만의 응답 비율을 가져야 한다.
- b) MTL +3dB와 -21dBm사이의 모든 신호 레벨에서 수신된 P의 진폭이 수신된 P의 진폭을 12dB 또는 그 이상만큼 초과하는 경우에 최소한 99%의 응답 비율을 가져야 한다

3.1.2.10.3.2 데드 타임

3.1.2.10.3.2.1 모든 트랜스폰더에서 응답송신 종료 시점부터 수신기가 MTL로부터 3dB 이내로 감도를 회복하는 시점까지의 시간간격(데드타임)은 125 μ s를 초과해서는 안 된다.

3.1.2.10.3.2.2 향상된 데드타임 기능을 갖춘 트랜스폰더의 경우, 응답송신 종료 시점부터 수신기가 MTL의 3 dB 이내까지 감도를 회복하는 시점까지의 시간간격(데드타임)은 20 μ s를 초과하지 않아야 한다.

3.1.2.10.3.3 Mode S 수신기 감도저하. 트랜스폰더의 수신기는 0.7 μ s 폭 이상의 어떤 펄스를 수신할 때, 3.1.1.7.7.1의 규정에 따라 감도가 감소되어야 한다.

3.1.2.10.3.3.1 감도저하로부터 회복은 수신된 신호의 각 펄스 하강부에서 시작되어야 하고, 어떤 응답 또는 데이터 전달이 수신된 신호에 응하여 이루어지지 않고 제공되는 경우에 3.1.1.7.7.2에 규정된 비율로 발생하여야 한다.

3.1.2.10.3.4 응답을 유도하지 않는 Mode S 질문이후의 회복

3.1.2.10.3.4.1 단일 Mode S 질문이후의 회복

3.1.2.10.3.4.1.1 트랜스폰더는 수용되지 않거나(3.1.2.4.1.2) 수용되지만 응답이 요구되지 않는 Mode S 질문에 따른 동기 위상 반전의 수신 후에 128 μ s 이내에 MTL의 3dB 이내로 감도를 회복해야 한다.

3.1.2.10.3.4.1.2 권고 - 트랜스폰더는 Mode S 질문이 수용되지 않거나(3.1.2.4.1.2) 수용되지만 응답이 필요하지 않은 경우, 동기 위상 반전을 수신한 후 45 μ s 이내에 MTL의 3dB 이내로 감도를 회복할 수 있다.

3.1.2.10.3.4.2 Mode S Comm-C 질문 이후의 복구. Comm-C 성능을 가진 Mode S 트랜스폰더는 어떤 응답이 요구되지 않는 Comm-C 질문의 수용 다음에 오는 동기 위상 반전을 수신한 이후에 45 μ s까지 MTL의 3dB이내에서 감도를 회복하여야 한다.

3.1.2.10.3.5 비의도적 Mode S 응답. Mode S 트랜스폰더는 10초 동안 1회를 초과하여 비의도적 Mode S 응답을 생성해서는 안 된다. 항공기 내 설치된 동일한 항공기에 설치된 모든 가능한 간섭 장비가 최대 간섭 수준에서 작동할 때 이 표준이 달성되는 방식으로 이루어져야 한다.

3.1.2.10.3.5.1 낮은 수준의 대역 내 연속파(CW) 간섭이 있는 경우 비의도적 Mode S 응답. 주파수가 1,030 $\pm$ 0.2MHz이고 신호 레벨이 -60dBm 이하에서 일관적이지 않는 연속파(CW) 간섭이 존재하고, 그리고 유효한 질문 신호가 없는 경우, Mode S 트랜스폰더는 비의도적 S 응답을 10초에 1회를 초과하여 생성하지 않아야 한다.

3.1.2.10.3.6 응답률 제한

주.- 응답속도 제한은 Mode A와 Mode C와 Mode S에 대해 별도로 규정되어 있다.

3.1.2.10.3.6.1 Mode S 응답률 제한

3.1.2.10.3.6.1.1 Mode S 응답률 제한은 제한은 3.1.2.10.3.7.2 및 3.1.2.10.3.7.3에서 요구하는 최소 응답률을 허용하여야 한다.

주. - 2030년 1월 1일 전에 인증된 Mode S 트랜스폰더에는 Mode S 응답률 제한기능에 관한 요구사항이 없으며, 이 기능의 구현 방식이 다를 수 있다.

3.1.2.10.3.6.1.2 Mode S 응답률 제한 형식 1

3.1.2.10.3.6.1.2.1 Mode S 응답률 제한은 Mode A 및 Mode C 응답률 제한과 분리되어야 한다.

3.1.2.10.3.6.1.2.2 Mode S 응답률 제한은 트랜스폰더가 유효한 Mode S 질문에 100 ms를 초과하여 연속적으로 응답하지 않는 상태가 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.1.2.10.3.6.1.2.3 Mode S 응답률 제한은 Mode S 최대 응답률을 초당 180회 이하로 제한하여야 한다.

주. - 최대 응답률 제한값은 여기서 정한 초당 180회보다 작을 수 있으나, 3.1.2.10.3.7.3에 정한 최소값 보다는 커야 한다.

3.1.2.10.3.6.1.2.4 Mode S 응답률 제한은 감도저하 이외의 방법을 사용하여 수행하여야 한다.

주. - ACAS에 미칠 수 있는 잠재적 영향 때문에 감도저하 방식의 응답률 제한은 금지한다.

3.1.2.10.3.6.1.2.5 Mode S 응답률 제한기능은 포착 스쿼터(3.1.2.8.5 참조)와 확장 스쿼터(3.1.2.8.6 참조) 송신을 응답률 제한 대상에서 제외하여야 한다.

3.1.2.10.3.6.1.2.6 Mode S 응답률 제한기능은 수신 안테나 채널과 관계없이 수신된 질문을 처리하여야 한다.

3.1.2.10.3.6.1.2.7 Mode S 응답률 제한기능은 상향링크 형식과 관계없이 수신된 질문을 처리하여야 한다.

주. - Mode S 응답률 제한에는 ACAS 해결 및 조정 메시지에 대한 응답도 포함한다.

3.1.2.10.3.6.1.2.8 권고.- Mode S 응답률 제한은 확률적 방식으로 수행할 수 있다.

3.1.2.10.3.6.2 Mode A/C 응답률 제한. Mode A와 Mode C에 대해 규정된 감도저하(3.1.1.7.9.2)는 트랜스폰더의 Mode S 성능에 영향을 주어서는 안 된다.

3.1.2.10.3.7 최소 응답률 기능, Mode S

3.1.2.10.3.7.1 3.1.2.10.3.7에 규정된 모든 응답률은 트랜스폰더가 만들도록 요구되는 스쿼터 전송에 추가되어야 한다.

3.1.2.10.3.7.2 최소 응답률 성능. Mode S. 짧은 모드 S 응답만을 전송할 수 있는 트랜스폰더는 다음과 같은 응답률로 응답을 생성할 수 있어야 한다.

어떤 1초 간격당 50번 Mode S 응답
100ms 간격당 18번 Mode S 응답
25ms 간격당 8번 Mode S 응답
1.6ms 간격당 4번 Mode S 응답

어떤 다운링크 ELM 전송에 추가하여 레벨 2, 3 또는 4 트랜스폰더는 최소한 다음과 같은 긴 응답으로서 생성할 수 있어야 한다.

어떤 1초 간격당 50번 Mode S 응답중 16번
100ms 간격당 18번 Mode S 응답중 6번
25ms 간격당 8번 Mode S 응답중 4번
1.6ms 간격당 4번 Mode S 응답중 2번

ACAS와 공동으로 사용되는 트랜스폰더는 적어도 긴 응답으로서 생성할 수 있어야 한다.

어떤 1초 간격당 60번 Mode S 응답
100ms 간격당 18번 Mode S 응답중 6번
25ms 간격당 8번 Mode S 응답중 4번
1.6ms 간격당 4번 Mode S 응답중 2번

다운링크 ELM 전송에 추가하여, 레벨 5 트랜스폰더는 최소한 다음과 같은 긴 응답으로서 생성할 수 있어야 한다.

어떤 1초 간격당 50번 Mode S 응답중 24번
100ms 간격당 18번 Mode S 응답중 9번
25ms 간격당 8번 Mode S 응답중 6번
1.6ms 간격당 4번 Mode S 응답중 2번

3.1.2.10.3.7.3 최소 Mode S ELM 피크 응답률

주1.- 다운링크 ELM이 초기화되면(3.1.2.7.7.1), Mode S 트랜스폰더는 대기 메시지의 길이(세그먼트 단위)를 알린다. 트랜스폰더는 지상 질문기의 빔 채류 동안, 이 수의 세그먼트들과, 놓친 응답들을 보충하기 위한 추가 마진을 송신할 수 있어야 한다.

ELM 다운링크 동작 성능을 구비한 Mode S 트랜스폰더는 매초 최소 1회, 25ms 간격 내에서 초

기화 시 고지했던 세그먼트 수보다 최소 25% 더 많은 세그먼트를 송신할 수 있는 능력을 구비해야 한다. 레벨 4 및 5 트랜스폰더에 대한 최소 길이 다운링크 ELM 능력은 3.1.2.10.5.2.2.2에 규정되어야 한다.

주 2.- 따라서 최대 길이 다운링크(ELM)(16개 세그먼트)를 처리할 수 있는 트랜스폰더가 상기 조건에서 20개의 긴 응답을 전송할 수 있는 것이 요구된다. 최대 메시지 길이보다 적게 처리하는 레벨 4 트랜스폰더가 구축될 수 있다. 이러한 트랜스폰더는 자신의 송신기 능력을 초과하는 메시지 길이를 초기화할 수 없다. 예컨대, 상기 조건에서 최대 10개의 긴 응답을 전송할 수 있는 트랜스폰더는 결코 8개 세그먼트를 초과하는 메시지를 공지할 수 없다.

3.1.2.10.3.8 Mode S에 대한 응답 지연 및 지터

3.1.2.10.3.8.1 모든 입력신호 레벨이 MTL부터 -21dBm 까지인 경우, 응답의 첫 번째 프리앰블 펄스(3.1.2.2.5.1.1)의 선두 에지는 수신된 P_6 의 동기 위상 반전(3.1.2.1.5.2.2) 후 $128 \pm 0.25\mu\text{s}$ 에 발생하여야 한다. 응답지연에 대한 지터는 첨두값(99.9%)으로 $0.08\mu\text{s}$ 이하이어야 한다.

3.1.2.10.3.9 타이머. 타이머의 지속시간과 특징은 표 3-9와 같아야 하며, 모든 타이머는 재시작될 수 있어야 하고, 어떤 시작 명령을 수신하였을 때, 타이머는 규정된 시간동안 동작하여야 하며, 이러한 동작은 시작 명령을 수신하는 시간에 타이머가 작동중인지 작동하지 않은 상태인지에 관계없이 발생하여야 하고, 타이머의 재 설정 명령은 타이머가 동작을 멈추고 이어지는 시작 명령을 위한 준비로 초기상태로 돌아가도록 하여야 한다.

3.1.2.10.3.10 응답 억제. Mode S 전용 all-call 질문에 대한 응답을 유효 공중/지상 상태가 “지상”인 경우 항상 억제해야 한다. 개별적으로 주소가 지정된 Mode S 질문에 대한 응답을 억제할 수 없어야 한다.

주. - 2020년 1월 1일 이후 인증된 트랜스폰더는 유효 공중/지상 상태가 "지상"인 경우 Mode A/C/S all-call에 대한 응답도 억제한다(2.1.5.4.4 참조).

3.1.2.10.3.10.1 권고 - 항공기는 공중/지상 데이터를 트랜스폰더에 제공할 수 있다.

3.1.2.10.3.10.2 Mode S 기능을 갖춘 트랜스폰더의 Mode A/C 응답은 유효 공중/지상 상태가 “지상”인 경우, 질문기 또는 다른 항공기와 근접할 때 발생하는 간섭을 방지하기 위하여 억제하여야 한다.

주.- Mode S 개별적으로 주소가 지정된 질문들은 그러한 간섭을 발생시키지 않으며, 공항 지상 상의 항공기들과의 데이터 링크 통신들에 필요할 수 있다. 포착 스쿼터 송신들은 공항 지상 상의 항공기들의 수동적 감시를 위해 사용될 수 있다.

3.1.2.10.4 트랜스폰더 안테나 시스템 및 다이버시티 운용. 다이버시티 운용을 위하여 탑재된 Mode S 트랜스폰더는 두 개의 안테나를 작동하기 위하여 항공기의 동체 상단부에 안테나 한 개, 항공기 동체 하단부에 안테나 한 개 즉 두 개의 RF 포트를 가져야 하며, 안테나중 한 개

의 안테나로부터 수신된 신호는 수용을 위해 선택되어야 하며, 응답은 선택된 안테나로만 전송되어야 한다.

3.1.2.10.4.1 방사 패턴. 항공기에 설치된 안테나의 방사 패턴은 접지면의 1/4 파장 단극 안테나와 공칭상 동등하게 설정되어야 한다.

주.- 수직 빔폭을 희생시키면서 이득을 증가시키도록 설계된 트랜스폰더 안테나는 선회 비행 시 성능이 좋지 않기 때문에 바람직하지 않다.

3.1.2.10.4.2 안테나 위치. 상단부 및 하단부 안테나는 가능한 한 동체의 중심 근처에 장착되어야 하며, 안테나는 수평면에 있는 안테나의 필드에 방해로 최소화하도록 위치되어야 한다.

3.1.2.10.4.2.1 권고 - 상단 안테나와 하단 안테나 사이의 수평 거리가 7.6m(25ft)를 초과해서는 안될 수 있다.

주.- 이 권고안은 다이버시티 안테나를 설치한 다이버시티 트랜스폰더(케이블 포함)의 작동을 지원하고 3.1.2.10.4.5의 요구사항을 충족하기 위한 것이다.

3.1.2.10.4.3 안테나 선택. 다이버시티 운용 기능을 갖춘 Mode S 트랜스폰더는 두 안테나 채널에서 동시에 수신된 펄스열을 평가하며, 각 채널별로 Mode S 질문 프리앰플의 P_1 펄스와 P_2 펄스가 3.1.2.1에 정의된 Mode S 질문의 요구사항을 충족하는지를 판단할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

주.- 다이버시티 동작을 위해 장착된 트랜스폰더들은 다이버시티 채널 선택을 하는데 있어서, 선택적으로 문의 수신 펄스들의 부가적인 특성들을 평가할 수 있는 능력을 가질 수 있다. 트랜스폰더는 옵션으로서, 문의가 3.1.2.4.1.2.3에 정의된 Mode S 문의 수락에 대한 요구사항들을 충족하는지 여부를 각각의 채널들에 개별적으로 결정하기 위해 양 채널들에서 동시에 수신된 완전한 Mode S 문의를 평가할 수 있다.

3.1.2.10.4.3.1 두 개의 채널이 Mode S 질문에 대한 요구기준에 충족하는 P_1 - P_2 펄스 쌍을 동시에 수신하거나 두 개의 채널이 전체 질문을 동시에 수락하는 경우에, 신호강도가 큰 안테나는 질문의 나머지 부분(있는 경우)을 수신하고 응답의 송신하기 위하여 선택되어야 한다.

3.1.2.10.4.3.2 한 개의 채널만 질문에 대한 요구기준을 부합하는 펄스 쌍이 수신되는 경우에 또는 한 개의 채널만 질문을 수용하는 경우에 해당 채널과 관련된 안테나는 수신된 신호 강도에 관계없이 선택되어야 한다.

3.1.2.10.4.3.3 선택 임계값. 신호 레벨에 따라 안테나가 선택되는 경우에 MTL과 -21dBm사이의 모든 신호 레벨에서 실행되어야 한다.

주.- 신호 레벨의 차이가 3dB 미만이면 어느 하나의 안테나를 선택할 수 있다.

3.1.2.10.4.3.4 수신된 신호지연 허용편차. 다른 안테나에서 수신에 앞서 질문이 $0.125\mu s$ 또는 보다 적은 한 개의 안테나에서 수신되는 경우 동시에 질문되도록 고려되어야 하며, 안테나의 선택기준이 적용되어야 한다. 다른 안테나에서 수신에 앞서 수락된 질문이 $0.375\mu s$ 또는 그 이상인 안테나중에서 하나가 수신되는 경우에 응답을 위하여 선택된 안테나는 앞선 질문이 수신되도록 하여야 하며, 수신에 관련된 시간이 $0.125\mu s$ 와 $0.375\mu s$ 사이 있는 경우에, 트랜스폰더는 동시질문 기준 또는 조기 도착시간을 기초로 둘 중 하나를 응답하기 위하여 안테나를 선택하여야 한다.

3.1.2.10.4.4 다이버시티 전송 채널 격리. 선택된 안테나로부터 전송되는 피크 RF 전력은 비선택된 안테나로부터 전송되는 전력을 적어도 20dB 초과하여야 한다.

3.1.2.10.4.5 다이버시티 트랜스폰더의 응답 지연. 두개의 안테나 채널(트랜스폰더-안테나 케이블에 의하여 야기되는 지연 차이와 두 개의 안테나 사이의 항공기 중심선을 따라 수평거리를 포함하는) 사이의 평균 응답 지연에서의 총 양방향 전송 차이는 동일 진폭의 질문에 대하여 $0.13\mu s$ 이내이어야 하며, 이 요구사항은 MTL +3dB와 -21dBm사이에서 질문 신호 강도를 위하여 유지하여야 하고, 각 개별 채널상의 지터 요구사항은 다이버시티가 없는 트랜스폰더로 규정된 바와 같이 유지하여야 한다.

주.- 이 요구사항은 안테나 스위칭 및 케이블 지연 차이에 의해 야기되는 명백한 지터를 제한한다.

3.1.2.10.5 데이터 처리 및 인터페이스

3.1.2.10.5.1 직접 데이터. 직접 데이터는 Mode S 시스템의 감시 프로토콜을 위하여 요구되는 데이터이어야 한다.

3.1.2.10.5.1.1 고정 직접 데이터. 고정된 직접 데이터는 비행중에 변경되지 않는 항공기로부터의 데이터로서 이 데이터에 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.

- a) 항공기 주소(3.1.2.4.1.2.3.1.1 및 3.1.2.5.2.2.2);
- b) 최대 대기 속도(3.1.2.8.2.2)
- c) 항공기 식별을 위해 사용되는 경우 등록 기호(3.1.2.9.1.1)

3.1.2.10.5.1.2 고정 직접 데이터를 위한 인터페이스

권고 - 트랜스폰더에서 항공기까지의 인터페이스는 고정된 직접 데이터의 값이 트랜스폰더 구성이 아닌 항공기 설치의 기능이 되도록 설계될 수 있다.

주.- 이 권고안의 목적은 고정된 직접 데이터 설정을 위한 트랜스폰더 자체의 조작 없이 트랜스폰더 교환이 가능한 인터페이스 기술을 권장하는 것이다.

3.1.2.10.5.1.3 가변 직접 데이터. 가변 직접 데이터는 비행 중에 변경될 수 있는 항공기의 데이터이며 다음과 같아야 한다:

- a) Mode C 고도 코드(3.1.2.6.5.4);
- b) Mode A 식별 코드(3.1.2.6.7.1);
- c) 지상/공중 데이터(3.1.2.5.2.2.1, 3.1.2.6.5.1 및 3.1.2.8.2.1);
- d) 등록 마크(3.1.2.9.1.1)와 다른 경우 항공기 식별 정보
- e) SPI 상태(3.1.2.6.10.1.3).

3.1.2.10.5.1.4 가변 직접 데이터를 위한 인터페이스.

3.1.2.10.5.1.4.1 다른 비행 데이터를 입력하거나 수정하지 않고 지상 또는 비행 중에 SPI 상태를 조종사가 삽입할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

3.1.2.10.5.1.4.2 지상 또는 비행 중에 다른 비행 데이터의 입력 또는 수정 없이 조종사에게 Mode A 식별 코드를 표시하고 수정할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

3.1.2.10.5.1.4.3 레벨 2 이상의 트랜스폰더의 경우 지상 또는 비행 중에 조종사에게 항공기 식별 정보를 표시하고 가변 데이터(3.1.2.10.5.1.3 d)를 포함하는 경우 다른 비행 데이터의 입력 또는 수정 없이 수정할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

주.- 데이터 입력을 위한 조종사의 조치 구현은 소요 시간을 최소화하고 데이터 입력에 오류가 발생할 가능성을 줄이기 위해 최대한 간단하고 효율적일 것이다.

3.1.2.10.5.1.4.4 기압-고도 및 공중/지상 데이터를 수용하기 위한 인터페이스를 포함해야 한다.

주.- 가변 직접 데이터에 대한 특정 인터페이스 설계는 규정되어 있지 않다.

3.1.2.10.5.2 간접데이터

주.- 간접자료는 트랜스폰더를 어느 방향으로든 통과하지만 감시 기능에는 영향을 미치지 않는다.

간접 데이터의 발생지 및 목적지가 트랜스폰더 내에 있지 않은 경우에 필요한 연결을 위하여 인터페이스가 사용되어야 한다.

3.1.2.10.5.2.1 인터페이스의 기능

주.- 표준 트랜잭션들을 위한 간접 데이터 인터페이스들은 응답 및 방송 기능을 필요로 하는 질문들을 서비스한다. ELM을 위한 간접 데이터 인터페이스들은 그 시스템에 서비스를 제공하고 트랜스폰더 내에서 버퍼링 및 프로토콜 회로를 필요로 한다. 인터페이스 포트들은 각각의 방향에 대해 그리고 각각의 서비스에 대해 별개일 수 있거나 또는 임의의 방식으로 결합될 수 있다.

3.1.2.10.5.2.1.1 업링크 표준 길이 처리 인터페이스. 업링크 표준 길이 트랜잭션 인터페이스는 UF = 0, 11 또는 16을 제외하고 수용된 질문의 모든(AP 필드를 제외할 수 있음) 비트를 전송해야 한다.

주.- AP는 또한 무결성 구현을 돕기 위해 전송될 수 있다.

3.1.2.10.5.2.1.2 다운로드 표준 길이 트랜잭션 인터페이스 주변 기기에서 발생한 정보를 전송하는 트랜스폰더는 전송 내의 적절한 위치에 삽입하기 위한 비트 또는 비트 패턴을 수신할 수 있어야 한다. 이러한 위치에는 트랜스폰더에 의해 내부적으로 생성된 비트 패턴이 삽입되는 위치 또는 응답의 AP 필드가 포함되지 않아야 한다. Comm-B 형식을 사용하여 정보를 전송하는 트랜스폰더는 해당 질문에 의해 요청된 데이터로 질문에 응답해야 한다는 의미에서 요청된 데이터에 즉시 액세스할 수 있어야 한다.

주.- 이 요구사항은 다음 두 가지 방법으로 충족될 수 있다:

- a) 트랜스폰더에는 내부 데이터 및 프로토콜 버퍼링을 위한 조항이 있을 수 있다;
- b) 트랜스폰더는 해당 응답이 생성되기 전에 업링크 데이터가 트랜스폰더를 떠나고 다운로드 데이터가 응답에 통합될 시간 내에 트랜스폰더에 들어가도록 작동하는 "실시간" 인터페이스를 사용할 수 있다.

3.1.2.10.5.2.1.3 확장 길이 메시지 인터페이스

주.- ELM 인터페이스는 ELM 프로토콜(3.1.2.7)에 의해 공중과 지상 사이에 교환된 데이터를 트랜스폰더에서 추출하고 입력하여야 한다.

3.1.2.10.5.2.2 간접 데이터 처리율

3.1.2.10.5.2.2.1 표준 길이 트랜잭션. 외부장치로 그리고 외부 장치로부터 정보 전달을 위하여 탑재된 트랜스폰더는 최소한 3.1.2.10.3.7.2의 규정에 명시된 최소 응답률 만큼 많은 응답에 대한 데이터와 최소한 다음의 속도로 전달되는 질문으로부터의 업링크 데이터를 처리할 수 있어야 한다.

어떤 1초 간격당 50번의 긴 질문
100ms 간격당 18번의 긴 질문
25ms 간격당 8번의 긴 질문
1.6ms 간격당 4번의 긴 질문

주 1.- 최소 3.1.2.10.3.7.2보다 높은 응답 속도를 가질 수 있는 트랜스폰더는 상기 업링크 데이터 처리 한계에 도달한 후 긴 질문을 수용할 필요가 없다.

주 2.- Mode S 응답은 Mode S 질문의 데이터 콘텐츠의 수신을 인정하는 유일한 수단이다. 따라서, 트랜스폰더가 질문에 응답할 수 있다면, Mode S 설치는 그것과 다른 수락된 질문 사이의 타이밍에 관계없이 해당 질문에 포함된 데이터를 수락할 수 있어야 한다. 여러 질문기로부터의 Mode S 빔의 중첩은 상당한 데이터 처리 및 버퍼링에 대한 요구사항을 초래할 수 있다. 여기에 기술된 최소값은 데이터 처리를 현실적인 수준으로 감소시키고, 불-수용 조항은 데이터가 일시적으로 수락되지 않을 것임을 질문기에게 통지하는 것을 제공한다.

3.1.2.10.5.2.2.2 확장 길이 트랜잭션. 레벨 3 (2.1.5.1.3) 및 레벨 4 (2.1.5.1.4) 트랜스폰더는 4초 간격당 최소한 4개의 완전한 16 세그먼트 업링크 ELM (3.1.2.7.4)로부터 데이터를 전송할 수 있어야 한다. 레벨 5 트랜스폰더(2.1.5.1.5)는 1초 간격으로 적어도 4개의 완전한 16 세그먼트 업링크 ELM에서 데이터를 전송할 수 있어야 하고, 250ms 간격당 동일한 II 코드로 최소한 2개의 완전한 16 세그먼트 업링크 ELM을 수용할 수 있어야 하며, 레벨 4 트랜스폰더는 1초 간격당 최소한 하나의 4 세그먼트 다운링크 ELM(3.1.2.7.7 및 3.1.2.10.3.7.3)을 전송할 수 있어야 하고, 레벨 5 트랜스폰더는 1초 간격당 최소한 하나의 16 세그먼트 다운링크 ELM을 전송할 수 있어야 한다.

3.1.2.10.5.2.2.2.1 권고 - 레벨 3 및 레벨 4 트랜스폰더는 250 ms 간격 내에서 적어도 2개의 완전한 16개의 세그먼트 업링크 ELM을 수용할 수 있다.

3.1.2.10.5.2.3 표준 길이 처리 및 필요한 다운링크 항공기 파라미터(DAPs)에 대한 데이터 형식

3.1.2.10.5.2.3.1 모든 레벨 2 이상의 트랜스폰더는 다음과 같은 레지스터를 지원해야 한다:

- 성능 보고(3.1.2.6.10.2);
- 항공기 식별 프로토콜 레지스터 20 {HEX}(3.1.2.9)
- ACAS가 장착된 항공기의 경우 활성 회피조언 레지스터 30 {HEX}(4.3.8.4.2.2).

3.1.2.10.5.2.3.2 다운링크 항공기 파라미터(DAPs)는 표 3-10의 레지스터로 지원되어야 하고, 트랜스폰더 레지스터의 최소 업데이트율과 형식은 호환성이 확보되도록 구현되어야 한다.

3.1.2.10.5.2.3.3 다운링크 표준길이 처리 인터페이스는 지상에서 다운링크 항공기 파라미터(DAP)들을 이용할 수 있도록 만드는 트랜스폰더로 다운링크 항공기 파라미터(DAP)를 전달해야 하며, 각 DAP는 Comm-B 형식(MB 필드)으로 압축되어야 하고 데이터 플레시 적용을 통하여 MSP 다운링크 채널 3을 사용하거나 ground-initiated Comm-B(GICB) 프로토콜중에서 하나를 사용하여 추출될 수 있어야 한다.

주.- 각 레지스터 및 데이터 플레시 애플리케이션의 형식 및 업데이트 속도는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다.

3.1.2.10.5.3 데이터 내용 전달의 무결성. 데이터 인터페이스를 사용하는 트랜스폰더는 안테나와 각 인터페이스 포트 사이의 양방향에서 10^3 개의 메시지에서 1개의 오류 미만과 10^7 개의 112 비트 전송에서 1개의 불검출 오류 미만의 오류율을 보장하기 위한 충분한 보호를 포함해야 한다.

3.1.2.10.5.4 메시지 취소. 다운링크 표준 길이 트랜잭션 인터페이스와 확장 길이 메시지 인터페이스는 지상으로 전달을 위하여 트랜스폰더에 전달 주기가 완료되지 않은 메시지(즉, 지상 질문기에 의해 종결이 완료되지 않은 메시지)를 취소할 수 있는 기능을 포함해야 한다.

주.- 이러한 능력에 대한 필요성의 하나의 예는 항공기가 Mode S 지상국의 통달범위 내에 있지 않을 때 배탈이 시도되는 경우 메시지를 취소하는 것이다. 그 후 메시지는 항공기가 Mode S 영공에 재진입할 때 그것이 판독되고 현재 메시지로 해석되는 것을 방지하기 위해 취소되어야 한다.

3.1.2.10.5.5 공중 지향 메시지. 공중-지향(directed) 메시지의 전달은 위의 (4)항의 규정에 의한 모든 조치와 함께 메시지를 수신하게 될 장소의 질문기 식별자의 트랜스폰더로 전송을 요구하여야 한다.

3.1.2.11 지상 질문기 Mode S 기능의 필수 시스템 특성

3.1.2.11.1 질문 반복률. Mode S 질문기는 모든 질문 모드에서 가장 최저로 사용할 수 있는 질문 반복률을 사용하여야 한다.

주.- 모노펄스 기법을 이용하면 낮은 질문율로 정확한 방위각 데이터를 얻을 수 있다.

3.1.2.11.1.1 all-call 질문 반복률

3.1.2.11.1.1.1 다중사이트 모드에서 포착에 사용되는 Mode S 전용 및 Mode A/C 전용 all-call 질문에 대한 질문 반복률은 초당 250회 미만이어야 한다.

3.1.2.11.1.1.2 질문기에 의해 트리거된 Mode S all-call 응답의 최대 수. Lockout이 되지 않는 항공기에 대해 Mode S 질문기는 평균적으로 200ms 주기당 6회 이상의 all-call 응답을 트리거하지 않아야 하며 18초 주기에 걸쳐서 26회를 초과하는 all-call 응답을 트리거하지 않아야 한다.

3.1.2.11.1.2 단일 항공기에 대한 질문 반복률

3.1.2.11.1.2.1 응답을 요구하는 질문. 응답을 요구하는 Mode S 질문은 $400\mu s$ 보다 짧은 간격에서 단일 항공기에게 전송되지 않아야 한다.

3.1.2.11.1.2.2 업링크 ELM 질문. 연속적인 Comm-C 질문들의 시작 사이의 최소 시간은 $50\mu s$

이어야 한다.

3.1.2.11.1.3 선택적 질문을 대한 전송률

3.1.2.11.1.3.1 모든 Mode S 질문에 대하여 선택적 질문을 위한 전송률은 다음과 같아야 한다.

- a) 40ms 간격동안 평균 매초 당 2,400이하
- b) 1초 간격동안 평균 3도 섹터까지 480이하

3.1.2.11.1.3.2 다른 모든 Mode S 질문기의 부엽(side lobes)들과 중복되는 통달범위를 갖는 Mode S 질문기의 경우, 선택적 질문을 위한 전송률은 다음과 같아야 한다:

- a) 4초 간격에 걸쳐 평균 초당 1,200 미만
- b) 1초 간격 동안 평균 초당 1,800 미만이다.

주.- 질문기들 사이의 부엽(side lobe) 이격을 보장하는 일반적인 최소 거리는 35km이다.

3.1.2.11.2 질문기 유효 방사 전력

권고 -모든 질문 펄스의 유효 방사전력은 3.1.1.8.2에 규정된 바와 같이 최소화 할 수 있다.

3.1.2.11.3 비활성 상태의 질문기 출력 전력. 질문기 송신기가 질문을 송신하지 않을 때, 960 MHz에서 1,215 MHz 사이의 어떤 주파수에서도 그 출력이 유효 방사 전력 -5 dBm을 초과해서는 안 된다.

주.- 이 제약은 질문기 근처를 비행하는 항공기(1.85km (1NM))가 다른 질문기에 의해 추적되는 것을 방지하는 간섭을 받지 않도록 보장한다. 특정한 경우에 공항 지상 상의 Mode S 감시가 사용되는 경우, 더 작은 질문기 대 항공기 거리가 중요하다. 그러한 경우에, 비활성 상태 질문기 출력 전력에 대한 추가적인 구속이 필요할 수 있다.

3.1.2.11.3.1 스푸리어스 방사 전파

권고 - 연속파(CW) 방사선은 1와트 대비 76dB 이하일 수 있다.

3.1.2.11.4 스푸리어스 응답

권고 - 통과 대역 내에 있지 않은 신호에 대한 응답은 정상 감도보다 최소 60dB 이상일 수 있다.

3.1.2.11.5 잠금 조정. Mode S 질문기는 어떠한 질문기도 Mode S 장착된 항공기의 포착을 거

부할 수 없도록 보장하기 위해 중첩된 통달범위를 가진 다른 모든 작동 Mode S 질문기와 조정이 이루어질 때까지 all-call 잠금을 사용하여 작동되어서는 안 된다. 시스템 설계(예: 이동식 질문기)로 인해 조정이 불가능한 경우, 질문기는 수동 포착수단을 사용하거나, 추가포착(3.1.2.5.2.1.5)과 함께 잠금 무효화(3.1.2.5.2.1.4)를 사용하여 운용하여야 한다.

주 1.- 이 조정은 지상 네트워크를 통해 또는 질문기 코드의 할당에 의해 이루어질 수 있으며, 적용 범위가 국제 경계와 겹치는 지역 협정을 수반할 것이다.

주 2. - Mode S 전용 all-call 질문, all-call 잠금 프로토콜 또는 다중사이트 데이터링크 프로토콜을 사용하지 않는 질문기는 인접 시스템과 조정하지 않고도 선택질문의 IIS 또는 SIS 필드에 임의의 IC 값을 사용할 수 있다.

3.1.2.11.6 이동식 질문기

권고 - 이동식 질문기는 가능한 한 스쿼터의 수신을 통해 Mode S 항공기를 포착할 수 있다

주.- 수동적인 스쿼터 획득은 채널 부하를 줄이고 조정 없이 수행할 수 있다.

제3장 표

표 3-1. 펄스모양 - 질문 펄스 지속시간

펄스	지속 시간	지속 시간 공차	(증가 시간)		(감소 시간)	
			최소.	최대.	최소.	최대.
P_1, P_2, P_3, P_5	0.80	± 0.09	0.05	0.10	0.05	0.20
$P_4(\text{short})$	0.80	± 0.09	0.05	0.10	0.05	0.20
$P_6(\text{short})$	16.25	± 0.20	0.05	0.10	0.05	0.20
$P_6(\text{long})$	30.25	± 0.20	0.05	0.10	0.05	0.20
S_1	0.80	± 0.10	0.05	0.10	0.05	0.20

표 3-2. 펄스모양 - Mode S 응답

펄스 폭 (Duration)	폭 허용편차	상승시간	하강시간
		최대	최대
0.5	± 0.05	0.1	0.2
1.0	± 0.05	0.1	0.2

표 3-3. 필드 정의

필드		형식		참조
지정자	기능	UF	DF	
AA	주소 공지		11, 17, 18	<u>3.1.2.5.2.2.2</u>
AC	고도 코드		4, 20	<u>3.1.2.6.5.4</u>
AF	응용 필드		19	<u>3.1.2.8.8.2</u>
AP	주소/패리티	All	0, 4, 5, 16, 20, 21, 24	<u>3.1.2.3.2.1.3</u>
AQ	획득	0		<u>3.1.2.8.1.1</u>
CA	기능		11, 17	<u>3.1.2.5.2.2.1</u>
CC	크로스 링크 기능		0	<u>3.1.2.8.2.3</u>
CF	제어 필드		18	<u>3.1.2.8.7.2</u>
CL	코드 라벨	11		<u>3.1.2.5.2.1.3</u>
DF	다운링크 형식		All	<u>3.1.2.3.2.1.2</u>
DI	지정자 식별	4, 5, 20, 21		<u>3.1.2.6.1.3</u>
DP	데이터 패리티		20, 21	<u>3.1.2.3.2.1.5</u>
DR	다운링크 요청		4, 5, 20, 21	<u>3.1.2.6.5.2</u>
DS	데이터 선택기	0		<u>3.1.2.8.1.3</u>
FS	비행 상태		4, 5, 20, 21	<u>3.1.2.6.5.1</u>
IC	질문기 코드	11		<u>3.1.2.5.2.1.2</u>
ID	식별		5, 21	<u>3.1.2.6.7.1</u>
KE	제어, ELM		24	<u>3.1.2.7.3.1</u>
MA	메시지, Comm-A	20, 21		<u>3.1.2.6.2.1</u>
MB	메시지, Comm-B		20, 21	<u>3.1.2.6.6.1</u>
MC	메시지, Comm-C	24		<u>3.1.2.7.1.3</u>
MD	메시지, Comm-D		24	<u>3.1.2.7.3.3</u>
ME	메시지, 확장 스쿼터		17, 18	<u>3.1.2.8.6.2</u>
MU	메시지, ACAS	16		<u>4.3.8.4.2.3</u> <u>3.1.2.8.3.1,</u>
MV	메시지, ACAS		16	<u>4.3.8.4.2.4</u>
NC	C-세그먼트 번호	24		<u>3.1.2.7.1.2</u>
ND	D-세그먼트 번호		24	<u>3.1.2.7.3.2</u>
PC	프로토콜	4, 5, 20, 21		<u>3.1.2.6.1.1</u>
PI	패리티/질문기 식별자		11, 17, 18	<u>3.1.2.3.2.1.4</u>
PR	응답 확률	11		<u>3.1.2.5.2.1.1</u>
RC	응답 제어	24		<u>3.1.2.7.1.1</u>
RI	응답 정보		0	<u>3.1.2.8.2.2</u>
RL	응답 길이	0		<u>3.1.2.8.1.2</u>
RR	응답 요청	4, 5, 20, 21		<u>3.1.2.6.1.2</u>
SD	특별 지정자	4, 5, 20, 21		<u>3.1.2.6.1.4</u>
SL	민감 수준(ACAS)		0, 16	<u>4.3.8.4.2.5</u>
UF	업링크 형식	All		<u>3.1.2.3.2.1.1</u>
UM	업링크 메시지		4, 5, 20, 21	<u>3.1.2.6.5.3</u>
VS	수직 상태		0	<u>3.1.2.8.2.1</u>

표 3-4. 하위필드 정의

지정자	필드 기능	필드	참조
ACS	고도 코드 하위필드	ME	3.1.2.8.6.3.1.2
AIS	항공기 식별 하위필드	MB	3.1.2.9.1.1
BDS 1	Comm-B 데이터 선택기 하위필드 1	MB	3.1.2.6.11.2.1
BDS 2	Comm-B 데이터 선택기 하위필드 2	MB	3.1.2.6.11.2.1
IDS	식별자 지정자 하위필드	UM	3.1.2.6.5.3.1
IIS	질문기 지정자 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 a)
		UM	3.1.2.6.5.3.1
LOS	잠금 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 d)
LSS	잠금 감시 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 g)
MBS	다중사이트 Comm-B 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 c)
MES	다중사이트 ELM 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 c)
OVC	오버레이 제어	SD	3.1.2.6.1.4.1 i)
RRS	응답 요청 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 e) 및 g)
RSS	예약 상태 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 c)
SCS	스쿼터 기능 하위필드	MB	3.1.2.6.10.2.2.1
SIC	감시 식별자 기능	MB	3.1.2.6.10.2.2.1
SIS	감시 식별자 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 g)
SRS	세그먼트 요청 하위필드	MC	3.1.2.7.7.2.1
SSS	감시 상태 하위필드	ME	3.1.2.8.6.3.1.1
TAS	송신 인식 하위필드	MD	3.1.2.7.4.2.6
TMS	전술 메시지 하위필드	SD	3.1.2.6.1.4.1 d)

표 3-5. 질문기 - 응답 프로토콜 요약

질문기 UF	특별 조건	응답 DF
0	RL (3.1.2.8.1.2)은 0과 같음 RL (3.1.2.8.1.2)은 1과 같음	0 16
4	RR (3.1.2.6.1.2)은 16 미만 RR (3.1.2.6.1.2)은 16 이상	4 20
5	RR (3.1.2.6.1.2)은 16 미만 RR (3.1.2.6.1.2)은 16 이상	5 21
11	트랜스폰더가 잠기는 질문기 코드, IC(3.1.2.5.2.1.2) 확률적 응답 테스트 실패(3.1.2.5.4) 그렇지않으면	응답 없음 응답 없음 11
20	RR (3.1.2.6.1.2)은 16 미만 RR (3.1.2.6.1.2)은 16 이상 AP는 방송 주소를 포함 (3.1.2.4.1.2.3.1.3)	4 20 응답 없음
21	RR (3.1.2.6.1.2)은 16 미만 RR (3.1.2.6.1.2)은 16 이상 AP는 방송 주소를 포함 (3.1.2.4.1.2.3.1.3)	5 21 응답 없음
24	RC (3.1.2.7.1.1)는 0 또는 1과 같음 RC (3.1.2.7.1.1)는 2 또는 3과 같음	응답 없음 24

표 3-6. 데이터링크 성능보고 표(레지스터 10₁₆)

register 10 ₁₆ 의 하위필드	MB 비트	Comm-B 비트
지속 플래그	9	41
운용 조정 메시지(OCM) 송신 기능	10	42
오버레이 명령 기능	15	47
ACAS 기능	11-14, 16 및 37-40	43-46, 48 및 69-72
Mode S 서브통신망 버전 번호	17-23	49-55
트랜스폰더 강화 프로토콜 표시등	24	56
특별 서비스 기능	25	57
업링크 ELM 기능	26-28	58-60
다운링크 ELM 기능	29-32	61-64
항공기 식별 기능	33	65
스퀴터 기능 하위필드 (SCS)	34	66
감시 식별자 코드 기능 (SIC)	35	67
공용 GICB 능력 보고	36	68
기본 데이터플래시 성능	42	74
확장 스퀴터 위상 오버레이(PO) 성능	43	75
Mode S 위상 오버레이(PO) 성능	44	76
활성 트랜스폰더 측면 지시자	49-50	81-82
레지스터 11 ₁₆ 데이터링크 성능(연속) 변경 지시자	51	83

주. - 종전에 데이터링크 기능보고(레지스터 10₁₆)의 MB 비트 41~56으로 정의된 “DTE 하위주소 0~15 상태” 하위필드는 데이터링크 기능보고 확장(레지스터 11₁₆)의 BM 비트 41~56으로 변경하여 정의한다. 데이터링크 기능보고의 모든 비트에 관한 추가 정보는 Doc 9871에 수록되어 있다.

표 3-7. 위상 오버레이 데이터 정의

동기 기준에 대한 위상(도)	이진값(MSB-LSB)
0	000
45	001
90	010
135	011
180	100
225	101
270	110
315	111

표 3-8. 데이터 링크에 의한 항공기 식별 전송을 위한 문자 코딩

(IA-5의 하위 집합 - 3.1.2.9.1.2 참조)

				b_6	0	0	1	1
				b_5	0	1	0	1
b_4	b_3	b_2	b_1					
0	0	0	0		A	P	SP	0
0	0	0	1			Q		1
0	0	1	0			R		2
0	0	1	1		C	S		3
0	1	0	0		D	T		4
0	1	0	1		E	U		5
0	1	1	0		F	V		6
0	1	1	1		G	W		7
1	0	0	0		H	X		8
1	0	0	1		I	Y		9
1	0	1	0		J	Z		
1	0	1	1		K			
1	1	0	0		L			
1	1	0	1		M			
1	1	1	0		N			
1	1	1	1		O			

표 3-9. 타이머 특징

타이머				지속 시간	오차	
이름	번호	참조	기호	s	s	리셋테이블
비-선택적 잠금	1	3.1.2.6.9.2	T_D	18	± 1	no
일시적 정보	1	3.1.2.6.10.1.1.2	T_C	18	± 1	no
SPI	1	3.1.2.6.10.1.3	T_I	18	± 1	no
예약 B, C, D	3*	3.1.2.6.11.3.1	T_R	18	± 1	yes
멀티사이트 잠금	78	3.1.2.6.9.1	T_L	18	± 1	no
기본 데이터플래시	1	3.1.2.6.10.3.4.2	T_F	30	± 1	no
* 필요에 따라						

표 3-10. DAPs registers

Register	이름	데이터 내용	비트
40 {HEX}	선택된 수직 의도	MCP/FCU 선택 고도	1-13
		FMS 선택 고도	14-26
		기압 설정 - 800 mb	27-39
		MCP/FCU 모드 비트	48-51
		목표 고도 소스 비트	54-56
50 {HEX}	항적 및 회전 리포트	롤 각	1-11
		진 항적 각	12-23
		지상 속도	24-34
		항적 각도율	35-45
		진 대기 속도	46-56
60 {HEX}	헤딩 및 속도 리포트	자기 방향	1-12
		표시 대기 속도	13-23
		마하	24-34
		기압고도율	35-45
		관성수직속도	46-56

표 3-11. 송신 질문신호 세부사항

기능	값	참조
Mode A/C		
반송파 주파수	1 030 ± 0.20 MHz	3.1.1.1.1-3.1.1.1.2
펄스 간격 P ₁ -P ₃ (Mode A)	8 ± 0.18μs	3.1.1.4.3
펄스 간격 P ₁ -P ₃ (Mode C)	21 ± 0.18μs	3.1.1.4.3
펄스 간격 P ₁ -P ₂	2 ± 0.10μs	3.1.1.4.4
펄스 지속시간 P ₁ , P ₂ , P ₃	0.8 ± 0.09μs	3.1.1.4.5
펄스 상승시간	최소 0.05μs, 최대 0.10μs	3.1.1.4.6
펄스 감쇠시간	최소 0.05μs, 최대 0.20μs	3.1.1.4.7
펄스 진폭 P ₃	P ₁ ± 0.5 dB	3.1.1.5.2
교차모드		
반송파 주파수	1 030 ± 0.01 MHz	3.1.2.1.1
펄스 지속시간 P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄	0.8 ± 0.09μs	3.1.2.1.4.1
펄스 상승시간	최소 0.05μs, 최대 0.10μs	3.1.2.1.4.1
펄스 감쇠시간	최소 0.05μs, 최대 0.20μs	3.1.2.1.4.1
펄스 간격 P ₁ -P ₃ (Mode A 전용 전호출)	8 ± 0.18μs	3.1.2.1.5.1.2.1
펄스 간격 P ₁ -P ₃ (Mode C 전용 전호출)	21 ± 0.18μs	3.1.2.1.5.1.2.1
펄스 간격 P ₁ -P ₂	2 ± 0.04μs	3.1.2.1.5.1.2.1
펄스 간격 P ₃ -P ₄	2 ± 0.04 μs	3.1.2.1.5.1.2.1
펄스 진폭 P ₃	P ₁ ± 0.5 dB	3.1.2.1.5.1.2.2
펄스 진폭 P ₄	P ₃ -0.5 dB/+2.5 dB	3.1.2.1.5.1.2.2
Mode S		
반송파 주파수	1 030 ± 0.01 MHz	3.1.2.1.1
펄스 지속시간 P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₅	0.8 ± 0.09μs	3.1.2.1.4.1
펄스 지속시간 P ₆ (단)	16.25 ± 0.20μs	3.1.2.1.4.1
펄스 지속시간 P ₆ (장)	30.25 ± 0.20μs	3.1.2.1.4.1
펄스 상승시간	최소 0.05μs, 최대 0.10μs	3.1.2.1.4.1

펄스 감쇠시간	최소 $0.05\mu s$, 최대 $0.20\mu s$	3.1.2.1.4.1
펄스 간격 P_1-P_2	$2 \pm 0.04\mu s$	3.1.2.1.5.2.4
펄스 P_2 -동기 위상반전 간격	$2.75 \pm 0.04\mu s$	3.1.2.1.5.2.4
펄스 P_6 -동기 위상반전 간격	$1.25 \pm 0.04\mu s$	3.1.2.1.5.2.4
펄스 P_5 -동기 위상반전 간격	$0.4 \pm 0.04\mu s$	3.1.2.1.5.2.4
펄스 진폭 P_2	$P_1 - 0.25 \text{ dB}$ 이상	3.1.2.1.5.2.5
P_6 최초 $1 \mu s$ 의 펄스 진폭	$P_1 - 0.25 \text{ dB}$ 이상	3.1.2.1.5.2.5

표 3-12. 위상 오버레이 메시지 형식 필드 정의

메시지 형식값	순방향 오류 정정	의미
0	해당 없음	데이터 없음
1	RS	ADS-B 상태 및 상태정보 메시지
2		Mode S GICB 데이터
3		질문/응답 모니터 메시지
4		시험 메시지
5		DF-18(ADS-R, ADS-SLR, TIS-B)
6		정의되지 않음
7	LDPC	ADS-B 상태 및 상태정보 메시지
8		Mode S GICB 데이터
9		질문/응답 모니터 메시지
10		시험 메시지
11		DF-18(ADS-R, ADS-SLR, TIS-B)
12		정의되지 않음
13-255	예비	

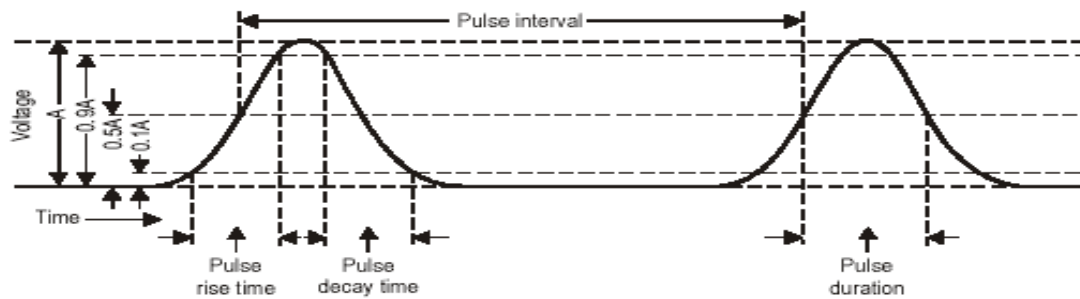
표 3-13. 위상 오버레이 LDPC 데이터 구조

블록 번호	위상메시지 데이터 비트 (34비트)	위상 패리티 정정 데이터 비트 (20 비트)
1	1-34	205-224
2	35-68	225-244
3	69-102	245-264
4	103-136	265-284
5	137-170	285-304
6	171-204	305-324

표 3-14. 위상 오버레이 메시지 하위형식 필드 정의

값	의미
0	데이터 없음
1	PO 데이터 블록은 선택된 GICB 레지스터에 대해 정의된 사전 정의값을 포함함
2-15	예비

제3장 그림



Definitions

- 위상 반전 : 주파수 반송과 위상의 180도 변화
- 위상 반전 시간 : 위상 반전의 10도와 170도 사이의 시간
- 펄스 진폭 A : 펄스 포락선의 정점의 전압의 크기
- 펄스 하강 시간 : 펄스 포락선의 하강부분에서의 0.9A와 0.1A 사이
- 펄스 지속 시간 : 펄스 포락선의 상승부분과 하강부분의 0.5A되는 점 사이의 시간
- 펄스 간격 : 첫 번째 펄스의 상승부의 0.5A되는 시점과 두 번째 펄스의 상승부의 0.5A되는 시점 사이의 시간 간격
- 펄스 상승 시간 : 펄스 포락선의 상승부의 0.1A와 0.9A 사이의 시간
- 시간간격은 다음을 참고한다.
 - a) 펄스 상승부의 0.5A되는 지점
 - b) 펄스 하강부의 0.5A되는 지점 또는
 - c) 위상 반전의 90도 되는 지점
- 트랜스폰더 감도와 전력 기준점. 트랜스폰더의 전송선의 안테나 끝부분.

그림 3-1. 2차 감시레이더 파형 형상, 간격 및 감도·전력 기준점의 정의

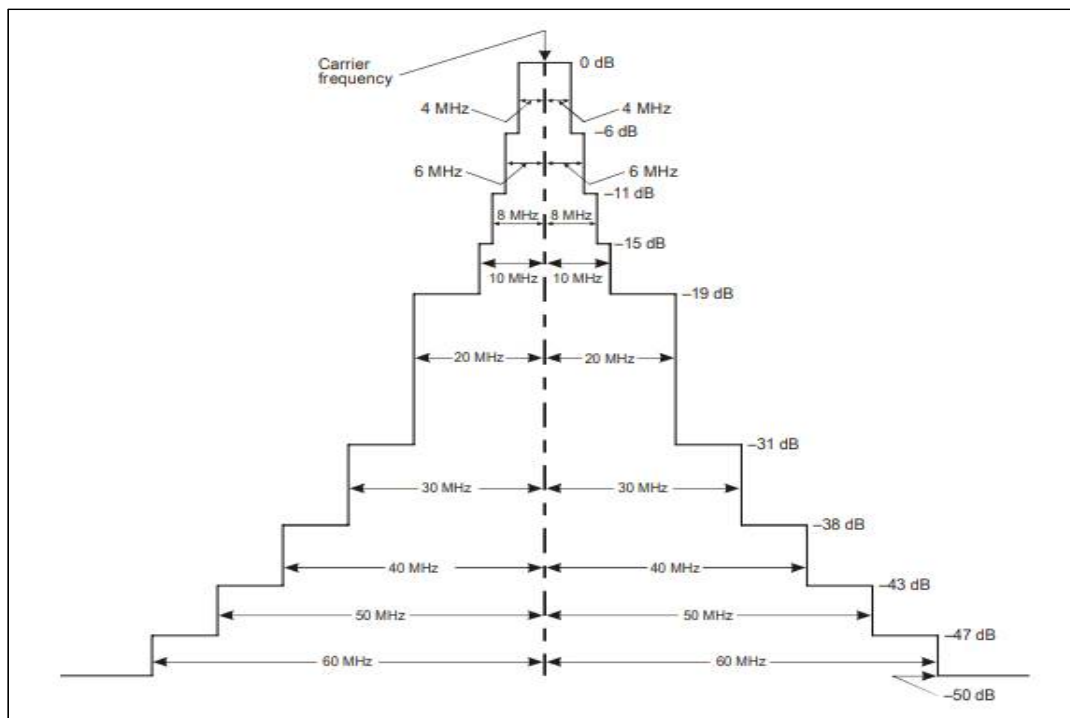


그림 3-2. 질문기 송신기에 필요한 스펙트럼 한계

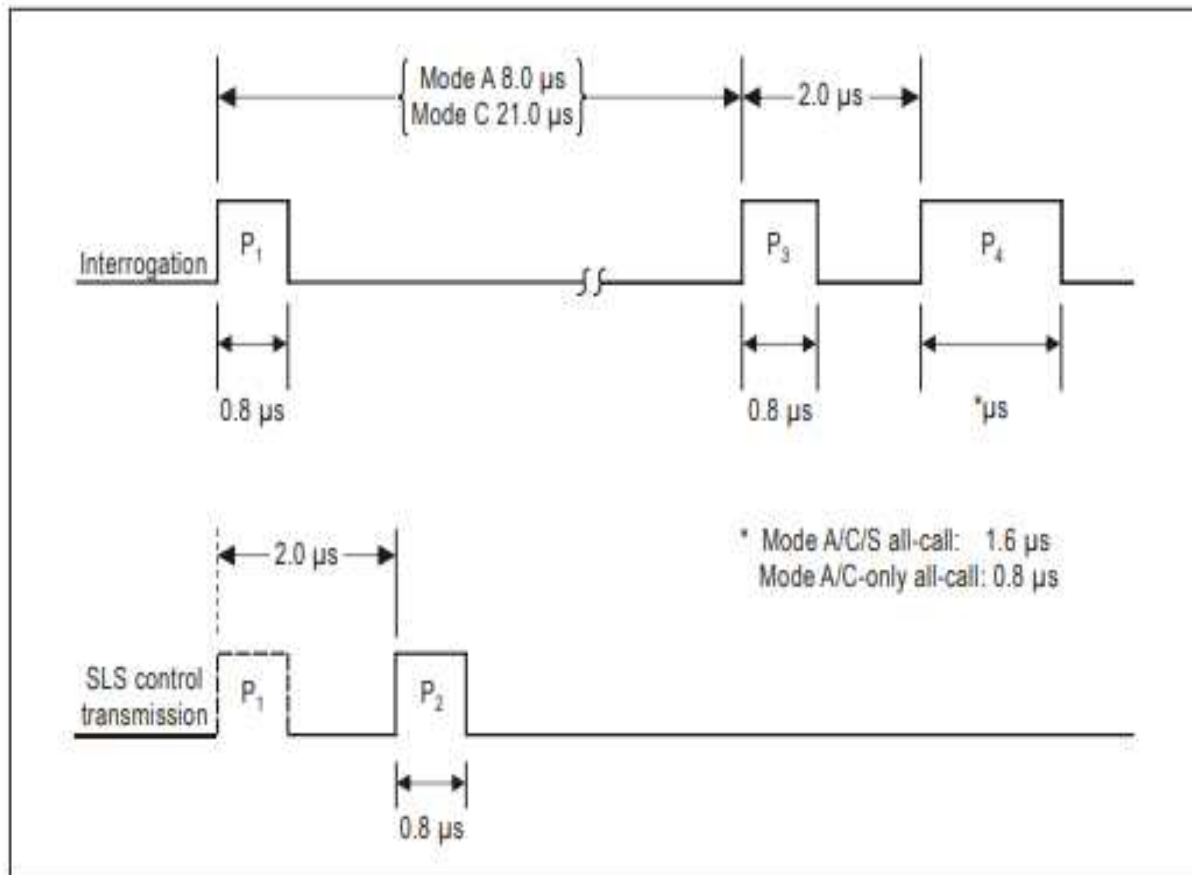


그림 3-3. 교차모드 질문 펄스 시퀀스

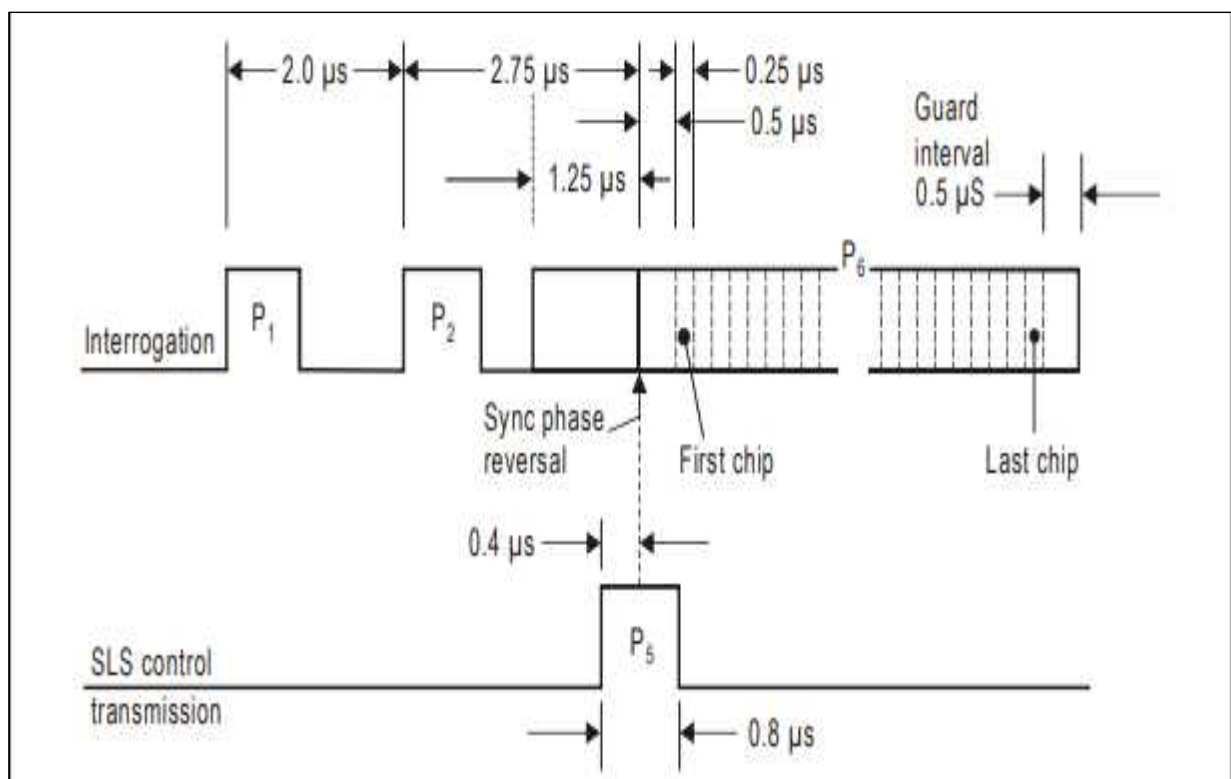


그림 3-4. Mode S 질문 펄스 시퀀스

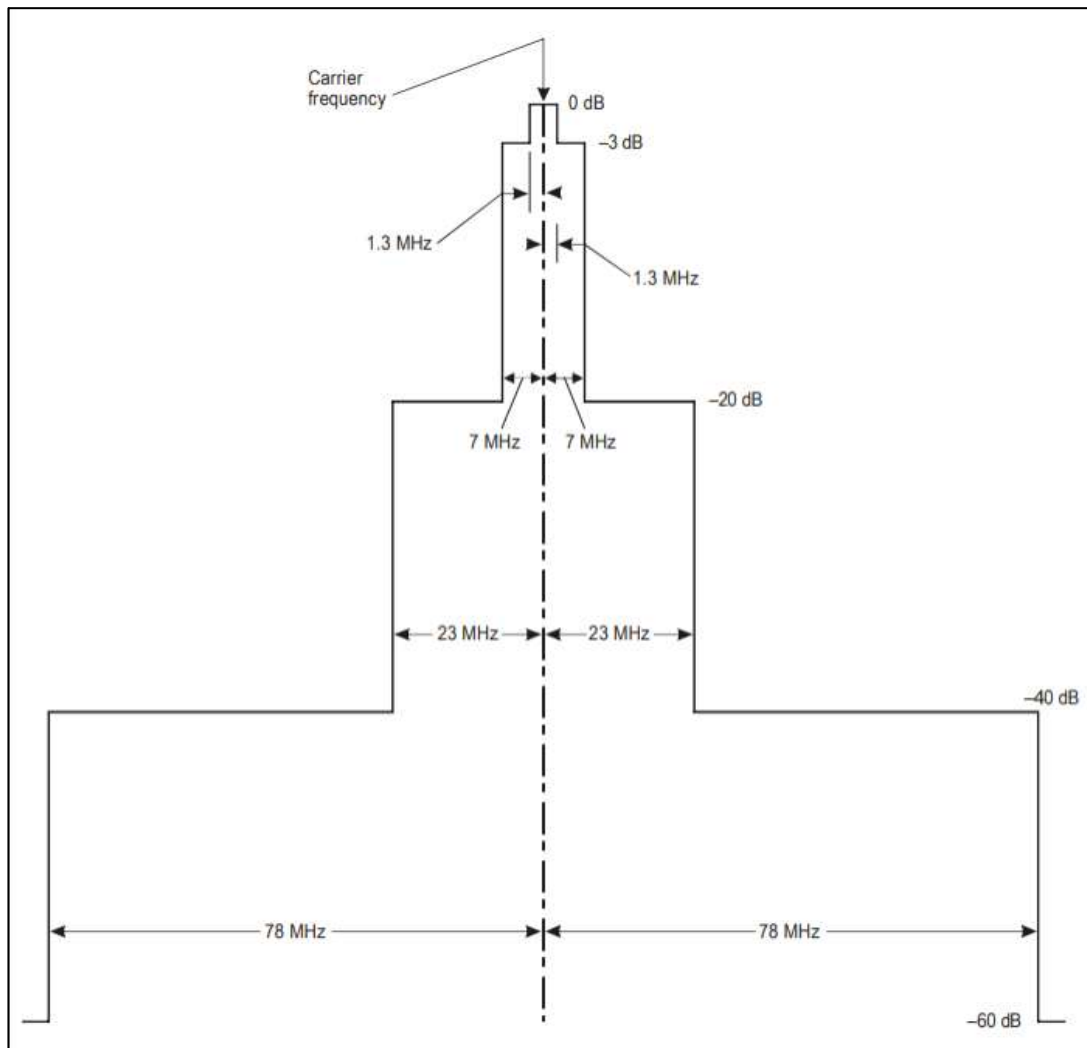


그림 3-5. 트랜스폰더 송신기에 필요한 스펙트럼 한계

주.- 이 그림은 반송파 주파수를 중심으로 한 스펙트럼을 보여주며 반송파 주파수에 따라 전체 + 또는 -1 MHz로 이동한다.

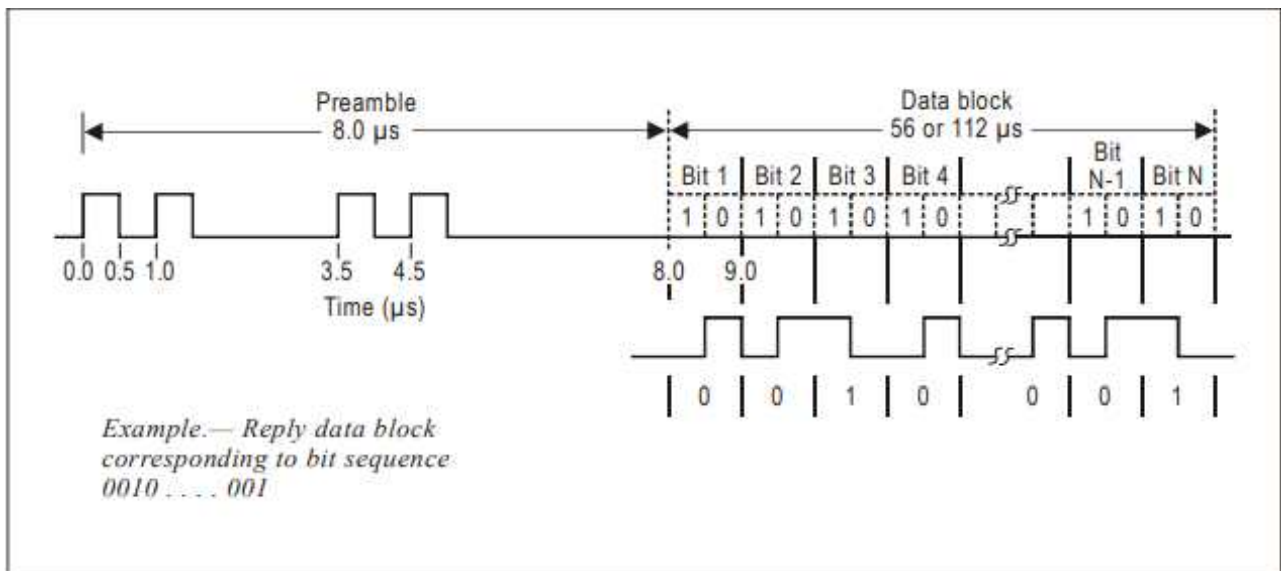


그림 3-6. Mode S 응답

Format No.	UF								
0	00000	3	RL:1	4	AQ:1	DS:8	10	AP:24	 Short air-air surveillance (ACAS)
1	00001	27 or 83						AP:24	... Reserved
2	00010	27 or 83						AP:24	... Reserved
3	00011	27 or 83						AP:24	... Reserved
4	00100	PC:3	RR:5	DI:3	SD:16	AP:24		 Surveillance, altitude request	
5	00101	PC:3	RR:5	DI:3	SD:16	AP:24		 Surveillance, identify request	
6	00110	27 or 83						AP:24	... Reserved
7	00111	27 or 83						AP:24	... Reserved
8	01000	27 or 83						AP:24	... Reserved
9	01001	27 or 83						AP:24	... Reserved
10	01010	27 or 83						AP:24	... Reserved
11	01011	PR:4	IC:4	CL:3	16		AP:24	 Mode S only all-call	
12	01100	27 or 83						AP:24	... Reserved
13	01101	27 or 83						AP:24	... Reserved
14	01110	27 or 83						AP:24	... Reserved
15	01111	27 or 83						AP:24	... Reserved
16	10000	3	RL:1	4	AQ:1	18	MU:56	AP:24	 Long air-air surveillance (ACAS)
17	10001	27 or 83						AP:24	... Reserved
18	10010	27 or 83						AP:24	... Reserved
19	10011	107						AP:24	... Reserved for military use
20	10100	PC:3	RR:5	DI:3	SD:16	MA:56	AP:24	 Comm-A, altitude request	
21	10101	PC:3	RR:5	DI:3	SD:16	MA:56	AP:24	 Comm-A, identify request	
22	10110	27 or 83						AP:24	... Reserved for military use
23	10111	27 or 83						AP:24	... Reserved
24	11	RC:2	NC:4		MC:80		AP:24	 Comm-C (ELM)	

주:

1. **XX:M** “XX” 로 지정된 필드에 M 비트가 할당됨을 나타낸다.
2. **N** N은 사용 가능한 비트가 N개인 미할당 부호화 영역을 나타낸다. 이 비트들은 송신할 때 모두 0으로 부호화 되어야 한다.
3. 상향링크 형식(UF) 0부터 23까지의 형식 번호는 질문 신호의 처음 5비트에 포함된 이진 부호와 일치한다. 형식 번호 24는 처음 두 비트 위치가 “11”로 시작하고, 그다음 3비트는 질문 내용에 따라 달라지는 형식으로 정의된다.
4. 일부 형식은 사용되지 않지만, 완전성을 위해 모든 형식을 표시하였다. 현재 적용 용도가 정의되지 않은 형식은 그 길이도 정의되지 않은 상태로 남아 있다. 향후 할당에 따라 단형(56비트) 또는 장형(112비트) 형식이 될 수 있다. Mode S 성능 수준과 관련된 특정 형식은 이후 항에서 설명한다.
5. PC, RR, DI 및 SD 필드**는 Comm-A 방송 질문에는 적용되지 않는다.

그림 3-7. Mode S 질문 또는 업링크 형식 요약

Format No.	DF										
0	00000	VS:1	CC:1	1	SL:3	2	RI:4	2	AC:13	AP:24	... Short air-air surveillance (ACAS)
1	00001	27 or 83								P:24	... Reserved
2	00010	27 or 83								P:24	... Reserved
3	00011	27 or 83								P:24	... Reserved
4	00100	FS:3	DR:5			UM:6	AC:13	AP:24	... Surveillance, altitude reply		
5	00101	FS:3	DR:5			UM:6	ID:13	AP:24	... Surveillance, identify reply		
6	00110	27 or 83								P:24	... Reserved
7	00111	27 or 83								P:24	... Reserved
8	01000	27 or 83								P:24	... Reserved
9	01001	27 or 83								P:24	... Reserved
10	01010	27 or 83								P:24	... Reserved
11	01011	CA:3				AA:24				PI:24	... All-call reply
12	01100	27 or 83								P:24	... Reserved
13	01101	27 or 83								P:24	... Reserved
14	01110	27 or 83								P:24	... Reserved
15	01111	27 or 83								P:24	... Reserved
16	10000	VS:1	2	SL:3	2	RI:4	2	AC:13	MV:56	AP:24	... Long air-air surveillance (ACAS)
17	10001	CA:3	AA:24				ME:56			PI:24	... Extended squitter
18	10010	CF:3	AA:24			ME:56				PI:24	... Extended squitter/non transponder
19	10011	AF:3	10 4								... Reserved for military use
20	10100	FS:3	DR:5			UM:6	AC:13	MB:56	AP:24 DP:24	... Comm-B, altitude reply ... (see Note 5)	
21	10101	FS:3	DR:5			UM:6	ID:13	MB:56	AP:24 DP:24	... Comm-B, identify reply ... (see Note 5)	
22	10110	27 or 83								P:24	... Reserved for military use
23	10111	27 or 83								P:24	... Reserved
24	11	1	KE:1			ND:4	MD:80			AP:24	... Comm-D (ELM)

주:

1. **XX:M** “XX” 로 지정된 필드에 M 비트가 할당됨을 나타낸다.
P:24 패리티 정보를 위해 유보된 24비트 필드를 나타낸다.
2. **N** 사용 가능한 비트가 N개인 미할당 부호화 영역을 나타낸다. 이 비트들은 송신 시 0으로 부호화해야 한다.
3. 하향링크 형식(DF) 0부터 23까지는 형식 번호가 응답의 처음 5비트에 포함된 이진 부호와 일치한다. 형식 번호 24는 처음 2비트 위치가 “11” 로 시작하고, 그다음 3비트는 응답 내용에 따라 달라질 수 있는 형식으로 정의된다.
4. 일부 형식은 사용되지 않지만, 완전성을 위해 모든 형식을 표시하였다. 현재 적용 용도가 정의되지 않은 형식은 그 길이도 정의되지 않은 상태로 남아 있다. 향후 할당에 따라 단형(56비트) 또는 장형(112비트) 형식이 될 수 있다. Mode S 기능 수준과 관련된 특정 형식은 이후 항에서 설명한다.
5. 데이터 패리티(DP)(3.1.2.3.2.1.5)는 3.1.2.6.11.2.5에 따라 OVC(3.1.2.6.1.4.1 i)에 의해 명령된 경우 사용한다.

그림 3-8. Mode S 응답 또는 다운링크 형식 요약

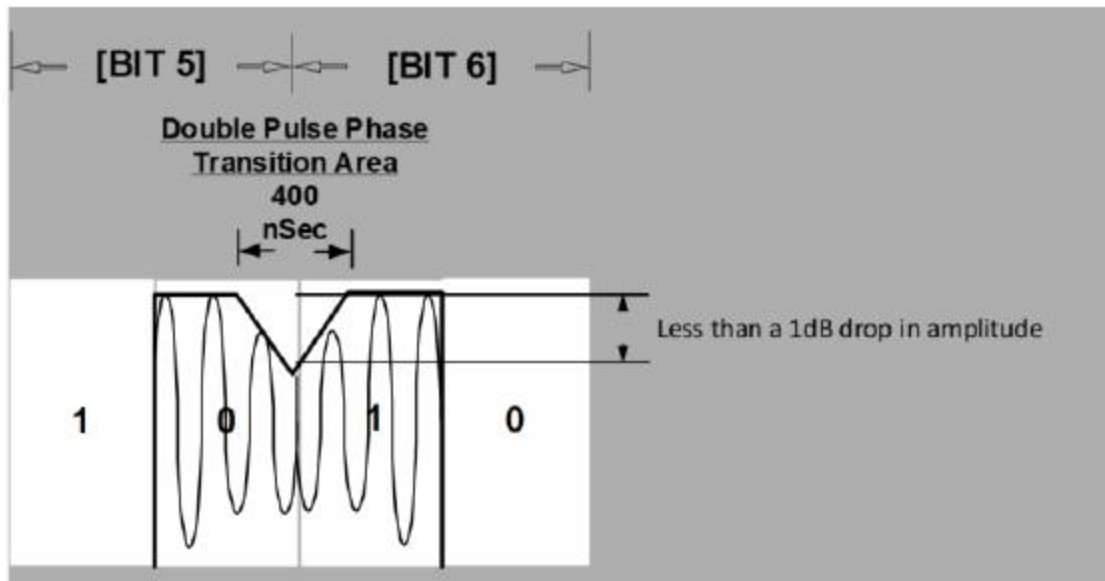


그림 3-9. 위상 오버레이 1 μ s 위상천이

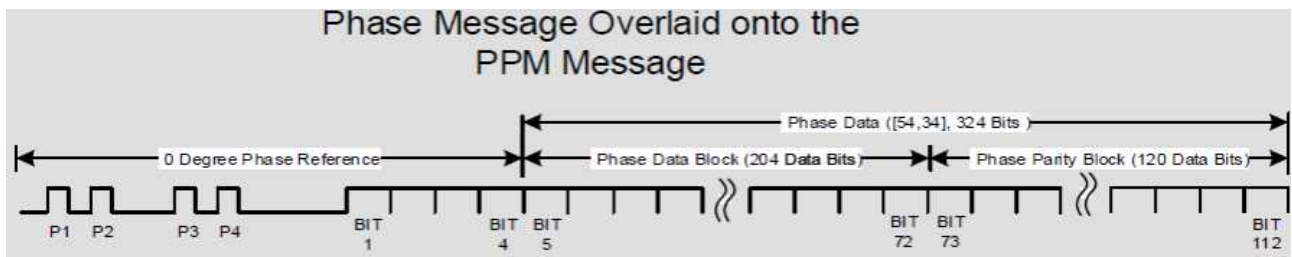


그림 3-10. 위상 오버레이 메시지 구조

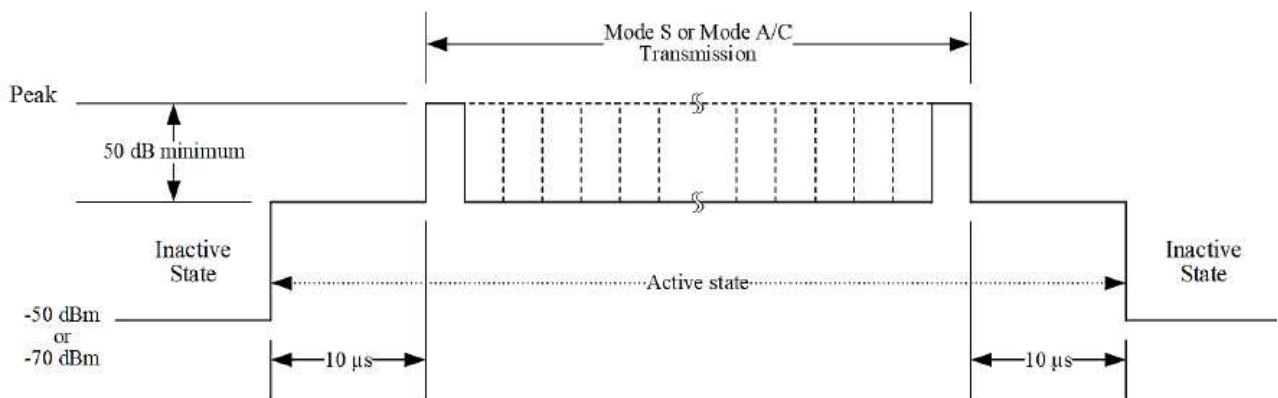


그림 3-11. 비의도 출력 전력

제4장. 공중충돌회피시스템(Airborne Collision Avoidance System)

주.- 이 장에서는 ACAS(Airborne Collision Avoidance System : 공중충돌경고장치) I, ACAS II 및 ACAS III에 대한 SARPss에 대해 설명한다. 특히 TAs(traffic advisories : 교통 조언)외에도 수직 RAs(resolution advisories : 해결 조언)를 제공하는 ACAS II에 중점을 둔다. 관련 조항은 다음 섹션에서 자세히 설명한다:

- 4.3 ACAS II 및 ACAS III와 관련된 일반 조항
- 4.4 ACAS II 충돌 회피 로직의 성능
- 4.5 확장 스퀴터의 ACAS 사용

ACAS X와 TCAS(traffic alert and collision avoidance system :교통 정보 및 충돌 방지 시스템) 버전 7.1은 ACAS II 시스템으로 간주된다. 이 장의 ACAS X 준수 시스템에 대한 규정은 ACAS X_a (주요 감시 소스인 "능동적 감시"를 의미함)와 ACAS X_o ("작동 특정"을 의미함)를 포함한다. ACAS X_a 는 대형 상용 항공기를 위해 개발되었다. ACAS X_a 에 ACAS X를 추가하는 ACAS의 특수 모드이다.

ACAS X는 TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 대안이며 TCAS 버전 7.1과 상호 운용 가능하다. 그러나 ACAS X와 TCAS 버전 7.1 사이에는 주로 충돌 회피 로직과 감시 데이터 소스라는 두 가지 영역에서 차이점이 있다. 이러한 차이점으로 인해 ACAS X 또는 TCAS 버전 7.1 중 하나에 특정된 기술 요구사항이 식별된다. 본 부속서에 "ACAS X 준수 시스템의 경우" 또는 "TCAS 7.1 준수 시스템의 경우"로 명시되어 있다.

유사성 및 차이점(예: 모니터링 및 훈련)을 포함한 ACAS X 준수 시스템 및 TCAS 7.1 준수 시스템 모두와 관련된 지침 자료는 ACAS 매뉴얼(Doc 9863)에 포함되어 있다.

섹션 4.5에 포함된 하이브리드 및 확장 하이브리드 보안 감시 조항은 TCAS 버전 7.1 준수 시스템에 대한 선택 사항인 기능을 설명한다. 그러나 ACAS RF 주파수 혼잡의 위험을 최소화하기 위해 이러한 기능의 사용을 권장한다. 1,030MHz 및 1,090MHz에서 가용 대역폭과 용량을 적절하고 효율적으로 활용하는 것은 ACAS뿐 아니라 이러한 SSR(secondary surveillance radar : 이차감시레이더) 및 ADS-B(automatic dependent surveillance broadcast : 자동종속감시시설-방송)과 같은 여러 보안 감시 시스템의 안전한 작동을 보장하기 위한 핵심 요소이기 때문이다. 이러한 기능들은 ACAS X 준수 시스템에 포함되어 있다.

비 SI 대체 단위는 부속서 5(ICAO Annex 5), 3장 3.2.2에서 허용한 대로 사용된다. 제한적인 경우 논리 계산 수준의 일관성을 보장하기 위해 ft/s, NM/s 및 kt/s와 같은 단위가 사용된다.

TCAS 버전 7.1 준수 시스템에 대한 자세한 내용은 RTCA/DO-185B 또는 EUROCAE/ED-143 사양, 즉 TCAS 버전 7.1이 통합된 장비를 참조하라. ACAS X 준수 시스템의 경우, RTCA/DO-385 또는 EUROCAE/ED-256 사양, 즉 공중충돌경고장치 X(ACAS X)를 통합한 장비이다. 위에서 언급한 ACAS X 또는 TCAS 버전 7.1 사양을 충족하는 장비는 제4장에 나열된 ACAS II 요구사항을 준수한다. RTCA/DO-185A 사양(TCAS 버전 7.0으로도 알려짐)을 충족하는 장비는 제4장에 나열된 ACAS II 요구사항을 준수하지 않는다.

4.1 공중충돌경고장치과 관련된 정의

“ACAS I”이란 “확인 및 회피(see and avoid)” 조치를 지원하기 위한 정보를 제공하지만 회피 조언(Resolution Advisories, RAs)를 생성할 수 있는 능력은 포함하지 않는 ACAS를 말한다.

주.- ACAS I는 국제적으로 ICAO에 의해 시행 및 표준화되기 위한 것이 아니다. 따라서 ACAS I의 다른 ACAS 설정과 호환되는 운용 및 간섭 제한을 보장하기 위해 필요한 특성만 4.2에서 정의된다.

“ACAS II”란 항적 조언(Traffic Advisories, TAs)에 추가하여 수직 회피 조언(Vertical Resolution Advisories, RAs)를 제공하는 ACAS를 말한다.

“ACAS III”란 항적 조언(Traffic Advisories, TAs)에 추가하여 수직 및 수평 회피 조언(Vertical and Horizontal Resolution Advisories, RAs)를 제공하는 ACAS를 말한다.

“ACAS 방송”이란 방송 주소를 사용한 긴 Mode S 공중-공중 감시 질문(UF=16)을 말한다.

“능동 RAC” RAC가 현재 RA의 선택을 제약하는 경우 해당 RAC가 활성화되어 있다. 지난 6초 이내에 수신된 RAC 중에서 명시적으로 취소되지 않은 RAC들이 활성화되어 있다.

“고도 교차 회피 조언(RA)”이란 회피 조언이 고도 교차인 경우를 말한다, 상대 위협 항공기보다 현재 자체 ACAS 항공기가 각각 최소 30 m(100 ft) 이상 아래에 있거나 위에 있는 경우를 말한다.

“상승 회피 조언(Climb RA)”이란 상승을 권장하지만 상승률을 증가시키지는 않는 포지티브 해결 제안을 말한다.

“가장 근접한 접근”이란 자체 ACAS 항공기와 침입 항공기 간의 최소 거리가 발생하는 것을 말한다. 따라서 가장 근접한 접근 지점의 거리는 두 항공기 사이의 가장 작은 거리이며, 가장 근접한 접근 시간은 이러한 사건이 발생하는 시간을 나타낸다.

“조정” 두 대의 ACAS가 장착된 항공기가 RA의 호환 가능한 선택을 위해 RA 보완(Resolution Advisory Complements, RACs) 교환을 통해 상호 조정하는 과정을 말한다.

“조정 질문”이란 ACAS II 또는 III에서 방송되는 해결 메시지를 포함한 Mode S 질문(업링크 전송)을 말한다.

“조정 응답”이란 Mode S 응답(다운링크 전송)은 ACAS II 또는 III 설치의 일부인 Mode S 트랜스폰더의 조정 질문 수신을 확인하는 것을 말한다.

“조정 RA”이란 조종사에게 현재 비행 경로를 벗어나도록 조언하는 회피 조언을 말한다.

“주기”란 이 장에서 사용되는 “주기”라는 용어는 ACAS II 또는 ACAS III에 의해 실행되는 기능 순서를 한 번 완료하는 것을 말한다, 일반적으로 1초에 한 번 수행된다.

“하강 RA”이란 하강을 권장하지만 하강폭을 증가시키지는 않는 포지티브 회피 조언을 말한다.

“확립된 항적”란 ACAS 공중-공중 감시에 의해 생성된 추적으로서 실제 항공기의 추적으로 처리되는 것을 말한다.

“증가율 회피 조언”이란 이전 상승 또는 하강 회피 조언에서 권장된 것보다 큰 값을 향해 고도 속도를 늘릴 것을 권장하는 강도있는 회피 조언을 말한다.

“침입 항공기”란 ACAS가 확립된 항적을 가진 항공기를 말한다.

“자체 항공기”란 어떤 주제에 관한 언급의 대상이 되는 ACAS가 장착된 항공기로, 가능한 충돌로부터 보호하기 위해 ACAS가 감지한 상황에 따라 기동을 수행할 수 있는 항공기를 말한다.

“포지티브 회피 조언(Positive RA)”이란 조종사에게 상승 또는 하강을 권장하는 회피 조언을 말한다(ACAS II에 적용됨).

“잠재적 위협”이란 침입 항공기가 자체 항공기와 가까운 근접성 또는 연속적인 거리와 고도 측정을 통해 충돌 또는 근접 충돌 경로에 있을 수 있음을 나타내는 특별한 주의가 필요한 항공기를 말한다. 가능한 위협에 대한 경고 시간은 항적 조언 (TA)가 정당화되지만 회피 조언 (RA)는 정당화되지 않을 만큼 충분히 작다.

“예방적 회피조언(Preventive RA)”이란 조종사에게 현재 비행 경로에서 특정 이탈을 피하도록 권장하지만 현재 비행 경로를 변경하는 것은 필요하지 않은 회피 조언을 말한다.

“회피 조언(RA) 방향(sense)”란 ACAS II의 해결 제안 방향은 상승 또는 하강 속도의 제한이 필요한 경우 "상승(upward)"이며 하강 또는 상승률 제한이 필요한 경우 "하강(downward)"이다. 규정된 범위 내의 수직률 제한이 필요한 경우에는 상승과 하강이 동시에 발생할 수 있다.

주.- 동시에 여러 위협이 있는 ACAS가 일부 위협 아래와 다른 위협 위에서 적절한 분리를 보장하기 위한 RA를 생성할 때 RA 감지는 위와 아래 모두일 수 있다.

“회피 조언(RA)”이란 운항 승무원에게 다음 중 하나를 권장하는 표시를 말한다:

- a) 모든 위협으로부터 분리하기 위한 기동; 또는
- b) 기존 분리를 유지하기 위한 기동 제한

“회피 조언 보완(Resolution Advisory Complement. RAC)”이란 한 ACAS가 Mode S 질문을 통

해 다른 ACAS에게 제공하는 정보를 말한다, RAC를 수신하는 ACAS가 이용할 수 있는 기동의 선택을 제한하여 보완 기동을 보장한다.

“**회피 조언 보완 기록(RAC record)**”이란 ACAS가 수신한 현재 활성화된 모든 수직 RACs(VRCs) 및 수평 RACs(HRCs)의 합성을 말한다. 이 정보는 한 ACAS가 Mode S 응답을 통해 다른 ACAS 또는 Mode S 지상국에 제공한다.

“**회피 조언 강도**” 회피 조언으로 표시된 기동의 강도를 말한다. 회피 조언은 취소되기 전에 여러 연속적인 세기를 가질 수 있다. 새로운 회피 조언 강도가 발행되면 이전 강도는 자동으로 무효화 된다.

“**회피 메시지**”란 회피 조언 보완(RAC)을 포함하는 메시지를 말한다.

“**역방향 회피 조언**”이란 방향이 반전된 회피 조언을 말한다.

“**민감도 레벨(S)**”이란 항적 조언(TA) 및 충돌 회피 알고리즘에서 잠재적 위험 및 위험 감지 논리에 제공되는 경고 시간과 관련된 매개변수 집합을 정의하는 정수를 말한다, 해결 제안 선택 논리와 관련된 매개변수 값도 정의한다.

주. - TA 및 RA 선택의 경우 감도 수준은 ACAS X 호환 시스템에서 사용되지 않는다.

“**위협**”이란 자체 항공기와의 근접성 또는 연속적인 거리 및 고도 측정으로 인해 충돌이나 근접 충돌 경로에 있을 수 있는 가능성이 있는 침입 항공기를 말한다, 위협에 대한 경고 시간은 회피 조언(RA)이 정당화될만큼 충분히 짧다.

“**항적**” 항공기가 합리적으로 차지했을 수 있는 위치를 나타내는 연속적인 측정치이다.

“**항적 조언(TA)**”이란 특정 침입 항공기가 잠재적 위협임을 운항 승무원에게 알려주는 표시를 말한다.

“**수직 속도 제한(VSL) 회피 조언**” 조종사에게 주어진 고도를 범위를 피하도록 권장하는 회피 조언을 말한다, VSL 회피 조언은 수정 또는 예방적 조치일 수 있다.

“**경고 시간**” 가능한 위협이나 위협 감지와 가장 근접한 접근 사이에서 양쪽 항공기가 가속되지 않는 시간 간격을 말한다.

4.2 ACAS I 일반 규정 및 특성

4.2.1 기능 요구사항. ACAS I는 다음과 같은 기능을 수행해야 한다.

- a) 이차감시레이더(SSR) 트랜스폰더가 장착된 인근 항공기의 감시
- b) 운항 승무원에게 인근 항공기의 대략적인 위치를 나타내어 시각적 획득을 돕는 표시 제

공.

주.- ACAS I는 Mode A/C 호출신호만을 사용해서 작동하도록 되어 있다. 더구나, ACAS I은 다른 ACAS와 조화를 이루지 못한다. 그러므로 Mode S 트랜스폰더는 ACAS I에 장착되는 부품으로서 요구되지 않는다.

4.2.2 신호 형식. 모든 ACAS I 신호의 RF 특성은 제3장 3.1.1.1부터 3.1.1.6 및 3.1.2.1부터 3.1.2.4의 규정을 준수해야 한다.

4.2.3 간섭 제어

4.2.3.1 최대 방사 RF 전력. 항공기의 종축에 대한 고도가 0도인 ACAS I 전송의 유효 방사 전력은 24dBW를 초과해서는 안 된다.

4.2.3.2 원하지 않는 방사 전력. ACAS I가 질문을 전송하지 않을 때, 어떠한 방향으로도 유효 방사 전력은 -70dBm을 초과해서는 안 된다.

주.- 본 요건은 호출신호를 송신하지 않을 때, ACAS I이 인접해 있는 항공기의 SSR 트랜스폰더나 무선장비 또는 지상국 장비에 간섭을 일으키거나 또는 이들의 감도를 감소시킬 수 있는 무선주파수 에너지를 방사하지 않도록 하기 위한 것이다.

4.2.3.3 간섭 제한. 각 ACAS I 질문기는 모든 이차감시레이더(SSR) 모드에서 간섭 효과를 최소화하기 위해 질문 속도 또는 전력 또는 두 가지 모두를 제어해야 한다. (4.2.3.3.3 및 4.2.3.3.4).

주.- 이러한 질문 및 인근의 다른 모든 ACAS I, II, III 질문기로부터 발생하는 모든 간섭 영향이 낮은 수준으로 유지되도록 보장하는 수단이다.

4.2.3.3.1 자체 트랜스폰더 응답률 결정. ACAS I은 4.2.3.3.3의 규정이 충족되는지 확인하기 위해 질문에 대한 자체 트랜스폰더 응답 속도를 모니터링해야 한다.

4.2.3.3.2 ACAS II 및 ACAS III 질문기의 숫자 결정. ACAS I은 4.2.3.3.3 또는 4.2.3.3.4의 규정에 적합함을 보장하기 위해서 인접한 ACAS II 및 ACAS III 질문기의 숫자를 계산하여야 한다. 이 숫자는 ACAS 방송(UF=16) (4.3.7.1.2.4)을 감시해서 얻어야 하며, 적어도 1Hz의 공칭 주파수에서 이전 20초의 기간 내에 수신된 분명한 ACAS 항공기 주소의 숫자로 갱신되어야 한다.

4.2.3.3.3 Mode A/C ACAS I 간섭 한계. 질문기 전력은 다음 한계를 초과하지 않아야 한다:

n_a	Upper limit for $\{\sum_{k=1}^{k_t} P_a(k)\}$	
	If $f_r \leq 240$	If $f_r > 240$
0	250	118
1	250	113
2	250	108
3	250	103
4	250	98
5	250	94
6	250	89
7	250	84
8	250	79
9	250	74
10	245	70
11	228	65
12	210	60
13	193	55
14	175	50
15	158	45
16	144	41
17	126	36
18	109	31
19	91	26
20	74	21
21	60	17
≥ 22	42	12

여기서:

n_a = 자신의 근처에서 ACAS II와 ACAS III를 장비하고 운항중인 항공기의 숫자(트랜스폰더 수신기 문턱값 -74dBm로 수신된 ACAS 방송을 기준으로);

$\{ \}$ = 최종 호출신호 8 사이클 동안 괄호안 수식의 평균값.

$P_a(k)$ = 1초 호출신호 사이클 W에서 k 번째 Mode A/C 호출신호 동안, 단일 호출신호로 구성된 펄스 그룹에서 가장 진폭이 큰 펄스의 모든 방향으로 안테나에서 방사된 피크 출력

k = Mode A/C 호출신호에 대한 색인 번호, $k = 1, 2, \dots, k_t$;

k_t = 1초 호출신호 사이클에서 송신된 Mode A/C 호출신호의 수;

f_r = 자신의 트랜스폰더 Mode A/C 응답 비율.

4.2.3.3.4 Mode S ACAS I 간섭 한계. Mode S 질문을 사용하는 ACAS I는 Mode A/C 질문만을 사용하는 ACAS I보다 더 큰 간섭 효과를 일으키지 않아야 한다.

4.3 ACAS II 및 ACAS III에 관한 일반 규정

주 1. 이 절에서는 ACAS II 또는 ACAS III를 표시하기 위해 약어 ACAS를 사용하였다.

주 2. ACAS 장치의 장착에 대한 규정은 「항공안전법」 제52조제2항 및 같은 법 시행규칙 제 109조에 있음.

주 3. 이 항에서 사용한 “장비를 갖춘 위협” 라는 용어는 ACAS II 또는 ACAS III를 장비함으로써의 위협을 나타내기 위한 것이다.

4.3.1 기능 요구사항

4.3.1.1 ACAS 기능. ACAS는 다음과 같은 기능을 수행해야 한다.

- a) 감시
- b) TA의 생성
- c) 위협 탐지
- d) RA의 생성
- e) 조정
- f) 지상국과의 통신

ACAS 장비는 각각의 작동 사이클에서 b)부터 e)까지의 기능을 수행해야 한다.

주. 이들 기능의 어떤 특성은 ACAS 장치가 다른 ACAS 장치, Mode S 지상국 그리고 ATC 시스템과 함께 만족스럽게 협력하는 것을 보장할 수 있도록 표준화 되어야 한다. 표준화된 각각의 특성은 이하에서 논의된다. 임의의 다른 특성은 권고사항으로서 이곳에 제시하였다.

4.3.1.1.1 주기의 지속 시간은 1.2초를 초과해서는 안 된다.

4.3.2 감시 성능 요건

4.3.2.1 일반 감시 요건. ACAS는 다른 항공기에 탑재된 SSR Mode A/C 및 Mode S 트랜스폰더에 질문하고 트랜스폰더 응답을 탐지해야 한다. ACAS는 응답하는 항공기의 거리와 상대 방위를 측정해야 한다. ACAS X 준수 시스템의 경우, 위에 기술된 다른 소스로부터의 정보에 더하여 다른 항공기의 ADS-B 위치, 속도 및 상태 정보를 수신할 수 있어야 한다. 이러한 측정치 및 트랜스폰더 응답에 의해 전달되는 정보와 ACAS X 준수 시스템의 경우 ADS-B 메시지를 사용하여, ACAS는 응답하는 각 항공기의 상대 위치를 추정해야 한다. ACAS는 지면 반사, 간섭 및 신호 강도 변화가 존재하는 상황에서도 이러한 위치 판별을 달성할 수 있는 규정을 포함해야 한다.

4.3.2.1.1 항적 확립 확률. ACAS는 다음 조건을 모두 만족할 때 트랜스폰더가 장착된 항공기

에서 트랙이 가장 근접하기 30초 전에 설정될 확률이 최소 0.90인 설정 트랙을 생성해야 한다.

- a) 이러한 항공기의 고도각이 ACAS 항공기의 피치 평면에 대해 $\pm 10^\circ$ 이내여야 한다;
- b) 이러한 항공기의 고도 변화 속도의 크기가 51m/s (10,000ft/min) 이하이어야 한다;
- c) 이러한 항공기의 트랜스폰더와 안테나가 제3장 3.1.1 및 3.1.2의 기준을 충족해야 한다;
- d) 이러한 항공기의 접근 속도 및 방향, 이차감시레이더(SSR) 트랜스폰더가 장착된 항공기의 지역 밀도 및 주변의 다른 ACAS 질문기의 수 ACAS 방송을 모니터링하여 결정함, 4.3.7.1.2.4)가 표 4-1에 규정된 조건을 충족해야 한다;
- e) 최소 경사 거리가 300m (1,000 ft) 이상이어야 한다.

표 4-1. ACAS 설계 가정

조건									성능
전방		사분면 측면		후방		최대 트래픽 밀도		56km (30NM) 이내의 다른 ACAS 최대 수	성공 확률
최대 충돌 속도									
m/s	kt	m/s	kt	m/s	kt	항공기/ km^2	항공기/ NM^2		
260	500	150	300	93	180	0.087	0.30	30	0.90
620	1200	390	750	220	430	0.017	0.06	30	0.90

주. - 표 4-1은 ACAS 개발의 기반으로 사용된 설계 가정을 보여준다. 운용 경험 및 시뮬레이션 결과 ACAS가 표 4-1에 표시된 것보다 약간 더 높은 최대 56km (30 NM) 내의 다른 ACAS 수에서 충분한 감시를 제공함을 보여준다. 향후 ACAS 설계는 현재 및 예상 ACAS 밀도를 고려할 것이다.

4.3.2.1.1.1 어떤 하나의 조건 한계가 4.3.2.1.1에 정의된대로 초과되더라도 ACAS는 항적 확립 확률이 급격한 저하 없이 계속해서 감시를 제공해야 한다.

4.3.2.1.1.2 ACAS는 지상에 있다고 보고한 Mode S 항공기를 추적해서는 안 된다.

주. - Mode S 항공기는 DF = 11 또는 DF = 17 전송에서 능력 (CA) 필드에 코드를 인코딩하거나, DF = 0 전송에서 수직 상태 (VS) 필드에 코드를 인코딩하여 지상에 있는 것으로 보고할 수 있다 (제3장, 3.1.2.5.2.2.1 또는 제3장, 3.1.2.8.2.1). 또한, 항공기가 Mode S 지상 감시 아래에 있는 경우, 지상 상태는 다운링크 형식 DF = 4, 5, 20 또는 21에서 비행 상태 (FS) 필드를 모니터링하여 결정할 수 있다 (제3장, 3.1.2.6.5.1).

4.3.2.1.1.3 권고 - ACAS 항공기 주변의 트랜스폰더에서 이차감시레이더(SSR) Mode A/C 비동기 응답률이 초당 240회이고 감시 대상인 개별 트랜스폰더가 수신하는 최대 질문률이 초당 500회일 때 ACAS는 요구되는 추적 성능을 달성할 수 있다.

주. - 위에서 언급한 최고 질문률은 모든 출처의 질문을 포함한다.

4.3.2.1.2 허위 항적 확률. - 설정된 Mode A/C 추적이 실제 항공기의 거리와 고도와 대응하지 않을 경우의 확률은 1.2%보다 작아야 한다. 설정된 Mode S 추적의 경우 이 확률은 0.1%보다 작아야 한다. 이러한 한계는 어떠한 교통 환경에서도 초과해서는 안 된다.

4.3.2.1.3 거리 및 방위 정확도

4.3.2.1.3.1 거리는 14.5m(1/128NM) 또는 그보다 더 정밀한 해상도로 측정되어야 한다.

4.3.2.1.3.2 권고 - 침입 항공기의 추정 위치의 상대 방위 오차는 10도 rms를 초과해서는 안 될수 있다.

주.- 침입 항공기의 상대적 방위 정확도는 잠재적 위협을 시각적으로 획득하는 데 도움이 될 만큼 실용적이고 충분하다. 또한 이러한 상대 방위 정보는 침입 항공기가 위협임을 나타낼 수 있는 위협 탐지에 유용한 것으로 밝혀졌다. 수평 RA의 근거로 충분하지 않으며, 수평 미스 거리를 신뢰성 있게 예측하기에는 충분하지 않다.

4.3.2.2 간섭 제어

4.3.2.2.1 최대 방사 RF 출력. 항공기의 종축에 대해 0도 고도에서 ACAS 전송의 유효 방사 출력은 27dBW를 초과해서는 안 된다.

4.3.2.2.1.1 원하지 않는 방사 출력. ACAS가 질문을 전송하지 않을 때, 어떠한 방향에서도 효과적인 방사 출력은 -70dBm을 초과해서는 안 된다.

4.3.2.2.2 간섭 제한. 기압 고도 5,490m(18,000ft) 미만에서 운영되는 각 ACAS 질문기는 특정 부등식 (4.3.2.2.2.2)을 따르도록 질문 속도나 전력 또는 둘 다를 제어해야 한다.

4.3.2.2.2.1 다른 ACAS의 수 결정. 간섭 제한을 충족시키기 위해 ACAS는 주변에 있는 다른 ACAS II 및 III 질문기의 수를 세어야 한다. 이 수는 ACAS 방송 (UF = 16) (4.3.7.1.2.4)를 모니터링하여 얻어야 한다. 각 ACAS는 이러한 방송 질문을 모니터링하여 감지 범위 내에 있는 다른 ACAS의 수를 결정한다.

4.3.2.2.2.2 ACAS 간섭 제한 부등식. ACAS는 4.3.2.2.2.1에 규정된 경우를 제외하고 다음 세 가지 부등식이 유지되도록 질문 비율 및 질문 전력을 조정해야 한다.

$$\sum_{i=1}^{i_t} \left[\frac{p(i)}{250} \right]^a < \text{minimum} \left[\frac{280}{1+n_a}, \frac{11}{a^2} \right] \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{i_t} m(i) < 0.01 \quad (2)$$

$$\frac{1}{B} \sum_{k=1}^{k_t} \frac{P_a(k)}{250} < \text{minimum} \left[\frac{80}{1+n_a}, 3 \right] \quad (3)$$

이러한 부등식에서 변수들은 다음과 같이 정의된다:

i_t = 1초 질문 주기로 전송되는 질문(Mode A/C 및 Mode S)의 수. 여기에는 4.3.2.2.2.1에 규정된 것을 제외하고, UF=0 및 UF=16개 질문 외에 ACAS 기능이 사용하는 모든 Mode S 질문이 포함되어야 한다.

주. - UF = 19 질문은 3.1.2.8.9.4에서 규정된대로 i_t 에 포함된다.

i = Mode A/C 및 Mode S 질문에 대한 인덱스 번호, $i = 1, 2, \dots, i_t$;

α = 특별 조건에 따른 α_1 의 최솟값은 $1/4 [n_b/n_c]$ 로 계산되며, α_2 의 최솟값은 $\log_{10} [n_a/n_b] / \log_{10} 25$ 로 계산된다.. 여기서 n_b 및 n_c 는 ACAS II 및 ACAS III 장비가 장착된 항공기 (비행 중 또는 지상에서)의 수를 나타내며, 각각 11.2km (6NM) 및 5.6km (3NM) 내에서 자체 ACAS (ACAS 감시 기반)의 항공기이다. 지상 또는 라디오 고도 610m (2,000ft) AGL 이하에서 운용되는 ACAS 항공기는 n_b 및 n_c 의 값을 나타내는 데 공중 및 지상 ACAS II 및 ACAS III 항공기를 모두 포함해야 한다. 그렇지 않은 경우 ACAS는 n_b 및 n_c 의 값을 나타내는 데 공중에 운용 중인 ACAS II 및 ACAS III 항공기만 포함해야 한다. α , α_1 및 α_2 의 값은 0.5 이상 1.0 이하로 제한된다.

또한;

만약 $[(n_b \leq 1)]$ 또는 $(n_b \leq 4 \text{ 및 } n_c > 25)$ 이면 $\alpha_1 = 1.0$,

만약 $[(n_c > 2)]$ 및 $(n_b > 2n_c \text{ 및 } n_c < 40)$ 이면 $\alpha_1 = 0.5$;

$p(i)$ = 1초 질문 주기에서 i 번째 질문 중 단일 질문을 포함하는 펄스 그룹에서 가장 큰 진폭을 가진 펄스의 모든 방향으로 안테나에서 방사되는 최대 전력; W ;

$m(i)$ = 1초 질문 주기에서 i 번째 질문과 관련된 자체 트랜스폰더에 대한 상호 억제 간격의 지속 기간, s ;

B = 빔 선명화 계수(질문 부엽(Side-Lobe) 억제로 인해 빔 폭에 대한 3dB 빔 폭의 비율) 송신기 부엽(Side-Lobe) 억제(SLS)를 사용하는 ACAS 질문기의 경우, 적절한 빔 폭은 트랜스폰더 질문단에서 평균된 SLS에 의해 제한된 한 트랜스폰더로부터의 Mode A/C 응답의 방위각 범위여야 한다.

{ } 4.2.3.3.3 참조

$P_a(k)$ ”

k ”

k_t ”

n_a ”

주.- RA와 ACAS 방송(4.3.6.2.1 및 4.3.7.1.2.4)은 질문(interrogations)이다.

4.3.2.2.2.2.1 RA 중의 전송. 모든 공중 대 공중 조정 질문은 최대 전력으로 전송되어야 하며, 이러한 질문은 RA 기간 동안 4.3.2.2.2의 (1) 및 (2)의 부등식 좌측 항에서 Mode S 질문의 합산에서 제외되어야 한다.

4.3.2.2.2.2.2 지상에 있는 ACAS 장치로부터의 전송. ACAS 항공기가 지상에 있는 것으로 나타날 때, ACAS 질문은 트랜스폰더 수신기 임계값이 -74 dBm으로 설정된 ACAS 방송을 기반으로 얻은 값의 세 배로 간섭 제한 부등식 내에서 다른 ACAS II 및 III 항공기 (n_a) 수를 제한해야 한다. 간섭 제한으로 인해 Mode A/C 질문 전력이 감소되는 경우, 앞빔 내의 Mode A/C 질문 전력을 가장 먼저 감소시켜 앞쪽 시퀀스가 오른쪽과 왼쪽 시퀀스와 일치하도록 조절해야 한다. 그런 다음 앞, 오른쪽 및 왼쪽 조회 전력은 순차적으로 뒤 질문 전력과 일치하도록 조절되어야 한다. Mode A/C 전력의 추가 감소는 앞, 측면 및 뒤 질문 전력을 순차적으로 감소시켜 이루어져야 한다.

4.3.2.2.2.2.3 고도 5,490m(18000ft) 이상의 ACAS 장치로부터의 송신. 기압고도 5,490m(18000ft)이상에서 작동하는 각 ACAS 질문기는 4.3.2.2.2.1에 규정된 것을 제외하고, n_a 와 α 가 1과 같을 때 4.3.2.2.2.2의 부등식 (1) 및 (3)이 참으로 유지되도록 질문 주기 또는 전력, 혹은 둘 모두를 제어해야 한다.

4.3.3 항적 조연(TAs)

4.3.3.1 TA 기능. ACAS는 운항 승무원에게 잠재적 위협을 경보하기 위해 TAs를 제공해야 한다. 이러한 TAs는 잠재적 위협의 대략적인 상대 위치를 시각적인 획득을 용이하게 하기 위한 표시와 함께 제공되어야 한다.

4.3.3.1.1 잠재적 위협의 표시. 잠재적 위협이 교통 표시에 표시되는 경우, 노랑색 또는 황갈색으로 표시되어야 한다.

주 1.- 이러한 색상은 일반적으로 주의 상태를 나타내기에 적합한 것으로 간주된다.

주 2.- 수직 경향 및 상대 고도와 같이 시각적 획득에 도움이 되는 추가 정보도 표시될 수 있다.

주 3.- 수신된 자동종속감시시설-방송 메시지에서 추출된 것과 같이 기수 정보를 표시함으로써 트랙을 보완할 수 있을 때 교통 상황 인식이 향상된다.

4.3.3.2 인근 교통 표시

4.3.3.2.1 권고 - 어떤 RA와/또는 TA가 표시되는 동안, 11km (6NM) 범위 내의 인근 교통 및 고도 보고 시 ± 370 m (1,200 ft) 고도까지 표시될 수 있다. 이러한 인근 교통은 위협 및 잠재적 위협과 구별되어야 하며 (예: 색상이나 심볼 유형에 의해), 보다 강조될 수 있다.

4.3.3.2.2 권고 - 어떤 RA와/또는 TA가 표시되는 동안, 인근 교통이나 충돌 회피와 관련이 없는 기타 데이터 (예: 수신된 ADS-B 메시지 내용)의 표시로 인해 위협 및/또는 잠재적 위협의 시각적 획득에 악영향을 미치지 않을 수 있다.

4.3.3.3 TAs를 RA 전조로 사용. TAs의 기준은 RA의 기준보다 먼저 충족되어야 한다.

주.- 이상적으로 RA가 항상 TA에 이어서 발령되지만 항상 가능한 것은 아니다. 예를 들어 항적이 처음 설정될 때 RA 기준이 이미 충족되었을 수도 있고, 침입 항공기에 의한 갑작스럽고 급격한 기동으로 인해 TA 선행시간이 한 주기보다 짧아질 수도 있다.

4.3.3.3.1 TA 경보 시간.

4.3.3.3.1.1 TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우, 고도를 보고하는 침입 항공기에 대한 공칭 TA 경고 시간은 (T+20초) 이하여야 한다. 여기서 T는 분해능 권고 생성에 대한 공칭 경고 시간이다.

4.3.3.3.1.2 ACAS X 인증 시스템의 경우, TA 경고 시간은 운항 승무원이 PANS-OPS 제3권에 설명된 조치를 취하고 잠재적 해결 권고를 준비할 수 있는 충분한 시간이어야 한다.

주. - 공칭 TA 경고 시간은 분해능 권고 생성 전 20초 이하이다.

4.3.4 위협 탐지

4.3.4.1 위협 선언. ACAS는 각각의 침입 항공기의 적절한 특성을 평가하여 해당 침입 항공기가 위협인지 아닌지를 결정하여야 한다.

4.3.4.1.1 침입 항공기의 특성. 최소한으로, 위협을 식별하는 데 사용되는 침입 항공기의 특성은 다음과 같아야 한다:

a) 추적된 고도;

b) 추적된 고도 변화율;

c) 추적된 경사 범위;

d) 추적된 경사 범위 변화율; 그리고

e) TCAS 버전 7.1 호환 시스템의 경우: 침입 항공기의 ACAS의 민감도 수준, S_i .

ACAS II 또는 ACAS III가 장착되지 않은 침입 항공기의 경우, S_i 는 1로 설정되어야 한다.

4.3.4.1.2 자체 항공기 특성. 침입 항공기를 식별하는 데 사용되는 최소한의 자체 항공기 특

성은 다음과 같다:

- a) 고도;
- b) 고도의 변화율;
- c) 자체 ACAS의 민감도 레벨 (4.3.4.3).

4.3.4.2 민감도 레벨. ACAS는 여러 민감도 레벨 중 하나에서 작동할 수 있어야 한다. 이에 다음이 포함되어야 한다.

- a) $S = 1$, 다른 항공기의 점검 및 모든 조언이 억제되는 "대기" 모드;
- b) $S = 2$, RA가 억제되는 "TA전용" 모드;
- c) TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: $S = 3-7$, TA뿐만 아니라 표 4-2에 명시된 경고 시간을 제공하는 RA의 발령을 가능하게 하는 추가 레벨
- d) ACAS X 호환 시스템의 경우: $S = 3$, RA 및 TA를 발행할 수 있는 "TA/RA" 모드이다.

4.3.4.3 자체 민감도 레벨 선택 (S_o). 자체 ACAS 민감도 레벨의 선택은 다음과 같은 여러 소스로부터 받은 SLC(sensitivity level control : 민감도 레벨 제어) 명령을 기반으로 하여야 한다:

- a) 고도 대역이나 다른 외부 요소에 따라 자동으로 생성된 ACAS에 의한 SLC 명령;
- b) 조종사 입력에서의 SLC 명령; 그리고
- c) TCAS 버전 7.1 호환 시스템의 경우: Mode S 지상국의 SLC 명령.

주. - ACAS X 호환 시스템은 지상국의 SLC 명령을 승인하여 지상국이 이러한 명령에 대해 수정될 필요가 없다. 그러나 감도 레벨 값은 ACAS X 호환 시스템에서 사용되지 않는다.

표 4-2.

TCAS 버전 7.1 호환 시스템의 경우:

민감도 레벨	2	3	4	5	6	7
공칭 경고 시간	no RAs	15s	20s	25s	30s	35s

4.3.4.3.1 허용되는 SLC 명령 코드. 최소한으로, 허용되는 SLC 명령 코드에는 다음이 포함되어야 한다:

부호화

고도 대역에 기반한 SLC의 경우	2-7	(TCAS 버전 7.1 호환 시스템용)
	2-3	(ACAS X 호환 시스템용)
조종사 입력으로부터 SLC의 경우	0, 1, 2	
Mode S 지상국으로부터 SLC의 경우	0, 2-6	(TCAS 버전 7.1 호환 시스템용)

4.3.4.3.2 고도 대역 SLC 명령. ACAS가 고도를 기반으로 SLC 명령을 선택하는 경우, 공칭 고도 임계값에 SLC 명령 값 변경이 필요한 경우 히스테리시스가 적용되어야 한다. 상승 중인 ACAS 항공기의 경우 적절한 고도 임계값에 히스테리시스 값을 더한 값으로 SLC 명령이 증가하고, 하강 중인 ACAS 항공기의 경우 적절한 고도 임계값에서 히스테리시스 값을 뺀 값으로 SLC 명령이 감소하여야 한다.

4.3.4.3.3 조종사 SLC 명령. 조종사가 설정한 SLC 명령에 대해 값 0은 "자동" 모드를 선택함을 나타내야 하며, 민감도 레벨 선택은 다른 명령에 기반하도록 설정되어야 한다.

4.3.4.3.4 Mode S 지상국 SLC 명령.

4.3.4.3.4.1 TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: Mode S 지상국(4.3.8.4.2.1.1)을 통해 전송되는 SLC 명령의 경우, 값 0은 관련 지상국이 SLC 명령을 발행하지 않았다는 것과, 감도 레벨 선택은 다른 Mode S 지상국으로부터 0이 아닌 명령을 포함한 다른 명령에 기초해야 한다는 것을 나타내야 한다. ACAS는 업링크된 SLC 값 1을 처리하지 않아야 한다.

4.3.4.3.4.2 ACAS X 호환 시스템의 경우: ACAS는 Mode S 지상국으로부터 SLC 명령을 수신해야 하지만 감도 수준 값을 사용해서는 안 된다.

4.3.4.3.4.3 SLC 명령어 코드의 ATS 선택. ATS 당국은 ATS가 선택한 0이 아닌 임의의 SLC 명령어 코드를 조종사에게 적절하게 알려주기 위한 절차가 적절함을 보장해야 한다.

4.3.4.3.5 선택 규칙. TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: 자신의 ACAS 감도 레벨은 1.3.4.3에 열거한 모든 공급원으로부터 수신된 0이 아닌 가장 작은 SLC 명령어로 설정하여야 한다.

4.3.4.4 RA 생성을 위한 변수 값의 선택. TCAS 버전 7.1 호환 시스템의 경우: 자신의 ACAS 감도 레벨이 3 이거나 3보다 클 때, 감도 레벨에 의해 좌우되는 RA 생성에 사용되는 변수 값은 자신의 ACAS 감도 레벨 S_0 와 침입기 ACAS의 감도 레벨 S_i 중 보다 큰 값을 기초로 하여야 한다.

4.3.4.5 TA 생성을 위한 파라미터 값의 선택 TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: 민감도 수준에 의존하는 TA 생성에 사용되는 파라미터 값은 2("TA 전용" 모드)의 SLC 명령을 조종사 또는 Mode S 지상국으로부터 수신한 경우를 제외하고 RA(4.3.4.4)와 동일한 기준으로 선택해야 한다. 이 경우, 조종사 또는 Mode S 지상국의 SLC 명령이 없었을 때 TA 생성을 위한 파라미터 값들이 그대로 유지되어야 한다.

4.3.4.6 RA 생성을 위한 ADS-B 항적의 검증. ACAS X-준수 시스템의 경우: ADS-B 트랙이 능동

질문 및 응답을 통해 검증에 실패한 경우, ACAS는 위협 해결 로직을 위해 능동감시를 사용하도록 복귀해야 한다.

주.- RA 생성에는 검증된 자동종속감시시설-방송만 사용된다.

4.3.4.7 경보 비활성화(DNA, Do Not Alert) 항공기 지정. Xo 기능을 가진 ACAS X-준수 시스템의 경우: 침입항공기가 DNA로써 지정되었다면, 침입항공기에 대한 경보는 자체 항공기의 비행승무원에게 발행하지 않아야 한다.

주.- ACAS X_o 는 지정된 침입 항공기와 관련하여 수정된 위협 탐지 기준과 함께 추가 모드를 제공한다. ACAS X_o 에 대한 자세한 내용은 RTCA/DO-385 또는 EUROCAE/ED-256을 참조하라.

4.3.5 회피 조언(RA)

4.3.5.1 RA 생성. 침입기의 비행경로 분석이 명확하지 않거나, 위협 항공기의 기동이 RA를 무효로 할 위험이 높기 때문에 적절한 분리를 예측할 수 있는 RA 선택이 불가능한 경우를 제외하고, ACAS는 모든 위협에 대해서 RA를 생성하여야 한다.

4.3.5.1.1 위협 표시. 위협이 교통디스플레이에 나타난다면, 이들은 빨간색으로 표시되어야 한다.

주.- 이 색상은 일반적으로 경고 상태를 나타내기에 적합한 색상으로 여겨진다.

4.3.5.1.2 RA 취소.

4.3.5.1.2.1 TCAS 7.1 준수 시스템의 경우: 하나의 위협이나 위협들에 대해 RA가 생성되면, 위협 탐지에 적용되는 기준보다 덜 엄격한 판정기준에 따라 두 번의 연속된 주기에서 RA를 취소할 수 있는 것으로 판정될 때까지 해당 RA를 유지하거나 수정하여야 하며, 그 시점에 RA를 취소하여야 한다.

4.3.5.1.2.2 ACAS X 호환 시스템의 경우: 위협 또는 위협에 대해 RA가 생성되면 해당 RA 대상의 침입 항공기가 더 이상 위협이 아니게 될 때까지 RA를 유지해야 한다.

4.3.5.2 RA 선택. ACAS는 모든 위협 항공기로부터 적절한 분리를 제공하도록 예측하는 RA, 그리고 이 장의 다른 규정에 적합한 ACAS 항공기의 현재 비행경로에 대한 영향을 최소화하는 RA를 생성하여야 한다.

4.3.5.3 RA 효과. RA는 4.3.5.5.1.1 및 4.3.5.6의 규정에 따라, 가능한 위협 항적들의 범위를 고려할 때, 분리를 증가시키기보다 감소시킬 가능성이 더 높은 기동 또는 기동제한을 권고하거나 권고를 계속하지 않아야 한다.

주.- 또한 4.3.5.8을 참조

4.3.5.3.1 2014년 1월 1일 이후에 설치되는 새로운 ACAS는 RA의 적합여부를 검증하도록 항공기 자신의 수직 상승/하강율을 모니터링하여야 한다. 만약 RA에 따르지 않는 것으로 감지된다면, ACAS는 자신의 항공기가 RA 지시에 따라 기동하고 있다는 가정을 중단하고 관찰된 수직 상승/하강율을 따라야 한다.

주 1.- 이는 따라야만 작동할 RA 방향의 유지를 극복한다. 수정된 수직 속도 가정은 비준수 항공기의 수직 속도와 일치하는 경우 논리가 반대 방향을 선택할 수 있을 가능성이 더 크다.

주 2.- RTCA/DO-185 또는 DO-185A 표준을 준수하는 장비 (TCAS 버전 6.04A 또는 TCAS 버전 7.0으로도 알려짐)는 이 요구사항을 준수하지 않는다.

주 3.- 이 요구사항을 준수하는 방법은 RTCA/DO-185B 또는 EUROCAE/ED-143에서 규정한대로 교통 정보 및 충돌 회피 시스템 (TCAS) 버전 7.1을 구현함으로써 달성할 수 있다. 또는 RTCA/DO-385 또는 EUROCAE/ED-256에 명시 규정된 항공기 충돌 방지 시스템 X(ACAS X_a 및 X_o)를 통해 달성할 수 있다.

4.3.5.3.2 권고 - 모든 ACAS 장치는 4.3.5.3.1의 요구사항을 준수할 수 있다.

4.3.5.3.3 2017년 1월 1일 이후, 모든 ACAS 장치는 4.3.5.3.1에 규정된 요구사항을 준수해야 한다.

4.3.5.4 항공기의 성능. ACAS에 의해 생성되는 RA는 항공기의 성능에 적합해야 한다.

4.3.5.4.1 지상으로의 근접. 자신의 항공기가 히스테리시스가 적용된 공칭값 300m(1,000ft) AGL 이하에 있을 때는 하강 RA가 생성되거나 유지되지 않아야 한다.

4.3.5.4.2 자신의 항공기가 히스테리시스가 적용된 공칭값 300m(1,000 ft) AGL 이하에 있는 경우에는 TA 전용 모드로 작동해야 한다.

4.3.5.5 방향의 반전. ACAS는 한 사이클에서 다음 사이클로 RA의 방향을 반전해서는 안 된다. 단, 4.3.5.5.1에서 허용한 경우 또는 기존 방향에 대한 가장 가까운 접근에서 예측된 분리가 부적절한 경우는 제외한다.

4.3.5.5.1 장착된 위협에 대한 방향의 반전. 장착된 위협으로부터 수신한 RAC가 현재의 RA 방향과 호환되지 않는 경우, 자체 항공기 주소가 위협보다 값이 높다면 ACAS는 수신한 RAC와 일치하도록 RA 방향을 수정해야 한다.

주.- 4.3.6.1.3은 위협에 대한 자체 ACAS RAC도 반전되어야 함을 요구한다.

4.3.5.5.1.1 자신의 항공기 주소가 위협 항공기의 주소보다 값이 큰 경우에, ACAS는 장비를 갖춘 위협 항공기로부터 수신된 RAC와 모순되는 방법으로 RA 방향을 수정하지 않아야 한다.

4.3.5.5.2 부적절한 예측 분리로 인한 방향 반전. ACAS는 부적절한 예측 분리로 인해 각 조우에서 위협 항공기별로 1회를 초과하여 RA 방향 반전을 개시해서는 안 된다.

주 1.- TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: 낮은 24비트 항공기 주소를 가진 항공기는 충돌 중에 언제든지 이러한 유형의 반전을 개시할 수 있다. 높은 24비트 항공기 주소를 가진 항공기는 낮은 24비트 항공기 주소를 가진 항공기로부터 수신한 RAC를 준수하는 경우에만 이러한 유형의 반전을 수행한다.

주 2.- ACAS X 준수 시스템의 경우: 4.3.6.1에 규정된 조정된 조우에서 24비트 항공기 주소 값이 더 작은 항공기는 조우 중 언제든지 이러한 유형의 반전을 개시할 수 있다. 24비트 항공기 주소 값이 더 큰 항공기는 위협 항공기로부터 RAC를 수신하기 전이거나, 위협 항공기로부터 잔여 RAC의 취소를 수신한 후에만 이러한 유형의 반전을 개시할 수 있다.

4.3.5.6 RA 강도 유지. 저고도에서 하강 RA가 생성되지 않는 요구사항(4.3.5.4.1)을 준수하는 한, RA는 가장 가까운 접근 시간이 응답을 충분히 달성하기에 너무 짧거나 위협이 거리상으로 이탈하는 경우에는 수정해서는 안 된다.

4.3.5.7 RA 약화. 만약 이후에 RA를 강화해야 할 가능성이 높다면, RA를 약화해서는 안 된다.

4.3.5.8 ACAS 장착된 위협. RA는 모든 위협에 전송되는 RAC와 호환되어야 한다(4.3.6.1.3). 위협으로부터 RAC를 수신한 경우, 자체 ACAS가 해당 위협에 대한 RAC를 생성하기 전에 생성되는 RA는 수신된 RAC와 호환되어야 한다. 다만, 그런 RA가 분리를 증가시키기보다 감소시킬 가능성이 높고 자체 항공기 주소가 위협보다 값이 낮을 경우 제외된다.

주.- 여러 위협과의 조우에서 일부 위협을 위로, 다른 위협을 아래로 통과해야 할 경우, 이 표준은 RA의 전체 지속 기간을 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 구체적으로는 이후에 수평을 유지하며 모든 위협과의 충분한 분리를 제공할 계획이 있는 경우에, 위에 있는(아래에 있는) 위협으로 향해 오르거나(내려가기) 위해 RA를 유지하는 것이 허용된다.

4.3.5.9 ARA 하위필드의 인코딩. RA의 각 사이클에서 RA 방향, 강도 및 속성은 활성 RA(ARA) 하위필드(4.3.8.4.2.2.1.1)에 인코딩되어야 한다.

4.3.5.10 시스템 응답 시간. 관련 SSR 응답 수신 시점부터 조종사에게 RA 방향 및 강도를 표시하기까지의 시스템 지연은 가능한 짧아야 하며 1.5초를 초과하지 않아야 한다.

4.3.6 조정 및 통신

4.3.6.1 ACAS를 장비한 위협 항공기와의 조정에 관한 규정

주 1.- 이 섹션의 조항은 1,030/1,090MHz 개별 Mode S 질문/응답을 통해 ACAS 장착 항공기와 조정하는 항공기에 적용된다.

주 2.- 1030/1090MHz 이산 Mode S 질문/응답을 사용할 수 없고 해당 조정 체계를 전달하기

위해 ADS-B를 사용할 ACAS 장비는 개발 중이다. ACAS X 호환 시스템은 그러한 ACAS 장비를 사용하여 위협에 대응하는 기능을 통합한다. 자세한 내용은 RTCA/DO-385 또는 EUROCAE/ED-256의 섹션 2.2.3.9.3.1을 참조하라.

4.3.6.1.1 다수 항공기 간 조정. 다수의 항공기가 관련된 상황에서 ACAS는 ACAS가 장착된 각 위협 항공기와 개별적으로 조정하여야 한다.

4.3.6.1.2 조정하는 동안의 데이터 보호. ACAS는 특히 회피 메시지를 처리하는 동안, 동시다발적인 과정에 의해 저장된 데이터를 동시에 접근하는 것을 방지하여야 한다.

4.3.6.1.3 조정 질문. 적절한 분리(4.3.5.1)를 제공하기 위해 예보할 수 있는 RA를 선택하는 것이 불가능하기 때문에 RA의 생성이 지연되지 않는 한, ACAS는 매 사이클마다 장비를 갖춘 각각의 위협 항공기에게 조정 호출신호를 송신하여야 한다. 위협 항공기에 송신하는 회피 메시지는 그 위협 항공기를 위해서 선택된 RAC를 포함하여야 한다. ACAS가 해당 위협 항공기에 대한 RAC를 선택하기 전에 그 위협 항공기로부터 RAC를 수신한 경우, 선택되는 RAC는 수신된 RAC와 호환되어야 한다. 다만, RAC를 수신한 후 3사이클을 초과하여 경과하지 않았고, 해당 RAC가 고도 교차 특성을 가지며, 자사 항공기 주소 값이 위협의 주소 값보다 작은 경우에는 ACAS가 독립적으로 RA를 선택해야 한다. 장비를 갖춘 위협 항공기로부터 수신된 RAC와 자신의 ACAS가 해당 위협 항공기에 대해 선택한 RAC와 모순이 있는 경우에, 자신의 항공기 주소가 위협 항공기의 주소보다 더 큰 값이라면 ACAS는 선정한 RAC를 수신된 RAC와 모순이 없도록 수정하여야 한다.

주.- 해결 메시지에 포함된 RAC는 ACAS II의 경우 수직 RAC(VRC) 형식(4.3.8.4.2.3.2.2)이며, ACAS III의 경우 수직 RAC(VRC) 및/또는 수평 RAC(HRC) 형식으로 포함된다.

4.3.6.1.3.1 조정의 종료. 침입기가 RA를 유지하도록 하는 이유가 없어지는 사이클 동안 ACAS는 조정 호출신호를 사용하여 그 침입기에게 회피 메시지를 보내야 한다. 그 회피 메시지는 침입기가 RA를 유지하는 원인이었던 동안 보냈던 마지막 RAC에 대한 취소코드가 포함되어야 한다.

주. 단일 위협항공기와 조우하는 동안, RA 취소 조건이 충족되면 그 위협항공기는 더 이상 RA의 원인이 되지 않는다. 다수의 위협 항공기와 조우하는 동안은, 한 대의 위협 항공기에 대하여 RA 취소 조건이 충족되면, 비록 RA가 다른 위협항공기 때문에 유지되어야 하더라도, 이 위협항공기는 더 이상 RA의 원인이 되지 않는다.

4.3.6.1.3.2 ACAS 조정 질문은 위협 항공기로부터 조정 응답이 수신될 때까지 송신되어야 하며, 최대 시도 횟수는 6회 이상 12회 이하로 하여야 한다. 연속적인 호출신호는 균일하게 배분된 $100 \pm 5\text{ms}$ 간격이어야 한다. 설정된 최대 시도 횟수까지 질문하였음에도 응답이 없으면, ACAS는 정규 처리 시퀀스를 계속 진행해야 한다.

4.3.6.1.3.3 ACAS는 RAC 정보를 전송하는 조정 질문의 모든 필드에 대해 패리티 보호(4.3.8.4.2.3.2.6 및 4.3.8.4.2.3.2.7)를 제공해야 한다.

주.- 이것은 수직 RAC(VRC), 수직 RAC 취소(CVC), 수평 RAC(HRC) 및 수평 RAC 취소(CHC)를 포함한다.

4.3.6.1.3.4 자체 ACAS가 장비를 갖춘 위협 항공기에 대응해서 자신의 방향을 반전시킬 때마다, 현재 및 이후의 사이클에서 해당 위협 항공기에 보내지는 회피 메시지에는 새롭게 선정된 RAC와 반전하기 전에 보낸 RAC의 취소 코드가 모두 포함되어야 한다.

4.3.6.1.3.5 수직 RA가 선정되었을 때, 자신의 ACAS가 위협 항공기로 보내는 회피 메시지 내에 포함한 수직 RAC(VRC)(4.3.8.4.2.3.2.2)는 다음과 같아야 한다.

a) RA가 위협 항공기의 위로 분리를 제공하고자 하는 경우, “위로 통과하지 말 것” .

b) RA가 위협 항공기의 아래로 분리를 제공하고자 하는 경우, “아래로 통과하지 말 것” .

4.3.6.1.4 회피 메시지 처리. 회피 메시지는 수신된 순서대로 처리되어야 하며, 저장된 데이터를 동시에 접근할 수 있는 가능성을 예방하기 위해 요구되는 제한된 지연과, 이전에 수신된 회피 메시지의 처리로 인한 지연만 허용된다. 지연되고 있는 회피 메시지는 있을 수 있는 메시지의 손실을 방지하기 위해 일시적으로 대기열에 놓아야 한다. 회피 메시지의 처리에는 메시지의 디코딩 및 메시지에서 추출된 정보로서 적절한 데이터 구조를 업데이트 하는 것이 포함되어야 한다.

주 1.- TCAS 버전 7.1 호환 시스템의 경우: 4.3.6.1.2에 따르면 해결 메시지 처리는 조정 잠금 상태로 보호되지 않은 데이터에 접근해서는 안된다.

주 2.- ACAS X 호환 시스템의 경우: 수신된 해결 메시지가 ACAS X 처리와 비동기적으로 수신되어 이 처리를 효과적으로 방해하므로 동시 데이터 액세스가 존재할 수 있다. 동시 프로세스에 의한 읽기 및 쓰기는 방지되어야 한다.

4.3.6.1.4.1 인코딩된 방향 비트에 패리티 에러가 있음을 나타내거나 회피 메시지에 정의되지 않은 값이 탐지되는 경우에, 다른 ACAS로부터 수신된 RAC 또는 RAC 취소 메시지는 무시되어야 한다. 패리티 에러가 없고 정의되지 않은 회피 메시지 값 없이 수신된 RAC 또는 RAC 취소 메시지는 유효한 것으로 간주되어야 한다.

4.3.6.1.4.2 RAC 저장. 다른 ACAS로부터 수신된 유효한 RAC는 저장되거나 해당 ACAS에 대응하여 이전에 저장된 RAC를 갱신하기 위해서 사용되어야 한다. 유효한 RAC 취소 메시지는 이전에 저장된 RAC를 삭제하여야 한다. 6초 동안 갱신되지 않고 저장되어 있는 RAC는 삭제되어야 한다.

4.3.6.1.4.3 RAC 레코드 갱신. 다른 ACAS로부터 수신된 유효한 RAC 또는 RAC 취소 메시지는 RAC 레코드 갱신에 사용되어야 한다. RAC 레코드에 있는 하나의 비트가 임의의 위협 항공기에 의해서 6초 동안 재확인되지 않는 경우에, 그 비트는 0으로 설정되어야 한다.

4.3.6.2 지상국과의 ACAS 통신에 관한 규정

4.3.6.2.1 항공기에서 발신하는 ACAS RA의 다운링크. 어떤 ACAS RA가 존재할 때, ACAS는 다음의 기능을 수행하여야 한다.

a) Comm-B 응답(4.3.11.4.1)에서 지상국으로의 전송을 위한 RA 보고를 자신의 Mode S 트랜스폰더로 전달해야 한다.

b) RA 방송(4.3.7.3.2)을 주기적으로 송신해야 한다.

4.3.6.2.2 감도레벨제어(SLC) 명령어. TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: ACAS는 Mode S 지상국으로부터 받은 SLC 명령어를 저장해야 한다. Mode S 지상국으로부터 수신된 SLC 명령어는 호출신호의 IIS 하위필드에 포함된 사이트 번호에 의해서 표시된 것처럼 동일한 지상국으로부터 받은 SLC 명령어에 의해서 대치될 때까지 계속 유효하다. Mode S 지상국으로부터 받은 기존의 저장되어 있는 명령어가 4분 내에 새롭게 갱신되지 않거나, 또는 수신된 SLC 명령어가 15(4.3.8.4.2.1.1)인 값을 가지고 있는 경우에, 해당 Mode S 지상국을 위해서 저장되어 있는 SLC 명령어는 0으로 설정되어야 한다.

주.-ACAS X 호환 시스템은 SLC 명령어에서 얻은 감도 수준 값을 사용하여 자체 항공기의 감도 수준 값을 수정하지 않는다.

4.3.6.3 ACAS와 그의 Mode S 트랜스폰더 간 데이터 전송에 대한 규정

4.3.6.3.1 ACAS로부터 Mode S 트랜스폰더까지의 데이터 전달

a) ACAS는 RA 보고(4.3.8.4.2.1)와 조정 응답(4.3.8.4.2.4.2)에서의 송신을 위해서 RA 정보를 자신의 Mode S 트랜스폰더로 전달해야 한다.

b) ACAS는 감도레벨 보고(4.3.8.4.2.5)의 송신을 위해서 현재의 감도레벨을 자신의 Mode S 트랜스폰더로 전달해야 한다.

c) ACAS는 데이터 링크 성능 보고(4.3.8.4.2.2.2)의 송신을 위해서 성능 정보를 자신의 Mode S 트랜스폰더로 전달해야 한다.

주.- ACAS X 호환 시스템의 경우: ACAS는 능력 정보의 일부로 3보다 큰 감도 레벨 값을 Mode S 트랜스폰더로 전송하지 않는다.

4.3.6.3.2 Mode S 트랜스폰더로부터 ACAS까지의 데이터 전달

a) ACAS는 Mode S 지상국에서 전송된 감도레벨 제어 명령어(4.3.8.4.2.1.1)를 자신의 Mode S 트랜스폰더로부터 수신하여야 한다.

주.- ACAS X 호환 시스템의 경우: Mode S 트랜스폰더와 ACAS 장치 사이의 인터페이스 프로토콜을 준수하려면 트랜스폰더로부터 SLC 명령을 수신해야 하지만, 민감도 레벨 값은 사

용되지 않는다(4.3.4.3.4 참조).

- b) ACAS는 다른 ACAS로부터 전송된 ACAS 방송 메시지(4.3.8.4.2.3.3)를 자신의 Mode S 트랜스폰더로부터 수신한다.
- c) ACAS는 항공기-항공기간 조정 목적을 위해 다른 ACAS로부터 전송된 회피 메시지(4.3.8.4.2.3.2)를 자신의 Mode S 트랜스폰더로부터 수신한다.

4.3.7 ACAS 프로토콜

4.3.7.1 감시 프로토콜

4.3.7.1.1 Mode A/C 트랜스폰더 감시

4.3.7.1.1.1 ACAS는 Mode A/C 트랜스폰더를 갖춘 항공기의 감시를 위해서 Mode C만의 전체 호출(all-call) 질문(3장, 3.1.2.1.5.1.2)을 사용해야 한다.

4.3.7.1.1.2 증가하는 전력으로 일련의 질문을 사용하여 감시 질문이 이루어지며, 이러한 감시 조치는 간섭을 줄이고 Mode A/C 대상 검출을 개선하기 위해 S_1 -펄스 (3장, 3.1.1.7.4.3)로 선행되어야 한다.

4.3.7.1.2 Mode S 트랜스폰더의 감시

4.3.7.1.2.1 탐지. ACAS는 Mode S 포착 스쿼터(DF=11)를 위한 1,090MHz를 감시해야 한다. ACAS는 Mode S 포착 스쿼터(DF=11) 또는 확장된 스쿼터(DF=17)를 사용하여 Mode S를 장착한 항공기의 존재를 탐지하고 주소를 판정하여야 한다.

주 1. 개별 항공기를 획득하기 위한 포착 스쿼터(DF=11) 또는 확장된 스쿼터(DF=17)의 사용이 용인되며, 두 가지 스쿼터를 위한 감시도 용인할 수 있다. 그러나 모든 항공기가 확장된 스쿼터를 송신하지는 않기 때문에 ACAS는 포착 스쿼터를 항상 감시하여야만 한다.

주 2. 향후, 확장된 스쿼터의 지속적인 전송에 대신 의존하면서 항공기가 포착 스쿼터를 전송하지 않도록 허용된다면, 획득 및 확장된 스쿼터 모두를 감시하는 것이 모든 ACAS 장치에게 필수적인 사항이 될 것이다.

4.3.7.1.2.2 감시 질문. 수신 신뢰도에 근거하여 ACAS의 신뢰할 만한 감시 범위에 있는 것으로 판정된 어떤 항공기로부터 24비트 항공기 주소를 처음 받았을 때, 그 항공기가 자신의 항공기 위아래 고도 범위 3,050m(10,000ft) 내에 있다면, ACAS는 거리획득을 위해서 짧은 항공기-항공기간 호출신호(UF=0)를 전송하여야 한다. 이와 같은 고도 조건이 유지된다면, 5사이클마다 최소한 한번씩 감시 호출신호를 전송해야 한다. 탐지된 항공기와 자신의 항공기가 모두 가속하지 않은 상태로 현재의 자세로 진행하고 가장 근접하는 곳까지의 거리가 5.6km(3NM)로 동등하다는 가정 하에, 탐지한 항공기의 거리가 5.6km(3NM)보다 작거나 가장 근접하는 곳까지 계산한 시간이 60초 미만인 경우에는, 감시호출 신호가 매 사이클에 전송되어야 한다. 아래와

같은 경우, 감시 호출신호는 5사이클 동안 중지되어야 한다.

a) 응답이 성공적으로 수신되었을 경우; 그리고

b) 자신의 항공기와 침입 항공기가 기압고도 5,490m(18,000ft) 이하에서 작동 중인 경우; 그리고

c) 검출된 항공기의 거리가 5.6km(3NM)보다 크고 계산된 최단 접근 시간이 60초를 초과하는 경우, 검출된 항공기와 자신의 항공기가 현재 위치에서 가속하지 않은 움직임으로 진행하고 가장 가까운 근접 지점의 거리가 5.6km(3NM)인 것으로 가정한다.

4.3.7.1.2.2.1 거리 획득 질문. ACAS는 거리 획득을 위해서 짧은 항공기-항공기간 감시형식 (UF=0)을 사용해야 한다. ACAS는 획득 호출신호에서 AQ = 1(장 3, 3.1.2.8.1.1) 및 RL = 0 (3장, 3.1.2.8.1.2)를 설정하여야 한다.

주 1. AQ=1로 설정하면 응답에서 RI 필드의 비트 14가 1과 동등하게 되며, 다른 ACAS 장치 (4.3.7.1.2.2.2)로부터 유도한 응답과 자신의 호출신호에 대한 응답을 구별하는데 도움을 준다.

주 2. 호출신호 획득에서, 짧은 획득 응답(DF=0)을 명령하기 위해 RL을 0으로 설정한다.

4.3.7.1.2.2.2 추적 질문. ACAS는 추적 질문을 위해 짧은 공중-공중 감시 형식 (UF = 0)을 사용하며, RL = 0 및 AQ = 0로 설정하여야 한다.

4.3.7.1.2.3 감시 응답. 이 프로토콜은 4.3.11.3.1에서 설명되어 있다.

4.3.7.1.2.4 ACAS 방송. ACAS 방송은 상부 안테나에서 최대 출력으로 매 8초에서 10초마다 실질적으로 이루어져야 한다. 지향성 안테나를 사용하는 장비는 매 8초에서 10초 동안 완전한 원형 유효범위에 실질적으로 제공되도록 작동해야 한다.

주.- 방송은 다른 Mode S 트랜스폰더가 응답하지 않으면서 호출신호를 받아들이도록 하며, 트랜스폰더 출력 데이터 인터페이스에서 MU 필드를 포함한 호출신호 내용을 제공하도록 한다. UDS1=3, UDS2=2 조합은 데이터를 호출하는 ACAS 항공기의 24-비트 주소를 포함한 ACAS 방송으로 인식하게 한다. 이것은 간섭을 제한하기 위해 각 ACAS에게 자신의 탐지 범위 내에 있는 다른 ACAS의 수를 판정하는 방법을 제공한다. MU 필드의 형식은 4.3.8.4.2.3에서 설명되어 있다.

4.3.7.1.3 ACAS X 호환 시스템을 위한 침입 항공기의 ADS-B 메시지 감시

4.3.7.1.3.1 감지. ACAS는 1,090MHz 확장 스쿼터를 모니터링해야 한다.

4.3.7.1.3.2 ACAS는 ADS-B 공중 및 지상 위치, 공중 속도, 목표 상태 및 상태, 항공기 운영 상태에 대한 정보를 포함하는 1090 MHz 확장 스쿼터 메시지를 수신하고 사용해야 한다.

4.3.7.2 공중-공중 조정 프로토콜

주 1.- 이 섹션의 조항은 1,030/1,090MHz 개별 Mode S 질문/응답을 통해 ACAS 장착 항공기와 조정하는 항공기에 적용된다.

주 2.- 1,030/1,090MHz 이산 Mode S 질문/응답을 활용할 수 없고 해당 조정 체계를 전달하기 위해 ADS-B를 사용할 ACAS 장비는 개발 중이다. ACAS X 호환 시스템은 그러한 ACAS 장비를 사용하여 위협에 대응하는 기능을 통합한다. 자세한 내용은 RTCA/DO-385 또는 EUROCAE/ED-256의 섹션 2.2.3.9.3.1을 참조하라.

4.3.7.2.1 조정 질문. RI=3 또는 4로 보고하는 다른 항공기가 위협(4.3.4)으로 선언되는 경우, ACAS는 AQ=0 및 RL=1인 UF=16 질문(제3장, 3.1.2.3.2, 그림 3-7)를 전송해야 한다. MU 필드는 4.3.8.4.2.3.2에 명시된 하위필드 안에 회피 메시지를 포함하고 있어야 한다.

주 1. AQ=0 및 RL=1인 UF=16 호출신호는 다른 항공기가 DF=16 응답을 하도록 하기 위한 것이다.

주 2. RI=3 또는 RI=4를 보고하는 항공기는 단지 수직적인 능력만 있거나, 또는 수직 및 수평 회피 능력을 모두 가지고 작동하는 ACAS를 갖춘 항공기이다.

4.3.7.2.2 조정 응답. 이 프로토콜은 4.3.11.3.2에서 설명되어 있다.

4.3.7.3 지상국과의 ACAS 통신을 위한 프로토콜

4.3.7.3.1 Mode S 지상국에 대한 RA 보고. 이들 프로토콜은 4.3.11.4.1에서 설명되어 있다.

4.3.7.3.2 RA 방송. RA 방송은 지터가 있는 간격으로 하부 안테나로부터 전출력으로 송신되어야 한다. RA 방송은 4.3.8.4.2.3.4에 명시된 바와 같이 MU 필드를 포함해야 한다. RA 방송은 현재의 RA를 기술해야 한다. 지향성 안테나를 사용하는 장치는 완전한 원형 커버리지가 제공되도록 운용되어야 한다.

주 .- RA 방송의 공칭상 지터가 있는 간격은 대부분의 레거시 ACAS 시스템의 경우 매 8초이며, ACAS X 준수 시스템의 경우 1초이다.

4.3.7.3.3 데이터 링크 성능 보고. 이 프로토콜은 4.3.11.4.2에 설명되어 있다.

4.3.7.3.4 ACAS 감도 레벨 제어.

4.3.7.3.4.1 TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: 동일한 질문에서 TMS(3장, 3.1.2.6.1.4.1)의 값이 0이고 DI가 1 또는 7인 경우에만 ACAS가 SLC 명령에 따라 행동해야 한다.

4.3.7.3.4.2 ACAS X 호환 시스템의 경우: ACAS는 Mode S 지상국으로부터 SLC 명령을 수신해야

하지만 민감도 수준 값을 사용해서는 안 된다.

4.3.8 신호 형식

4.3.8.1 모든 ACAS 신호의 RF 특성은 제3장, 3.1.1.1에서 3.1.1.6까지, 3.1.2.1에서 3.1.2.3까지, 3.1.2.5 및 3.1.2.8의 표준을 준수해야 한다.

4.3.8.2 ACAS와 Mode S 신호 형식 사이의 관계

주. ACAS는 감시와 통신을 위해서 Mode S 전송을 사용한다. 항공기-항공기 간 ACAS 통신 기능은 ACAS 장비를 갖춘 위협 항공기와 RA 결정을 조정하도록 허용한다. ACAS의 항공기-지상 간 통신 기능은 RA를 지상국에 보고할 수 있도록 한다.

4.3.8.3 신호 형식 규약. 모든 ACAS 신호의 데이터 인코딩은 3장 3.1.2.3의 표준에 적합해야 한다.

주.- ACAS가 사용하는 항공기-항공기간 전송에서, 1,030MHz로 전송된 호출신호는 업링크 전송으로 지정되어 있으며 업링크 형식(UF) 코드를 포함한다. 1,090MHz로서 수신된 응답은 다운링크 전송으로 지정되어 있고 다운링크 형식(DF) 코드를 포함한다.

4.3.8.4 필드 설명

주 1.- ACAS에 의해서 사용되지만 3장 3.1.2에서 충분히 설명되지 않은 항공기-항공기간 감시 및 통신 형식을 그림 4-1에 제시하였다.

주 2.- 이 절에서는 ACAS 기능을 달성하기 위해 ACAS에 의해서 처리되는 Mode S 필드(그리고 그들의 하위필드)를 정의한다. 일부 ACAS 필드(다른 SSR Mode S 기능을 위해서도 사용되는 것들)는 3장 3.1.2.6에서 할당되지 않은 ACAS 코드와 함께 설명된다. 이와 같은 코드는 4.3.8.4.1에서 할당된다. 오직 ACAS 장비에 의해서만 사용되는 필드 및 하위필드는 4.3.8.4.2에서 할당된다.

주 3.- 4.3.8.4에서 사용된 비트 번호 부여 규칙은 개별 필드 또는 하위필드 내의 비트가 아닌 전체 업링크 또는 다운링크 형식 내의 비트 번호 부여를 반영한다.

Uplink:									
UF = 0	00000	3	RL:1	4	AQ:1	DS:8	10	AP:24	
UF = 16	10000	3	RL:1	4	AQ:1	18	MU:56	AP:24	
Downlink:									
DF = 0	00000	VS:1	CC:1	1	SL:3	2	RI:4	2	AC:13
DF = 16	10000	VS:1	2	SL:3	2	RI:4	2	AC:13	MV:56

그림 4-1. ACAS에서 사용하는 감시 및 통신 형식

4.3.8.4.1 3장 3.1.2에 소개된 필드 및 하위필드

주.- 3장 3.1.2에서 "ACAS용으로 예약"된 임무 필드와 하위필드의 코드는 이 섹션에 규정되어 있다.

4.3.8.4.1.1 DR(다운링크 요청). 다운링크 요청 필드의 코딩 의미는 다음과 같아야 한다.

코딩

- 0-1 3장, 3.1.2.6.5.2 참조
- 2 ACAS 메시지 사용 가능
- 3 Comm-B 메시지 사용 가능 및 ACAS 메시지 사용 가능
- 4-5 3장, 3.1.2.6.5.2 참조
- 6 Comm-B 방송 메시지 1 사용 가능 및 ACAS 메시지 사용 가능
- 7 Comm-B 방송 메시지 2 사용 가능 및 ACAS 메시지 사용 가능
- 8-31 3장, 3.1.2.6.5.2 참조

4.3.8.4.1.2 RI(항공기-항공기간 응답 정보). RI 필드의 코딩 의미는 다음과 같아야 한다.

코딩	
0	작동하는 ACAS가 없음
1	할당되지 않음
2	회피 성능이 억제된 ACAS.
3	1030/1090MHz 이산 Mode S 질문/응답을 조정해 활용할 수 있는 수직 전용 회피 기능 및 기능을 갖춘 ACAS
4	수직 및 수평 회피 기능과 조정을 위한 1030/1090MHz 이산 Mode S 질문/응답 활용 능력을 갖춘 ACAS
5-6	수동 ACAS용으로 예약
7	할당되지 않음
8-15	3장, 3.1.2.8.2.2 참조

이 필드를 포함하는 응답 형식의 비트 14는 질문의 AQ 비트를 복제해야 한다. ACAS 장치가 고장 났거나 대기 중인 경우 RI 필드는 "ACAS가 작동중이지 않음"(RI = 0)을 보고해야 한다. RI 필드는 민감도 레벨이 2이거나 TA 전용 모드가 선택된 경우 "충돌방지 기능이 금지된 ACAS"(RI = 2)를 보고해야 한다.

주.- RI 필드의 코드 0-7은 응답이 추적 응답임을 나타내며, 또한 조사 항공기의 ACAS 기능을 제공한다. 코드 8-15는 응답이 획득 응답임을 나타내고, 또한 조사 항공기의 최대 실제 대기속도 능력을 제공한다.

4.3.8.4.1.3 RR(응답 요청). 응답 요청 필드의 코딩 의미는 다음과 같아야 한다.

코딩

0-18 3장, 3.1.2.6.1.2 참조

19 RA 보고 전달

20-31 3장, 3.1.2.6.1.2 참조

4.3.8.4.2 ACAS 필드 및 하위필드

주.-다음의 문단은 3장 3.1.2에 정의되지 않았지만 ACAS를 갖춘 항공기가 사용하는 필드 및 하위필드의 위치와 코딩에 대해서 기술한다.

4.3.8.4.2.1 TCAS 버전 7.1 호환 시스템의 경우: MA의 하위필드

4.3.8.4.2.1.1 ADS(A-정의 하위필드). 이 8 비트(33-40) 하위필드는 MA의 나머지 부분을 정의해야 한다.

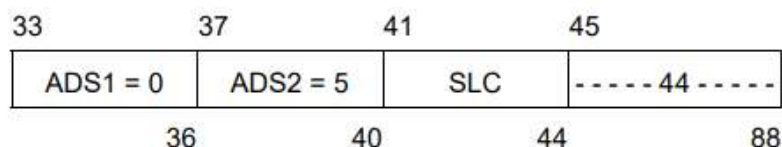
주.- 코딩의 편의를 위해 ADS는 각각 4비트씩 두 그룹, ADS1과 ADS2로 표현된다.

4.3.8.4.2.1.2 ADS1 = 0 및 ADS2 = 5인 경우 다음 하위필드가 MA에 포함되어야 한다:

4.3.8.4.2.1.3 SLC(ACAS 감도 레벨 제어(SLC) 명령). 이 4비트(41-44)의 하위필드는 자체 ACAS에 대한 감도 레벨 명령을 의미하여야 한다.

코딩	
0	발효된 명령 없음.
1	할당되지 않음.
2	ACAS 감도레벨을 2로 설정함.
3	ACAS 감도레벨을 3으로 설정함.
4	ACAS 감도레벨을 4로 설정함.
5	ACAS 감도레벨을 5로 설정함.
6	ACAS 감도레벨을 6으로 설정함.
7-14	할당되지 않음.
15	이 지상국으로부터 받은 이전의 SLC 명령어 취소함.

주 1. - 민감도 레벨 제어 명령의 MA 구조:



주 2.- ACAS X 호환 시스템은 SLC 명령을 수신하지만 민감도 레벨 값은 사용되지 않는다.

4.3.8.4.2.2 MB에서의 하위필드

주.- 4.3.8.4.2.2.1은 TCAS Version 7.1- 인증 시스템에 적용 가능하며 4.3.8.4.2.2.2는 ACAS X 호환 시스템에 적용 가능하다. 4.3.8.4.2.2.3은 TCAS Version 7.1- 및 ACAS X- 인증 시스템에 모두 적용 가능하다.

4.3.8.4.2.2.1 TCAS Version 7.1 호환 시스템의 경우: RA보고를 위한 MB에서의 하위필드. BDS1=3, BDS2=0인 경우 아래에 표시된 하위필드는 MB에 포함되어야 한다.

주.- 현재 또는 최근 RA와 관련된 정보 통신에 대한 요구사항은 4.3.11.4.1에 설명되어 있다.

4.3.8.4.2.2.1.1 ARA(active RAs : 활성 RAs). 이 14비트(41-54) 하위필드는 하위필드(4.3.6.2.1 a))를 전송하는 트랜스폰더와 관련된 ACAS에 의해 생성된 RA의 특성을 나타내야 한다. ARA의 비트는 MTE 하위필드(4.3.8.4.2.2.1.4) 및 수직 RA의 경우 ARA의 비트 41의 값에 의해 결정되어야 한다. ARA의 비트 41의 의미는 다음과 같아야 한다:

코딩

- | | |
|---|--|
| 0 | 위험요소가 두 개 이상 존재하며, RA는 일부 위험요소의 아래와 일부 다른 위험요소 위를 구분하거나 RA가 생성되지 않았다(MTE = 0인 경우). |
| 1 | 위험요소가 하나만 존재하거나 RA가 모든 위험요소에 대해 동일한 방향으로 분리되도록 의도되었다. |

ARA 비트 41 = 1, MTE = 0 또는 1인 경우 비트 42-47은 다음과 같은 의미를 가져야 한다:

비트	코딩	
42	0	RA는 예방적
	1	RA가 수정됨
43	0	상향 방향 RA가 생성됨
	1	하향 방향 RA가 생성됨
44	0	RA가 증가하지 않음
	1	RA가 증가함
45	0	RA는 방향 반전되지 않음
	1	RA는 방향 반전됨
46	0	RA가 고도 교차하고 있지 않음
	1	RA가 고도 교차하고 있음
47	0	RA는 수직 속도 제한
	1	RA는 포지티브
48-54		ACAS III를 위해 예약됨

ARA 비트 41 = 0, MTE = 1인 경우 비트 42-47은 다음과 같은 의미를 가져야 한다:

비트	코딩	
42	0	RA는 상향 방향으로 보정할 필요가 없다
	1	RA는 상향 방향으로 보정이 필요하다
43	0	RA는 포지티브 상승이 필요하지 않다
	1	RA는 포지티브 상승이 필요하다
44	0	RA는 하향 방향으로 보정할 필요가 없다
	1	RA는 하향 방향으로 보정이 필요하다
45	0	RA는 포지티브 하강이 필요하지 않다
	1	RA는 포지티브 하강이 필요하다
46	0	RA는 교차가 필요하지 않다
	1	RA는 교차가 필요하다
47	0	RA는 방향 반전되지 않음
	1	RA는 방향 반전됨
48-54		ACAS III를 위해 예약됨

주 1.- ARA 비트 41 = 0, MTE = 0인 경우 수직 RA가 생성되지 않는다.

주 2.- RA는 자신의 항공기가 가장 근접한 접근 전에 침입 항공기의 고도를 넘을 것으로 예상되는 경우 횡단으로 간주된다. 예를 들어, 현재 자신의 항공기 위에 있는 위협 위를 통과하는 경우와 같이 RA는 횡단으로 간주된다. RA는 "교차"라는 단어가 음성 선언에 포함되어 있는지 여부에 관계없이 횡단으로 간주된다.

4.3.8.4.2.2.1.2 RAC(RACs record : RACs 기록). 이 4 비트(55-58) 하위필드는 다른 ACAS 항공기로부터 수신된 현재 유효한 모든 RAC를 나타내어야 한다. RAC의 이 비트는 다음과 같은 의미를 가져야 한다:

비트	충돌 회피 보완 사항
55	아래를 통과하지 마라
56	위를 통과하지 마라
57	왼쪽으로 돌지마라
58	오른쪽으로 돌지마라

1로 설정된 비트는 연결된 RAC가 활성 상태임을 나타내고, 0으로 설정된 비트는 연결된 RAC가 비활성 상태임을 나타낸다.

4.3.8.4.2.2.1.3 RAT(RA terminated indicator : RA 종료 표시기). 이 1비트(59) 하위필드는 이전에 ACAS에 의해 생성된 RA의 생성이 중단된 시점을 표시해야 한다.

코딩	
0	ACAS가 현재 ARA 하위필드에 표시된 RA를 생성하고 있다
1	ARA 하위필드가 표시한 RA가 종료되었다 (4.3.11.4.1)

주 1. ACAS에 의해 RA가 중단된 후, 18 ± 1 초 동안 Mode S 트랜스폰더에 의해서 여전히 보고되어야 한다(4.3.11.4.1). 예를 들면, RA 종료 지시기는 항공교통관제사 표시장치로부터 시기적절한 RA 표시 제거를 허용하기 위해, 또는 특별한 구역 내에서 RA 지속기간의 판

단을 위해 사용된다.

주 2. RA는 여러 가지 이유로 종결될 수 있다. 보통은, 충돌이 해소되어 위협 항공기의 거리가 멀어지고 있을 때, 또는 어떤 이유로 위협 항공기의 Mode S 트랜스폰더가 충돌위험 동안의 고도 보고를 중단했을 때 등이다. RA 종료 지시기는 이와 같은 경우에 있어서 RA가 제거되었다는 것을 나타내기 위해 사용된다.

4.3.8.4.2.2.1.4 MTE(multiple threat encounter : 다중 위협 조우). 이 1 비트(60) 하위필드는 현재 ACAS 위협회피 로직에 의해 2개 이상의 위협항공기를 동시에 처리하고 있다는 것을 나타내야 한다.

코딩

- 0 하나의 위협 항공기가 회피 로직에 의해 처리되고 있다(ARA 비트 41=1일 때);
또는 회피 로직에 의해 처리되는 위협항공기가 없다(ARA 비트 41=0 일 때)
- 1 2개 이상의 위협 항공기가 회피 로직에 의해 동시에 처리되고 있다.

4.3.8.4.2.2.1.5 TTI(threat type indicator subfield : 위협 유형 지시자 하위필드). 이 2 비트 하위필드(61-62)는 TID 하위필드에 포함된 식별 데이터의 형태를 정의하여야 한다.

코딩

- 0 TID에 식별 데이터 없음.
- 1 TID는 하나의 Mode S 트랜스폰더 주소를 포함하고 있다
- 2 TID는 고도, 거리, 방위각 데이터를 포함하고 있다
- 3 할당되지 않음

4.3.8.4.2.2.1.6 TID(threat identity data subfield : 위협 식별 데이터 하위필드). 이 26비트 하위필드(63-88)는 위협의 Mode S 주소 또는 위협에 Mode S가 장착되지 않은 경우, 고도와 거리 및 방위각을 포함해야 한다. 두 개 이상의 위협이 ACAS 해결 로직에 의해 동시에 처리되는 경우 TID는 가장 최근에 선언된 위협에 대한 식별 또는 위치 데이터를 포함해야 한다. TTI = 1인 경우 TID는 63-86 비트에 위협의 항공기 주소를 포함해야 하며, 비트 87 및 88은 0으로 설정해야 한다. TTI = 2인 경우 TID는 다음 세 가지 하위필드를 포함해야 한다.

4.3.8.4.2.2.1.6.1 TIDA(threat identity data altitude subfield : 위협 식별 데이터 고도 하위필드). 이 13 비트 하위필드(63-75)는 가장 최근에 보고된 위협 항공기의 Mode C 고도 코드를 포함해야 한다.

코딩

비트	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Mode C 코드	C_1	A_1	C_2	A_2	C_4	A_4	0	B_1	D_1	B_2	D_2	B_4	D_4
비트													

4.3.8.4.2.2.1.6.2 TIDR(threat identity data range subfield : 위협 식별 데이터 범위 하위필드). 이 7비트 하위필드(76-82)에는 ACAS가 추정된 가장 최근의 위협 범위가 포함되어야 한다

다.

코딩(n)

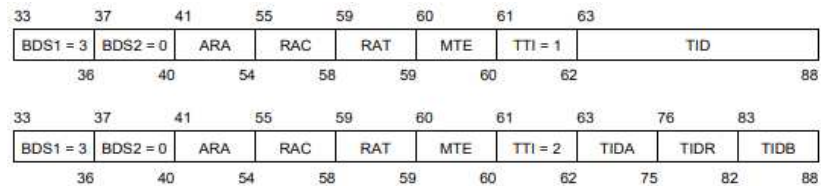
n	산정된 거리(NM)
0	거리 산정이 가능하지 않음.
1	0.05 미만
2-126	$(n-1)/10 \pm 0.05$
127	12.55 초과

4.3.8.4.2.2.1.6.3 TIDB(threat identity data bearing subfield : 위협 식별 데이터 방위각 하위필드). 이 6 비트 하위필드(83-88)는 ACAS 항공기 기수방향을 기준으로 위협 항공기의 가장 최근에 산정된 방위각을 포함해야 한다.

코딩(n)

n	산정한 방위각(°)
0	방위각 산정이 가능하지 않음.
1-60	$6(n-1)$ 에서 $6n$ 사이
61-63	할당되지 않음

주.- RA 보고를 위한 MB 구조:



4.3.8.4.2.2.2 ACAS X 호환 시스템의 경우: RA 보고를 위한 MB 내의 하위필드. BDS1=3, BDS2=0인 경우 다음과 같은 하위필드가 MB에 포함되어야 한다.

4.3.8.4.2.2.2.1 ARA(active RAs : 활성 RAs). 이 10비트(41-50) 하위필드는 하나 이상의 위협 항공기에 대해 자체 ACAS X 장치에서 생성된 경우 현재 활성 RA를 표시해야 한다. ARA 하위필드는 다음과 같이 추가로 나뉜다:

a) AVRA(vertical RA : 수직 RA). 이 7비트(41-47) 하위필드는 아래에 정의된 ARA의 수직 구성 요소를 포함한다

b) AHRA(horizontal RA : 수평 RA). 이 3비트(48-50) 하위필드는 ARA의 수평 구성 요소를 포함한다. ACAS X 호환 시스템의 경우 AHRA=0이다.

비트 41-50은 다음과 같은 의미를 가져야 한다:

비트	코딩	
41	0	다중 위협 상황에서 (MTE = 1일 때), 또는 RA가 생성되지 않은 경우 (MTE = 0일 때), 서로 다른 수직적 감지가 생성
	1	단일 또는 다중 위협 상황에서 동일한 수직적 감지가 생성
42	0	RA가 교차하지 않음
	1	RA가 교차
43	0	상향 방향 RA가 생성 (즉, 자체 항공기의 의도는 위협 위를 통과)
	1	하향 방향 RA가 생성 (즉, 자체 항공기의 의도는 위협 아래를 통과)
44		강도 비트 1
45		강도 비트 2
46		강도 비트 3
47		강도 비트 4
48-50	0	AHRA

주.- 자신의 항공기가 가장 근접한 접근 전에 침입 항공기의 고도를 넘을 것으로 예상되는 경우, 예를 들어 현재 자신의 항공기 위의 위협 위를 통과하는 경우 RA는 교차하는 것으로 간주된다. RA는 "교차"라는 단어가 음성 선언에 포함되어 있는지 여부와 관계없이 교차하는 것으로 간주된다.

비트 44 - 47에 표시된 강도 비트는 다음과 같은 의미가 있어야 한다:

강도 비트				
1	2	3	4	
0	0	0	0	0 충돌 없음
0	0	0	1	1 수직 속도 모니터
0	0	1	0	2 레벨-오프(Level-off); 포지티브 RA 약화
0	0	1	1	3 레벨-오프(Level-off); 상승/하강 시 수정
0	1	0	0	4 1500ft/min에서 상승/하강
0	1	0	1	5 상승/하강 반전
0	1	1	0	6 상승/하강 증가
0	1	1	1	7 속도 유지; 현재 속도 > 1500ft/min에서
1	0	0	0	8 유지 반전
1	0	0	1	9 레벨-오프(Level-off); 수정 네거티브 RA로 반전
1	0	1	0	10 수직 속도 모니터링; 하강 RA, 하강 금지
1	0	1	1	11 수직 속도 모니터링, 예방 네거티브 RA로 반전
1	1	0	0	12 할당되지 않음
1	1	0	1	13 할당되지 않음
1	1	1	0	14 레벨을 유지하는 동안 MTLO(Multi Threat Level Off)를 방지
1	1	1	1	15 상승/하강 중 MTLO 수정

주.- -500ft/min ~ +500ft/min의 MTLO 자체 항공기는 "레벨", 수직 속도가 500ft/min을 초과하는 자체 항공기는 "상승", 수직 속도가 < -500ft/min을 초과하는 자체 항공기는 "하강"이다.

4.3.8.4.2.2.2.2 LDI(low-level descend inhibit : 저고도 하강 억제). 이 2비트(51-52) 하위 필드는 자체 항공기 레이더 고도계 값에서 파생되며, 자체 항공기가 로우 레벨 하강 억제가

적용될 수 있는 지역에 있는지 여부를 표시해야 한다. 코딩은 다음과 같은 의미를 가져야 한다:

비트 51-52

코딩

0	하강 억제 없음
1	하강속도 증가 RA 억제
2	하강속도 증가 RA 및 하강 RA 모두 억제
3	모든 RA 억제

4.3.8.4.2.2.2.3 RMF(RA message format : RA 메시지 형식). 이 2 비트 (53-54) 하위필드는 RF 메시지의 비트 41-88을 생성하기 위해 사용되는 충돌 회피 (CA) 시스템을 나타낸다. 코딩은 다음과 같은 의미를 가져야 한다:

비트 53-54

코딩

0	모든 TCAS II 버전
1	ACAS X 호환 시스템
2	ACAS III를 위해 예약
3	할당되지 않음

4.3.8.4.2.2.2.4 RAC(RACs record : RAC 레코드). 이 4비트(55-58) 하위필드는 다른 ACAS 항공기로부터 수신한 현재 활성 RAC를 모두 표시해야 한다. RAC의 비트는 다음과 같은 의미를 가져야 한다:

비트	RAC
55	아래로 통과하지 않음
56	위로 통과하지 않음
57	수평 조정을 위해 예약
58	수평 조정을 위해 예약

1로 설정된 비트는 연결된 RAC가 활성 상태임을 나타내고, 0으로 설정된 비트는 연결된 RAC가 비활성 상태임을 나타낸다.

4.3.8.4.2.2.2.5 RAT(RA Terminated indicator : RA 중단 표시기). 이 1비트(59) 하위필드는 이전에 ACAS에 의해 생성된 RA의 생성이 중단된 시점을 표시해야 한다.

코딩

0	ACAS는 현재 ARA 하위필드에 표시된 RA를 생성하고 있다
1	ARA 하위필드에 의해 표시된 RA가 종료되었다 (4.3.11.4.1)

주 1.- RA가 ACAS에 의해 종료된 후에도 18 ± 1 초(4.3.11.4.1) 동안 Mode S 트랜스폰더에 의해 보고되어야 한다. RA 종료 표시기는 예를 들어 항공 교통 관제사의 디스플레이에서 RA 표시를 적시에 제거하거나 특정 구역 내에서 RA 지속 시간을 평가하기 위해 사용될 수 있다.

다.

주 2.- RA는 여러 가지 이유로 종료될 수 있다. 일반적으로 충돌이 해결되고 위협의 범위가 분산되는 경우 또는 어떤 이유로든 충돌 중에 위협의 Mode S 트랜스폰더가 고도 보고를 중단하는 경우. RA 종료 표시기는 이러한 각 경우에서 RA가 제거되었음을 나타내는 데 사용된다.

4.3.8.4.2.2.2.6 MTE(multiple threat encounter : 다중 위협 조우). 이 1비트(60) 하위필드는 두 개 이상의 동시 위협이 현재 ACAS 위협 해결 로직에 의해 처리되고 있는지 여부를 표시해야 한다.

코딩

- 하나의 위협이 해결 로직에 의해 처리되고 있거나(ARA 비트 41 = 1인 경우), 또
- 0 는 어느 위협도 해결 로직에 의해 처리되지 않는 경우(ARA 비트 41 = 0인 경우)
- 1 두 개 이상의 동시 위협이 해결 로직에 의해 처리되고 있음

4.3.8.4.2.2.2.7 CNT(continuation bit : 지속 비트). 이 1비트 하위필드(61)는 추가 정보를 보고하기 위해 후속 RF 메시지가 생성되고 있는지 여부를 나타내야 한다.

코딩

- 0 후속 RF 메시지가 존재하지 않음
- 1 후속 RF 메시지가 존재함

4.3.8.4.2.2.2.8 TTI(threat type indicator subfield : 위협 유형 지시자 하위필드). 이 1비트 하위필드(62)는 TID 하위필드에 포함된 식별 데이터의 유형을 정의해야 한다.

코딩

- 0 TID는 고도, 거리 및 방위각 데이터를 포함
- 1 TID는 24비트 항공기 주소를 포함

4.3.8.4.2.2.2.9 TID(threat identity data subfield : 위협 식별 데이터 하위필드). 이 24비트 하위필드(63-86)는 위협의 24 비트 항공기 주소 또는 Mode S가 장착되지 않은 경우 고도, 거리 및 방위각을 포함해야 한다. 두 개 이상의 위협이 ACAS 해결 로직에 의해 동시에 처리되는 경우 TID는 가장 최근에 선언된 위협에 대한 식별 또는 위치 데이터를 포함해야 한다. TTI = 1인 경우 TID는 63-86 비트에 위협의 항공기 주소를 포함해야 한다. TTI = 0인 경우 TID는 다음 세 가지 하위필드를 포함해야 한다(4.3.8.4.2.2.8 참조).

4.3.8.4.2.2.2.9.1 TIDA(threat identity data altitude subfield : 위협 식별 데이터 고도 하위필드). 이 11비트 하위필드(63-73)는 ACAS가 추정된 가장 최근의 위협 고도를 포함해야 하며, 100ft 단위의 이진법으로 표현하면 다음과 같다.

코딩

0	데이터 없음
1	Alt < -950ft
2	-950ft ≤ Alt < -850ft
3	-850ft ≤ Alt < -750ft
4....	

4.3.8.4.2.2.2.9.2 TIDR(threat identity data range subfield : 위협 식별 데이터 범위 하위 필드). 이 7비트 하위필드(74-80)에는 ACAS가 추정한 가장 최근의 위협 거리가 포함되어야 한다.

코딩(n)

n	추정 거리 (NM)
0	사용 가능한 거리 추정치 없음
1	0.05보다 작음
2-126	$(n-1)/10 \pm 0.05$
127	12.55보다 큼

4.3.8.4.2.2.2.9.3 TIDB(threat identity data bearing subfield : 위협 식별 데이터 방위각 하위필드). 이 6비트 하위필드(81-86)에는 ACAS 항공기 heading과 관련하여 위협 항공기의 가장 최근 추정된 방위각이 포함되어야 한다.

코딩(n)

n	추정 방위각(degrees)
0	사용 가능한 방위각 추정치 없음
1-60	6(n-1)에서 6n 사이
61-63	할당되지 않음

4.3.8.4.2.2.2.10 DSI(designation indicator : 지정 지시자). 이 1비트 하위필드(87)는 다음과 같이 코딩되어야 한다:

코딩

0	TID에 정의된 위협이 Xo에 대해 지정되지 않았거나 지정을 적용하지 않는다
1	TID에 정의된 위협은 Xo에 대해 지정하고 지정을 적용한다

4.3.8.4.2.2.2.11 SPI(suppression indicator : 억제 지시자). 이 1비트 하위필드(88)는 다음과 같이 코딩되어야 한다:

단일 위협 조우의 경우:

코딩

0	RA가 억제되지 않는다
1	RA가 억제된다 (승무원에게 알리지 않음)

다중 위협 조우의 경우 억제가 적용되지 않으므로 SPI 하위필드에는 다음과 같은 지정이 표시되어야 한다:

코딩

- 0 X0에 대해 TID에 정의된 위협 이외의 위협이 지정되지 않는다
- 1 X0에게 또 다른 위협이 지정되어 지정이 적용된다

주.- ACAS X 호환 시스템의 경우: RA 보고를 위한 MB 내 하위필드

33	37	41	51	53	55	59	60	61	62	63	74	81	87	88			
BDS1 = 3		BDS2 = 0		ARA	LDI	RMF	RAC	RAT	MTE	CNT	TTI = 0		TIDA	TIDR	TIDB	DSI	SPI
36		40		50	52	54	58	59	60	61	62	73	80	86	87	88	

33	37	41	51	53	55	59	60	61	62	63				87	88		
BDS1 = 3		BDS2 = 0		ARA	LDI	RMF	RAC	RAT	MTE	CNT	TTI = 1		TID		DSI	SPI	
36		40		50	52	54	58	59	60	61	62				86	87	88

4.3.8.4.2.2.3 데이터링크 성능 보고를 위한 MB 내 하위필드. BDS1 = 1, BDS2 = 0인 경우, 데이터링크 성능 보고를 위해 트랜스폰더에 다음과 같은 비트 패턴을 제공해야 한다:

비트	코딩	
43-46	0000	TCAS 버전 7.1 호환 및 비트 71 및 72에 의해 정의된 기타 시스템
	0001	ACAS Xa(RTCA/DO-385 및 EUROCAE/ED-256)
	0010	
	to	ACAS III용으로 예약됨
	1111	
48	0	ACAS가 실패했거나 대기 상태임
	1	ACAS 작동 중
69	0	하이브리드 보안 감시가 작동하지 않음
	1	하이브리드 보안 감시 장치 장착 및 작동
70	0	TAs만 생성하는 ACAS
	1	TAs 및 RAs를 생성하는 ACAS

비트 72	비트 71	ACAS 버전
0	0	RTCA/DO-185 (pre-ACAS)
0	1	RTCA/DO-185A
1	0	RTCA/DO-185B 및 EUROCAE ED 143
1	1	이후의 모든 시스템 (주3 및 4.3.8.4.2.8 참조)

주 1.- 데이터 링크 성능 보고 구조의 MB 하위필드에 대한 요약은 3장 3.1.2.6.10.2.2에 설명되어 있다.

주 2.- ACAS 활성 질문을 제한하기 위한 하이브리드 감시의 사용은 4.5.1에 설명되어 있다. DF = 17 확장 스쿼터 메시지의 디코딩만 지원하는 기능은 비트 69를 설정하기에 충분하지 않다.

주 3.- ACAS의 향후 버전은 레지스터 $E5_{16}$ 및 $E6_{16}$ 에 규정된 부품 번호와 소프트웨어 버전 번호를 사용하여 식별된다.

4.3.8.4.2.3 MU 필드. 회피 메시지, ACAS 방송 및 RA 방송을 전송하기 위해 긴 항공기-항공기 간 감시 호출신호(그림 4-1)의 56 비트(33-88) 필드를 사용하여야 한다.

4.3.8.4.2.3.1 UDS(U-definition subfield : U-definition 하위필드). 이 8비트(33-40) 하위 필드는 MU의 나머지 부분을 정의해야 한다.

주.- 코딩의 편의를 위해 UDS는 각각 4비트의 두 그룹(UDS1과 UDS2)으로 표현된다.

4.3.8.4.2.3.2 회피 메시지를 위한 MU의 하위필드. UDS1=3이고 UDS2=0 일 때, 다음 하위필드가 MU에 포함되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.2.1 MTB(multiple threat bit : 다중 위협 비트). 이 1 비트(42) 하위필드는 다수의 위협항공기가 존재하는지 또는 존재하지 않는지를 나타내야 한다.

코딩

0 질문하는 ACAS에 위협이 하나 이하로 존재함
1 질문하는 ACAS에 위협이 둘 이상으로 존재함

4.3.8.4.2.3.2.2 VRC(vertical RAC : 수직 RAC). 이 2비트(45-46) 하위필드는 주소가 지정된 항공기와 관련된 수직 RAC를 의미해야 한다.

코딩	
0	송신된 수직 RAC 없음.
1	아래로 통과하지 말 것.
2	위로 통과하지 말 것.
3	할당되지 않음.

4.3.8.4.2.3.2.3 CVC(cancel vertical RAC : 수직 RAC 취소). 이 2 비트(43-44) 하위필드는 주소를 부여한 항공기로 이전에 보낸 수직 RAC의 취소를 표시하여야 한다. 새로운 위협항공기에 대해서는 이 하위필드가 0으로 설정되어야 한다.

코딩	
0	취소 없음
1	이전에 보낸 “아래로 통과하지 말것” 을 취소
2	이전에 보낸 “위로 통과하지 말것” 을 취소
3	할당되지 않음

4.3.8.4.2.3.2.4 HRC(horizontal RAC : 수평 RAC). 이 3 비트(50-52) 하위필드는 주소가 있는 항공기와 관련된 수평 RAC를 표시해야 한다.

코딩	
0	수평 RAC가 없거나 또는 수평적인 회피 능력 없음.
1	다른 ACAS 방향은 좌선회이다; 좌선회하지 말 것.
2	다른 ACAS 방향은 좌선회이다; 우선회하지 말 것.
3	할당되지 않음.
4	할당되지 않음.
5	다른 ACAS 방향은 우선회이다; 좌선회하지 말 것.
6	다른 ACAS 방향은 우선회이다; 우선회하지 말 것.
7	할당되지 않음.

4.3.8.4.2.3.2.5 CHC(cancel horizontal RAC : 수평 RAC 취소). 이 3 비트(47-49) 하위필드는 주소를 부여한 항공기로 이전에 보낸 수평 RAC의 취소를 나타내야 한다. 이 하위필드는 새로운 위협항공기에 대해서는 0으로 설정되어야 한다.

코딩	
0	취소가 없거나 또는 수평적인 회피 능력 없음.
1	이전에 보낸 “좌선회하지 말 것” 을 취소함.
2	이전에 보낸 “우선회하지 말 것” 을 취소함.
3-7	할당되지 않음.

4.3.8.4.2.3.2.6 VSB(vertical sense bits subfield : 수직 방향 비트 하위필드). 이 4 비트 (61-64) 하위필드는 CVC와 VRC 하위필드에 있는 데이터를 보호하기 위해 사용되어야 한다. 43-46 비트의 가능한 조합 16개 각각에 대해서 다음의 VSB 코드가 전송되어야 한다.

	CVC		VRC		VSB			
Coding	43	44	45	46	61	62	63	64
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	0
2	0	0	1	0	0	1	1	1
3	0	0	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	1	0	1	1
5	0	1	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1	1	0	1
9	1	0	0	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	1	0	1	0
11	1	0	1	1	0	1	0	0
12	1	1	0	0	0	1	1	0
13	1	1	0	1	1	0	0	0
14	1	1	1	0	0	0	0	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1

주.- VSB 하위필드 비트 설정을 생성하는 데 사용되는 규칙은 패리티 비트로 증강된 거리 3 해밍 코드로, 전송된 8개의 비트에서 최대 3개의 오류를 탐지할 수 있는 기능을 제공한다.

4.3.8.4.2.3.2.7 HSB(horizontal sense bits subfield. 수평 방향 비트 하위필드). 이 5비트

(56-60) 하위필드는 CHC 및 HRC 하위필드의 데이터를 보호하기 위해 사용되어야 하며, 비트 47-52의 가능한 64개의 조합에 대해 다음과 같은 HSB 코드가 전송되어야 한다:

코딩	CHC						HSB				
	47	48	49	50	51	52	56	57	58	59	60
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
3	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
5	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
6	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
8	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
9	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
10	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
11	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
12	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
13	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
14	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
15	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
16	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
17	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
18	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
19	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
20	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
21	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
22	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
23	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
24	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
25	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
26	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1
27	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
28	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
29	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
30	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
31	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
32	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
33	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
34	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
35	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
36	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
37	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0
38	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
39	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
40	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
41	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1
42	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
43	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
44	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
45	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1

46	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
47	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
48	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
49	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
50	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
51	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
52	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
53	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
54	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
55	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
56	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
57	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
58	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
59	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
60	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
61	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
62	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
63	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1

주.- HSB 하위필드 비트 설정을 생성하는 데 사용되는 규칙은 패리티 비트로 증강된 거리 3 해밍 코드로, 전송된 11개의 비트에서 최대 3개의 오류를 탐지할 수 있는 기능을 생성한다.

4.3.8.4.2.3.2.8 MID(항공기 주소). 이 24비트(65-88) 하위필드에는 질문 ACAS 항공기의 24비트 항공기 주소가 포함되어야 한다.

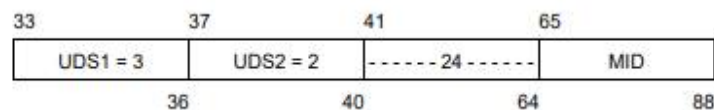
주 - 해결 메시지에 대한 MU의 구조:



4.3.8.4.2.3.3 ACAS 방송을 위한 MU의 하위필드. UDS1 = 3 및 UDS2 = 2인 경우 다음 하위필드가 MU에 포함되어야 한다:

4.3.8.4.2.3.3.1 MID(항공기 주소). 이 24비트(65-88) 하위필드에는 질문 ACAS 항공기의 24비트 항공기 주소가 포함되어야 한다.

주 - ACAS 방송을 위한 MU의 구조:



4.3.8.4.2.3.4 RA 방송을 위한 MU의 하위필드.(RA 방송 질문 메시지)

주. - 4.3.8.4.2.3.4.1은 TCAS 버전 7.1 호환 시스템에만 적용되는 반면, 4.3.8.4.2.3.4.2는 ACAS X 호환 시스템에만 적용된다.

4.3.8.4.2.3.4.1 TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: RA 방송을 위한 MU의 하위필드(RA 방송 질문 메시지). UDS1 = 3, UDS2 = 1인 경우 다음 하위필드가 MU에 포함되어야 한다:

4.3.8.4.2.3.4.1.1 ARA(유효 RA). 이 14비트(41-54) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.1에 정의한 것과 같이 코드화되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.1.2 RAC(RACs record). 이 4비트(55-58) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.2에 정의한 것과 같이 코드화되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.1.3 RAT(RA terminated indicator). 이 1비트(59) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.3에 정의한 것과 같이 코드화되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.1.4 MTE(다중 위협 조우). 이 1비트(60) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.4에 정의한 것과 같이 코드화되어야 한다.

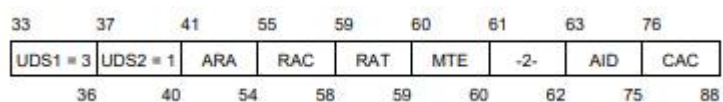
4.3.8.4.2.3.4.1.5 AID(Mode A identity code : Mode A ID 코드). 이 13비트(63-75) 하위필드는 보고 항공기의 Mode A ID 식별 코드를 나타내어야 한다.

코딩 비트	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Mode A 코드 비트	A_4	A_2	A_1	B_4	B_2	B_1	0	C_4	C_2	C_1	D_4	D_2	D_1

4.3.8.4.2.3.4.1.6 CAC(Mode C 고도 코드). 이 13비트(76-88) 하위필드는 보고 항공기의 Mode C 고도 코드를 나타내어야 한다.

코딩 비트	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
Mode A 코드 비트	C_1	A_1	C_2	A_2	C_4	A_4	0	B_1	D_1	B_2	D_2	B_4	D_4

주.- RA 방송을 위한 MU의 구조:



4.3.8.4.2.3.4.2 ACAS X-준수 시스템의 경우: RA 방송을 위한 MU 내의 하위필드(RA 방송 질문 메시지). UDS1 = 3이고 UDS2 = 1인 경우, 다음 하위필드가 MU 내에 포함되어야 한다:

4.3.8.4.2.3.4.2.1 ARA(유효 RA). 이 10비트(41-50) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.1에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.2.2 LDI(low-level descend inhibit : 저고도 하강 금지). 이 2비트(51-52) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.2에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.2.3 RMF(RA message format : RA 메시지 형식). 이 2비트 (53-54) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.3에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.2.4 RAC(RACs record). 이 4비트(55-58) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.4에서 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.2.5 RAT(RA terminated indicator). 이 1비트(59) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.5에서 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.2.6 MTE(다중 위협 조우). 이 1비트(60) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.6에서 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.2.7 SPI(Suppression indicator). 이 1비트(61) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.11에서 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.3.4.2.8 AID(Mode A ID 코드). 이 13비트(63-75) 하위필드는 보고 항공기의 Mode A ID 코드를 표시해야 한다.

코딩 비트	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Mode A 코드 비트	A_4	A_2	A_1	B_4	B_2	B_1	0	C_4	C_2	C_1	D_4	D_2	D_1

4.3.8.4.2.3.4.2.9 CAC(Mode C altitude code : Mode C 고도 코드). 이 13 비트(76-88) 하위 필드는 보고하는 항공기의 Mode C 고도 코드를 나타내어야 한다.

코딩 비트	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
Mode A 코드 비트	C_1	A_1	C_2	A_2	C_4	A_4	0	B_1	D_1	B_2	D_2	B_4	D_4

주. - RA 방송을 위한 MU의 구조:



4.3.8.4.2.4 MV 필드. 긴 항공기-항공기 간 감시 응답(그림 4-1)의 이 56 비트(33-88) 필드는 항공기-항공기간 조정 응답 메시지 전송에 사용되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.1 VDS(V-definition subfield). 이 8 비트(33-40) 하위필드는 MV의 나머지 부분을 정의해야 한다.

주.- 코딩의 편의를 위해 VDS는 VDS1과 VDS2로 각각 4비트씩 두 그룹으로 표현된다.

4.3.8.4.2.4.2 조정 응답을 위한 MV의 하위필드

주.- 4.3.8.4.2.4.2.1은 TCAS 버전 7.1 호환 시스템에만 적용되며, 4.3.8.4.2.4.2.2는 ACAS X 호환 시스템에만 적용된다.

4.3.8.4.2.4.2.1 TCAS 버전 7.1-준수 시스템: 조정 응답을 위한 MV 내의 하위필드. VDS1 = 3 및 VDS2 = 0인 경우, 다음의 하위필드들이 MV에 포함되어야 한다.

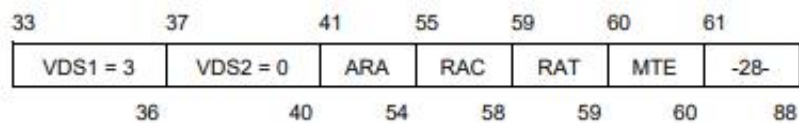
4.3.8.4.2.4.2.1.1 ARA(유효 RA). 이 14 비트(41-54) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.1에서 정의한 것과 같이 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.1.2 RAC(RACs record). 이 4비트(55-58) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.2에서 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.1.3 RAT(RA terminated indicator). 이 1비트(59) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.3에서 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.1.4 MTE(다중 위협 조우). 이 1 비트(60) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.1.4에서 정의한 것과 같이 코딩되어야 한다.

주 - 조정 응답을 위한 MV 구조:



4.3.8.4.2.4.2.2 ACAS X 호환 시스템의 경우: 조정 응답을 위한 MV의 하위필드. VDS1 = 3 및 VDS2 = 0인 경우 MV에는 다음 하위필드가 포함되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.2.1 ARA(능동 RA). 이 10비트(41-50) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.1에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.2.2 LDI(저고도 강화 억제). 이 2비트(51-52) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.2에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

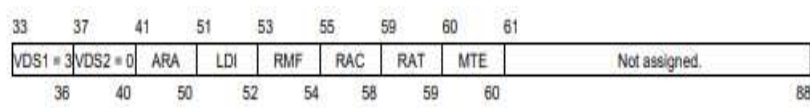
4.3.8.4.2.4.2.2.3 RMF(RA 메시지 형식). 이 2비트 (53-54) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.3에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.2.4 RAC(RAC 기록). 이 4비트(55-58) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.4에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.2.5 RAT(RA 종료 지시자). 이 1비트(59) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.5에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.4.2.2.6 MTE(다중 위협 조우). 이 1비트(60) 하위필드는 4.3.8.4.2.2.2.6에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

주 - 조정 응답을 위한 MV 구조:



4.3.8.4.2.5 SL(감도 레벨 보고). 이 3 비트(9-11) 다운링크 필드는 짧거나 긴 항공기-항공기 간 응답 형식(DF=0 및 16)에 모두 포함되어야 한다. 이 필드는 현재 ACAS가 작동하고 있는 민감도 레벨을 나타내어야 한다.

코딩

- 0 ACAS는 작동하지 않음
- 1 ACAS는 민감도 레벨 1에서 작동
- 2 ACAS는 민감도 레벨 2에서 작동
- 3 ACAS는 민감도 레벨 3에서 작동
- 4 ACAS는 민감도 레벨 4에서 작동
- 5 ACAS는 민감도 레벨 5에서 작동
- 6 ACAS는 민감도 레벨 6에서 작동
- 7 ACAS는 민감도 레벨 7에서 작동

주. - ACAS X 호환 시스템의 경우: ACAS는 3보다 큰 SL 코드를 전송하지 않는다.

4.3.8.4.2.6 CC: 교차링크 기능(Cross-link capability). 이 1비트(7) 다운링크 필드는 트랜스폰더가 교차링크 기능을 지원할 수 있는 능력, 즉 UF가 0인 질문에서 DS필드의 내용을 디코딩하고 DF가 16인 응답에서 규정된 GICB 레지스터의 내용으로 응답하는 능력을 나타내야 한다.

코딩

- 0 교차링크 성능을 지원할 수 없는 트랜스폰더 표시
- 1 교차링크 성능을 지원할 수 있는 트랜스폰더 표시

4.3.8.4.2.7 ACAS X 호환 시스템의 경우: 공중-공중 조정에 사용하기 위한 확장 스쿼터 ME 필드. 이 56비트(33-88) 필드는 ADS-B만 장착된 침입 항공기(개별적인 1030MHz 회피조언 메시지를 수신할 수 없는 침입 항공기)를 포함하는 공중-공중 조정에 사용해야 한다.

주. - 유형코드가 있는 ADS-B 메시지 = 28(ADS-B 작동 조정 메시지, 4.3.8.4.2.7.1 참조) 및 유형 코드 = 31(ADS-B 항공기 작동 상태 메시지, 4.3.8.4.2.7.2 참조)의 ADS-B 메시지는 공대지 조정에 사용된다.

4.3.8.4.2.7.1 ADS-B OCM(Operational Coordination Message)에 대한 ME의 하위필드.

주. - 아래 정의된 하위필드에서 비트 번호는 확장 스쿼터의 시작을 기준으로 하며, 여기서 비트 33은 ME 메시지 필드의 시작을 나타낸다.

4.3.8.4.2.7.1.1 유형. 확장 스쿼터의 유형을 정의하는 이 5비트(33-37) 하위필드는 ADS-B OCM에 대해 28로 설정되어야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.2 하위 유형. 유형을 추가로 정의하는 이 3비트(38-40) 하위필드는 ADS-B OCM에 대해 3으로 설정되어야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.3 MTB(다중 위협 비트). 이 1비트(42) 하위필드는 4.3.8.4.2.3에 정의된 코드에 따라 다중 위협을 나타내야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.4 CVC(수직 RAC 취소). 이 2비트(43-44) 하위필드는 4.3.8.4.2.3에 정의된 코드로 ACAS가 장착된 위협 항공기에 전송된 수직 RAC를 취소하기 위해 공중 ACAS X 장비에 의해 사용되어야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.5 VRC(수직 RAC). 이 2비트(45-46) 하위필드는 공중 ACAS X 장비가 수직 RAC("위를 통과하지 말 것" 또는 "아래를 통과하지 말 것")을 4.3.8.4.2.3에 정의된 코드로 ACAS 장착된 위협 항공기에 전송하기 위해 사용해야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.6 CHC(수평 RAC 취소). 이 3비트(47~49) 하위필드는 수평 회피장비가 탑재된 ACAS X가 ACAS 장착 위협항공기에 송신한 수평 RAC를 취소하기 위하여 사용하여야 하며, 그 코드는 4.3.8.4.2.3에서 정한 바에 따라야 한다. 수평 회피기능이 없는 ACAS X가 송신하는 TCAS 회피조언 메시지에서는 CHC를 0으로 설정하여야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.7 HRC(수평 RAC). 이 3비트(50-52) 하위필드는 수평 온보드 해결 장비를 갖춘 ACAS X가 4.3.8.4.2.3에 정의된 코드를 가진 ACAS 장착 위협 항공기에 기동("좌회전 안 함" 또는 "우회전 안 함")하기 위해 수평 RAC를 보내기 위해 사용해야 한다. 수평 해결 기능이 없는 ACAS X가 송신하는 ADS-B OCM에서 HRC는 0으로 설정되어야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.8 HSB(수평 방향 비트 하위필드). 이 5비트(53-57) 하위필드는 6개의 수평 센스 비트(47-52)를 보호하기 위한 패리티 코딩 필드로 사용되어야 한다. 1030/1090MHz 전송이 가능하고 조정 메시지를 전송하는 ACAS가 장착된 발신 항공기는 전송되는 모든 ADS-B OCM에서 4.3.8.4.2.3에 정의된 코드를 가진 비트 53-57을 포함해야 한다. 수신 ACAS X 항공기는 ADS-B OCM에서 HSB(비트 53-57)를 검사해야 한다. 6개의 수직 센스 비트(47-52)가 HSB(비트 53-57)와 일치하지 않는 경우 수신 ACAS X 항공기는 메시지에 오류가 있음을 감지하고 메시지 내용을 사용하지 않아야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.9 VSB(수직 방향 비트 하위필드). 이 4-비트(58-61) 하위필드는 4개의 수직 센스 비트(43-46)를 보호하기 위한 패리티 코딩 필드로 사용되어야 한다. 발신 능동 ACAS는 전송되는 모든 동작 조정 메시지에서 4.3.8.4.2.3에 정의된 코드를 가진 VSB(비트 58-61)를 포함해야 한다. 수신 ACAS X는 수신되는 동작 조정 메시지에서 VSB(비트 58-61)를 검사해야 한다. 만약 4개의 수직 센스 비트(43-46)가 VSB(비트 58-61)와 일치하지 않는 경우, 수신 ACAS X 항공기는 메시지에 오류가 있음을 감지하고 메시지 내용을 사용하지 않아야 한다.

4.3.8.4.2.7.1.10 TAA(위협 식별 항공기 주소). 이 24비트(65-88) 하위필드에는 4.3.8.4.2.3에 정의된 코드가 포함된 위협의 24비트 항공기 주소가 포함되어야 한다.

주.- 운영 조정 메시지에 대한 ME의 구조는 다음과 같다

위치	# 비트	하위필드	Remarks
33-37	5	유형	=28
38-40	3	하위유형	=3
41	1	-	할당되지 않음
42	1	MTB	-
43-44	2	CVC	-
45-46	2	VRC	-
47-49	3	CHC	-
50-52	3	HRC	-
53-57	5	HSB	-
58-61	4	VSB	-
62-64	3	-	할당되지 않음
65-88	24	TAA	-

4.3.8.4.2.7.2 항공기 작동 상태 메시지에 대한 ME의 하위필드.

주. - 아래에 정의된 하위필드에서 비트 번호는 확장 스쿼터의 시작에 상대적이며, 여기서 비트 33은 ME 메시지 필드의 시작이다.

4.3.8.4.2.7.2.1 유형. 확장 스쿼터 유형을 정의하는 이 5비트(33-37) 하위필드는 항공기 작동 상태 메시지에서 31로 설정해야 한다.

4.3.8.4.2.7.2.2 하위유형. 유형을 추가로 정의하는 이 3비트(38-40) 하위필드는 공중 항공기의 경우 0, 지상 항공기의 경우 1로 설정해야 한다. ACAS X 공중 대 공중 조정 목적을 위해 하위유형은 항상 0으로 설정해야 한다.

4.3.8.4.2.7.2.3 CC(airborne capability class code : 공중 능력 클래스 코드). 하위유형=0 메시지의 일부인 이 16비트(41-56) 하위필드는 4.3.8.4.2.7.2.3.1에서 4.3.8.4.2.7.2.3.4에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.7.2.3.1 비트(41-42). 이 2 비트(41-42) 하위필드는 ACAS 공중-공중 조정을 위해 0으로 설정되어야 한다.

4.3.8.4.2.7.2.3.2 CA 운영(collision avoidance operational : 충돌 회피 운영). 이 1비트(43) 하위필드는 충돌 회피 시스템이 사용 가능하고 작동 가능하며 해결 권고를 발행할 수 있

음을 나타내기 위해 1로 설정되어야 한다. 이 비트가 1로 설정되면 충돌 회피 조정 능력 비트를 검사하여 자세한 조정 정보를 제공해야 한다.

주. - 모든 TCAS II 버전 및 ACAS X 호환 시스템의 경우 RI=3 또는 4인 경우 관련 Mode S 트랜스폰더가 CA Operational 비트 =1을 설정한다.

4.3.8.4.2.7.2.3.3 비트(44-54)는 ACAS X 공중 대 공중 조정 프로세스에 의해 사용되지 않아야 하며 향후 사용을 위해 예약되어 있다.

4.3.8.4.2.7.2.3.4 DAA(detect and avoid : 탐지 및 회피). 이 2비트(55-56) 하위필드는 다음과 같이 사용해야 한다:

- 00 DAA 기능이 없거나 CA 조정 정보를 받을 수 있는 DAA 시스템 기능이 없음
- 01 항공기는 TCAS 해결 메시지 및 ADS-B OCM을 수신할 수 있는 DAA 시스템이 있음
- 10 항공기는 ADS-BOCM만 수신할 수 있는 DAA 시스템이 있음
- 11 정의되지 않음

주 1.- DAA 비트는 위협 항공기의 DAA 시스템이 ACAS와 상호 운용 가능한 지침을 청취하고 제공할 수 있도록 항공기에 제공해야 하는지 여부 및 조정 정보 유형을 나타낸다. 이러한 비트는 DAA 시스템을 갖춘 항공기가 ACAS를 보유하거나 보유하지 않을 수 있으므로 CA 조정 능력 비트와는 독립적이다. DAA 비트에 대한 자세한 내용은 RTCA/DO-365를 참조하라.

주 2.- 전송되는 조정 메시지 유형, 즉 해결 메시지 또는 ADS-B OCM은 DAA 시스템의 수신 능력과 ACAS의 전송 능력에 따라 달라진다. DAA 시스템이 해결 메시지와 OCM을 모두 수신할 수 있는 경우, 해결 메시지를 전송하기 위해서는 1030MHz 전송 능력을 갖춘 ACAS가 필요하다.

4.3.8.4.2.7.2.4 OM(airborne operational 모드 : 공중 운영 모드). 하위유형=0 메시지의 일부인 이 16비트 (57-72) 하위필드는 4.3.8.4.2.7.2.4.1에서 4.3.8.4.2.7.2.4.3에 정의된 대로 코딩되어야 한다.

4.3.8.4.2.7.2.4.1 비트(57-58). 이 2비트(57-58) 하위필드는 ACAS X 공대공 조정을 위해 0으로 설정해야 한다.

4.3.8.4.2.7.2.4.2 비트(59-64) 및 비트(72)는 ACAS X 공대공 조정 프로세스에 의해 사용되지 않아야 한다.

4.3.8.4.2.7.2.4.3 CCCB(collision avoidance coordination capability bits : 충돌 회피 조정 능력 비트). 이 7비트(65-71) 하위필드는 다음과 같이 사용되어야 한다:

수직 및 수평 (2비트 (65-66))	
00	수직
01	수평
10	혼합
11	예약됨

항공기 CAS 유형/능력 (3비트 (67-69))	
000	능동 ACAS (TCAS II)
001	능동 ACAS (모든 TCAS II 제외)
010	OCM 전송 기능이 있는 능동 ACAS (모든 TCAS II 제외)
011	반응형 ACAS
100	1030 MHz 해상도 메시지가 있는 수동 ACAS 능력을 받는다
101	OCM 수신 기능만 있는 수동 ACAS
110-111	예약됨
예약됨 (2비트(70-71))	
00-11	무인 항공기 시스템용

주. - '무인 항공기 시스템 사용 목적'으로 표시된 두 개의 예약 비트는 능력 수준이 다른 사용자를 구분하기 위한 우선 순위 필드로 계획되거나 규제 당국의 지시에 따른다.

4.3.8.4.2.8 ACAS 유닛 부품 번호 및 ACAS 소프트웨어 부품 번호. ACAS 및 관련 트랜스폰더가 필요한 용량을 가진 경우, ACAS는 유닛 부품 번호를 트랜스폰더 레지스터 $E5_{16}$ 에 전송하고 소프트웨어 부품 번호를 트랜스폰더 레지스터 $E6_{16}$ 에 전송해야 한다.

주.- 트랜스폰더 레지스터 $E5_{16}$ 및 $E6_{16}$ 에 대한 데이터 형식은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다.

4.3.9 ACAS 장비 특성

4.3.9.1 인터페이스. 최소한 다음의 입력 데이터가 ACAS에 제공되어야 한다.

- a) 항공기 주소 코드;
- b) ACAS(4.3.6.3.2)가 사용하기 위해 Mode S 트랜스폰더가 수신한 항공기-항공기 및 지상국-항공기간 Mode S 전송;
- c) 자체 항공기의 최대 순항 실제 속도 능력(제3장, 3.1.2.8.2.2);
- d) 기압고도;
- e) 전파 고도;
- f) 작동 모드 제어(대기, TA 전용 및 TA/RA 모드);
- g) ACAS X 호환 시스템의 경우: 기수(heading);
- h) ACAS X 준수 시스템의 경우: GNSS 자체 항공기의 위치 및 속도;
- i) ACAS X 준수 시스템의 경우: ADS-B 항공기 및 지상 위치, 공중 속도, 타겟 상태 및 현

황, ACAS가 사용할 다른 항공기의 항공기 작동 상태 메시지

j) Xo 특수 모드를 사용하는 ACAS X 호환 시스템의 경우: 특수 작동 모드에 대한 지정 정보.

주.- ACAS II 및 III의 추가 입력에 대한 구체적인 요구사항은 아래의 해당 섹션에 나열되어 있다.

4.3.9.2 항공기 안테나 시스템. ACAS는 두 개의 안테나를 통하여 호출신호를 송신하고 수신해야 하며, 하나는 항공기 상부에 다른 하나는 항공기 하부에 설치되어 있다. 상부에 설치된 안테나는 지향성이어야 하며 방향을 찾기 위해 사용될 수 있어야 한다.

4.3.9.2.1 편파. ACAS 전송의 편파는 공칭상 수직이어야 한다.

4.3.9.2.2 방사 패턴. 항공기에 설치되었을 때 각 안테나의 고도각 방사패턴은 접지면에서 1/4파장 모노폴 안테나의 것과 공칭상 동등하여야 한다.

4.3.9.2.3 안테나 선택

4.3.9.2.3.1 스쿼터 수신. ACAS는 상부와 하부 안테나를 통해서 스쿼터를 수신할 수 있어야 한다.

4.3.9.2.3.2 질문. ACAS 질문들은 두 안테나에서 동시에 전송되지 않아야 한다.

4.3.9.3 기압고도 소스. ACAS로 제공되는 자신의 항공기에 대한 고도 데이터는 자신의 Mode C 및 Mode S 보고를 위한 기준을 제공하는 소스로부터 얻어야 하며, 가능한 가장 정교한 양자화 자료로 제공되어야 한다.

4.3.9.3.1 권고 - 7.62m(25ft) 보다 정밀한 해상도를 제공하는 소스가 사용될 수 있다.

4.3.9.3.2 7.62m(25ft) 보다 정밀한 해상도를 제공하는 소스가 가용하지 않고, 자신의 항공기를 위한 고도 데이터가 길햄(Gilham) 부호화된 것뿐이라면, 최소한 두 개의 독립적인 소스를 활용하여야 하며 부호화 오차를 탐지하기 위해 연속적으로 비교되어야 한다.

4.3.9.3.3 권고 - 두 개의 고도 데이터 소스를 활용하여야 하며, ACAS로 전달하기 전에 오차 탐지를 위해 비교될 수 있다.

4.3.9.3.4 두 개의 고도 데이터 소스를 비교했을 때, 소스 중 하나에 오차가 있는 경우 4.3.10.3의 규정을 적용하여야 한다.

4.3.10 감시

4.3.10.1 감시 기능. 다음의 조건 중에 적어도 하나가 만족되는 경우에, 경고를 제공하기 위

해서 ACAS는 감시 기능을 계속 수행해야 한다.

- a) 간섭 제어(4.3.2.2.2)로 인한 호출신호 출력 제한이 없고, 최대 복사출력은 4.3.2에 명시된 감시 요건을 만족하기 위해서 필요한 것보다 적게 감소되었다.
- b) TA 또는 RA 제공 능력을 감소시키는 장비의 어떤 다른 고장이 탐지되었다.
- c) ACAS 작동에 반드시 필요한 외부 소스로부터의 데이터가 제공되지 않거나, 또는 제공된 데이터가 신뢰성이 없다.

4.3.10.2 ACAS 작동에 대한 영향. ACAS 감시 기능은 다른 ACAS 기능에 부정적인 영향을 주지 않아야 한다.

4.3.10.3 감시 반응. 감시기능이 실패(4.3.10.1)를 발견했을 때, ACAS는 다음사항을 수행해야 한다.

- a) 운항 승무원에게 비정상적인 조건이 존재함을 지시.
- b) 더 이상의 질문 중지.
- c) ACAS가 작동하지 않고 있다는 것을 나타내기 위해 자신의 항공기의 회피 성능을 포함하고 있는 임의의 Mode S 송신 발생.

4.3.11 ACAS와 함께 사용되는 Mode S 트랜스폰더에 대한 요구사항

4.3.11.1 트랜스폰더 성능. 3장 3.1에서 정의한 트랜스폰더의 최소 성능에 추가하여, ACAS와 함께 사용되는 Mode S 트랜스폰더는 다음과 같은 성능이 있어야 한다.

- a) 다음 형식을 처리할 수 있다:

형식 번호	형식 이름
UF = 16	긴 항공기-항공기간 감시 <u>질문</u>
DF = 16	긴 항공기-항공기간 감시 <u>응답</u>

- b) 긴 Mode S 질문(UF = 16)을 수신하고 3.1.2.10.3.7.3에 따라 응답을 생성하는 기능;
- c) 주소가 부여된 모든 수신된 호출신호의 ACAS 데이터 내용을 ACAS 장비로 전달하기 위한 수단.
- d) 안테나 다이버시티(3.1.2.10.4에 명시된 것과 같음).
- e) 상호 억제 능력.

f) 비활성 상태의 트랜스폰더 출력량 제한.

Mode S 트랜스폰더 전송기가 무효 상태가 되었을 때, Mode S 트랜스폰더 안테나 단자에서 $1,090\text{MHz} \pm 3\text{MHz}$ 인 피크 펄스 출력은 -70dBm 을 초과하지 않아야 한다.

4.3.11.2 ACAS와 ACAS의 Mode S 트랜스폰더 사이의 데이터 전달

4.3.11.2.1 ACAS에서 Mode S 트랜스폰더로의 데이터 전달

- a) Mode S 트랜스폰더는 RA 보고(4.3.8.4.2.2.1)와 조정 응답(4.3.8.4.2.4.2)의 전송을 위해서 자신의 ACAS로부터 RA 정보를 받아야 한다.
- b) Mode S 트랜스폰더는 감도레벨 보고(4.3.8.4.2.5)의 전송을 위해서 자신의 ACAS로부터 현재의 감도 레벨을 받아야 한다.
- c) Mode S 트랜스폰더는 데이터링크 성능 보고(4.3.8.4.2.2.3) 및 RI 필드에서의 항공기-항공기간 다운링크 형식 DF=0 및 DF=16(4.3.8.4.1.2)의 전송을 위해서 자신의 ACAS로부터 성능 정보를 받아야 한다.
- d) Mode S 트랜스폰더는 RI 필드에서 다운링크 형식 0 및 16의 전송을 가능하게하거나 금지시키는 RA 지시를 자신의 ACAS로부터 받아야 한다.

4.3.11.2.2 Mode S 트랜스폰더에서 ACAS로 데이터 전송:

- a) TCAS 버전 7.1 준수 시스템의 경우: Mode S 트랜스폰더는 Mode S 기지국에서 전송된 수신 감도레벨 제어명령(4.3.8.4.2.1.1)을 자신의 ACAS로 전달해야 한다.
- b) Mode S 트랜스폰더는 다른 ACAS에서 전송하여 수신한 ACAS 방송 메시지(4.3.8.4.2.3.3)를 자신의 ACAS로 전달해야 한다.
- c) Mode S 트랜스폰더는 항공기-항공기간 조정 목적으로 다른 ACAS가 전송하여 수신한 회피 메시지(4.3.8.4.2.3.2)를 자신의 ACAS로 전달해야 한다.
- d) Mode S 트랜스폰더는 RA 방송(4.3.8.4.2.3.4)에서 전송하기 위해 자체 항공기의 Mode A 식별 데이터를 자신의 ACAS로 전달해야 한다.

4.3.11.3 다른 ACAS와 ACAS 정보 통신

4.3.11.3.1 감시 응답. ACAS Mode S 트랜스폰더는 ACAS 감시 호출신호에 대한 응답을 위해서 단(DF=0) 또는 장(DF=16) 감시 형식을 사용하여야 한다. 감시 응답은 제3장 3.1.2.8.2에 명시한 VS 필드, 제3장 3.1.2.8.2와 4.3.8.4.1.2에 명시한 RI 필드, 4.3.8.4.2.5에 명시한 SL 필드를 포함해야 한다.

4.3.11.3.2 조정 응답. ACAS Mode S 트랜스폰더는 4.3.11.3.2.1의 조건에 부합하는 ACAS를 갖춘 위협항공기로부터 조정 호출신호를 수신하면 조정 응답을 전송하여야 한다. 조정 응답은 제3장, 3.1.2.8.2에 명시한 VS 필드, 3.1.2.8.2 및 4.3.8.4.1.2에 명시한 RI 필드, 4.3.8.4.2.5에 명시한 SL 필드 그리고 4.3.8.4.2.4에 명시된 MV 필드와 함께 장 항공기-항공기 간 감시 응답 형식인 DF=16을 사용해야 한다.

4.3.11.3.2.1 ACAS Mode S 트랜스폰더는 ACAS 데이터 내용을 자신과 관련된 ACAS로 전송할 수 있는 경우에만 다른 ACAS로부터 수신된 조정 질문에 대해서 조정 응답으로 응답해야 한다.

4.3.11.4 지상국에 대한 ACAS 정보 통신

4.3.11.4.1 Mode S 지상국으로의 RA 보고. RA 기간 동안 그리고 RA가 끝난 다음 18 ± 1 초 동안, ACAS Mode S 트랜스폰더는 4.3.8.4.1.1에 명시한 것과 같은 Mode S 감지에 대한 응답으로 적절한 DR 필드 코드를 설정함으로써 RA 보고가 있었음을 나타내야 한다. RA 보고는 4.3.8.4.2.2.1에 명시한 MB 필드를 포함하여야 한다. RA 보고는 이전 18 ± 1 초 기간 동안 존재했던 가장 최근의 RA를 묘사해야 한다.

주 1.- 4.3.11.4.1의 마지막 문장은 RA가 종료된 후 18 ± 1 초 동안, 비트 59(RA 종료 지시자)를 제외한 RA 보고서의 모든 MB 하위필드가 RA가 마지막으로 활성화된 시간에 보고된 정보를 유지함을 의미한다.

주 2.- DR=2, 3, 6 또는 7인 응답을 수신했을 때, Mode S 지상국은 감시 호출신호 또는 Comm-A 호출신호에서 RR=19로 및 DI=7로 설정하거나, DI=7 및 RRS=0으로 설정함으로써 ACAS 항공기에게 RA 보고의 다운링크를 요청할 수 있다. 이와 같은 호출신호가 수신되면, 트랜스폰더는 MB 필드에 RA 보고가 포함된 Comm-B 응답으로 회신한다.

4.3.11.4.2 데이터링크 성능보고. ACAS 존재는 Mode S 트랜스폰더가 기지국으로 Mode S 데이터 링크 성능보고에 의해 표시되어야 한다.

주.- 이와 같은 표시는 트랜스폰더가 4.3.8.4.2.2.3에 명시된 것과 같이 데이터링크 성능보고의 코드를 설정하도록 한다.

4.3.12 승무원에 대한 지시

4.3.12.1 수정 및 예방 RA

권고 - 운항 승무원에 대한 표시사항은 수정 및 예방 RA를 구별할 수 있다.

4.3.12.2 고도 교차 RA

권고.- ACAS가 고도를 교차하는 RA를 생성하는 경우, 운항 승무원에게 RA가 교차 중이라는 명확한 지시가 제공될 수 있다.

4.4 ACAS II 충돌 회피 로직의 성능

주 1.- ACAS의 잠재적인 개선사항을 검토할 때에는 변경사항이 시스템 성능의 둘 이상의 측면에 영향을 미칠 수 있으므로 주의하여야 한다. 대체 설계가 다른 설계의 성능을 저하시키지 않아야 하며, 이러한 호환성이 높은 신뢰도로 입증되는 것이 필수적이다. 이 섹션 4.4에서 규정하는 성능은 TCAS 버전 7.1 호환 시스템이 달성한 성능을 기초로 한다.

주 2. -TCAS Version 7.1 준수 시스템의 성능에 비해 ACAS X 준수 시스템의 성능이 향상되었다. 자세한 내용은 항공 충돌 회피 시스템(ACAS) 매뉴얼(Doc 9863)을 참조하십시오.

4.4.1 충돌 회피 로직의 성능에 관련된 정의

주.- $[t_1, t_2]$ 표기법은 t_1 과 t_2 사이의 간격을 나타내는 데 사용된다.

"고도 층 (altitude layer)". 각각의 조우는 다음과 같은 여섯 개의 고도층 중의 하나에 해당한다고 본다.

층	1	2	3	4	5	6
부터		2,300ft	5,000ft	10,000ft	20,000ft	41,000ft
까지	2,300ft	5,000ft	10,000ft	20,000ft	41,000ft	

조우하는 고도층은 두 대의 항공기가 가장 가까이 접근했을 때의 평균고도로서 결정된다.

주. 충돌회피 로직의 성능을 정의하기 위해서, 고도측정 또는 고도와 지지상사이 관계의 물리적인 기준을 명시할 필요는 없다.

"접근각도 (approach angle)" 가장 가까이 접근했을 때 두 대 항공기의 지상 기수방향 간 차이로서, 0° 를 평행 접근으로 정의하고, 180° 를 정면접근으로 정의한다.

"교차조우 (crossing encounter)" 두 대 항공기의 고도 분리가 조우기간의 처음과 마지막 모두 100ft를 초과하고, 조우기간이 끝나는 지점에서 두 대 항공기의 상대적인 수직위치가 조우기간 처음의 수직위치로부터 역전되는 조우.

"조우 (encounter)" 충돌회피 로직의 성능을 정의하기 위해, 조우는 두 대 항공기의 모의 항적으로 구성한다. 항공기의 수평좌표는 항공기의 실제 위치를 나타내지만, 수직좌표는 고도계의 고도 측정을 나타낸다.

"조우 등급 (encounter class)" 조우는 항공기가 조우시간의 처음과 마지막의 고도 변화 여부와 조우의 교차 여부에 따라 분류된다.

"조우 기간 (encounter window)" 시간 간격 $[tca-40초, tca+10초]$.

"수평분리거리 (hmd; horizontal miss distance)" 조우에서 관찰된 최소 수평 분리.

"수평항공기 (level aircraft)" 고도가 변화하지 않는 항공기.

"원래의 항적 (original trajectory)". ACAS를 장착한 항공기의 원래의 항적이란, 동일한 조우에서 해당 항공기가 ACAS를 장착하지 않았을 때 따라갔을 항적이다.

"원래의 고도율 (original rate)". 모든 경우 ACAS를 장착한 항공기의 원래 고도율은 항공기가 고유의 항적을 따라갈 때의 고도 변화율이다.

"요구되는 고도율 (required rate)". 표준 조종 모델의 경우, 요구되는 고도율은 RA와 일치하는 고유한 고도율에 가장 근접한 것이다.

"tca (the time of closest approach)". 공칭 가장 가까운 접근 시간. 표준 조우모델(4.4.2.6)로 조우하는 경우, 수직 및 수평 분리(*vmd* 및 *hmd*)를 포함한 다양한 변수가 명시된 조우의 구성을 위한 기준시간.

주. 표준 조우모델(4.4.2.6)에서의 조우는 *tca*에 시작하여 밖으로 향하는 두 항공기의 항적을 설정하여 구성된다. 이 과정이 완료되면, *tca*는 가장 가까운 접근의 정확한 시간이 아닐 수도 있으며, 몇 초의 차이는 허용된다.

"고도 변화 항공기 (transitioning aircraft)". 일정 관심기간 동안 측정된 평균 수직 속도 크기가 분당 400ft를 초과하는 항공기.

"선회 범위 (turn extent)". 선회가 끝나는 시점의 항공기 지표침로에서 선회를 시작한 시점의 항공기 지표침로를 빼는 것으로 정의한 기수방향 변화.

"수직분리거리 (*vmd*; vertical miss distance)". 가장 가까운 접근에서의 수직적인 분리. 표준 조우모델(4.4.2.6)에서의 조우를 위하여, *tca* 시간에서 수직 분리를 구축함.

4.4.2 요구사항이 적용되는 조건

4.4.2.1 다음의 가정 조건을 4.4.3 및 4.4.4에 명시된 성능 요구사항에 적용해야 한다.

- a) 침입기가 14NM 이내에 있는 한 거리, 방위각 측정치 및 고도 보고가 각 사이클마다 가능하다. 단, 거리가 14NM을 초과하는 경우는 그렇지 않다.
- b) 거리와 방위각 측정의 오차는 표준 거리 및 방위각 오차 모델(4.4.2.2 및 4.4.2.3)과 일치한다.
- c) Mode C로 응답하는 침입기의 고도보고는 100ft 단위로 표현된다.
- d) 자신의 항공기는 불연속적인 값이 아니면서, 1ft 또는 그 이상으로 정밀하게 표현된 고도 측정이 가능하다.

- e) 양측 항공기의 고도측정 오차는 모든 특정한 조우에서 일정하다.
- f) 양측 항공기의 고도측정 오차는 표준 고도오차 모델(4.4.2.4)에 부합한다.
- g) RA에 대한 조종 응답은 표준 조종 모델(4.4.2.5)에 부합한다.
- h) ACAS가 RA를 생성하는 것을 포함하는 근접 조우 공역에서의 항공기 운용은 표준 조우 모델(4.4.2.6)과 부합한다.
- i) ACAS가 장착된 항공기는 그들의 RA에 의해 요구되는 기동을 수행하기 위한 능력에 제한을 받지 않는다.
- j) 그리고, 4.4.2.7에 명시된 것과 같은 다음의 요건을 만족하여야 한다.
 - 1) 각각의 조우에 포함된 침입기는 ACAS 장착한 항공기가 아니다(4.4.2.7 a)), 또는
 - 2) 침입기는 ACAS를 장착하였으나 장착되지 않은 조우 항공기와 일치하는 항적을 따른다(4.4.2.7 b)), 또는
 - 3) 침입기가 자신의 ACAS와 동일한 충돌회피 로직을 가진 ACAS를 장착하고 있다(4.4.2.7 c)).

주. “고도측정” 문구는 임의의 양자화가 이루어지기 전 고도계에 의한 측정치를 지칭한다.

4.4.2.1.1 매 주기마다 감시보고가 가능하지 않을 때, 또는 침입기를 위한 고도측정 양자화가 변경될 때, 또는 자신의 항공기를 위한 고도측정이 양자화되었을 때, 충돌회피 로직의 성능은 고도 오차의 통계분포, 표준 조우 모델을 특성화하는 여러 가지 변수의 통계분포 또는 조언에 대한 조종사의 반응이 변경될 때 급격하게 저하되지 않아야 한다.

4.4.2.2 표준 범위 오차 모델

모의 거리 측정에서의 오차는 평균 0ft 와 표준편차 50ft의 정규분포로부터 취해야 한다.

4.4.2.3 표준 방위각 오차 모델

모의 방위각 측정에서의 오차는 평균 0.0° 와 표준편차 10.0° 의 정규분포로부터 취해야 한다.

4.4.2.4 표준 고도 측정 오차 모델

4.4.2.4.1 모의 고도 측정에서의 오차는 확률밀도를 갖는 평균 0인 라플라스(Laplacian) 분포와 같이 분포한 것으로 가정하여야 한다.

$$\rho(e) = \frac{1}{2\lambda} \exp\left(-\frac{|e|}{\lambda}\right)$$

4.4.2.4.2 각 항공기를 위한 고도계 오차의 통계적인 분포를 정의하기 위해 요구되는 변수 λ 는 λ_1 과 λ_2 두 값 중의 하나를 가져야 하며, 이는 다음과 같은 조우의 고도층에 따라 결정된다.

층	1		2		3		4		5		6	
	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
λ_1	10	35	11	38	13	43	17	58	22	72	28	94
λ_2	18	60	18	60	21	69	26	87	30	101	30	101

4.4.2.4.3 ACAS가 장착된 항공기의 λ 값은 λ_1 이 되어야 한다.

4.4.2.4.4 ACAS를 장착하지 않은 항공기의 경우 다음과 같은 확률을 사용하여 임의로 λ 값을 선택해야 한다:

층	1	2	3	4	5	6
확률(λ_1)	0.391	0.320	0.345	0.610	0.610	0.610
확률(λ_2)	0.609	0.680	0.655	0.390	0.390	0.390

4.4.2.5 표준 조종 모델

충돌회피 로직의 성능 평가에 이용하는 표준 조종 모델은 다음과 같아야 한다.

- 모든 RA는 적절한 지연 이후에 요구되는 속도까지(필요하다면) 가속함으로써 수행된다.
- 항공기의 현재 속도가 항공기의 원래 속도와 같으면서 원래 속도가 RA에 적합한 경우, 항공기는 자신의 원래 속도를 유지하며, 이는 원래의 비행경로에서의 가속 가능성이 있기 때문에 반드시 일정해야 하는 것은 아니다.
- 항공기가 RA를 준수하여 그 현재 속도가 원래의 속도와 같으나, 원래의 속도가 변하여 RA와 일치하지 않게 되는 경우, 항공기는 계속해서 RA를 따른다.
- 초기 RA가 고도속도의 변화를 요구할 때, 항공기는 RA의 표시장치로부터 5초의 지연 후에 0.25g의 가속으로 응답한다.
- RA가 수정되고 원래의 속도가 수정된 RA에 적합할 때, 항공기는 (필요하다면) h)항에 명시된 지연 이후에 g)항에 명시된 가속도로써 원래의 속도로 복귀한다.

- f) RA가 수정되고 원래의 속도가 수정된 RA에 적합하지 않을 때, 항공기는 h)항에 명시된 지연 이후에 g)항에 명시된 가속도로서 RA에 적합하도록 응답한다.
- g) 가속이 0.35g인 경우에, 수정된 RA가 역전된 방향 RA 또는 증가된 속도 RA가 아니라면, RA가 수정되었을 때 사용되는 가속도는 0.25g이다.
- h) RA가 수정될 때 사용되는 지연은 2.5초이나, 이로 인해 가속이 초기 RA로부터 5초보다 이르게 시작되는 경우에는 초기 RA로부터 5초가 지난 시점에 가속이 시작된다.
- i) RA가 취소되면, 항공기는 (필요한 경우) 2.5초의 지연 이후에 0.25g의 가속으로 자신의 원래 속도로 복귀한다.

4.4.2.6 표준 조우 모델

4.4.2.6.1 표준 조우 모델 요소

4.4.2.6.1.1 충돌 위험(4.4.3)과 (ATM(air traffic management : 항공 교통 관리))(4.4.4)와의 호환성에 대한 ACAS의 영향을 계산하기 위해, 다음 각각에 대한 조우 세트가 생성되어야 한다.

- a) 2대의 항공기 주소 순서
- b) 6개의 고도층
- c) 19개의 조우 클래스
- d) 4.4.2.6.2.4에 규정된 9개 또는 10개의 vmd bin들

이러한 세트의 결과는 4.4.2.6.2에 제시된 상대적 가중치를 사용하여 결합해야 한다.

4.4.2.6.1.1.1 각 조우 세트에는 최소 500개의 독립적이고 무작위로 생성된 조우들이 포함되어야 한다.

4.4.2.6.1.1.2 각 조우에서 두 대의 항공기 항적은 무작위로 선택된 다음과 같은 특성으로 구성되어야 한다:

- a) 수직면에서:
 - 1) 적절한 vmd 빈 내의 vmd;
 - 2) 각 항공기에 대한 수직 비율은 조우 기간의 시작 부분 $\dot{z}_1$ 및 조우 기간의 끝 부분 $\dot{z}_2$;
 - 3) 수직 가속도;

4) 수직 가속도의 시작 시간;

b) 수평면에서:

1) hmd;

2) 접근각;

3) 가장 근접한 각 항공기의 속도;

4) 회전 여부와 상관없이 각 항공기에 대한 결정;

5) 회전 범위, 뱅크 각도 및 회전 종료 시간;

6) 각 항공기의 속도 변화 여부에 대한 결정;

7) 속도 변화의 크기.

주.- 조우의 다양한 특성에 대해 수행된 선택은 양립할 수 없다. 이 문제가 발생하면 특정 특성에 대한 선택 또는 전체 조우들을 가장 적합하게 폐기하여 문제를 해결할 수 있다.

4.4.2.6.1.3 hmd(4.4.2.6.4.1)의 통계적 분포를 위해 두 가지 모델이 사용되어야 한다. 충돌 위험(4.4.3)에 대한 ACAS의 영향 계산을 위해 hmd는 500ft 미만으로 제한되어야 한다. ATM(4.4.4)과의 ACAS 호환성 계산을 위해 hmd는 더 큰 범위의 값(4.4.2.6.4.1.2)에서 선택되어야 한다.

주.- 4.4.2.6.2 및 4.4.2.6.3은 표준 조우 모델에서 항공기 항적에 대한 수직 특성을 지정 하며, 이는 hmd가 작도록 제한되는지("위험 비율 계산을 위해") 또는 더 큰 값을 취할 수 있는지("ATM 호환성을 위해")에 따라 결정된다. 그 외의 경우 수직 및 수평 평면에서 조 우들의 특성은 독립적이다.

4.4.2.6.2 조우 클래스 및 가중치

4.4.2.6.2.1 항공기 주소. 각 항공기는 더 높은 항공기 주소를 가질 가능성이 동일해야 한다.

4.4.2.6.2.2 고도층. 고도층의 가중치는 다음과 같아야 한다:

Layer	1	2	3	4	5	6
prob(layer)	0.13	0.25	0.32	0.22	0.07	0.01

4.4.2.6.2.3 조우 클래스

4.4.2.6.2.3.1 조우들은 조우 기간의 시작(tca 이전)과 끝(tca 이후)에서 항공기가 수평비행 (L)인지 전환 중(T)인지 여부와 그 조우가 교차하는지 여부에 따라 다음과 같이 구분해야 한다:

클래스	항공기 NO.1		항공기 NO.2		교차 여부
	tca 이전	tca 이후	tca 이전	tca 이후	
1	L	L	T	T	yes
2	L	L	L	T	yes
3	L	L	T	L	yes
4	T	T	T	T	yes
5	L	T	T	T	yes
6	T	T	T	L	yes
7	L	T	L	T	yes
8	L	T	T	L	yes
9	T	L	T	L	yes
10	L	L	L	L	no
11	L	L	T	T	no
12	L	L	L	T	no
13	L	L	T	L	no
14	T	T	T	T	no
15	L	T	T	T	no
16	T	T	T	L	no
17	L	T	L	T	no
18	L	T	T	L	no
19	T	L	T	L	no

4.4.2.6.2.3.2 조우 클래스의 상대적 가중치는 다음과 같이 계층에 따라 결정되어야 한다.

클래스	위험 비율 계산용 가중치		ATM 호환성용 가중치	
	1-3 계층	4-6 계층	1-3 계층	4-6 계층
1	0.00502	0.00319	0.06789	0.07802
2	0.00030	0.00018	0.00408	0.00440
3	0.00049	0.00009	0.00664	0.00220
4	0.00355	0.0027	0.04798	0.06593
5	0.00059	0.00022	0.00791	0.00549
6	0.00074	0.00018	0.00995	0.00440
7	0.00002	0.00003	0.00026	0.00082
8	0.00006	0.00003	0.00077	0.00082
9	0.00006	0.00003	0.00077	0.00082
10	0.36846	0.10693	0.31801	0.09011
11	0.26939	0.41990	0.23252	0.35386
12	0.06476	0.02217	0.05590	0.01868
13	0.07127	0.22038	0.06151	0.18571
14	0.13219	0.08476	0.11409	0.07143
15	0.02750	0.02869	0.02374	0.02418
16	0.03578	0.06781	0.03088	0.05714
17	0.00296	0.00098	0.00255	0.00082
18	0.00503	0.00522	0.00434	0.00440
19	0.01183	0.03651	0.01021	0.03077

4.4.2.6.2.4 vmd bins

4.4.2.6.2.4.1 각 조우의 vmd는 교차하지 않는 조우 클래스의 경우 10개의 vmd bins 중 하나에서, 교차하는 조우 클래스의 경우 9개 또는 10개의 vmd bins 중 하나에서 가져와야 한다. 각 vmd bin은 위험 비율 계산을 위해 100ft의 범위 또는 ATM과의 호환성 계산을 위해 200ft의 범위를 가져야 한다. 최대 vmd는 위험 비율 계산을 위해 1,000ft이고, 그렇지 않은 경우 2,000ft이어야 한다.

4.4.2.6.2.4.2 교차하지 않는 조우 클래스의 경우 vmd bins의 상대적 가중치는 다음과 같다:

vmd bin	위험 비율 계산용 가중치	ATM 호환성용 가중치
1	0.013	0.128
2	0.026	0.135
3	0.035	0.209
4	0.065	0.171
5	0.100	0.160
6	0.161	0.092
7	0.113	0.043
8	0.091	0.025
9	0.104	0.014
10	0.091	0.009

주.- vmd bins에 대한 가중치는 1.0이 되지 않는다. 지정 규정된 가중치는 ATC 지상 레이더

데이터에 포착된 조우들 분석을 기반으로 한다. 누락된 비율은 포착된 조우 모델에서 최대 vmd를 초과하는 vmd를 가진 일부 조우 상황이 포함되어 있었기 때문이다.

4.4.2.6.2.4.3 교차 클래스의 경우 vmd bins의 상대적 가중치는 다음과 같다:

vmd bin	위험 비율 계산용 가중치	ATM 호환성용 가중치
1	0	0.064
2	0.026	0.144
3	0.036	0.224
4	0.066	0.183
5	0.102	0.171
6	0.164	0.098
7	0.115	0.046
8	0.093	0.027
9	0.106	0.015
10	0.093	0.010

주.- 교차 클래스의 경우 vmd가 100ft를 초과해야 조우가 교차 조우로 인정된다. 따라서 위험 비율 계산을 위해 vmd bin 1이 없고 ATM 호환성 계산의 경우 vmd bin 1은 [100ft, 200ft]로 제한된다.

4.4.2.6.3 수직면에서의 항공기 항적 특성

4.4.2.6.3.1 vmd. 각 조우에 대한 vmd는 적절한 vmd bin이 적용되는 구간에서 균일한 분포에서 무작위로 선택되어야 한다.

4.4.2.6.3.2 수직률

4.4.2.6.3.2.1 각 조우에서의 각 항공기를 위해, 그 수직률은 일정하거나($\dot{z}$) 그 수직 항적은 $tca - 35$ s의 수직 비율이 $\dot{z}_1$ 이고 $tca + 5$ s의 수직 비율이 $\dot{z}_2$ 가 되도록 구성되어야 한다. 각 수직 비율 $\dot{z}$, $\dot{z}_1$ 또는 $\dot{z}_2$ 는 먼저 해당 구간이 속한 구간을 무작위로 선택한 다음 선택한 구간에서 균일한 분포에서 정확한 값을 선택하여 결정해야 한다.

4.4.2.6.3.2.2 수직률이 위치하는 간격은 항공기가 수평 비행 상태(4.4.2.6.2.3.1절에서 “L”로 표시됨)인지 또는 고도 변화 상태(4.4.2.6.2.3.1절에서 “T”로 표시됨)인지 여부에 따라 달라지며, 다음과 같아야 한다:

L	T
[240 ft/min, 400 ft/min]	[3200 ft/min, 6000 ft/min]
[80 ft/min, 240 ft/min]	[400 ft/min, 3200 ft/min]
[-80 ft/min, 80 ft/min]	[-400 ft/min, 400 ft/min]
[-240 ft/min, -80 ft/min]	[-3200 ft/min, -400 ft/min]
[-400 ft/min, -240 ft/min]	[-6000 ft/min, -3200 ft/min]

4.4.2.6.3.2.3 전체 조우 기간대에 걸쳐 수평을 이루는 항공기의 경우 수직 속도 $\dot{z}$ 는 일정해야 한다. $\dot{z}$ 가 위치하는 간격에 대한 확률은 다음과 같다:

$\dot{z}(\text{ft/min})$	$\text{prob}(\dot{z})$
[240 ft/min, 400 ft/min]	0.0382
[80 ft/min, 240 ft/min]	0.0989
[-80 ft/min, 80 ft/min]	0.7040
[-240 ft/min, -80 ft/min]	0.1198
[-400 ft/min, -240 ft/min]	0.0391

4.4.2.6.3.2.4 전체 조우 기간대에 걸쳐 수평이 아닌 항공기의 경우, $\dot{z}_1$ 및 $\dot{z}_2$ 간격은 고도층 및 조우 기간 시작 시점의 고도 변화 상태 여부(고도 변화에서 수평 비행으로 전환, 수평 비행에서 고도 변화로 전환, 또는 고도 변화에서 고도 변화로 지속)에 따라 달라지는 결합 확률을 사용한 무작위 선택에 의해 공동으로 결정되어야 한다. 수직 속도 간격에 대한 결합 확률은 다음과 같다:

층 1~3에서 Rate-to-Level 항적을 가진 항공기의 경우,

$\dot{z}_2$ interval	joint probability of $\dot{z}_1$ and $\dot{z}_2$ interval				
[240 ft/min, 400 ft/min]	0.0019	0.0169	0.0131	0.1554	0.0000
[80 ft/min, 240 ft/min]	0.0000	0.0187	0.0019	0.1086	0.0000
[-80 ft/min, 80 ft/min]	0.0037	0.1684	0.0094	0.1124	0.0075
[-240 ft/min, -80 ft/min]	0.0037	0.1461	0.0094	0.0243	0.0037
[-400 ft/min, -240 ft/min]	0.0000	0.1742	0.0094	0.0094	0.0019
	-6 000 ft/min	-3 200 ft/min	-400 ft/min	400 ft/min	3 200 ft/min 6 000 ft/min $\dot{z}_1$

층 4~6에서 Rate-to-Level 항적을 가진 항공기의 경우,

$\dot{z}_2$ interval	joint probability of $\dot{z}_1$ and $\dot{z}_2$ interval				
[240 ft/min, 400 ft/min]	0.0105	0.0035	0.0000	0.1010	0.0105
[80 ft/min, 240 ft/min]	0.0035	0.0418	0.0035	0.1776	0.0279
[-80 ft/min, 80 ft/min]	0.0279	0.1219	0.0000	0.2403	0.0139
[-240 ft/min, -80 ft/min]	0.0035	0.0767	0.0000	0.0488	0.0105
[-400 ft/min, -240 ft/min]	0.0105	0.0453	0.0035	0.0174	0.0000
	-6 000 ft/min	-3 200 ft/min	-400 ft/min	400 ft/min	3 200 ft/min 6 000 ft/min $\dot{z}_1$

층 1~3에서 Level-to-Rate 항적을 가진 항공기의 경우,

$\dot{z}_2$ interval	joint probability of $\dot{z}_1$ and $\dot{z}_2$ interval				
[3 200 ft/min, 6000 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[400 ft/min, 3200 ft/min]	0.0074	0.0273	0.0645	0.0720	0.1538
[-400 ft/min, 400 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[-3 200 ft/min, -400 ft/min]	0.2978	0.2084	0.1365	0.0273	0.0050
[-6 000ft/min, -3 200ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	-400 ft/min	-240 ft/min	-80 ft/min	80 ft/min	240 ft/min
	400 ft/min $\dot{z}_1$				

층 4~6에서 Level-to-Rate 항적을 가진 항공기의 경우,

$\dot{z}_2$ interval	joint probability of $\dot{z}_1$ and $\dot{z}_2$ interval				
[3 200 ft/min, 6 000 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0192
[400 ft/min, 3 200 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0962	0.0577	0.1154
[-400 ft/min, 400 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[-3 200 ft/min, -400 ft/min]	0.1346	0.2692	0.2308	0.0577	0.0192
[-6 000 ft/min, -3 200 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	-400 ft/min	-240 ft/min	-80 ft/min	80 ft/min	240 ft/min
	400 ft/min $\dot{z}_1$				

층 1~3에서 Rate-to-Rate 항적을 가진 항공기의 경우,

$\dot{z}_2$ interval	joint probability of $\dot{z}_1$ and $\dot{z}_2$ interval				
[3 200 ft/min, 6 000 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0007	0.0095	0.0018
[400 ft/min, 3 200 ft/min]	0.0000	0.0018	0.0249	0.2882	0.0066
[-400 ft/min, 400 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[-3 200 ft/min, -400 ft/min]	0.0048	0.5970	0.0600	0.0029	0.0011
[-6 000 ft/min, -3 200 ft/min]	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000
	-6 000 ft/min	-3 200 ft/min	-400 ft/min	400 ft/min	3 200 ft/min
	6 000 ft/min $\dot{z}_1$				

층 4~6에서 Rate-to-Rate 항적을 가진 항공기의 경우,

$\dot{z}_2$ interval	joint probability of $\dot{z}_1$ and $\dot{z}_2$ interval				
[3 200 ft/min, 6 000 ft/min]	0.0014	0.0000	0.0028	0.0110	0.0069
[400 ft/min, 3 200 ft/min]	0.0028	0.0028	0.0179	0.4889	0.0523
[-400 ft/min, 400 ft/min]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[-3 200 ft/min, -400 ft/min]	0.0317	0.3029	0.0262	0.0152	0.0028
[-6 000 ft/min, -3 200 ft/min]	0.0110	0.0220	0.0014	0.0000	0.0000
	-6 000 ft/min	-3 200 ft/min	-400 ft/min	400 ft/min	3 200 ft/min
	6 000 ft/min $\dot{z}_1$				

4.4.2.6.3.2.5 Rate-to-Rate 트랙의 경우, 라인 $|\dot{z}_2 - \dot{z}_1| < 566$ ft/min이면 트랙은 $\dot{z}_1$ 과 같은 일정한 속도로 구성되어야 한다.

4.4.2.6.3.3 수직 가속도

4.4.2.6.3.3.1 4.4.2.6.3.2.5에 따라 전체 조우 기간에 수평이 아닌 항공기의 경우, 속도는 조우 기간 시작 시 최소 간격 $[tca - 40초, tca - 35초]$ 에 걸쳐 일정하고 $\dot{z}_1$ 과 같아야 하며, 조우 기간 종료 시 최소 간격 $[tca + 5초, tca + 10초]$ 에 걸쳐 일정하고 $\dot{z}_2$ 와 같아야 한다. 수직 가속도는 그 사이의 기간 동안 일정해야 한다.

4.4.2.6.3.3.2 수직 가속도($\ddot{z}$)는 다음과 같이 모델링해야 한다:

$$\ddot{z} = (A\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + \epsilon$$

여기서 파라미터 A는 다음과 같이 경우에 따라 다르다:

경우	$A(s^{-1})$	
	1-3 계층	4-6 계층
Rate-to-Level	0.071	0.059
Level-to-Rate	0.089	0.075
Rate-to-Rate	0.083	0.072

그리고 다음과 같은 확률 밀도를 사용하여 오차 ϵ 를 임의로 선택한다:

$$p(\epsilon) = \frac{1}{2\mu} \exp\left(-\frac{|\epsilon|}{\mu}\right)$$

여기서 $\mu = 0.3 \text{ ft } s^{-2}$

주.- 가속도 $\ddot{z}$ 의 부호는 $\dot{z}_1$ 과 $\dot{z}_2$ 에 의해 결정되며, 이 부호를 반전시키는 오류 ϵ 는 기각되고 오류를 다시 선택해야 한다.

4.4.2.6.3.4 가속 시작 시간. 가속 시작 시간은 시간 간격 $[tca - 35 \text{ s}, tca - 5 \text{ s}]$ 에 균일하게 분포되어야 하며, 늦어도 $tca + 5 \text{ s}$ 까지는 $\dot{z}_2$ 에 도달할 수 있도록 설정되어야 한다.

4.4.2.6.4 수평면에서 항공기 항적의 특성

4.4.2.6.4.1 수평 근접 거리(Horizontal miss distance)

4.4.2.6.4.1.1 충돌 위험(4.4.3)에 대한 ACAS의 영향을 계산하기 위해 hmd는 $[0, 500\text{ft}]$ 범위에 균일하게 분포되어야 한다.

4.4.2.6.4.1.2 ACAS와 ATM(4.4.4)의 호환성과 관련된 계산의 경우, hmd의 값이 다음과 같은 누적 확률을 갖도록 hmd가 분포되어야 한다:

hmd(ft)	누적 확률		hmd(ft)	누적 확률	
	1-3 계층	4-6계층		1-3 계층	4-6계층
0	0.000	0.000	17013	0.999	0.868
1215	0.152	0.125	18228	1.000	0.897
2430	0.306	0.195	19443		0.916
3646	0.482	0.260	20659		0.927
4860	0.631	0.322	21874		0.939
6076	0.754	0.398	23089		0.946
7921	0.859	0.469	24304		0.952
8506	0.919	0.558	25520		0.965
9722	0.954	0.624	26735		0.983
10937	0.972	0.692	27950		0.993
12152	0.982	0.753	29165		0.996
13367	0.993	0.801	30381		0.999
14582	0.998	0.821	31596		1.000
15798	0.999	0.848			

4.4.2.6.4.2 접근각. 수평 접근각에 대한 누적 분포는 다음과 같다:

접근각(deg.)	누적 확률		접근각(deg.)	누적 확률	
	1-3 계층	4-6계층		1-3 계층	4-6계층
0	0.00	0.00	100	0.38	0.28
10	0.14	0.05	110	0.43	0.31
20	0.17	0.06	120	0.49	0.35
30	0.18	0.08	130	0.55	0.43
40	0.19	0.08	140	0.62	0.50
50	0.21	0.10	150	0.71	0.59
60	0.23	0.13	160	0.79	0.66
70	0.25	0.14	170	0.88	0.79
80	0.28	0.19	180	1.00	1.00
90	0.32	0.22			

4.4.2.6.4.3 항공기 속도. 각 항공기의 가장 가까운 접근에서의 수평 지상 속도에 대한 누적 분포는 다음과 같다:

지상 속도(kt)	누적 확률		지상 속도(kt)	누적 확률	
	1-3 계층	4-6계층		1-3 계층	4-6계층
45	0.000		325	0.977	0.528
50	0.005		350	0.988	0.602
75	0.024	0.000	375	0.997	0.692
100	0.139	0.005	400	0.998	0.813
125	0.314	0.034	425	0.999	0.883
150	0.486	0.064	450	1.000	0.940
175	0.616	0.116	475		0.972
200	0.700	0.171	500		0.987
225	0.758	0.211	525		0.993
250	0.821	0.294	550		0.998
275	0.895	0.361	575		0.999
300	0.949	0.427	600		1.000

4.4.2.6.4.4 수평 기동 확률. 각 조우의 각 항공기에 대해 선회 확률, 선회가 주어진 속도 변화 확률 및 선회 없는 속도 변화 확률은 다음과 같다:

계층	확률(선회)	확률(속도 변화)	확률(속도 변화)
		선회	비 선회
1	0.31	0.20	0.5
2	0.29	0.20	0.25
3	0.22	0.10	0.15
4, 5, 6	0.16	0.05	0.10

4.4.2.6.4.4.1 속도 변화가 주어지면 속도 증가 확률은 0.5, 속도 감소 확률은 0.5이어야 한다.

4.4.2.6.4.5 선회 범위. 선회 범위의 누적 분포는 다음과 같다:

선회 범위 (deg.)	누적 확률	
	1-3 계층	4-6 계층
15	0.00	0.00
30	0.43	0.58
60	0.75	0.90
90	0.88	0.97
120	0.95	0.99
150	0.98	1.00
180	0.99	
210	1.00	

4.4.2.6.4.5.1 선회 방향은 무작위이어야 하며, 좌선회 확률은 0.5, 우선회 확률은 0.5이다.

4.4.2.6.4.6 경사 각도. 선회 중인 항공기의 경사 각도는 15도 이상이어야 한다. 15도와 일치할 확률은 1-3층에서는 0.79, 4-5층에서는 0.54여야 한다. 더 큰 경사 각도에 대한 누적 분포는 다음과 같다:

경사 각도 (deg.)	누적 확률	
	1-3 계층	4-6 계층
15	0.79	0.54
25	0.96	0.82
35	0.99	0.98
50	1.00	1.00

4.4.2.6.4.7 선회 종료 시간. 각 항공기의 선회 종료 시간에 대한 누적 분포는 다음과 같다:

선회 종료 시간(tca 이전 초)	누적 확률	
	1-3 계층	4-6 계층
0	0.42	0.28
5	0.64	0.65
10	0.77	0.76
15	0.86	0.85
20	0.92	0.94
25	0.98	0.99
30	1.00	1.00

4.4.2.6.4.8 속도변화. 일정한 가속도 또는 감속은 주어진 조우에서 속도변화를 수행하는 항공기마다 무작위로 선택하여 조우 기간 동안 적용하며, 가속도는 2kt/s에서 6kt/s 사이에 균일하게 분포하여야 하며, 감속은 1kt/s에서 3kt/s 사이에 균일하게 분포하여야 한다.

4.4.2.7 침입 항공기의 ACAS 장비

4.4.3과 4.4.4에 규정된 성능 요구사항은 각각 침입 항공기의 ACAS 및 항적과 관련하여 다음과 같은 조건이 적용되는 세 가지 별개의 상황에 적용되어야 한다.

a) 각 조우에 관련된 침입 항공기에 장착되지 않은 경우(4.4.2.1 j) 1)), 자체 항공기에 장착되지 않은 경우와 동일한 항적을 따른다;

b) 여기서 침입 항공기는 ACAS가 장착되어 있지만 장착되지 않은 조우에서의 항적과 동일한 항적을 따른다(4.4.2.1 j) 2)):

1) RA 여부와 관계없이 동일한 항적을 따른다;

2) 침입 항공기 ACAS는 RA를 생성하고 RA가 처음 발표된 직후 수신되는 RAC를 자체 항공

기 조종사에게 전송한다;

3) 침입 항공기 ACAS에 의해 생성되어 자체 항공기로 전송되는 RAC의 방향은 자체 항공기에 의해 선택되어 침입 항공기로 전송되는 최초의 RAC의 방향과 반대이다(4.3.6.1.3);

4) 침입 항공기에 의해 전송된 RAC는 자체 항공기로 수신된다;

5) 요구사항은 자체 항공기가 더 낮은 항공기 주소를 가지고 있을 때와 침입 항공기가 더 낮은 항공기 주소를 가지고 있을 때 모두 적용된다;

c) 침입 항공기 자신의 ACAS와 동일한 충돌 회피 로직을 가진 ACAS를 장착한 경우(4.4.2.1 j) 3):

1) 자체 항공기 ACAS 및 조종사의 성능과 관련된 조건은 침입 항공기 ACAS 및 조종사에게 동일하게 적용 된다;

2) 한 항공기가 전송한 RAC는 다른 항공기가 수신한다;

3) 요구사항은 자체 항공기가 낮은 항공기 주소를 가지고 있을 때와 침입 항공기가 낮은 항공기 주소를 가지고 있을 때 모두 적용된다.

4.4.2.8 서로 다른 충돌 회피 논리 설계 간의 호환성

권고.- 대체 충돌 회피 논리 설계를 고려할 때 인증 당국은 다음 사항을 확인할 수 있다.

a) 기존 설계를 사용하는 ACAS 장치가 포함된 조우 상황에서 대체 설계의 성능이 허용된다.

b) 기존 설계의 성능은 대체 설계의 사용으로 인해 저하되지 않는다.

주.- 다양한 충돌 회피 논리 설계 간의 호환성을 해결하기 위해 4.4.2.7 b)에 설명된 조건이 이 점에서 예상할 수 있는 가장 심각한 조건이다.

4.4.3 충돌 위험 감소

4.4.2의 조건에서 충돌 회피 논리는 ACAS가 없을 때 예상되는 충돌 횟수가 다음과 같은 비율로 감소하도록 해야 한다:

a) 침입항공기에 장착된 ACAS가 아닐 때 0.18;

b) 침입항공기에 장착되어 있지만 반응하지 않을 때 0.32;

c) 침입항공기에 장비를 갖추고 응답할 때 0.04.

4.4.4 항공교통관리(ATM)와의 호환성

4.4.4.1 오경보 경보율

4.4.4.1.1 4.4.2의 조건에서 충돌 회피 로직은 “오경보” (4.4.4.1.2)인 RA의 비율이 다음을 초과하지 않도록 해야 한다:

RA가 처음 발행된 시점에서 자체 항공기의 수직 속도가 400ft/min 미만일 때 0.06, 또는

RA가 처음 발행될 때 자체 항공기의 수직 속도가 400ft/min을 초과할 때 0.08.

주.- 오경보 RA의 발생과 빈도에 무시할 수 있는 영향을 미치기 때문에 이 요구사항은 침입 항공기의 ACAS 장비(4.4.2.7)에 의해 제한받지 않는다.

4.4.4.1.2 4.4.4.1.1의 목적에 따라 ACAS가 없는 상태에서 조우하는 어떤 시점에서 수평 분리와 수직 분리가 동시에 다음 값보다 작지 않는 한, RA는 “오경보” 으로 간주해야 한다:

	수평 분리	수직 분리
FL100 위	2.0NM	750ft
FL100 아래	1.2NM	750ft

4.4.4.2 호환성 방향 선택

4.4.2의 조건에서 충돌 회피 논리는 RA를 따르는 것이 ACAS가 없을 때 발생하는 것과 반대의 부호로 가장 가까운 접근에서 고도 분리를 초래하는 조우 비율이 다음 값을 초과하지 않도록 해야 한다:

- a) 침입 항공기가 장착한 ACAS가 아닐 때 0.08;
- b) 침입 항공기가 장착되어 있지만 반응하지 않을 때 0.08;
- c) 침입 항공기가 장비를 갖추고 응답할 때 0.12.

4.4.4.3 ACAS에 의한 편차

4.4.4.3.1 4.4.2 조건에서 충돌 회피 로직은 표시된 값보다 큰 "편차"(4.4.4.3.2)를 초래하는 RA의 수가 전체 RA 수의 다음 비율을 초과하지 않도록 해야 한다:

	RA가 처음 발행될 때의 자체 항공기의 수직 속도	
	400ft/min 이하	400ft/min 초과
침입 항공기가 ACAS를 장착하지 않았을 때, 편차 $\geq 300\text{ft}$ 편차 $\geq 600\text{ft}$ 편차 $\geq 1000\text{ft}$	0.15 0.04 0.01	0.23 0.13 0.07
침입 항공기가 장비를 장착했지만 응답하지 않을 때, 편차 $\geq 300\text{ft}$ 편차 $\geq 600\text{ft}$ 편차 $\geq 1000\text{ft}$	0.23 0.06 0.02	0.35 0.16 0.07
침입 항공기가 장비를 장착하고 응답할 때, 편차 $\geq 300\text{ft}$ 편차 $\geq 600\text{ft}$ 편차 $\geq 1000\text{ft}$	0.11 0.02 0.01	0.23 0.12 0.06

4.4.4.3.2 4.4.4.3.1의 목적을 위해, 원래 항적으로부터 장착된 항공기의 "편차"는 RA가 처음 발행된 시점부터 RA가 취소된 후 장착된 항공기가 원래 고도 속도를 회복할 때까지의 간격에서 측정해야 한다. 편차는 RA와 원래 항적에 대응할 때 장착된 항공기가 비행한 항적 사이의 이 간격에서 언제든지 가장 큰 고도 차이로 계산해야 한다.

4.4.5 상반된 목표의 상대적 가치

권고 - 충돌 회피 논리는 충돌 위험을 가능한 한 줄이고(4.4.3에 정의된 대로 측정됨) ATM에 대한 혼란을 가능한 한 제한할 수 있다.(4.4.4에 정의된 대로 측정됨).

4.5 ACAS의 확장 스쿼터 사용

4.5.1 확장 스쿼터 위치 데이터를 사용한 ACAS 하이브리드 감시

주.- 이 절에서 정의한 감시 프로토콜은 ACAS 하이브리드 감시를 위한 것이며, 하이브리드 감시를 위해 장비되지 않은 ACAS용 감시 프로토콜은 4.3.7.1에 정의되어 있다.

4.5.1.1 정의

“**능동 감시**” . 자신의 항공기의 호출신호에 대한 ACAS 응답으로부터 얻은 정보를 이용하여 침입기를 추적하는 과정을 말한다.

“**확장 하이브리드 감시**” . ACAS 능동 질문에 의해 트랙에 대한 1,090 확장 스쿼터 데이터를 검증하지 않고 1,090MHz 확장 스쿼터를 통해 인증된 ADS-B 공중 위치 메시지를 사용하는 프로세스를 말한다.

“**하이브리드 감시(hybrid surveillance)**” . ACAS 독립성을 유지하기 위해 능동 감시와 확인

된 데이터를 사용하는 수동 감시를 조합하여 ACAS 항적을 갱신하는 과정을 말한다.

“수동 감시” . 호출신호 없이 다른 항공기의 확장된 스쿼터를 이용함으로써 다른 항공기를 추적하는 과정. ACAS는 어떤 다른 목적이 아닌, 능동 감시의 필요성을 모니터링 하기 위해서 습득된 정보를 이용한다. 수동 감시는 하이브리드 감시와 확장 하이브리드 감시 모두에 적용된다.

“유효성 확인” . 1,090MHz 확장 스쿼터를 통해 수동 정보를 이용하여 능동 질문으로 얻은 상대적 위치와 비교하여 침입기의 상대적 위치를 검증하는 과정을 말한다.

4.5.1.2 위협적이지 않은 침입기의 수동 감시를 위해 확장된 스쿼터 항공기 위치 메시지를 수신하려고 장착된 ACAS는 이와 같은 수동 위치정보를 다음과 같은 방법으로 활용하여야 한다.

4.5.1.3 수동 감시

4.5.1.3.1 확장 하이브리드 감시

4.5.1.3.1.1 확장 하이브리드 감시 모드를 사용하는 시스템은 다음 조건이 충족될 때 질문이 수행되지 않는 방식, 즉 ADS-B 확장 스쿼터를 독점적으로 사용하여 트랙을 획득하는 방식으로 트랙을 설정해야 한다:

a) 자체 항공기 위치 데이터가 다음과 같은 최소 품질 수준을 충족한다:

1) 자체 항공기 수평 위치 불확실성(95%)은 0.1NM 미만이다

2) 자체 항공기 수평 위치 무결성은 0.6NM 반경보다 큰 감지되지 않은 위치 오류의 확률이 1×10^{-7} 미만이어야 한다.

b) 수신 신호 강도가 $-68\text{dBm} \pm 2\text{dB}$ (확장 하이브리드 감시 최소 트리거 레벨) 이하이거나 자체 항공기가 지상에서 작동 중인 경우

c) 침입 항공기 데이터 품질이 다음의 최소 요구사항을 충족한다:

1) ADS-B 버전 번호 ≥ 2 ;

2) 보고된 NIC $\geq 6 (< 0.6\text{NM})$;

3) 보고된 NACp $\geq 7 (< 0.1\text{NM})$;

4) 보고된 SIL = 3;

5) 보고된 SDA = 2 또는 3

6) 기압 고도가 유효하다.

4.5.1.3.1.2 시스템은 항공기를 수동적으로 포착하기 위해 ADS-재방송(ADS-R) 및 TIS-B 데이터를 사용해서는 안 된다.

주1.- ADS-R은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 규정(Doc 9871)에 설명되어 있다.

주2.- 신호 레벨 강도는 ADS-R 및 TIS-B 데이터에 적용할 수 없다.

4.5.1.3.1.3 확장 하이브리드 감시 모드로 유지되는 트랙은 하이브리드 위협 기준의 거리와 고도를 충족하는 경우 능동 감시 모드로 유지되는 트랙으로 전환되어야 한다.

주.- 범위 및 고도 하이브리드 위협 기준에 관한 정보는 RTCA DO-300A 변경 1/EUROCAE ED-221A - TCAS II(교통 경보 및 충돌 회피 시스템 II) 하이브리드 감시를 위한 최소 운영 성능 표준(MOPS)에서 확인할 수 있다.

4.5.1.3.1.4 확장 하이브리드 감시 모드에 있는 트랙은 다음과 같은 경우 하이브리드 감시 모드에 있는 트랙으로 전환되어야 한다:

a) 신호는 공항 지상에서 작동하는 경우를 제외하고 근접한 위치에 있을 가능성이 높다는 것을 나타낸다. 즉, 신호 > 확장 하이브리드 감시 MTL

b) 침입 항공기 데이터 또는 자체 데이터 품질이 최소 요구사항을 충족하지 못한다.

4.5.1.3.2 유효성 확인. 확장된 스쿼터로 보고되는 침입기의 위치를 검증하기 위해, ACAS는 확장된 스쿼터에 보고된 침입기의 위치와 자신의 항공기 위치와 지리적 기수 방향을 계산하여 상대적인 거리 및 상대 방위각을 결정해야 한다. 이렇게 유도된 거리 및 상대방위각과 스쿼터에서 보고된 고도는 항공기의 능동 ACAS 호출신호에 의해서 판단된 거리, 상대방위각 및 고도와 비교되어야 한다. 유도되고 측정된 거리 및 상대방위각과 스쿼터의 차이, 그리고 스쿼터와 응답 고도의 차이는 계산되어야 하며, 확장된 스쿼터 데이터의 유효여부를 결정하기 위한 시험에 사용되어야 한다. 이와 같은 시험이 만족스럽다면, 수동 위치는 검증된 것으로 간주되어야 하고, 항적은 수동 데이터에 유지되어야 한다. 위의 시험 중에 어떤 것이라도 실패하면, 4.5.1.4와 같은 근접위협이 아니라면 항적은 수동 데이터로 유지되어야 한다. 위의 시험 중에 어떤 것들이라도 검증에 실패하면, 침입 항공기를 추적하기 위해 능동 감시가 사용되어야 한다.

주.- ACAS 하이브리드 감시를 위한 확장 스쿼터 데이터 정보 검증에 적합한 테스트는 RTCA DO-300A 변경 1/EUROCAE ED-221A - 교통 경보 및 충돌 회피 시스템 II(TCAS II) 하이브리드 감시를 위한 최소 운영 성능 표준(MOPS)에서 확인할 수 있다.

4.5.1.3.3 추가 능동 질문. 확장 스쿼터 데이터(4.3.7.1.2.2)가 없을 때 최소한 침입기의 항적이 요구되는 만큼 자주 갱신된다는 것을 보장하기 위해, 스쿼터 정보를 사용하여 항적이 갱신될 때마다 다음 능동 질문이 요구되는 시점이 계산되어야 한다. 호출신호를 보내야 하는 시

기 이전에 더 이상의 스쿼터가 수신되지 않으면, 그 때 능동 호출신호를 보내야 한다.

4.5.1.4 근접 위협. 항공기의 거리와 고도 분리 테스트로 결정된 근접 위협이라면 침입기는 능동감시 상태에서 탐지되어야 한다. 이러한 테스트는 침입기가 잠재적 위협이 되기 전에 근접위협이라고 간주하고 4.3.3 항에 서술한 바와 같이 교통 조언(traffic advisory)을 발생하도록 초당 1회씩 테스트를 수행해야 한다. 모든 근접 위협과 잠재적 위협 및 위협은 능동감시를 이용하여 추적되어야 한다.

주.- 침입 항공기가 근접 위협인지 결정하기 위한 적절한 테스트는 RTCA DO-300A 변경 1/EUROCA ED-221A - 교통 경보 및 충돌 회피 시스템 II(TCAS II) 하이브리드 감시를 위한 최소 작동 성능 표준(MOPS)에서 확인할 수 있다.

4.5.1.5 유효성 재확인 및 모니터링. 만약 어떤 항공기가 수동적인 감시(passive surveillance) 상태에서 탐지된다면, 4.5.1.3.2의 조건과 같이 확장된 스쿼터 데이터의 유효성을 확인하고 모니터링하기 위하여 주기적인 능동 질문(active interrogations)이 수행되어야 한다. 유효성 재확인 주기는 1분에 1회에서 10초에 1회 사이여야 한다. 4.5.1.3.2에서 요구한 테스트는 매 질문마다 수행되어야 하며 능동감시는 이러한 유효성 재확인 테스트가 되지 않았을 경우 침입기 추적에 사용되어야 한다.

주.- 유효성 재확인률 기준에 대한 자세한 내용은 RTCA DO-300A 변경 1/EUROCA ED-221A - 교통 경보 및 충돌 회피 시스템 II(TCAS II) 하이브리드 감시를 위한 최소 작동 성능 표준(MOPS)을 참조할 수 있다.

4.5.1.6 전면적인 능동 감시. 다음의 조건이 수동 감시 데이터를 사용하여 업데이트되고 있는 항적에 적합하다면,

a) $|a| \leq 10,000\text{ft}$ 및 둘 다;

b) $|a| \leq 3,000\text{ft}$ 또는 $|a - 3,000\text{ft}| / |\dot{a}| \leq 60\text{s}$; 그리고

c) $r \leq 3\text{NM}$ 또는 $(r - 3\text{NM}) / |\dot{r}| \leq 60\text{s}$;

여기서: a = 침입 항공기 고도 분리(ft)

$\dot{a}$ = 고도 변화율 추정치(ft/s)

r = 침입 항공기 경사 거리(NM)

$\dot{r}$ = NM/s 단위의 거리 변화율 추정치

항공기는 능동 항적으로 선언되어야 하며 위의 조건이 충족되는 한 초당 한 번씩 능동 거리 측정에서 업데이트되어야 한다.

4.5.1.6.1 모든 근접 위협, 잠재적 위협, 근접위협은 능동감시에서 추적되어야 한다.

4.5.1.6.2 수동 감시에서 능동 감시로 전환할 때 항적 상태 계산에서 잔류 ADS-B 위치 데이터에 대한 적절한 보호가 제공되어야 하며, 이는 그러한 전환 중에 불필요한 권고를 피하기 위한 것이다.

주.- 적합한 보호 수단은 RTCA DO-300 변경 2 및 RTCA DO-300A 변경 1/EUROCA ED-221A - 교통 정보 및 충돌 회피 시스템 II(TCAS II) 하이브리드 감시를 위한 최소 작동 성능 표준(MOPS) 섹션 2.2.6.2에서 찾을 수 있다.

4.5.1.6.3 능동감시 상태에서의 추적은 만약 근접, 잠재적 위협이 아니거나 위협이 아닐 경우 수동감시로 전환되어야 한다. 근접위협이 더 이상 없다는 것을 결정하는 데에 사용하는 테스트는 4.5.1.4에서 사용되는 것과 유사하여야 하나, 능동과 수동 감시로의 잦은 전환 가능성을 방지하는 자기이력(hysteresis)을 가지도록 하기 위해서는 더 큰 임계값을 가진다.

주.- 침입 항공기가 더 이상 근접 위협이 아님을 결정하기 위한 테스트는 RTCA DO-300A 변경 1/EUROCA ED-221A - 교통 정보 및 충돌 회피 시스템 II(TCAS II) 하이브리드 감시를 위한 최소 작동 성능 표준(MOPS)에서 확인할 수 있다.

4.5.2 개선된 수신기 MTL이 있는 ACAS의 작동

주.- ACAS와는 독립적인 확장된 스쿼터의 적용은 (편의상) ACAS 수신기를 이용하여 실행될 수 있다. 그러한 적용에 있어서, 개선된 수신기 최소 트리거 레벨(MTL)의 사용은 60NM 그리고 그 이상의 거리로부터 확장 스쿼터 수신을 가능하게 할 것이다.

4.5.2.1 -74dBm보다 더 민감한 MTL을 가진 수신기와 함께 작동하는 ACAS는 다음 문단에 명시한 성능을 수행하여야 한다.

4.5.2.2 이중 최소 트리거 레벨. ACAS 수신기는 통상적인 MTL(-74dBm)과 함께 작동하는 ACAS에 의해 응답이 탐지되는지 여부에 따라 각 스쿼터 수신을 위한 표시를 설정할 수 있어야 한다. 통상적인 MTL에서 수신된 스쿼터 수신은 후속처리를 위해 ACAS 감시기능으로 전달되어야 한다. 이 조건을 충족하지 않는 스쿼터 수신은 ACAS 감시기능으로 전달되지 않아야 한다.

주 1. 위치보고 정보를 포함하는 확장된 스쿼터는 확장된 스쿼터 적용과 관련되는 표시장치를 위해 배포될 것이다.

주 2. 개선된 MTL이 있는 수신기로 작동하는 경우, ACAS 감시기능을 위한 통상적인 MTL의 사용은 현재의 ACAS 감시 작동을 유지한다.

4.5.2.3 이중 또는 채트리거가 가능한 응답 프로세서. ACAS Mode S 응답 처리 기능은 다음과 같아야 한다.

- a) 통상적인 MTL에서 또는 그 이상에서 수신된 Mode S 응답 형식을 위한 별도의 응답 프로세서, 그리고 통상적인 MTL 미만에서 수신된 Mode S 응답 형식을 위한 별도의 응답 프로세서를 사용한다.
- b) 현재 처리 중인 응답보다 2~3dB 더 강한 Mode S 프리앰블을 탐지하면, 재트리거하는 Mode S 응답 프로세서를 사용한다.

주. 낮은 레벨의 스쿼터(예, 통상적인 MTL 이하의 것)가 ACAS를 위한 포착 스쿼터의 처리를 방해하지 않도록 보장하기 위해 주의를 기울여야 한다. 낮은 레벨의 스쿼터가 응답 프로세서를 획득하도록 허용된다면 이런 일이 발생할 수 있다. 이것은 각 기능을 위해 별도의 응답 프로세서를 사용하거나, 또는 응답 프로세서가 더 높은 레벨의 스쿼터에 의해 재트리거 되도록 요구함으로써 방지될 수 있다.

제5장. Mode S 확장 스쿼터(EXTENDED SQUITTER)

주1.- 그림 5-1에는 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance - Broadcast : ADS-B) 및/또는 TIS-B(Traffic Information Service - Broadcast : 교통 정보 서비스-방송)를 지원하는 Mode S 확장 스쿼터 시스템의 기능 모델이 나와 있다.

주2.- 공중 시스템은 ADS-B 메시지(ADS-B OUT)를 전송하고 ADS-B 및 TIS-B 메시지(ADS-B IN 및 TIS-B IN)를 수신할 수도 있다. 지상 시스템(즉, 지상국)은 TIS-B(옵션)를 전송하고 ADS-B 메시지를 수신한다.

주3.- 그림 5-1에 제시된 기능 모델에는 명시적으로 설명되어 있지 않지만, 비행장 지상 차량 또는 고정 장애물에 설치된 확장 스쿼터 시스템은 ADS-B 메시지(ADS-B OUT)를 전송할 수 있다.

5.1 Mode S 확장 스쿼터 전송 시스템의 특성

주.- Mode S 확장 스쿼터의 전송과 관련된 많은 요구사항은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 정의된 메시지 형식을 사용하는 Mode S 트랜스폰더 및 비트랜스폰더 장치에 대해 제2장부터 5장까지 걸쳐 포함되어 있다. 다음 하위 섹션 내에 제시된 조항은 ADS-B 및 TIS-B의 적용을 지원하는 특정 등급의 공중 및 지상 전송 시스템에 적용할 수 있는 요구사항에 초점을 맞추고 있다.

5.1.1 ADS-B OUT 요구사항

5.1.1.1 ADS-B 기능을 지원하는 항공기, 지상 차량 및 고정 장애물은 그림 5-1과 같이 ADS-B 메시지 생성 기능과 ADS-B 메시지 교환 기능(전송)을 통합해야 한다.

5.1.1.1.1 항공기로부터의 ADS-B 송신은 트랜스폰더 기반 시스템의 경우 3.1.2.8.6.3을 따르고, 비-트랜스폰더 기반 시스템의 경우 3.1.2.8.7.3.2에 따라야 한다.

5.1.1.1.2 권고 - 확장 스쿼터 송신 장비는 사용 가능한 최신 버전의 형식과 프로토콜을 사용할 수 있다.

주1.- 확장 스쿼터를 통해 전송되는 메시지의 데이터 형식과 프로토콜은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 규정되어 있다.

주2.- 일부 국가 및/또는 지역에서는 확장 스쿼터 버전 2 이상을 특정 날짜까지 송신해야 한다.

5.1.1.2 확장 스쿼터 ADS-B 전송 요구사항. Mode S 확장 스쿼터 송신 장비는 다음과 같은 일반 장비 클래스의 정의 및 표 5-1 및 표 5-2에 정의된 특정 장비 클래스와 일치하여 전송할 수 있는 장치의 의도된 거리 능력 및 파라미터 집합에 따라 분류되어야 한다:

- a) 클래스 A 확장 스쿼터 공중 시스템은 온보드 ADS-B 애플리케이션을 지원하기 위해 확장 스쿼터 전송 기능(ADS-B OUT)과 보완적인 확장 스쿼터 수신 기능(ADS-B IN)을 모두 통합한 대화형 기능을 지원한다;
- b) 클래스 B 확장 스쿼터 시스템은 항공기, 지상 차량 또는 고정 장애물에 사용하기 위한 송신 전용 기능(즉, 확장 스쿼터 수신 기능이 없는 ADS-B OUT)을 제공한다.
- c) 클래스 C 확장 스쿼터 시스템에는 수신 기능만 있으므로 전송 요구사항이 없다.

5.1.2 TIS-B out 요구사항

5.1.2.1 TIS-B 기능을 지원하는 지상국은 TIS-B 메시지 생성 기능과 TIS-B 메시지 교환 기능(전송)을 통합해야 한다.

5.1.2.2 TIS-B에 대한 확장 스쿼터 메시지는 적절한 감시 데이터 소스에 연결되었을 때 확장 스쿼터 지상국에 의해 전송되어야 한다.

주1.- TIS-B에 대한 확장 스쿼터 메시지는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항 (Doc 9871)에 규정되어 있다.

주2.- TIS-B를 지원하는 지상국은 확장된 스쿼터 전송 능력을 지원한다. 이러한 지상국의 특성은 송신기 전력, 안테나 이득, 전송률 등이며, 공중 사용자가 적어도 클래스 A1 수신 시스템을 장착하고 있다고 가정하여 해당 지상국의 TIS-B 서비스 범위에 맞게 조정되어야 한다.

5.1.2.3 권고 - 다른 1,090MHz 시스템(예: SSR(Secondary Surveillance Radar : 이차감시레이더) 및 ACAS(Airborne Collision Avoidance System : 공중충돌경고장치))에 허용할 수 없는 수준의 RF 간섭을 방지하기 위해 최대 전송 주기와 유효 방사 전력을 제어할 수 있다.

5.1.3 지상 차량에 대한 ADS-B OUT 요구사항

5.1.3.1 임의 버전의 확장 스쿼터 ADS-B 성능을 지원하는 모든 지상 차량은 5.1.1.2에 따라 확장 스쿼터 메시지를 전송해야 한다.

5.1.3.2 확장 스쿼터 버전2 이상에 요구되는 시스템 성능. 확장 스쿼터 버전2 이상 메시지를 전송하기 위한 지상 차량에 설치된 위치 소스와 장비는 다음과 같은 성능 특성을 지원하여야 한다.

5.1.3.2.1 항행 위치 자료(NAC_p)는 9 이상이어야 하며, 이는 수평 위치에 대한 95% 정확도 한계가 30m 미만임을 의미한다.

주.- NAC_p 는 위성 성능을 기반으로 계산된다.

5.1.3.2.2 항행 속도 자료(NAC_v)는 2 이상이고, 매초 3m 보다 작은 속도 오차 이어야 한다.

5.1.3.2.3 NAC_p와 NAC_v 최소값은 최소 95퍼센트의 가용성을 충족하여야 한다.

5.1.3.2.4 시스템 설계보증 파라미터는 오류 또는 오해의 소지가 있는 정보의 전송을 초래하는 고장 가능성을 1×10^{-3} 이하로 정의하는 1 이상이어야 한다.

주 1.- 지상 차량에서 송신되는 확장 스쿼터 버전 2 이상의 위치 데이터에 대한 이러한 최소 성능 요구사항은 항공기 기반 경보 애플리케이션을 지원하기 위해 필요하다.

주 2.- 지상 운송 수단 ADS-B 시스템의 구현을 위한 지침 자료는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터(Doc 9871)에 대한 기술 조항에 포함되어 있다.

5.2 Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템 특성(ADS-B IN 및 TIS-B IN)

주 1.- 여기서는 ADS-B 및/또는 TIS-B 메시지를 전달하는 Mode S 확장 스쿼터 전송 수신에 사용되는 1,090MHz 수신기에 필요한 기능을 설명한다. 공중 수신 시스템은 ADS-B 및 TIS-B 수신을 지원하는 반면 지상 수신 시스템은 ADS-B 수신만 지원한다.

주 2.- Mode S 확장 스쿼터 수신기에 대한 자세한 기술 조항은 RTCA DO-260C/EUROCA ED-102B, "1,090MHz 확장 스쿼터 ADS-B 및 교통 정보 서비스(TIS B)를 위한 최소 작동 성능 표준"을 참조.

5.2.1 Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템의 성능 요구사항

5.2.1.1 Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템은 메시지 교환 기능(수신)과 보고서 취합 기능을 이행해야 한다.

주.- 확장 스쿼터 수신 시스템은 ADS-B Mode S 확장 스쿼터 메시지를 수신하고 ADS-B 보고서를 클라이언트 애플리케이션에 출력한다. 또한 공중 수신 시스템은 TIS-B 확장 스쿼터 메시지를 수신하고 TIS-B 보고서를 클라이언트 애플리케이션에 출력한다. 이 기능 모델(그림 5-1)은 공중 및 지상 1,090MHz ADS-B 수신 시스템을 모두 나타낸다.

5.2.1.2 Mode S 확장 스쿼터 수신기 클래스. Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템에 요구되는 기능과 성능 특징들은 ADS-B, 지원되는 TIS-B 클라이언트 응용 기능 및 시스템의 운영 목적에 따라 변한다. 공중 Mode S 확장 스쿼터 수신기는 표 5-3에 제시된 수신 시스템 클래스의 정의와 일치해야 한다.

주.- Mode S 확장 스쿼터 설치의 다양한 장비 클래스가 가능하다. 주어진 장비 클래스와 관련된 수신기의 특성은 요구되는 수준의 작동 능력을 지원하는 데 적합하도록 설계되었다. 장비 클래스 A0 ~ A3은 Mode S 확장 스쿼터 송신(ADS-B OUT) 및 수신(ADS-B IN) 기능을 포함하는 Mode S 확장 공중 설비에 적용할 수 있다. 장비 클래스 B0 ~ B3은 송신(ADS-B OUT) 기능만 있는 Mode S 확장 설비에 적용할 수 있으며 공중, 지상 차량 및 고정 장애물에 적용

할 수 있는 장비 클래스를 포함한다. 장비 클래스 C1 ~ C3은 Mode S 확장 스쿼터 지상 수신 시스템에 적용할 수 있다.

5.2.2 메시지 교환 기능

5.2.2.1 메시지 교환 기능은 1 090 MHz 수신 안테나와 무선장비(수신기/복조기/복호화기/데이터 버퍼) 기능을 포함해야 한다.

5.2.2.2 메시지 교환 기능의 특성. 공중 Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템은 표 5-3의 모든 확장 스쿼터 메시지의 수신과 복호화를 지원해야 한다. 지상용 ADS-B 확장 스쿼터 수신 시스템은 최소한 클라이언트 ATM 지상 응용 기능이 요구하는 유형의 ADS-B 보고서 생성을 지원하는 데 필요한 정보를 전달하는 모든 확장 스쿼터 메시지 유형의 수신과 디코딩을 최소한 지원해야 한다.

5.2.2.3 요구되는 메시지 수신 성능. 항공기 Mode S 확장 스쿼터 수신기/변조/디코더는 항공기 수신기 등급에 따라 표 5-3에 나열된 수신 기술을 채택하고 수신기 최소 트리거 임계값(MTL)을 가져야 한다. 확장된 스쿼터 지상 수신기에 대한 그 수신 기술과 MTL은 클라이언트의 ATM 지상 적용에 요구하는 수신성능(즉, 거리 및 업데이트 비율)을 제공하기 위하여 선택되어야 한다.

5.2.2.4 향상된 수신 기술. 클래스 A1, A2 및 A3 공중 수신 시스템은 클래스 A0 공중 수신 시스템에 요구되는 표준 수신 기술의 성능과 비교하여, 다중 중첩 Mode A/C 프루트(fruit)가 존재하는 상황 및/또는 중첩되는 더 강한 Mode S 프루트가 존재하는 상황에서 Mode S 확장 스쿼터 수신 확률을 향상시키기 위해 다음 기능을 포함해야 한다.

- a) Mode S 확장 스쿼터 프리앰블 감지 기능이 향상.
- b) 향상된 오류 탐지 및 수정 기능.
- c) 다음과 같이 향상된 비트 및 신뢰성 선언 기술이 공중 수신기 클래스에 적용된다:
 - 1) 클래스 A1 - "중심 진폭" 기술의 사용과 동등하거나 더 나은 성능.
 - 2) 클래스 A2 - 각 Mode S 비트 위치에 대해 최소 8개의 샘플이 추출되고 의사결정 프로세스에 사용되는 "다중 진폭 샘플" 기준선 기술의 사용과 동등하거나 그 이상의 성능.
 - 3) 클래스 A3 - "다중 진폭 샘플" 기준선 기술의 사용과 동등하거나 더 나은 성능으로, 각 Mode S 비트 위치에 대해 최소 10개의 샘플이 추출되어 의사결정 프로세스에 사용된다.
- d) 등급 A3 수신기를 위한 고도화된 장거리 수신기법으로서, 다중 수신기 및 안테나 섹터화를 통해 선택적으로 추가적인 성능 향상을 제공한다.

주 1.- 위의 강화된 수신 기술은 RTCA DO-260C/EUROCAE ED-102B, 부록 I에 정의된 바와 같

다,

주 2.- 높은 신호 환경에서 사용될 때(즉, 다중 중첩 Mode A/C 신호와 함께) 상기 향상된 수신 기술 각각에 제공되는 성능은 적어도 RTCA DO-260C/EUROCAE ED-102B, 부록 I에 기술된 기술의 사용에 의해 제공되는 성능과 동등할 것으로 예상된다.

주 3.- 지상 확장 스쿼터 수신 시스템은 공중 등급 A2 또는 A3 수신 시스템에 규정된 것과 동등한 수준의 향상된 수신 기술을 사용하는 것이 적합하다

5.2.3 보고 취합 기능

5.2.3.1 보고 취합 기능은 메시지 디코딩, 보고 취합 및 출력 인터페이스 부기능을 포함해야 한다.

5.2.3.2 확장 스쿼터 메시지가 수신되면, 메시지를 디코딩하고 5.2.3.3에서 정의한 유형의 해당 ADS-B 보고를 0.5초 이내에 생성해야 한다.

주 1.- ADS-B 메시지 교환 기능의 수신 부분과 ADS-B/TIS-B 보고 어셈블리 기능을 포함한 확장 스쿼터 공중 수신 시스템의 두 가지 구성이 허용된다.

a) 유형 I 확장 스쿼터 수신 시스템들은 ADS-B 및 TIS-B 메시지들을 수신하고, ADS-B 및 TIS-B 보고들의 애플리케이션 전용 하위 세트들을 생성한다. 유형 I 확장 스쿼터 수신 시스템들은 ADS-B 및 TIS-B 보고들을 사용하여 특정 클라이언트 애플리케이션들에 맞춤화된다. 유형 I 확장 스쿼터 수신 시스템들은 추가적으로 외부 개체에 의해 제어되어 그러한 시스템들이 생성할 수 있는 보고들의 애플리케이션 전용 하위 세트들을 생성할 수 있다.

b) 유형 II 확장 스쿼터 수신 시스템들은 ADS-B 및 TIS-B 메시지들을 수신하고, 장비 클래스에 따라 완전한 ADS-B 및 TIS-B 보고들을 생성할 수 있다. 유형 II 확장 스쿼터 수신 시스템들은 그러한 시스템들이 생성할 수 있는 보고들의 설치 정의된 서브세트들을 생성하도록 외부 개체에 의해 제어될 수 있다.

주 2.- 확장 스쿼터 지상 수신 시스템은 ADS-B 메시지를 수신하고 지원되는 클라이언트 애플리케이션을 포함하여 지상 서비스 제공자의 요구에 따라 애플리케이션별 하위 세트 또는 완전한 ADS-B 보고를 생성한다. 지상 수신 시스템은 ADS-B Wx PIREP 메시지를 바탕으로 ADS-B Wx PIREP를 생성할 수도 있다. ADS-B Wx PIREP 메시지에 관한 추가정보는 Doc 9871에서 확인할 수 있다.

주 3.- 확장 스쿼터 메시지 수신 기능은 보고 어셈블리 기능을 구현하는 하드웨어와 별도로 물리적으로 분할될 수 있다.

5.2.3.3 ADS-B 보고 형식

주 1.- ADS-B 보고는 Mode S 확장 스쿼터 방송으로 수신된 ADS-B 메시지 데이터를 클라이언트 애플리케이션 세트에 의해 직접 사용될 수 있는 다양한 보고로 재구성하는 것을 의미한다. 다음 하위조항에서는 5개의 ADS-B 보고 형식을 정의하며, 클라이언트 애플리케이션에 출력하기 위한 2개의 추가 ADS-B 보고 형식인 ADS-B Wx AIREP 및 항공기 상태보고는 Doc 9871에 정의되어 있다. ADS-B 보고 내용 및 확장 스쿼터 메시지와 ADS-B 보고 간의 해당 매핑에 관한 추가 정보는 RTCA DO-260C / EUROCAE ED-102B에서 확인할 수 있다.

주 2.- ADS-B Wx AIREP는 ADS-B Wx 하위 형식 1 및 2 메시지에서 기상정보를 수신하고 항공기 상태 하위형식 1 확장 스쿼터 메시지로 추가 기상정보를 수신한 경우 생성되는 선택적 보고이다. 항공기 상태보고는 ADS-B Wx 하위형식 0 메시지로 정보를 수신한 경우 생성되는 선택적 보고이다. ADS-B Wx 하위형식 0, 1 및 2 메시지는 Doc 9871에 정의되어 있다. 이 보고 형식의 구체적인 구성 요구사항은 각 참여자의 클라이언트 애플리케이션 요구사항에 따라 달라질 수 있다.

5.2.3.3.1 상태 벡터 보고. 상태벡터 보고에는 적용시각, 항공기 또는 차량의 현재 운동학적 상태(예: 위치, 속도)에 관한 정보 및 항행데이터의 무결성 척도가 포함되어야 한다. 이 정보는 공중 또는 지상(surface) 위치, 공중 속도, 식별정보 및 범주, 항공기 운용상태 확장 스쿼터 메시지에서 수신된 정보를 기반으로 하여야 한다. 위치와 속도에 서로 다른 메시지가 사용되므로, 적용시각은 위치 관련 보고 매개변수와 속도 관련 보고 매개변수에 대하여 각각 보고되어야 한다. 또한 상태벡터 보고에 추정 위치 및/또는 추정 속도 정보(즉, 갱신된 위치 또는 속도 정보를 포함하는 메시지에 기반하지 않은 정보)가 포함되는 경우, 상태벡터 보고에는 해당 추정 위치 및/또는 추정 속도 정보의 적용시각도 포함되어야 한다.

주.- 이 유형의 보고를 사용자 애플리케이션(지상 또는 공중)의 요구사항에 따라 구성하는 구체적인 요구사항은 각 참가자(지상 또는 공중)의 클라이언트 애플리케이션의 필요에 따라 달라질 수 있다. 상태 벡터 데이터는 4개의 ADS-B 보고 중 가장 동적이므로, 애플리케이션은 공중 및 지상 차량의 일반적인 공중 또는 지상 작동의 작동 역학에 필요한 정확도를 충족하기 위해 상태 벡터의 빈번한 업데이트를 필요로 한다.

5.2.3.3.2 모드 상태 보고. 모드 상태 보고는 적용 시간과 송신 참가자의 현재 운용 정보를 포함해야 한다. 이 정보는 항공기/차량 주소, 호출코드(call sign), ADS-B 버전 번호, 항공기/차량 길이 및 너비 정보, 상태 벡터 품질 정보, 그리고 항공기 운용 상태, 목표 상태 및 상태, 항공기 식별 및 범주, 비행 중 속도 및 항공기 상태 확장 스쿼터 메시지에서 수신된 정보에 기초한 기타 정보를 포함한다. 모드 상태 보고가 생성될 때마다 보고 취합 기능은 사용 가능한 시간을 갱신해야 하며, 유효한 데이터를 사용할 수 없는 매개변수는 무효로 지시되거나 모드 상태 보고서에서 생략되어야 한다.

주 1.- 이 유형의 보고를 사용자 정의하기 위한 구체적인 요구사항은 각 참가자의 사용자 애플리케이션(지상 또는 공중)의 요구에 따라 달라질 수 있다.

주 2.- 모드 상태 보고의 다양한 데이터 요소 내에서 보고되는 정보의 시기는 서로 다른 시간에 서로 다른 확장 스쿼터 메시지 내에서 수신된 정보의 결과로 달라질 수 있다. 항목별 타임스탬프 정보가 없는 경우, 모드상태 보고에는 애플리케이션이 데이터의 경과시간을 산정할 수 있도록 선택적 데이터 갱신 플래그를 포함한다.

5.2.3.3.3 대기 참조 속도 보고. 대기 참조 속도 보고는 공중 속도 또는 ADS-B Wx AIREP 확장 스쿼터 메시지에서 대기 참조 속도 정보를 수신할 때 생성되어야 한다. 대기 참조 속도 보고에는 적용 가능 시간, 비행속도 및 헤딩 정보가 포함되어야 한다. 대기 참조 속도 보고를 생성하려면 5.2.3.5에 정의된 특정 등급의 확장 스쿼터 수신 시스템만 필요하다. 개별 대기 참조 속도보고가 생성될 때마다 보고 취합 기능은 보고 적용 시간을 갱신해야 한다.

주 1.- 대기 참조 속도 보고에는 공중속도 또는 ADS-B Wx AIREP 메시지에서 수신된 속도 정보와 항공기 식별정보 및 범주 확장 스쿼터 메시지에서 수신된 추가정보가 포함된다. 대기 참조 속도보고는 지상상태의 ADS-B 참여자에 대해서는 생성하지 않는다.

주 2.- 이 유형의 보고를 구성하기 위한 구체적인 요구사항은 각 참여자의 클라이언트 애플리케이션의 요구사항에 따라 달라질 수 있다.

5.2.3.3.4 RA (Resolution advisory : 회피 조언) 보고. RA 보고는 유형=28 및 하위 유형=2 확장 스쿼터 메시지로 수신된 적용 가능 시간 및 활성 ACAS 해결 권고(RA)의 내용을 포함해야 한다.

주.- RA 보고는 활성 RA 정보가 필요한 지상 ADS-B 클라이언트 애플리케이션(들)을 지원할 때만 지상 수신 하위시스템에 의해 생성되도록 되어 있다. RA 보고는 유형=28, 하위유형=2 확장 스쿼터 메시지가 수신될 때마다 공칭상으로 생성된다.

5.2.3.3.5 목표 상태 보고

주.- 목표 상태 보고는 공중 식별 및 범주 확장 스쿼터 메시지에서 수신된 추가 정보와 함께 대상 상태 및 상태 메시지로 정보를 수신할 때 생성된다. 대상 상태 및 상태 메시지는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 조항(Doc 9871)에 정의되어 있다. 이러한 유형의 보고의 맞춤화를 위한 구체적인 요구사항은 각 참가자(지상 또는 공중)의 사용자 애플리케이션의 필요에 따라 달라질 수 있다.

5.2.3.4 TIS-B 보고 유형

5.2.3.4.1 TIS-B 메시지는 공중 수신 시스템으로 수신되기 때문에 정보는 클라이언트 애플리케이션으로 보고되어야 하며, 각각의 TIS-B 보고서가 생성될 때마다 보고서 취합 기능은 보고 적용 시간을 현재 시간으로 갱신해야 한다.

주 1.- TIS-B 메시지 형식은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 정의되어 있다.

주 2.- TIS-B 보고는 지상 Mode S 확장 스쿼터 방송으로부터 수신된 TIS-B 메시지 데이터를 사용자 애플리케이션 세트에 의해 사용될 수 있는 보고로 재구성하는 것을 의미한다. 두 개의 ADS-B 보고 유형은 사용자 애플리케이션으로의 출력을 위해 다음의 하위 항목에 의해 정의된다. TIS-B 보고 내용에 대한 추가 정보 및 확장 스쿼터 메시지에서 ADS-B 보고로의 해당 매핑은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터 기술 조항(Doc 9871)에서 확인할 수 있다.

5.2.3.4.2 TIS-B 목표 보고. 위치를 제외한 모든 수신정보 요소는 직접 보고하여야 하며, 여기에는 TIS-B 정밀형식 메시지의 모든 예비 필드가 포함된다. 보고 형식은 구체적으로 명시되지 않으나, 보고되는 정보 내용은 수신된 정보 내용과 동일해야 한다.

5.2.3.4.3 TIS-B 위치 메시지를 수신할 때, TIS-B 위치 메시지를 트랙과 비교하여 목표 위치로 디코딩할 수 있는지 여부를 결정한다(즉, 기존 트랙과 관련됨). 목표 위치로 디코딩할 경우, 0.5초 이내에 보고서를 생성해야 한다. 보고서에는 적용 가능 시간을 포함하여 수신된 위치 정보, 적용 가능 시간을 포함하여 가장 최근에 수신된 속도 측정치, 적용 가능 시간의 공통 시간에 적용 가능한 추정 위치 및 속도, 공중/차량 주소 및 기타 수신된 메시지의 모든 정보가 포함되어야 한다. 추정 값은 수신된 위치 정보 및 대상의 트랙 이력에 기초하여야 한다.

5.2.3.4.4 TIS-B 속도 메시지가 수신되어 완전한 트랙과 상관된다면 보고서는 메시지 수신 후 0.5초 이내에 생성되어야 한다. 보고서는 적용 가능한 시간에 대한 수신된 속도정보, 적용 가능한 공통 시간에 적용할 수 있는 측정된 위치와 속도, 항공기/차량 주소 및 수신된 메시지의 다른 정보를 포함해야 한다. 추정값들은 목표에 대한 수신된 지상 기준 속도 정보와 트랙의 이력에 기초한다.

5.2.3.4.5 교통 상향링크 관리 보고. 수신된 교통 상향링크 관리 메시지의 전체 내용은 사용자 애플리케이션에 직접 보고되어야 하며, 보고된 정보 내용은 수신된 정보 내용과 같아야 한다.

5.2.3.4.5.1 수신된 교통 상향링크 관리 메시지의 내용은 사용자 애플리케이션에 비트 단위로 보고되어야 한다.

5.2.3.5 보고 적용 시간

수신 시스템은 각 특정 ADS-B 및 TIS-B 보고 유형(5.2.3.3 및 5.2.3.4 참조)에 대해 정의된 적용 가능 시간 보고를 위한 기준으로 로컬 기준 시간 소스를 사용해야 한다.

5.2.3.5.1 GNSS UTC 측정 시간 기준. ADS-B 및/또는 TIS-B 보고서를 생성하는 수신시스템이 보고 적용시간을 생성하기 위하여 GNSS UTC 측정 시간을 사용하는 경우, UTC 측정시간 데이터는 최소 300초 범위와 0.0078125초(1/128초)의 분해능을 가져야 한다.

5.2.3.5.2 기존 설치 수신기의 비정밀 현지 시간 기준

5.2.3.5.2.1 5.2.3.5.1에 따른 ADS-B 및/또는 TIS-B 보고를 생성하는 수신시스템으로서, 5.2.3.5.1에 따른 GNSS UTC 측정시간을 사용하지 않고 적절한 정밀 시간기준을 사용할 수 없는 경우에는, 최대 클럭주기 또는 계수시간이 20ms인 적절한 내부 클럭 또는 계수기를 설정하여야 한다. 설정된 주기 또는 클럭 계수는 최소 300초의 범위와 0.0078125(1/128)초의 분해능을 가져야 한다.

주.- 위에서 설명한 바와 같은 시간 기준을 사용하는 것은 보고 적용 시간이 시퀀스 내의 보고에 적용 가능한 시간 간격을 정확하게 반영할 수 있도록 하기 위한 것이다. 예를 들어, 절대 시간이 보고에 의해 표시되지 않더라도 상태 벡터 보고 사이의 적용 가능한 시간 간격

은 사용자 애플리케이션에 의해 정확하게 결정될 수 있다.

5.2.3.6 보고 요구사항

5.2.3.6.1 유형 I Mode S 확장 스쿼터 공중 수신 시스템에 대한 보고 요구사항. 최소한으로 5.2.3에서 규정된 유형 I Mode S 확장 스쿼터 공중 수신 시스템과 연계된 보고서취합 기능은 수신 시스템이 제공하는 특정 고객 적용에 의해 요구되는 ADS-B 및 TIS-B 보고서와 보고서 변수들의 하위 세트들을 지원해야 한다.

5.2.3.6.2 유형 II Mode S 확장 스쿼터 공중 수신 시스템에 대한 보고 요구사항. 5.2.3에서 정의한 유형 II 수신 시스템과 연계된 보고서 취합 기능은 필수 ADS-B 및/또는 TIS-B 메시지가 수신되었을 때 표 5-4의 수신 시스템 분류에 따라 ADS-B 및 TIS-B 보고서를 생성해야 한다.

5.2.3.6.3 Mode S 확장 스쿼터 지상 수신 시스템에 대한 보고 요구사항. 최소한으로 5.2.3에 규정된 Mode S 확장 스쿼터 지상 수신 시스템과 연계된 보고서 취합 기능은 수신 시스템이 제공하는 특정 클라이언트 애플리케이션에 의해 요구되는 ADS-B 보고서와 보고서 변수들의 하위 세트들을 지원해야 한다.

5.2.4 상호 운용성

Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템은 다른 버전의 확장된 스쿼터 ADS-B 메시지 형식들 간에 상호 운용성을 제공하여야 한다.

주 1.- 모든 정의된 ADS-B 버전 및 해당 메시지 형식은 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터를 위한 기술 조항(Doc 9871)에 포함되어 있으며 버전 번호로 식별된다.

주 2.- ADS-B 메시지 형식은 이전 버전들과의 하위 호환성으로 정의된다. 확장 스쿼터 수신기는 하위 버전들로부터의 메시지 형식뿐만 아니라 자신의 버전의 신호들을 인식하고 디코딩할 수 있다. 그러나 수신기는 자신의 능력에 따라 상위 버전 트랜스폰더로부터 수신된 메시지의 부분을 디코딩할 수 있다.

5.2.4.1 초기 메시지 디코딩

Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템은 새로운 ADS-B 목표물을 포착할 때, 상위 버전의 메시지 형식이 사용 중임을 나타내는 항공기 운영 상태 메시지를 수신하기 전까지 또는 수신하지 않는 한, 초기에는 버전 0 ADS-B 메시지에 적용되는 디코딩 규정을 적용해야 한다.

5.2.4.2 버전 번호 적용

Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템은 항공기 운용 상태 메시지에 전달된 버전 번호 정보를 디코딩해야 하며, 해당 특정 항공기 또는 차량으로부터의 후속 확장 스쿼터 ADS-B 메시지의 디코딩을 위해 수신 시스템이 지원하는 최고 버전까지 보고된 버전에 대한 해당 디코딩 규칙을 적용해야 한다.

5.2.4.3 예약된 메시지 하위필드 처리

Mode S 확장 스쿼터 수신 시스템은 예약된 것으로 정의된 메시지 하위필드의 내용을 무시하여야 한다.

주.- 이 조항은 이전 수신기 버전에서 무시되고 새로운 수신기 버전에서 올바르게 디코딩되는 추가 파라미터의 정의를 허용함으로써 메시지 버전 간의 상호 운용성을 지원한다.

5장 표

표 5-1. ADS-B 클래스 A 장비 특성

장비 클래스	최소 전송 전력 (안테나 단자에서)	최대 전송 전력 (안테나 단자에서)	공중 또는 지상	필요한 최소 확장 스쿼터 메시지 기능 (주2 참조)
A0 (최소)	18.5dBW (주1 참조)	27dBW	공중	공중 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 항공기 운항 현황 확장 스쿼터 항공기 상태
			지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황 확장 스쿼터 항공기 상태
A1 (기본)	21dBW	27dBW	공중	공중 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 항공기 운항 현황 확장 스쿼터 항공기 상태
			지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황 확장 스쿼터 항공기 상태
A2 (향상)	21dBW	27dBW	공중	공중 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 항공기 운항 현황 확장 스쿼터 항공기 상태 대상 상태 및 현황
			지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황 확장 스쿼터 항공기 상태
A3 (확장)	23dBW	27dBW	공중	공중 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 항공기 운항 현황 확장 스쿼터 항공기 상태 대상 상태 및 현황
			지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황 확장 스쿼터 항공기 상태
주 1.- Mode S 트랜스폰더의 이 범주 사용에 대한 제한은 3장 3.1.2.10.2를 참조하라.				
주 2.- 클래스 A 장비에 적용될 수 있는 확장 스쿼터 메시지는 Mode S 서비스 및 확장 스쿼터에 대한 기술 조항(Doc 9871)에 정의되어 있다.				

표 5-2. ADS-B 클래스 B 장비 특징

장비	최소 전송	최대 전송	공중 또는	필요한 최소 확장 스쿼터
----	-------	-------	-------	---------------

클래스	전력(안테나 단자에서)	전력(안테나 단자에서)	지상	메시지 기능
B0 (공중)	18.5dBW (주1 참조)	27dBW	공중	공중 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 항공기 운항 현황 확장 스쿼터 항공기 상태
			지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황 확장 스쿼터 항공기 상태
B1 (공중)	21dBW	27dBW	공중	공중 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 항공기 운항 현황 확장 스쿼터 항공기 상태
			지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황 확장 스쿼터 항공기 상태
B2 Low (지상 운송 수단)	8.5dBW	< 18.5dBW (주2 참조)	지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황
B2 (지상 운송 수단)	18.5dBW	27dBW (주2 참조)	지상	지상 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항현황
B3 (고정 장애물)	18.5dBW	27dBW (주2 참조)	공중 (주3 참조)	공중 위치 항공기 식별 및 범주 항공기 운항 현황
<p>주 1.- Mode S 트랜스폰더의 이 범주 사용에 대한 제한은 3장 3.1.2.10.2를 참조하라.</p> <p>주 2.- 해당 ATS 기관은 최대 허용 전력 레벨을 획득할 것으로 예상된다.</p> <p>주3.- 고정 장애물은 공중 항공기의 위치를 파악하는 것이 주된 관심사이기 때문에 공중 ADS-B 메시지 형식을 사용한다.</p>				

표 5-3. 공중수신시스템의 수신실적

수신기 클래스	의도된 공중-공 중 작동 범위	수신기 최소 트리거 기준 수준 (MTL) (주1 참조)	수신 기법 (주2 참조)	필요한 확장 스쿼터 ADS-B 메시지 지원 (ADS-R 및 ADS-SLR 포함)	필요한 확장 스쿼터 TIS-B 메시지 지원 (관리메시지 포함)
A0 (기본 VFR)	10NM	-72dBW	표준	공중 위치 지상 위치 공중 속도 항공기 식별정보 및 범주 항공기 상태 항공기 운항 현황	정밀 공중 위치 정밀 지상 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 관리
A1 (기본 IFR)	20NM	-79dBW	향상	공중 위치 지상 위치 공중 속도 항공기 식별정보 및 범주 항공기 상태 항공기 운항 현황	정밀 공중 위치 정밀 지상 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 관리
A2 (향상된 IFR)	40NM	-79dBW	향상	공중 위치 지상 위치 공중 속도 항공기 식별정보 및 범주 항공기 상태 항공기 운항 현황 대상 상태 및 현황	정밀 공중 위치 정밀 지상 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 관리
A2 (확장된 기능)	90NM	-84dBW (수신 확률 15 % 에 서 -87dBm)	향상	공중 위치 지상 위치 공중 속도 항공기 식별정보 및 범주 항공기 상태 항공기 운항 현황 대상 상태 및 현황	정밀 공중 위치 정밀 지상 위치 항공기 식별 및 범주 공중 속도 관리

주 1.- 특정 MTL은 수동 안테나를 가정하여 안테나의 출력단에서 신호 레벨을 참조한다. 만일 전자 증폭이 안테나 어셈블리에 통합되어 있다면, MTL은 증폭기에 대한 입력에서 참조된다. 클래스 A3 수신기의 경우, 두 번째 성능 레벨은 -87dBm의 수신 신호 레벨에서 정의되며, 여기서 15%의 메시지가 성공적으로 수신될 것이다. MTL 값은 비간섭 조건에서의 수신을 의미한다.

주 2.- 확장된 스쿼터 수신기 수신 기법들은 5.2.2.4에 정의된다. “표준” 수신 기법들은 ACAS 1090 MHz 수신기들에 요구되는, 단일 중첩 Mode A/C 비동거 허위 응답(fruit)를 처리하도록 의도된 베이스 라인 기법들을 지칭한다. “향상된” 수신 기법들은 다중 중첩 Mode A/C fruit의 존재에서 향상된 수신 성능을 제공하고 중첩되는 더 강한 Mode S fruit의 존재에서 향상된 디코더 재트리거를 제공하도록 의도된 기법들을 지칭한다. 특정 공중 수신기 클래스에 적용될 수 있는 향상된 수신 기법에 대한 요구사항들은 5.2.2.4에 정의된다.

주 3.- 관리메시지에는 TIS-B, ADS-R 및 ADS-SLR 업무가 포함된다. ADS 재방송(ADS-R)과 ADS 동일 링크 재방송(ADS-SLR)은 Doc 9871에 정의되어 있다.

표 5-4. Mode S 확장 스쿼터 공중수신시스템 보고 요구사항

수신기 클래스	최소 ADS-B 보고 요구사항	최소 TIS-B 보고 요구사항
A0 (기본 VFR)	ADS-B 상태 벡터 보고서 (5.2.3.3.1 기준) 그리고 ADS-B 모드 상태 보고서 (5.2.3.3.2 기준)	TIS-B 주 보고서 그리고 교통 상향링크 관리 보고서
A1 (기본 IFR)	ADS-B 상태 벡터 보고서 (5.2.3.3.1 기준) 그리고 ADS-B 모드 상태 보고서 (5.2.3.3.2 기준) 그리고 ADS-B 공기 기준 속도 보고서(ARV) (5.2.3.3.3 기준)	TIS-B 주 보고서 그리고 교통 상향링크 관리 보고서
A2 (향상 IFR)	ADS-B 상태 벡터 보고서 (5.2.3.3.1 기준) 그리고 ADS-B 모드 상태 보고서 (5.2.3.3.2 기준) 그리고 ADS-B ARV 보고서 (5.2.3.3.3 기준) 그리고 ADS-B 목표 상태 보고서 (5.2.3.3.5 기준)	TIS-B 주 보고서 그리고 교통 상향링크 관리 보고서
A3 (확장 기능)	ADS-B 상태 벡터 보고서 (5.2.3.3.1 기준) 그리고 ADS-B 모드 상태 보고서 (5.2.3.3.2 기준) 그리고 ADS-B ARV 보고서 (5.2.3.3.3 기준) 그리고 ADS-B 목표 상태 보고서 (5.2.3.3.5 기준)	TIS-B 주 보고서 그리고 교통 상향링크 관리 보고서
주. - 교통 상향링크 관리보고에는 TIS-B, ADS-R 및 ADS-SLR 업무상태가 포함된다.		

5장 그림

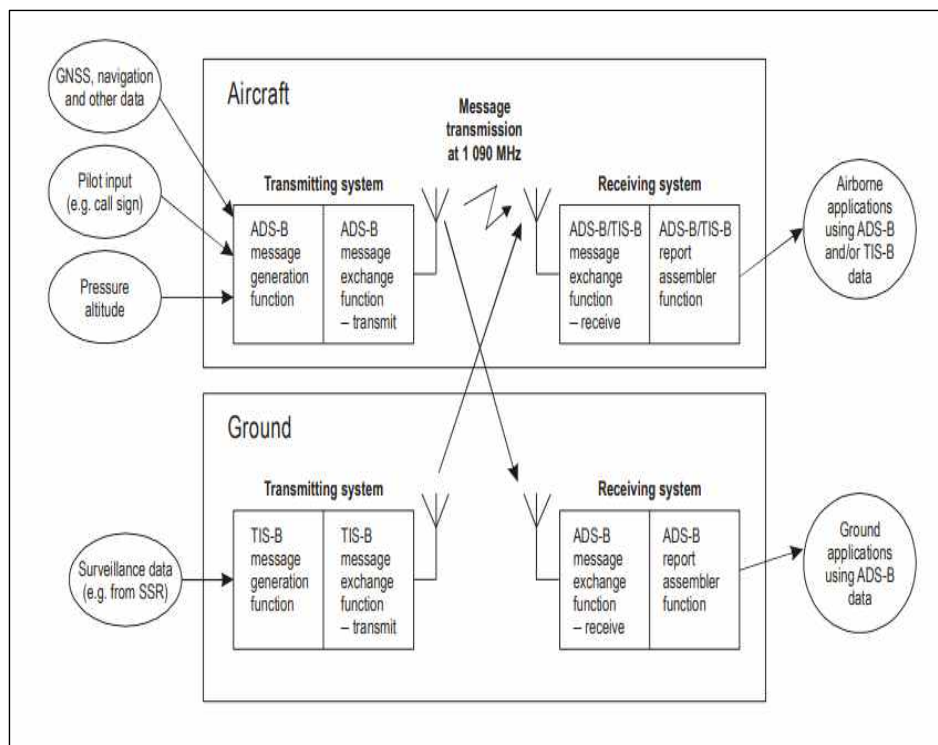


그림 5-1. ADS-B/TIS-B 시스템 기능 모델

제6장. MLAT(Multilateration System : 다변측정감시시스템)

주 1.- MLAT(Multilateration System : 다변측정감시시스템) 시스템은 여러 지상 수신기 사이의 이차감시레이더(SSR) 트랜스폰더(또는 비-트랜스폰더 장치의 확장 스쿼터 전송) 전송의 TDOA(time difference of arrival : 도착 시간차)를 사용하여 항공기(또는 지상 차량)의 위치를 결정한다. 다변측정감시시스템은 다음과 같다:

- a) 수동적, 다른 질문에 대한 트랜스폰더 응답 또는 자발적 스쿼터 전송 사용;
- b) 활성화, 이 경우 시스템 자체가 통달범위 영역에서 항공기에게 질문한다;
- c) a)와 b)의 결합.

주 2.- MLAT 및 WAM에 대한 상세한 기술 지침은 항공감시매뉴얼(Doc 9924), 부록 L에서 찾을 수 있다. EUROCAE ED-117A - A-SMGCS에서 사용하기 위한 Mode S 다중측정감시 시스템용 MOPS 및 ED-142 - 광역다중측정감시 시스템(WAM)을 위한 기술 규격에 포함된 자료는 대부분의 응용 기능에 대한 MLAT 시스템의 계획, 구현 및 만족스러운 운용을 위한 정보를 제공한다.

6.1 정의

“다변측정감시시스템(MLAT)”이란 주로 도착 시간차(TDOA) 기술을 사용하여 이차감시레이더(SSR) 트랜스폰더 신호(응답 또는 스쿼터)로부터 유도된 위치를 제공하도록 구성된 장비 그룹을 말한다. 식별을 포함하는 추가 정보가 수신된 신호로부터 추출될 수 있다.

“도착 시간 차이(TDOA)”란 동일한 항공기(또는 지상 차량)로부터의 트랜스폰더 신호가 상이한 수신기에서 수신되는 상대적인 시간 차이를 말한다.

“광역 다변측정(WAM) 시스템”이란 항로 감시, 터미널 지역 감시 및 고도 감시 및 정밀 활주로 감시(PRM)와 같은 기타 애플리케이션을 지원하기 위해 배치된 다변측정감시시스템을 말한다.

6.2 기능 요구사항

6.2.1 1,090MHz MLAT 시스템에서 사용되는 신호의 무선 주파수 특성, 구조 및 데이터 내용은 제3장의 규정을 준수하여야 한다.

6.2.2 항공 교통 감시에 사용되는 MLAT 시스템은 항공기 위치와 식별정보를 결정할 수 있어야 한다.

주 1.- 용도에 따라 항공기의 2차원 또는 3차원 위치가 필요할 수 있다.

주 2.- 항공기 식별정보는 다음으로부터 결정될 수 있다:

a) Mode A 또는 Mode S 응답에 포함된 Mode A 코드; 또는

b) Mode S 응답 또는 확장 스쿼터 ID 및 범주 메시지에 포함된 항공기 식별정보.

주 3.- 기타 항공기 정보는 기회 전송 신호(즉, 스쿼터 또는 기타 지상 질문에 대한 응답)을 분석하거나 MLAT 시스템에 의한 직접 질문을 통해 얻을 수 있다.

6.2.3 MLAT 시스템이 전송에 포함된 추가 위치 정보를 디코딩할 수 있는 경우 TDOA에 기초하여 계산된 항공기 위치와 별도로 보고하여야 한다.

6.3 무선 주파수 환경 보호

주.- 이 섹션은 능동형 MLAT 시스템에만 적용된다.

6.3.1 시스템 간섭을 최소화하기 위해 능동형 질문기의 유효 방사 전력을 각 개별 질문기 사이트의 운용 요구 범위와 일치하는 최저 값으로 감소시켜야 한다.

주.- 전력 고려에 관한 지침 자료는 항공 감시 매뉴얼(Doc 9924)에 수록되어 있다.

6.3.2 능동형 MLAT 시스템은 요구되는 업데이트 주기 내에 수동적으로 수신하여 얻을 수 있는 정보를 얻기 위해 능동형 질문을 사용하지 않아야 한다.

주.- 트랜스폰더 점유는 전방향 안테나들의 사용에 의해 증가될 것이다. 그것들의 더 높은 전송률 때문에 Mode S 선택적 질문들에 대해 특히 중요하다. 모든 Mode S 트랜스폰더들은 주소가 지정된 트랜스폰더뿐만 아니라 각각의 선택적 질문을 디코딩하도록 점유될 것이다.

6.3.3 송신기 세트로 구성된 능동형 MLAT 시스템은 단일 Mode S 질문기로 간주해야 한다.

6.3.4 공역의 어느 부분에서나 모든 능동형 MLAT 시스템이 사용하는 송신기 세트는 모든 MLAT 1030 MHz 질문의 총합으로 인해 트랜스폰더 점유율이 어느 시점에서든 2%를 초과하도록 영향을 주어서는 안 된다.

주 1.- 이는 최소 요구사항을 나타낸다. 일부 지역에서는 더 엄격한 요구사항을 부과할 수 있다.

주 2.- Mode S 질문만 사용하는 MLAT 시스템의 경우, 2%는 MLAT 기술을 사용하는 모든 시스템에서 수신되는 초당 400개 이하의 Mode S 질문에 해당한다.

6.3.5 능동형 MLAT 시스템은 Mode S All-Call 질문을 사용하지 않아야 한다.

주.- Mode S 항공기는 유효한 질문기가 없는 영공에서도 포착 스쿼터 또는 확장 스쿼터를 수신하여 획득할 수 있다.

6.4 성능 요구사항

6.4.1 항공 교통 감시에 사용되는 MLAT 시스템의 성능 특성은 의도한 운용 서비스를 만족스럽게 지원할 수 있어야 한다.

제7장. 항공기 감시 애플리케이션을 위한 기술 요구사항

주 1.- 항공기 감시 애플리케이션은 다른 항공기/차량 또는 지상국이 전송한 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance - Broadcast : ADS-B) 메시지 정보를 수신하고 사용하는 항공기를 기반으로 한다. 항공기가 ADS-B/TIS-B(Traffic Information Service - Broadcast : 교통 정보 서비스-방송) 메시지 정보를 수신하고 사용하는 기능을 ADS-B/TIS-B IN이라고 한다.

주 2.- 초기 공중 감시 애플리케이션은 ATSA(airborne traffic situational awareness : 공중 교통 상황 인식)을 제공하기 위해 1,090MHz 확장 스쿼터에서 ADS-B 메시지를 사용하며, "동일 항로상 절차" 및 "접근 시 강화된 시계 분리"를 포함할 것으로 예상된다.

주 3.- 전술한 애플리케이션들에 대한 상세한 설명은 RTCA/DO-289 및 DO-312에서 확인할 수 있다.

7.1 일반 요구사항

7.1.1 교통 데이터 기능

주.- 다른 항공기가 공중 감시 응용을 위해 사용하는 ADS-B 메시지를 전송하는 항공기를 기준 항공기라고 한다.

7.1.1.1 기준 항공기 식별

7.1.1.1.1 시스템은 애플리케이션과 관련된 각 기준 항공기를 명확하게 식별할 수 있는 기능을 지원해야 한다.

7.1.1.2 기준 항공기 추적

7.1.1.2.1 시스템은 애플리케이션과 관련된 각 기준 항공기의 움직임과 행동을 모니터링하는 기능을 지원해야 한다.

7.1.1.3 기준 항공기의 항적

7.1.1.3.1 권고- 시스템은 단순한 외삽(extrapolation)을 넘어 기준 항공기의 미래 위치를 예측할 수 있는 계산 기능을 지원할 수 있다.

주 - 이 기능은 향후 애플리케이션에 필요할 것으로 예상된다.

7.1.2 트래픽 표시

주.- 이 절에 포함된 조항은 ACAS(Airborne Collision Avoidance System : 공중충돌경고장치)와 ADS-B/TIS-B IN 메시지 수신에 의해 생성된 트랙이 하나의 디스플레이에 표시되는 경

우에 적용된다.

7.1.2.1 시스템은 각각의 개별 항공기에 대하여 오직 하나만의 항적만을 표시해야 한다.

주.- 이는 ACAS와 ADS-B/TIS-B IN이 설정한 트랙이 표시되기 전에 적절하게 상호 연관되고 상호 검증되었는지 확인하기 위함이다.

7.1.2.2 ADS-B/TIS-B IN에서 만들어진 항적과 ACAS에서 만들어진 항적이 동일한 항공기에 속하는 것으로 판단된 경우, ADS-B/TIS-B IN에 의해 생성된 항적이 표시되어야 한다.

주.- 가까운 거리에서 ACAS에 의해 생성된 트랙이 ADS-B/TIS-B IN에 의해 생성된 트랙보다 더 나은 정확도를 제공할 수 있다. 상기 요구사항은 디스플레이의 연속성을 보장한다.

7.1.2.3 항적의 표출은 ACAS 표시 요구사항을 따라야 한다.

주.- 섹션 4.3은 디스플레이의 색상 코딩과 가독성을 다룬다.