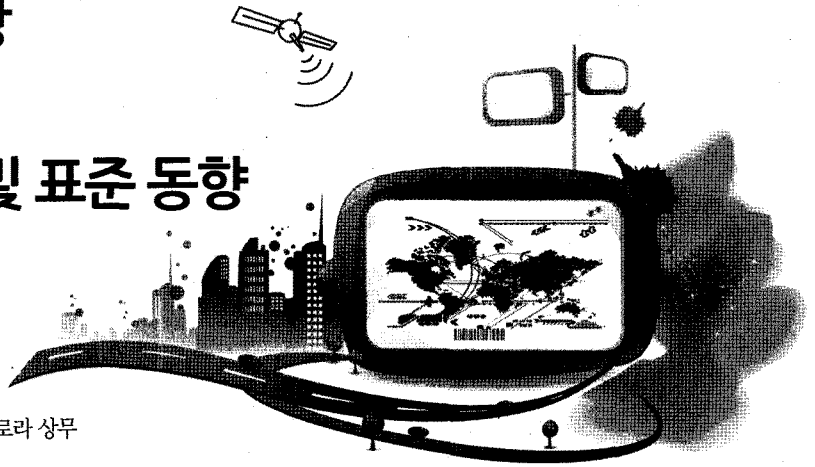


해외 재난통신망 구축 현황과 재난통신 기술 및 표준 동향



홍영삼 | TTA 재난통신 PG 부의장, 모토로라 상무

1. 머리말

국제적으로는 2001년도에 미국 뉴욕에서 발생한 911 테러와 국내적으로 2003년 대구 지하철에서 발생한 화재 사고로 국가차원의 재난통신망을 구축하는 것의 필요성이 제기 되었다. 이에 따라 우리도 통합지휘 무선

통신망이란 이름의 재난통신망을 2006년도부터 일부 구축했으며, 이제 나머지 부분을 계획하고 완성시켜야 하는 상황이다. 이에 해외재난통신망의 구축 현황과 재난통신 기술 및 표준화 현황을 살펴봄으로써 우리의 나아갈 바를 점검해 보는 기회를 갖고자 한다.

〈표 1〉 테트라 또는 P25 통신망이 구축된 국가 현황

대륙	국가명	총 국가 수
아프리카	Algeria, Angola, Botswana, Congo, Djibouti, Kenya, Libya, Morocco, Namibia, Nigeria, Senegal, South Africa, Sudan, Tanzania, Tunisia, Uganda	16
아시아·태평양	Afghanistan, Australia, Azerbaijan, Bangladesh, Bhutan, Brunei, China, East Timor, Georgia, India, Indonesia, Kazakhstan, Malaysia, Maldives, Mongolia, New Caledonia, New Zealand, Pakistan, Philippines, Singapore, R.O.Korea, Taiwan, Thailand, Turkmenistan, Uzbekistan, Vietnam	26
중동	Bahrain, Egypt, Iran, Iraq, Israel, Jordan, Kuwait, Lebanon, Oman, Palestine, Qatar, Saudi Arabia, Syria, Turkey, UAE	16
라틴 아메리카	Argentina, Aruba, Bermuda, Brazil, Chile, Colombia, Curacao, Dominican Republic, Ecuador, Haiti, Mexico, Panama, Peru, St. Martin, Trinidad & Tobago, Venezuela	15
동유럽	Belarus, Bosnia, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Estonia, Hungary, Kosovo, Latvia, Lithuania, Macedonia, Poland, Romania, Russia, Serbia, Slovakia, Slovenia, Ukraine	18
스칸디나비아	Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden	5
남유럽	Andorra, Gibraltar, Greece, Italy, Malta, Monaco, Portugal, Spain	8
서유럽	Austria, Belgium, France, Germany, Ireland, Luxemburg, Netherlands, Switzerland, UK, Vatican City	10
미주	Canada, U.S.A	2
총계		116

2. 해외 재난통신망 구축 현황

국제적으로 표준화된 재난통신망의 기술로 테트라(TETRA)와 P25가 있으며, 이들 기술을 사용하는 재난통신망의 해외 구축 현황을 알아본다.

2.1 재난통신망 구축 국가

다음 <표 1>과 같이 총 116개 국가에 테트라 또는 P25 통신망이 구축되었다. 이들 대부분의 국가들은 재난통신을 가장 중요한 서비스로 고려하고 있다.

<표 2> 대표적인 국가통합망의 현황

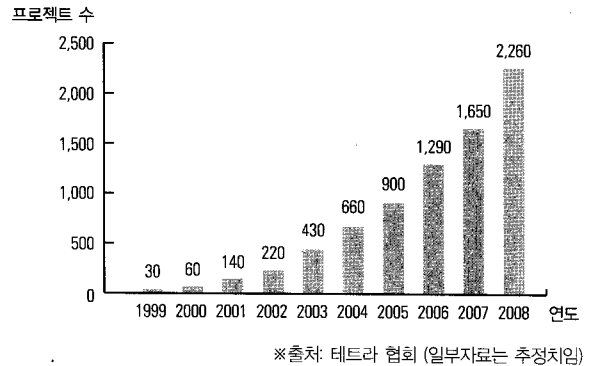
국가명	프로젝트 또는 네트워크 명칭	기술방식	구축연도
노르웨이	Nodnett	TETRA	2007~2011
네덜란드	C2000	TETRA	1999~2004
독일	BOS Digital Radio Network	TETRA	2007~
덴마크	SINE (Sikkerheds Nettet)	TETRA	2008~2011
루마니아	Botosani and IASI County	TETRA	2007~2011
말레이시아	RMP Digital Migration	P25	구축 중
미국(미시건주)	MPSCS	P25	2008
미국(유타주)	-	P25	-
벨기에	ASTRID	TETRA	2003~2005
스웨덴	Rakel	TETRA	2006~2010
아이슬란드	Neydarlinan 112	TETRA	2006~2008
아일랜드	TETRA Ireland	TETRA	2008~2011
영국	Airwave	TETRA	2000~2005
오스트리아	Digital Radio BOS	TETRA	2006~2009
인도네시아	IPOL	P25	구축 중
중국(청두)	Chengdu GRN	TETRA	2010~2011
중국(광저우)	Guangzhou GRN	TETRA	2010~2011
포르투갈	SIRESP	TETRA	2007~2010
핀란드	Virve	TETRA	1998~2002
호주(Victoria)	MMR	P25	-
호주 (New South Wales)	-	P25	-
홍콩	HKP CC3	TETRA	2004~2006

2.2 대표적인 국가통합망

이 중 대표적인 재난통신용 해외 국가통합망은 <표 2>와 같다.

2.3 재난통신망의 증가 추세

표준화된 재난통신망의 기술 중 국제적으로 가장 널리 사용되고 있는 테트라를 이용한 통신망의 연도별 증가추세는 [그림 1]과 같다. 최근 5년간의 증가추세는 연평균 약 39%로 지속적으로 증가하고 있다.



[그림 1] 테트라망의 증가 추세

3. 재난 통신 기술

3.1 재난통신의 주요 서비스

재난통신에서 중요하게 사용되는 주요 서비스는 다음과 같다.

- 그룹 통화([그림 2] 참조)
- 통화대기 기능([그림 2] 참조)
- 우선순위 통화
- 지역선택 호출 통화기능
- 비상 통화
- 동적그룹 재편성
- 가로채기 기능
- 단문 데이터서비스
- 패킷 데이터서비스

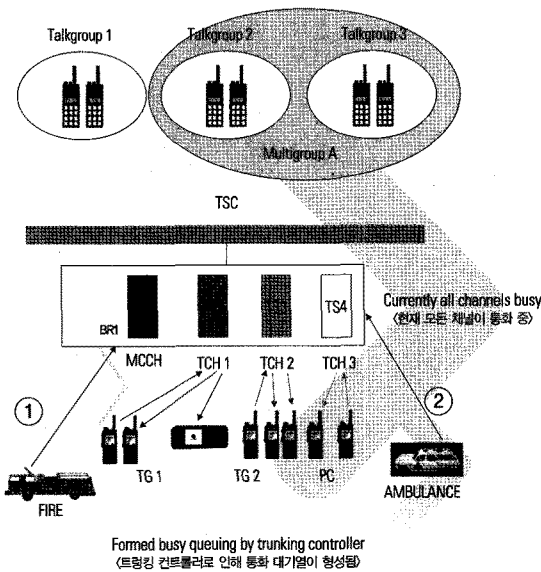
- 주변음 원격청취 기능
- 우선기지국 선택사용 기능(그림 3 참조, 재난활동에 동원된 헬기나 항공기에 사용하기에 적합)
- 유선지령대통화
- 단말 간 직접 통화
- 무전기 인증
- 무선구간 암호 통화
- 종단 간 암호 통화
- 위성망을 이용한 이동차량기지국

3.2 테트라 기술

3.2.1 테트라 릴리스 1

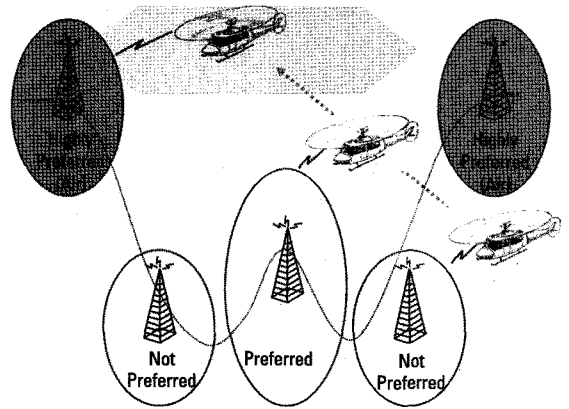
테트라 표준기술은 기존의 25KHz 채널을 4개로 시분할 함으로써 4개의 통화로를 제공할 수 있다. 이는 [그림 4]와 같이 60msec에 해당하는 음성 신호를 A/D 변환 후에 ACELP 부호화해 14.2msec로 압축함으로써 가능한 것이다.

음성그룹통화는 동일 채널에서 송신되어 다수의

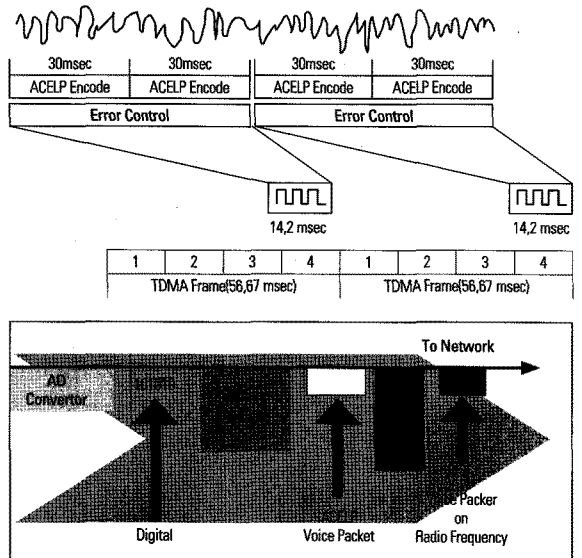


[그림 2] 그룹통화와 통화대기 개념도

무전기에 재전송 없이 성공적으로 전송되어야 한다. ACELP 부호화하여 음성을 전송하는 테트라의 기지국과 무전기는 25KHz의 채널 대역을 사용한다. 이에 비하여 넓은 채널 대역을 사용하는 광대역 방식에서는 넓은 채널 대역을 사용하게 된다. 수신감도가 저하되며 이점에서 현재로서는 음성그룹통화를 위한 서비스에서 테트라 방식이 광대역 방식에 비하여 월등히 앞서 있는 것이다.



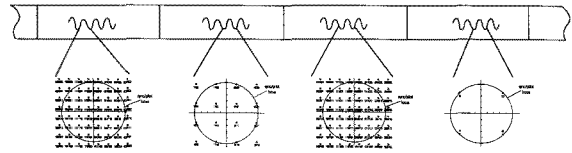
[그림 3] 우선기지국 선택사용 기능 예



[그림 4] 테트라의 음성 변환 및 부호화

3.2.2 테트라 릴리스 2

테트라 릴리스 2의 핵심은 TEDS(TETRA Enhanced Data Service)로서 고속 패킷데이터 서비스를 위하여 QAM 변조를 추가했다. 그러나 이동성관리, 호처리, 음성통화 및 일반 데이터 서비스를 위해서는 기존의 테트라 릴리스 1을 그대로 사용한다.



※ 각 타임슬롯은 단말기의 데이터 필요, 기지국과의 거리 등에 따라 각기 다른 변조방식이 사용될 수 있다.

[그림 6] TEDS의 적응형 변조방식의 예

(1) 가변적인 변조방식

반송파는 25, 50, 100 또는 150KHz 의 대역폭을 갖는다. 25KHz마다 2.7KHz 간격으로 8개의 부반송파로 나뉘며, 부반송파의 심볼률은 2,400bps이다. 부반송파는 4QAM, 16QAM 또는 64QAM으로 변조된다.[그림 5]

(2) 적응형 변조

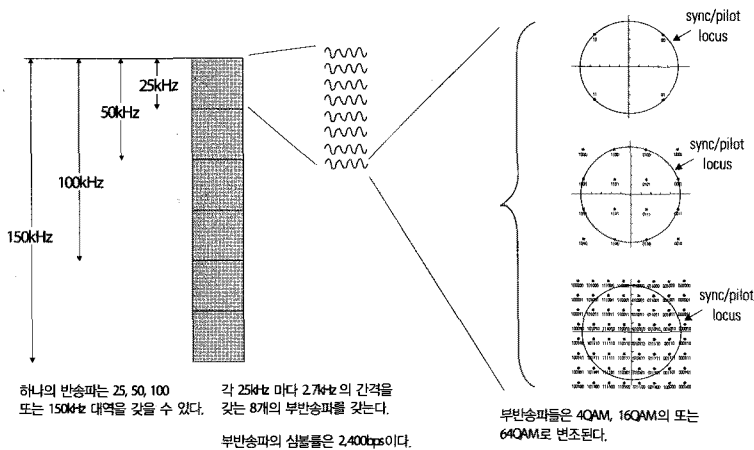
데이터 통신 전송률의 필요, 기지국과의 거리 등에 따라 타임슬롯마다 최적의 변조를 다르게 선택하여 사용될 수 있다. 참고로, 광대역 데이터 통신에서도 적응형 변조가 선택될 수 있는데, 이러한 적응형 변조방식은 1:1 데이터 통신에서만 쓰일 수 있는 것이다. 한편, 음성그룹 통화에서는 불특정 다수의 단말기에 동시에 실시간으로 동일한 내용을 송수신해야 하기 때문에 이와 같은 적응형 변조를 사용할 수 없게 된다.

3.3 P25 기술

P25 표준 기술은 Phase 1과 Phase 2로 구분하고 있으며, Phase 1에서는 25KHz의 대역을 12.5KHz로 분할하여 두 배로 채널효율을 향상시켰으며, Phase 2에서 2:1 시분할을 도입함으로써 테트라와 동일한 채널 효율을 획득하게 되었다. Vo-coder로는 Phase 1에서 IMBE를 Phase 2에서 DVSI Enhanced Dual Rate AMBE를 채택했다.

4. 재난통신기술의 표준화 동향

공공안전 및 사설통신망으로 국제표준화되어 사용되는 대표적인 기술은 미주지역에서 주로 사용되는 P25와 유럽지역에서부터 사용되기 시작한 테트라 방식이 있다.



하나의 반송파는 25, 50, 100 또는 150kHz 대역을 갖을 수 있다. 각 25kHz 마다 2.7kHz의 간격을 갖는 8개의 부반송파를 갖는다. 부반송파의 심볼률은 2,400bps이다.

부반송파들은 4QAM, 16QAM의 또는 64QAM로 변조된다.

[그림 5] TEDS의 가변적인 변조방식의 예

4.1 P25 표준

P25 표준은 2001년에 APCO Project 25 Interface Committee(APIC)의 Inter-RF Subsystem Interface Task Group에 의하여 초안이 작성되고 TIA의 TR-8 기술위원회에서 표준작업을 완성시켰다.

4.1.1 TIA TR-8의 조직

TR-8은 다음과 같은 분과위원회를 구성하고 있다.

- TR-8.1 Equipment Measurement Procedures
- TR-8.3 Encryption
- TR-8.4 Vocoders
- TR-8.5 Signaling and Data Transmission
- TR-8.6 Equipment Performance Recommendations
- TR-8.8 Broadband Data System
- TR-8.10 Trunking and Conventional Control
- TR-8.11 Antenna Systems
- TR-8.12 Two-Slot TDMA Systems
- TR-8.15 Common Air Interface
- TR-8.17 RF Exposure
- TR-8.18 Wireless Systems Compatibility Interference and Coverage
- TR-8.19 Wireline Systems Interfaces
- TR-8.25 Compliance Assessment

4.1.2 P25의 표준대상

P25는 [그림 7]과 같이, 8개 부분을 표준대상으로 하고 있다.

- Common Air Interface(CAI)
- Subscriber Data Peripheral Interface
- Fixed/Base Station Subsystem Interface(FSSI)
- Console Subsystem Interface(CSSI)

- Network Management Interface
- Data Network Interface
- Telephone Interconnect Interface
- Inter-RF Subsystem Interface(ISSI)

P25는 최초 Phase 1에서 12.5KHz의 채널을 사용하도록 규정했고, Phase 2에서 2 타임슬롯을 도입함으로써 테트라와 동일한 채널 효율(25KHz 채널에서 4개의 통화로 사용)을 획득하게 되었다. 그리고 Phase 2에서 Phase 1의 기술이 호환되도록 규격이 기술되어 있다.

4.2 테트라 표준

테트라 표준은 1994년 처음 표준이 완성되었는데, 이를 테트라 릴리스 1이라 하며, 이어 테트라 릴리스 2가 발표되었다. 현재 테트라 릴리스 1의 제품들은 이미 널리 상용화 되었으며, 현재 릴리스 2의 제품들도 시장에 출시되기 시작하고 있다.

4.2.1 ETSI TC 테트라의 조직

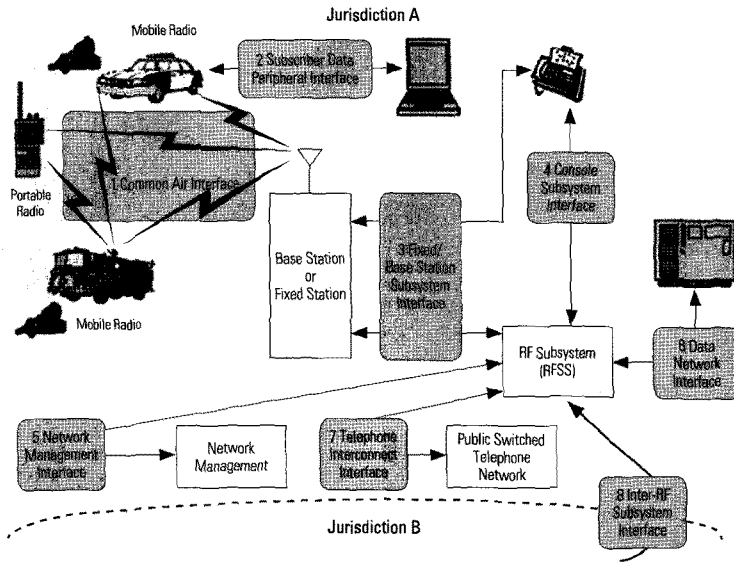
ETSI TC 테트라는 산하에 다음과 같은 작업그룹을 두고 있다.

- WG1 Services
- WG2 Trunked Mode Operation
- WG4 High Speed Data
- WG6 Security
- WG8 Direct Mode Operation

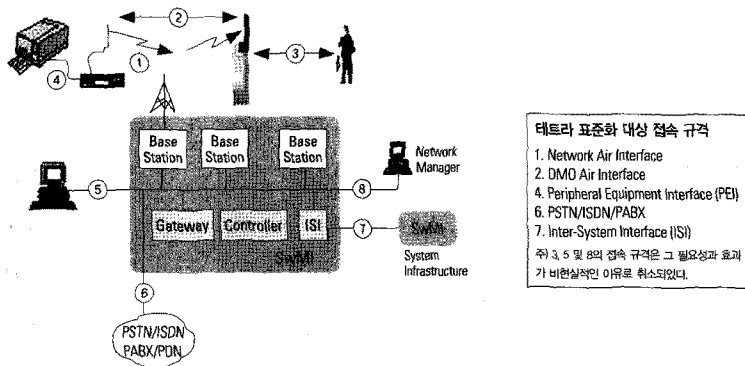
4.2.2 테트라의 표준 대상

테트라는 [그림 8]과 같이, 다음을 표준 대상으로 하고 있다.

1. 망 무선접속 규격



[그림 7] P25의 표준대상



[그림 8] 테트라 표준대상

- 2. DMO 무선접속 규격
- 4. PEI 접속 규격
- 6. 전화망 접속 규격
- 7. 망간 접속 규격

4.3 광대역 방식

높은 데이터 전송속도를 위하여 광대역이 필요하게 된다. P25와 테트라 표준에서도 광대역방식으로서의 포함하는 방향으로 발전하고 있다. 그러나 기존의 음성

통화에 대한 기술을 기본적으로는 그대로 유지하면서 광대역방식을 추가하려고 목표하고 있음에 주목해야 한다. 테트라 릴리스 2가 테트라 1의 음성처리 부분을 그대로 유지하며 TEDS를 추가했듯이, 테트라 릴리스 3에서도 마찬가지로 광대역 데이터 채널을 추가하는 것을 과업목표로 하고 있다. 즉, 광대역 방식이 25KHz의 채널대역에서 구현되는 음성그룹통화를 대체하려는 것을 단기 목표로 설정하지 않고 있으며, 기존의 표준과 호환이 가능한 상태로 발전하고자 하는 것이다.

4.4 기타의 표준

이와는 별개로 PSC-E, IEEE 802.16, 또는 3GPPA(4G LTE) 등의 프로그램에서도 광대역방식을 추진하고 있다. 그러나 이들은 광대역 데이터 통신에 중점을 두고 있으며, 음성그룹통신 중점으로 하는 기존의 P25나 테트라 표준과의 호환을 염두에 두지 않고 있다.

■ 5. 맺음말

재난통신 중 그룹통화 위주의 음성서비스를 위해서는 현재의 테트라 또는 P25기술을 사용해야 할 것이며, 이미 테트라 시스템을 구축한 우리의 경우는 이를 계속 유지하는 것이 경제적이다 할 것이다. 또한 광대역 데이터 서비스에 대해서는 ETSI에서 추구하고 있는 테트라 릴리스 3, 미국에서 PPDR에서 선택한 LTE 기술, 기타 WiMAX 등을 검토할 필요가 있으나, 이것으로 음성그룹통화를 위한 서비스를 늦추어서는 안 될 것이다. 왜냐하면 이들이 현재 구축된 음성그룹통화 서비스를 위한 기술을 대체하고자 하는 것이 아니기 때문이다. 재난사건의 발생이 빈번해지고 대형화되고 있는 것에 대비하여 모든 국가에서 재난통신을 경쟁적으로 구축하고 있는 것이 현 추세이다. 우리가 재난통신망의 확장 계획과 이의 완성을 서두르지 않는다면, 말은 바 책무와 의무를 다하지 못하는 자세라 할 수 있다. 이미 구축된 망과 단말기들의 사용의 효과를 증대시킬 노력과 함께 남은 부분을 보다 효과적으로 그리고 경제적으로 완성시킬 수 있는 방안을 찾는 데 우리의 지혜를 모을 수 있기를 바란다.

[참고문헌]

- [1] ETSI(2005.5), TR 102 021-1 User Requirement Specification TETRA Release 2; Part 1: General overview, ETSI
- [2] ETSI(2002.10), TR 102 021-2 User Requirement Specification TETRA Release 2; Part 2: High Speed Data, ETSI
- [3] ETSI(2007.9), EN 300 392-2 TETRA V+D Part2: Air Interface, ETSI
- [4] TETRA Association(2008.6), OUA, TF08-48-07 Service Overview for TEDS Phase 1, TETRA Association
- [5] 소방방재청(2005.8), 통합지휘무선통신망 구축 시범사업 - 통신망장비 구입설치 시방서, 서울:소방방재청
- [6] 윤석원(2009.12), '재난안전 무선통신망 정책방향 수립을 위한 연구', 서울:정보통신정책연구원
- [7] 김응배, 김경아, 홍영삼(2006.2), '국가통합지휘무선통신망(TETRA) 기술표준 및 기술동향', 서울:한국통신학회지 (정보통신)
- [8] 김응배, 김경아, 홍영삼(2008.11), '국가통합지휘무선통신망과 패킷데이터 통신', 서울:전자공학회
- [9] www.etsi.org/tetra, ETSI TC TETRA
- [10] www.tetra-association.com, TETRA 협회
- [11] www.tiaonline.org, TIA
- [12] www.fcc.gov, FCC **TIA**