

主題

ADSL용 단말장치에 대한 국가 기술기준의 규정 방안

한국전자통신연구원 표준연구센터 김 옹 환

차 례

- I. 서언
- II. 기술기준과 형식승인
- III. ADSL회선의 표준 제정 현황
- IV. ADSL 기술기준의 제안
- V. 결론

I. 서 언

기존의 전화가입자 동선 선로를 활용하여 고속 디지털 정보를 전송할 수 있는 각 종의 xDSL 기술은 당분간 급속도로 통신 시장을 점유할 것으로 예상되며, 아울러 IDSL, ADSL, RADSL, HDSL, SDSL, VDSL 등의 다양한 전송기술이 개발되고 있다[1],[2].

특히, ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line) 전송기술은 1990년대 초 Video-On-Demand 서비스를 위한 전송 매체로 등장하여, 근래에 이르러 고속도의 인터넷서비스를 제공하기 위한 한가지 방안이 되고 있다. 현재 이 기술은 세계적으로 많은 시범 및 상용 서비스가 제공되고 있으며, 우리 나라의 경우도 기간통신사업자들을 중심으로 전개되고 있다[3],[4]. 한국통신의 경우 2001년까지 379,000회선을, 하나로통신의 경

우 60,000회선을 투자할 계획이다[5]. 통신장치는 국내의 경우 삼성전자, LG정보통신, 현대전자, 대우통신 등을 중심으로 UADSL 장치가 개발되고 있다[6].

이러한 시점에서 우리의 단말장치 이용에 관한 제도와 국내의의 표준화 동향을 분석하여 ADSL 장치에 대한 국내 형식승인을 위한 기술기준의 제정 방안을 제안한다.

II. 기술기준과 형식승인

1. 단말장치의 이용 제도

공중통신망에 접속되는 전화 가입자 장치는 이용자에 의한 자급으로 사용되는데, 제각기 다른 제조업체의 의하여 판매되는 장비에 대해 이용자의 자유

로운 선택과 접속을 허용하므로 최소한의 정부 규제가 필요하게 된다. 이는 공중통신망을 외부의 전기적 및 기계적 위해로부터 보호하여 통신의 품질을 적절한 수준으로 유지하고 통신기간 상호호환성을 확보함과 아울러 통신기기 이용자의 안전 및 편익을 확보하도록 하는 제도를 요구하게 된다. 이러한 제도를 이른바 형식승인(type approval)이라고 하는데 우리 나라의 경우 『전기통신기본법』에 의하여 전기통신기자재의 형식승인제도를 운영하고 있다(7). 즉, 정보통신부장관이 관계행정기관의 장과 협의하여 정하는 전기통신기자재를 제조 또는 판매하거나 수입하고자 하는 자는 그 전기통신기자재의 형식에 관하여 정보통신부장관의 승인을 얻어야 한다(『전기통신기본법』 제33조). 한편, 형식승인 업무는 전파연구소가 담당하고 있다.

현재 형식승인의 대상이 되는 전기통신기자재는 (1)기간통신망의 가입자와의 분계점에서 유선으로 직접 접속하여 사용될 수 있는 것, (2)직접 접속되지 아니하는 것으로 기간통신망, 기간통신망 운송자 또는 기간통신망 이용자에게 위해를 줄 수 있는 것(형식승인대상 시스템에 함께 사용되는 부속물, ISDN용 단말류, 채널서비스유니트에 접속되는 디지털통신장치), (3)종합유선방송전송망의 분계점에서 직접 접속하여 사용할 수 있는 것으로 지정하고 있다(『전기통신기본법시행규칙』 제10조).

2. 현행 기술기준

형식승인에 필요한 기술기준은 정보통신부령으로 정하는데, 전기통신기본법 제25조의 전기통신설비를 설치·운영하는 자는 그 설비를 정보통신부령이 정하는 기술기준에 적합하게 하여야 하는 법적 근거에 따라 제정되어 있는 『전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙』의 '제6장 단말장치'에 규정되어 있다. 실제 기술기준 내용은 하위 법령으로 위임되어

『단말장치기술기준』(정보통신부고시 제1998-18호, 1998.2.21.)에서 다루고 있다.

기술기준은 ITU 등의 범세계적 권고 표준을 토대로 각 나라가 그들의 통신망 상황을 고려하여 통신의 안정과 효율성에 부합되는 항목을 택하여 강제로 준수토록 하는 표준이라 할 수 있으며, 우리나라의 단말장치 기술기준은 다음의 기본적 개념으로 설정되어 있다.

- 전화관련 종사자의 보호
- 전화국 장치의 손상 방지
- 전화국 요금산정장치의 오동작 방지
- 전화망 타이용자의 서비스 저하 방지

현재의 『단말장치기술기준』에서 규정하고 있는 기술기준의 내용은 다음과 같다.

(1) 단말장치에 대한 일반적 조건으로써 통신망의 사회로, 낙하충격시험 및 충격전압과 같은 환경조건, 외부 단자들의 전압에 대한 누설전류 제한, 통신망 인터페이스 상에서의 위해전압 제한, 팩시밀리장치의 송신정보에 관한 기록 의무

(2) 아날로그 전화망에 접속되는 단말장치에 한 정하여 적용되는 규정으로써 통신신호의 신호전력 레벨 제한, 통신회선의 평형도, 단말장치의 온혹상태에서의 임피던스 제한, 통신사업자 요금산정기기의 고장 방지를 위한 조건, 자동다이얼링 기능의 제한

(3) 64 kbps 이하의 종속속도, 2 Mbps, 45 Mbps 등 속도의 디지털 단말장치에 대한 선로속도, 선로부호, 펄스형상, 신호전력, 횡전압 평형도, 아날로그성분 신호전력, 온혹시 신호조건, 임피던스, 통과전송경로의 신호전력, 반사감쇠량 등이 회선의 종류에 따라 선택적으로 규정

(4) ISDN에서의 단말장치 인터페이스에 대한 선로속도, 선로부호, 펄스형상, 펄스전압, 신호전력, 횡전압 평형도, 임피던스, 통과전송경로의 신호전력, 자동다이얼링기능 등이 인터페이스 종류에 따라 선택적으로 규정

(5) 전화 수화기의 보청기에 대한 통신 호환성으로 자계결합방식에 관한 기술기준

(6) 통신망과 단말장치 사이에 사용되는 접속 커넥터로서 6핀 및 8핀 모듈러형, 50핀 리본형, 3핀 방수형, 4단자형 등의 플러그 및 잭의 기계적, 전기적 규격과 커넥터의 용도, 통신회선과의 결선방식 등

이상에서 소개한 형식승인제도와 국가 기술기준의 현황에 비추어 ADSL 장치에 관하여는 아직 적용할 기술기준이 준비되어있지 않고, 통신사업자와 제조자와의 협력에 의하여 시범서비스를 운용하거나 통신사업자의 설비로써 직접 제공되고 있다. 그러나 ADSL을 이용한 디지털전송서비스가 본격화에 오르고 있는 이 시점에서는 우리나라의 통신서비스 및 산업계의 장치 제조를 위한 표준과 형식승인을 위한 기술기준이 제정되어서 단말장치에 대한 이용의 자유화를 촉진시켜야 할 때인 것 같다.

III. ADSL회선의 표준 제정 현황

1. ITU 표준

ITU는 ADSL에 관한 표준을 승인하였다고 1999년 7월 5일에 발표하였다[8]. 이들 표준은 ITU-T의 제15연구위원회가 1998년 10월에 표준화 작업을 완료한 것을 바탕으로 하고 있으며, 제정된 표준은 다음과 같다.

- G.992.1 ADSL송수신기
- G.992.2 Splitterless ADSL 송수신기
- G.994.1 DSL 송수신기의 handshake 절차
- G.995.1 DSL 표준의 개요
- G.996.1 DSL 송수신기의 시험 절차
- G.997.1 DSL 송수신기의 물리계층 관리

ADSL은 음성대역 신호 중에서 데이터 신호를 분리하기 위한 필터(즉, 스플리터)를 사용하여 6Mb/s까지의 디지털 신호를 전송할 수 있으며(G.992.1; 이하 "G.dmt"로 함), 전화망 이용자의 단순화된 설치 및 저가의 장치 비용을 목적으로 전송속도와 송신전력을 낮춤으로써 가입자 측의 스플리터 없이 1.5Mb/s까지를 전송할 수 있다(G.992.2; 이하 "G.lite"로 함)[9],[10].

ADSL 시스템의 전송주파수 이용측면에서의 서비스 형태는 G.dmt 표준에서

- POTS(Plain Old Telephone Service) 회선상의 ADSL 서비스
- ISDN-BRA 회선상의 ADSL 서비스
- TCM-ISDN 환경에서의 POTS 회선상의 ADSL 서비스

를 규정하고 있으며, G.lite 표준에서는

- 스펙트럼 비중첩 운용 ADSL 서비스
- 스펙트럼 중첩 운용 ADSL 서비스
- TCM-ISDN 환경에서의 POTS 회선상의 ADSL 서비스

를 규정하고 있다.

TCM-ISDN 환경은 시간압축다중화(Time Compression Multiplexing; TCM)방식 ISDN을 사용하는 일본의 특유한 형태이며, 중첩 스펙트럼 운용은 전이중통신을 위하여 반향소거방식(Echo Canceling)을 채용하고, 비중첩 스펙트럼 운용은 주파수분할전이중방식(Frequency

Division Duplexing: FDD)을 채용하며, 이 비중첩 스펙트럼 운용은 회선간의 근단누화를 감소시키기 위한 목적으로도 사용된다.

이들 서비스 형태에 대한 전송주파수 이용을 정리하면 표 1과 같으며, 상향신호의 사용 주파수는 ISDN 환경을 제외하고는 25.875 kHz - 138 kHz 대역을 사용하며, 통과대역내 전력스펙트럼밀도는 전송 방향별로 동일하게 정하고 있다.

2. 지역표준

미국의 ADSL표준은 ATIS(Alliance for Telecommunications Industries Solutions)의 표준화 기구인 T1위원회(T1E1.4) 작업그룹에 의하여 진행되어 왔으며, DMT(Discrete Multitone) 변조방식 기반의 첫 표준이 1995년에 ANSI 표준 T1.413-1995로 제정되었다. 이후 T1-413의 STM(Synchronous Transfer

Mode) 및 고정속도를 수용하면서 속도 적응모드 및 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 등을 추가하는 개정 표준 T1.413-1998가 1998년 11월 11일에 ANSI에 의하여 승인되었다. 이 표준에서의 전송주파수 이용측면에서의 서비스 형태는 ITU-T의 G.dmt에서의 POTS 회선상의 ADSL 서비스와 동일한 내용이며, 스펙트럼 비중첩 형태(reduced NEXT(Near Field Crosstalk) operation)의 하향신호 송신기 규격이 참고자료로써 부록으로 수록되어 있다[11]. G.lite에 대하여는 미국의 상황에 맞추어 선택적으로 수용하는 방향으로 표준화 작업이 진행되고 있다. G.lite에서는 스펙트럼 호환성측면에서 중첩 형태보다는 상대적으로 장점이 있는 비중첩 형태를 선호하고 있으며 [12]. T1위원회가 작성하고 있는 CAP/QAM방식 RADSL표준(T1: TR 59)[13] 및 스펙트럼 관리 표준[14]에서도 ADSL의 경우, 이 비중첩 형태를 규정하고 있다.

서비스 형태		통과대역 (kHz)		통과대역내 PSD 제한 (dBm/Hz)	총송신전력 제한 (dBm)
G.dmt	스펙트럼 중첩 + POTS	하향	25.875 ----- 1104	-36.5 이하	20.4 이하
		상향	25.875 - 138	-34.5 이하	12.5 이하
	스펙트럼 비중첩 + POTS	하향	138 ----- 1104	-36.5 이하	19.9 이하
		상향	25.875 - 138	-34.5 이하	12.5 이하
	스펙트럼 중첩 + ISDN-BRA	하향	138 ----- 1104	-36.5 이하	19.9 이하
		상향	138 - 276	-34.5 이하	13.3 이하
G.lite	스펙트럼 중첩 + POTS	하향	25.875 ----- 552	-36.5 이하	17.2 이하
		상향	25.875 - 138	-34.5 이하	12.5 이하
	스펙트럼 비중첩 + POTS	하향	138 ----- 552	-36.5 이하	16.2 이하
		상향	25.875 - 138	-34.5 이하	12.5 이하

표 1. ADSL 송신기의 전송주파수 스펙트럼 이용

유럽의 경우는 미국의 T1.413-1995를 기반으로 유럽의 특유한 사항을 추가한 ETSI의 기술보고서 ETR-328 (1996년 11월)과 T1.413-1998을 기반으로 한 기술규격 TS 101 388 V1.1.1 (1998년 11월)이 제정되어 있다[15],[16].

캐나다는 Industry Canada의 단말장치 접속 프로그램의 잠정규격 PROV-ADSL (1997년 11월 15일)이 사용되고 있으며, CAP 및 DMT 방식의 ADSL과 2B1Q 방식의 HDSL을 규정하는 PROV-xDSL 규격이 1999년 11월에 제정 목표로 초안이 완성되어 있다[17],[18]. 캐나다 규격의 특징은 단말장치 국가 인증에 사용하기 위하여 통신망 인터페이스에 관련한 전기적 내용만을 규정하고 있다.

우리 나라에서는 금년도에 한국정보통신기술협회(TTA)에 전송시스템연구반이 결성되어 ADSL에 관련한 표준화 작업을 진행하고 있다.

IV. ADSL 기술기준의 제안

1. 기술기준의 규정 개념

ADSL기술은 우리 나라에서 상용화 단계에 들어가고 있는 상황에서 이에 관한 산업계 표준과 형식승인을 위한 기술기준의 제정이 필요하다. 국내 산업계 표준의 제정 작업이 한국정보통신기술협회(TTA)의 주도로써 금년도에 추진될 예정이므로, 국가 기술기준은 이들 결과를 바탕으로 정하여지는 것이 바람직하나, 산업계의 형식승인 소요에 대한 시급성을 감안할 때 표준과 기술기준의 제정 작업이 병행되어야 할 형편에 놓여 있다. 이에 따라 ADSL에 대한 기술기준의 규정 방안을 다음과 같이 제안한다.

단말장치에 관한 기술기준은 앞에서 기술한바와 같이 통신망에 대한 위해를 방지하는 것을 목적으로 하여 그에 관련된 기준항목이 설정되어야 한다. 한편, 국제적으로 ADSL 표준은 이미 시스템 설계의 과정에서 이미 개념이 아울러 고려되어, 동종 및 타 방식 전송시스템과의 스펙트럼 호환성, 임펄스 잡음의 영향, 기존 전화서비스와의 상호 영향, 무선주파수 간섭 등을 표준작업의 중요점으로 작용하고 있다[19]. 이에 따라, 기술기준에 필수적으로 규정되어야 할 송신기 전력스펙트럼밀도, 송신호전력 및 평형도에 관하여 검토하였다.

2. 규정의 설치 범위와 규정점

기술기준으로 제안하는 ADSL 시스템의 전송주파수 이용측면에서의 서비스 형태는 다음 두 가지로 한다.

- (1) G.dmt 형식: POTS 회선상의 ADSL (ITU-T G.992.1 Annex A 대응)
- (2) G.lite 형식: 스펙트럼 비중첩 및 중첩 운용 ADSL (ITU-T G.992.2 Annex A 및 Annex B 대응)

ADSL장치는 하나의 통신회선을 사용하여 음성대역 신호와 데이터 신호를 동시에 전송한다. 데이터 신호의 비대칭 전송은 전화국으로부터 가입자 측으로의 고속도 하향전송과 가입자 측으로부터 전화국으로의 저속도 상향전송을 제공한다. 기술기준을 규정하기 위한 규정점은 그림 1에서 U-C 및 U-R이 된다.

형식승인에서는 이용자 단말장치만을 대상으로 하므로 U-R (ATU-R)에 관한 규격만이 적용되며, 기술기준 적합시험에서는 상대장치가 동반되어야 시험이 가능하므로 U-C (ATU-C)에 관한 규격이 참조되어야 한다. 따라서 기술기준에서는 양측 모두

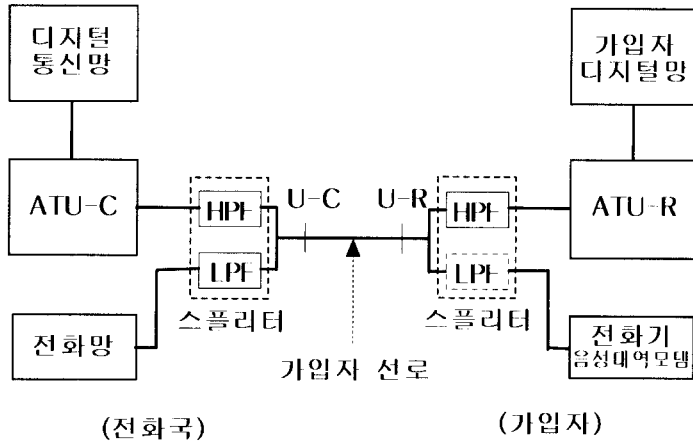


그림 1. ADSL 시스템의 규정 참조점

의 규격이 규정되어야 한다.

또한, 실제 서비스상 구성되는 모든 부속설비가 아울러 고려되어야만 목적으로 하는 전송품질을 획득할 수 있으므로, 기준의 적합성 판단에서는 스플리터와 같은 부속설비를 포함하여 세심한 기술적 분석이 동반되어야 한다.

3. 기술기준의 구성

ADSL은 기본적으로 아날로그 서비스를 제공하기 위한 전화망용 선로를 이용하는 전송기술이므로, 『단말장치기술기준』이 규정하고 있는 일반적 조건을 만족하면서, ADSL 고유의 규격을 적용하여야 한다. ADSL장치에 적용하여야 할 『단말장치기술기준』에서 규정하고 있는 일반적 조건은 다음과 같다.

- 환경조건(낙하충격시험, 충격전압시험) (제4조)
- 누설전류 (제5조)
- 위해전압 (제6조)

위의 일반적 조건과 아울러 ADSL장치에 적용하

여야 할 규격 항목은 다음과 같이 제안된다.

- 전력스펙트럼밀도 제한
- 전송대역내 총신호전력 제한
- 전송대역 횡전압 평형도 제한
- 커넥터의 규격 및 결선방식

이 항목들은 제II장에서 기술한 바와 같이 통신망에 대한 위해를 방지하기 위한 사항들로 선택되어 지었다. 본 논문에서는 커넥터에 관한 내용을 제외한 항목을 다음과 같이 제안하였다.

4. 전력스펙트럼밀도(PSD)마스크

전화망 가입자 선로상에 전송되는 신호는 인접된 선로에 전자기장을 형성하여 전압을 유도시킨다. 이러한 현상을 감소시키기 위하여 각 선로쌍을 꼬임 형태로 제작한다. 이러한 방법에도 불구하고 용량성 결합은 남아있게 마련이어서 선로 상호간의 누화는 필연적이고, 이 누화를 가능한한 약화시키기 위하여 전송장치의 송신신호 전력을 가감하여 시스템을 설계 개발하고 있는 것이다.

디지털 전송 시스템의 설계에서는 타 전송시스템

과의 누화를 가능한 한 최소화하기 위하여 시스템간의 스펙트럼 상호호환성(spectral compatibility)을 평가한다. 상호호환성은 최소한의 성능 저하로써 상호간의 누화를 감수하도록 하는 각 시스템의 능력으로 정의한다. 이에 사용되는 척도가 전력스펙트럼 밀도(Power Spectral Density: PSD)이며, 송신기에 대한 PSD마스크를 규정함으로써 스펙트럼 상호호환성을 관리하는 것이다[20].

기술기준에서는 통신망에 대한 피해를 방지하기 위하여 가능한한 제한적인 기준을 채택하는 것이 바람직하나, 이용하는 전송주파수대역이 동일한 모든 전송장치 형식에 통일된 기준으로 운용하기 위하여 표 1에서 보인 각 서비스 형태 중에서 POTS 회선상의 DMT방식 스펙트럼 중첩 ADSL에 관한 규격(ITU-T G.992.1 Annex A 참조)을 기술기준으로 제안한다. 이 기준은 앞으로 우리나라의 상용서비스의 추이, TTA의 표준화 결과와 더불어 외국에서의 국가 인증을 위한 규정의 제정(현재, 외국의 경우 캐나다의 잠정 규격 외에는 없음)을 참조하여 좀 더 상세한 규격으로 개정할 필요가 있다.

- (1) 전화국측 ATU-C 송신기 PSD마스크 제한:
ITU-T G.992.1 Annex A, A.1.2항을 적용함(그림 2)
- (2) 가입자측 ATU-R 송신기 PSD마스크 제한:
ITU-T G.992.1 Annex A, A.2.4항을 적용함(그림 3)

5. 전송대역내 총신호전력

전송대역내의 총신호전력은 전송시스템간의 누화를 제한하기 위한 척도로써 PSD마스크 조건에 의하여 제한되므로, 앞에서 정한 ITU-T G.992.1 Annex A에 따라 하향신호는 20.4 dBm 이하, 상향신호는 12.5 dBm 이하로 한다.

6. ADSL 전송대역 평형도 제한

음성대역의 전화망용 통신회선은 평형 선로를 사용한다. 여기에는 두 가지 신호 모드 즉, 실선신호(metallic signal)와 종신호(longitudinal signal)가 전송된다. 만약, 평형 선로가 불평형을 이루게 되면, 이 두 가지 모드 사이에 신호 결합이

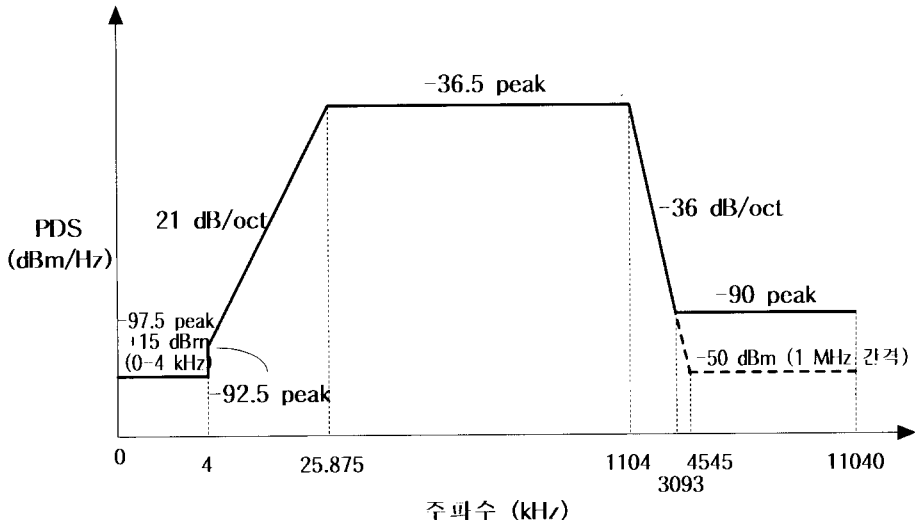


그림 2. ATU-C PSD마스크(ITU-T G.992.1 Annex A, A.1.2항 참조)

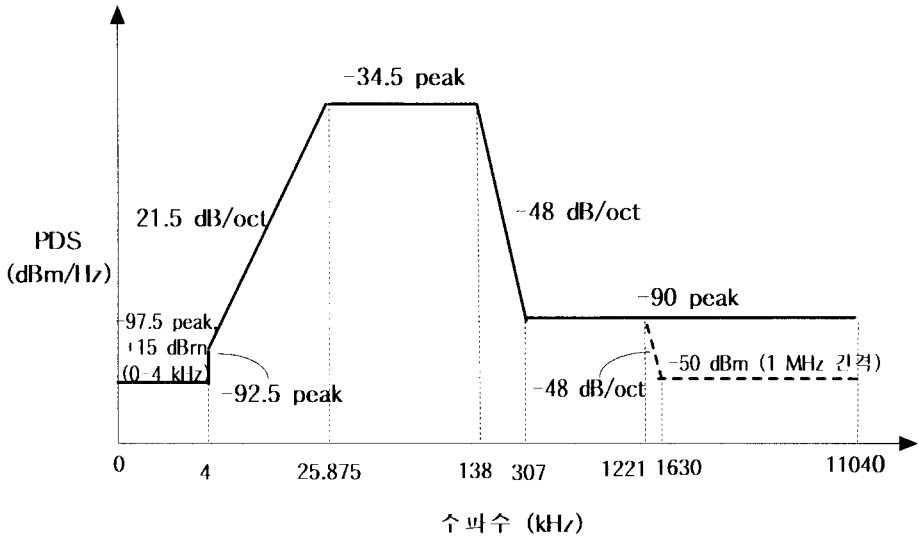


그림 3. ATU-R PSD마스크(ITU-T G.992.1 Annex A, A.2.4항 참조)

일어난다. 평형도는 이 신호 결합을 규정하는 회로 특성이 된다. 불량한 평형도는 전화 회로에서의 잡음이나 누화를 일으킨다. 선로 주위의 상용전원이나 기타 신호가 불평형에 의하여 회선에 유기되어 잡음을 일으키는 것을 제한하기 위하여 규정되는 평형도 척도를 종전압 평형도(longitudinal balance)라고 하며, 전송신호가 불평형에 의하여 종전류를 발생시켜 이웃한 회선에 누화를 일으키는 것을 제한하기 위하여는 횡전압 평형도(transverse balance)를 규정한다.

현재의 『단말장치기술기준』에서는, 통신망에 대한 위해를 방지하기 위한 목적으로, 횡전압 평형도를 채택하고 있으나, ADSL장치에 대하여는 국내외적으로 이에 관한 연구결과가 없고 미국 T1E1.4 표준작업그룹에서 잠정적인 규격이 제시되어 있을 뿐이다[14]. 일반적으로 횡전압 평형도에 대한 시험기술은 우리나라의 형식승인 지정시험기관과 미국 FCC 규정에 대한 시험기관들이 보유하고 있으며, 종전압 평형도는 많은 종류의 표준에서 채택하는 규격이기 때문에 통신장치 생산자들이 이

에 대한 시험기술을 갖고 있다. 여기에서는 두 규정을 동시에 제시하여 향후에 생산자와 시험기관의 의견에 따라 채택방향을 결정하도록 남겨두고자 한다.

제1안(횡전압 평형도 규정): ATU-C 및 ATU-R 송신기의 횡전압 평형도는 200 Hz 내지 12 kHz 대역에서 40 dB 이상, 12 kHz 내지 1,544 kHz 대역에서 35 dB 이상, 1,500 kHz 내지 3,000 kHz 에서 30 dB 이상이어야 한다. (T1E1.4/99-002R4, Draft T1.XXX-1999, 5.2.5.2항 참조)

제2안(종전압 평형도 규정): ATU-C 및 ATU-R 송신기의 종전압 평형도는 30 kHz 내지 1,104 kHz 주파수 범위에서 40 dB보다 커야 한다. (G.992.1, Annex A, A.4.3.1항 및 T1.413-1998, 12.3.1항 참조)

V. 결 론

기존의 전화가입자 동선 선로를 활용하여 고속 디지털 정보를 전송할 수 있는 각 종의 xDSL 기술중에서 급신장하고 있는 ADSL 기술에 관하여, 우리의 단말장치 이용에 관한 제도와 국내외의 표준화 동향을 분석하고 ADSL 장치에 대한 국내 형식승인을 위한 국가 기술기준의 제정 방안을 제시하였다.

기술기준으로는 단말장치에 대하여 일반적으로 적용하여야 하는 현행의 환경조건, 누설전류 및 위해전압 규정과 더불어 ADSL 송신기에 대하여 전력 스펙트럼밀도, 총신호전력, 횡전압 평형도가 규정되어야 하며, 이들에 대한 기준은 ITU가 권고하는 규정값을 활용하는 것으로 제안하였다.

이러한 제안 내용은 현행의 단말장치에 관한 기술기준에서 채택하고 있는 통신망 위해 방지 개념을 유지하여야 함과, 최근의 형식승인에 관한 국가간 상호인정이 효율적으로 추진되도록 기술기준의 국가간 조화를 고려하였다.

여기에서는 국가의 강제 요구사항인 기술기준만이 다루어 졌으나, 이 기술기준의 제정과 더불어 국내 산업계 표준의 제정이 요구된다. 또한, 제정된 표준에 대한 적합성 시험기술과 장치간의 상호운용성을 확보하기 위한 시험기술의 개발이 적극적으로 진행되어야 할 것이다. 이러한 요구는 국가의 형식승인제도에서는 상호운용성을 보장하지 않기 때문이다.

※ 참 고 문 헌

(1) 장재득, 김진태, 박권철, "xDSL 기술 및 개발 동향", 한국전자통신연구원, 주간기술동향, 통

권제881호, pp.1-11, 1999.2.3.

(2) 김기호, "xDSL 표준화 동향", 한국통신학회지, 제14권 제12호, pp.77-85, 1997.12.

(3) 김정휘, 이재진, "ADSL서비스 및 표준화 동향", TTA저널, 제64호, pp.62-75, 1999년 7·8월.

(4) 고상호, "xDSL 표준화 동향", TTA저널, 제62호, pp.108-121, 1999년 3·4월.

(5) 조시룡, "한통-하나로 '고속데이터통신' 경쟁 ADSL로 중심이동", 전자신문, 1999년 7월 9일.

(6) 조시룡, "국산 ADSL 하반기에 쏟아진다", 전자신문, 1999년 6월 8일.

(7) 황철중, 한국의 통신법과 정책의 이해, 교보문고, 1999.

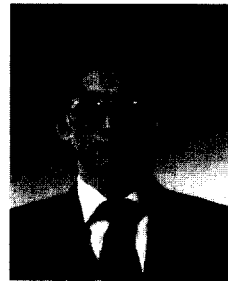
(8) ITU Press Release, "Affordable Multi-Megabit/s Network Access to Internet via Telephone Lines to be Fostered by Single Transmission Standard", ITU, July 5, 1999.

(9) ITU-T COM15-131, "Editor Rec. G.992.1 (ex G.dmt): Draft new Recommendation G.992.1: Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceiver for approval", May 6, 1999.

(10) ITU-T COM15-136, "Editor Rec. G.992.2 (ex G.lite): Draft new Recommendation G.992.2 - Splitterless asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers for approval", May 6, 1999.

(11) T1위원회 회의문서, T1E1.4/98-007R5, "Draft standard T1.413 Issue 2: Network and Customer Installation Interfaces - Asymmetric Digital

- Subscriber Line (ADSL) Metallic Interface”, Plano, TX, 30 November - 4 December 1998.
- [12] T1위원회 회의문서, T1E1.4/99-264, “Meeting Minutes”, Ottawa, Canada, June 07-11, 1999.
- [13] T1위원회 회의문서, T1E1.4/99-161, “Draft Technical Report for Single-Carrier Rate Adaptive Digital Subscriber Line (RADSL) Revision 3”, Ottawa, Canada, June 07-11, 1999.
- [14] T1위원회 회의문서, T1E1.4/99-002R4, “Draft standard T1.XXX-1999: Spectrum Management for Loop Transmission Systems”, Ottawa, Canada, June 7-11, 1999.
- [15] ETSI Technical Report ETR 328, “Transmission and Multiplexing (TM): Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL): Requirements and performance”, November 1996.
- [16] ETSI Technical Specification TS 101 388 v1.1.1 (1998-11), “Transmission and Multiplexing (TM): Access transmission systems on metallic access cables: Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) - Coexistence of ADSL and ISDN-BA on the same pair”, November 1998.
- [17] Industry Canada, Terminal Attachment Program, Provisional Document PROV-ADSL, “Provisional Requirements and Test Methods for Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Terminal Equipment”, November 15, 1997.
- [18] Industry Canada, Terminal Attachment Program, Provisional Document PROV-xDSL, Draft IV, “Provisional Requirements and Test Methods for Digital Subscriber Line (xDSL) Terminal Equipment”, March 4, 1999.
- [19] P.Kyees, R.McConnell, K.Sistanizadeh, “ADSL: A New Twisted-Pair Access to the Information Highway”, IEEE Communications Magazine, Vol.33, No.4, pp.52-60, April 1995.
- [20] K.Kerpez, C.Valenti, A.Johnson, “Generic Approach and Common Specifications of Transmitter Power Spectral Density Masks for Twisted-Pair Loop Transmission Systems”, Bellcore Contribution, T1E1.4/97-294, September 22, 1997.



김 용 환

1973년 2월 서강대학교 물리학과 학사
 1977년 2월 서강대학교 물리학과 석사
 1977년 12월 ~ 현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 책임연구원

* 관심분야: 전화망 전송품질, 전기통신법령