

비대칭디지털가입자회선 신호분배기

ADSL POTS SPLITTER



글 | 元 濟 熾

(Won, Je Hyuk)

전자응용기술사, 모아통신(주) 대표이사.

E-mail: wonjh@moatel.co.kr

To be survived and prosperous in this rigorous competition era for the nation with insufficient natural resources like us, we must create idea for additive products no matter small or large scale utilizing our knowledge.

This is to show a small example of value creation in connection with ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line) POTS Splitter from developing to successful commercializing, which the ADSL system is booming up these days for high speed Internet connectivity.

국경이 없는 무한경쟁시대에서 우리나라와 같은 자원빈곤 국가가 살아남아 번창할 수 있는 길은 지식을 활용한 가치 창조에 있다고 감히 말할 수 있다. 따라서 가치란 hard 건, soft 건 경쟁력이 있는 product를 만들어 낼 수 있어야 진정한 가치가 있다고 할 수 있을 것이다. 경쟁은 경쟁권 내에서 현재 1등이거나 가까운 장래에 1등이 될 수 있어야 살아 남는다. 2등 이하는 사라져 버릴 수밖에 없는 처절한 내용이 된다. 우리나라가 경쟁력이 있는 product가 많을수록 잘 살수 있음은 자명한 일이다.

이주 작은 제품이기는 하지만 경쟁력 있게 개발하여 상품화에 성공한 예를 소개하고 저 한다.

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line) 통신방식은 미국 벨연구소가 창안한 방식으로서 기존에 포설된 전화선을 이용하여 추가 배선 없이 전화통화는 물론 고속 데이터통신망에 동시적으로 접속할 수 있는 획기적인 통신방식으로

서 가입자는 6Mbps(최대 8Mbps)의 데이터를 수신할 수 있고 640kbps(최대 1Mbps)의 데이터를 송신할 수 있다. 이 속도로 완전 동영상 수신할 수 있는 속도이다. 과거 10년 이상 거론되어 오던 2개의 64kbps 채널이 제공되는 basic rate ISDN방식과는 비교될 수도 없다.

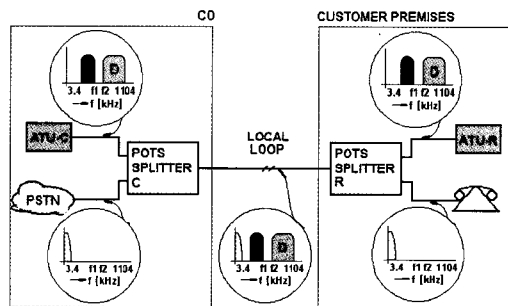
가입자 접속속도를 증가시키기 위하여 광섬유를 가입자 댁 내까지 포설하는 방법도 있겠으나 경제성 때문에 단시일 내에는 불가능해 보이고 last mile은 어차피 twist pair를 활용함이 타당한 solution이라 생각된다.

국내의 전화보급 대수가 천 기백만 가입자에 달하고 전 세계적으로는 7억대에 달한다 함으로 ADSL의 잠재 수요는 거의 무한대라고도 말할 수 있다.

우리나라에서는 1999.4.에 제2 시내통신 사업자인 하나로통신이 최초로 서비스를 개시한 이래 제1통신사업자인 한국통신에서도 이어서 서비스를

개시하였는 바 인터넷 가입자수의 급증에 통신속도의 고속화 욕구가 맞물려 ADSL 보급속도는 가히 폭발적이다. 자세한 통계는 없지만 보급속도는 2000년도 말 예상 가입자가 2백만으로 현재의 보급속도는 세계 제1이라고 생각된다.

ADSL 시스템의 개략적인 구성도는 <그림 1>과 같다.



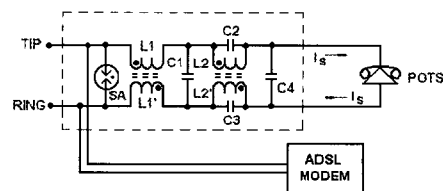
CO : Central Office
 U : Up stream Data ; 가입자가 Network쪽으로 보내는 Data
 D : Down stream Data ; 가입자가 수신하는 Data
 ATU-C : ADSL Tranceiver Unit-Central Office side
 ATU-R : ADSL Tranceiver Unit-Remote side
 POTS : Plain Old Telephone Service(Set)
 PSTN : Public Switched Telephone Network

<그림 1> ADSL System 구성도

위의 block diagram에서 우리가 손댄 부분은 **POTS SPLITTER C 및 R**이다. ADSL 방식은 DMT(Discrete Multi Tone)방식과 CAP(Carrierless Amplitude & Phase Modulation)방식이 존재하였으나 현재는 DMT방식이 주류를 이루고 있고 위의 구성 그림에 표시한 주파수대역을 full로 사용하여 8Mbps의 데이터를 수신할 수 있는 full DMT방식과 막대한 truck roll을 생략하기 위하여 Splitter 없이 사용함을 목표로 개발된 G. Lite 방식이 있으나 G. Lite방식도 실용시험 결과 80%이상의 가입자 맥내는 높은 주파수 신호가 POTS쪽으로 흘러감을 방지

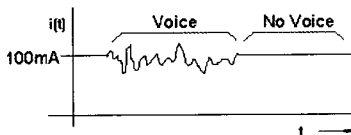
하고 임피던스 blocking을 위하여 splitter가 요구된다고 한다. 이 목적으로 개발되어 상품화된 것이 Micro Filter이다.

ADSL POTS SPLITTER의 역할은 <그림 1>에 표시한 바와 같이 전화 가입자선에 전화신호는 물론 up stream data 및 down stream data가 FDM(Frequency Division Multiplex)되어 혼재되어 있어 음성과 data가 동시에 통신이 이루어 질 때 off/on hook, ring, 임피던스변화 등 전화의 신호로부터 ADSL데이터의 보호 그리고 ADSL신호로부터 전화에 잡음 유도로부터 보호하는 것이다. ADSL POTS Splitter는 가입자선에 ADSL 데이터와 혼재되어 있는 음성신호를 걸러내기 위한 Low Pass Filter회로가 내장되어 있다. Filter의 회로소자인 인덕터가 가입자선의 Tip과 Ring선에 직렬적으로 삽입되기 때문에 몇 가지 추가적인 요구사항이 있다. 즉 수동소자로만 구성되어 별도의 전원이 필요 없어야 하며 정전이 되어도 전화통화가 가능해야 한다. 설치가 간단해야 한다. 기존의 전화선에 Filter가 삽입됨으로 삽입손실을 최소화 하여야 한다. 임피던스를 잘 맞추어야 Return Loss가 적다. Low Pass Filter의 구체적인 예는 <그림 2>와 같다. 여기서 간과해서는 안될 것은 전화기를 off hook 하는 순간 직류전류가 전화선을 통하여 Low Pass Filter의 인덕터를 통하여 흐르도록 되어있다는 사실이다.<<그림 2>에서 Is)



<그림 2> 회로도

현대의 전화기는 서기1876년 Alexander Graham Bell이 발명한 것을 발전시킨 것으로서 가입자의 전화기를 전화선(twist pair)으로 연결하고 각 전화기는 전화국에 위치한 배터리로 전력을 공급하며 각 전화기의 탄소분말형 송화기는 내부에 영성하게 탄소분말이 포장되어 있고 한쪽에는 조그만 흡壓에도 연동될 수 있는 diaphragm이 붙어있는 형태이다. 이런 상태로 전화국의 battery(common battery)를 연결하면 직류가 흐르게 되어 있고 송화기에 대고 말을 하면 말에 따라 발생한 음압이 diaphragm을 진동시키며 diaphragm이 진동하면 송화기 내부의 탄소의 밀도를 변화시켜 직류 저항을 변화시키며 직류 전류의 음압에 따른 변화는 바로 dc modulation 인 것이다. 이 ac성분이 수화기를 울려 상대방의 음성을 들을 수 있다. 첨단기술이 활용되는 현재에서도 위와 같은 scheme은 지금까지 보급된 전화기와의 호환성 때문에 그대로 지켜져 오고 있다.(〈그림 3〉 참조)



〈그림 3〉

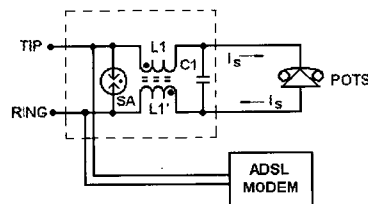
이 직류전류의 크기는 전화국과의 거리에 따라 다르지만 ADSL에 대한 요구사항이 잘 정리된 ANSI* T1.413에서는 100 mA까지 특성에 변화가 없을 것을 요구하고 있다. 위의 회로도에 표시된 인덕터를 구현하기 위해서는 Ferrite Core에 정해진 Turn수의 코일을 감아야 하는데 이 코일에 어느 정도 이상의 직류를 중첩시켜도 포화(saturation)가 되지 않도록 코어를 선택하여야 한다. 포화가 되면 인덕턴스가 감소하고 인덕턴스가 감소하면 filtering 특성이 나쁜 쪽으로 변하기

때문이다. 이밖에도 가입자선은 평형선(Balanced Line)인데 높은 평형도(Longitudinal Balance)를 유지하기 위해서는 〈그림 2〉의 회로도에서 $|L1-L1'|$ 및 $|L2-L2'|$ 의 값이 최소가 되도록 노력해야 한다. 평형도가 나쁘면 대지(Ground)와 평형선 사이에 유도되는 전압이 전화기에 잡음으로 유도되기 때문이다. 외관이 미려하여 설치시 가입자택내의 주변기기와 잘 어울릴 수 있어야 하고 신뢰성이 있어야 하며 양산성은 물론 가격경쟁력도 있어야 한다. 이 제품은 일견 간단해 보이지만 위에서 열거한 것처럼 여러 가지의 까다로운 기술적인 요구사항을 만족하면서 저렴한 비용으로 ADSL서비스를 제공할 수 있도록 하고 치열한 경쟁에 이기기 위해서는 여러 가지 세심한 검토가 필요하다.

작은 부분이기는 하지만 우리 회사가 ADSL u Filter를 개발하여 상품화까지 과정에서 제품이 경쟁력이 있도록 한 부분을 소개하고 저 한다.

*ANSI : American National Standards Institute

ADSL Micro Filter는 Splitterless ADSL를 목표로 한 시스템으로서 대역폭도 Full DMT방식의 1,104 kHz까지 활용하는 것에 비하여 552 kHz까지만 사용하고 전송속도도 수신 기준 하여 2 Mbps밖에 안되고 따라서 Low Pass Filter를 〈그림 4〉와 같이 간단하게 구성하는 것이 보통이다.



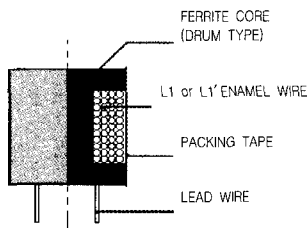
〈그림 4〉 회로도

-타사제품 분석 예1

〈그림 4〉의 L1, L1'를 구현함에 있어 통신기 기용으로 많이 사용되는 EP13형 코어를 사용하였으나 EP13형 코어는 수입해야 하는 부담이 있고 가격이 고가이며 직류중첩특성이 불충분하다. 페라이트 코어의 기구적인 중심과 코일의 중심에 오차가 생길 수 있어 |L1-L1'| 최소화하는데 어려움이 있다. 완제품가격이 약 \$2.5정도

-타사제품 분석 예2

〈그림 4〉의 L1 및 L1'를 분리시켰고 사용된 페라이트 코어는 국내에서 일반회로의 저렴한 값으로 생산되는 Drum코어를 사용하여 원가절감에는 유리하나. 이 제품의 문제점은 자기적으로 차폐가 되지 않은 2개의 인덕터를 PCB상에 배치함에 있어 상호간의 거리가 불충분하면 磁氣結合에 의하여 실제의 등가 적인 인덕터 값이 설계된 값보다 커지게 되고 조립공정상의 오차 때문에 상호간의 물리적인 거리를 일정하게 유지하기란 거의 불가능하여 주어진 filter특성을 유지하기가 어렵다. 인덕터의 구조는 〈그림 5〉와 같다.

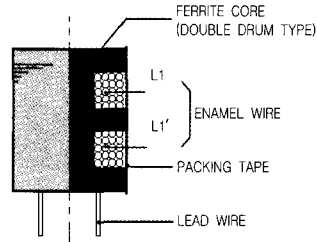


〈그림 5〉 사용된 인덕터의 구조

이제부터 위와 같은 ADSL POTS Splitter로서의 여러 가지 요구사항을 만족하고 가격경쟁력을 갖도록 한 ADSL Micro Filter의 상품화에 대한 예이다.

여러 가지로 시도한 끝에 페라이트 코어의 구조를 〈그림 6〉과 같이 정하고 추진한 결과 아래와

같이 성능이 향상되면서 저렴한 가격으로 실현할 수 있었다.



〈그림 6〉 사용된 인덕터의 구조

성능개선사항

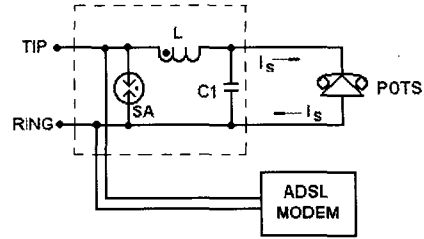
1. 〈그림 4〉에서 등가회로를 그리면 〈그림 7〉과 같이 되며 〈그림 7〉의 등가회로에서 〈그림 5〉와 같이 L1, L1'를 별개의 인덕터로 구성하는 경우는 $L = 2L1 = 2L1'$ 이나 〈그림 7〉에서는 L1과 L1' 사이의 자기결합을 활용할 수 있어 $L = 3L1 = 3L1'$ 가 된다. 이것은 우리의 제품이 경쟁력을 갖도록 하는데 결정적인 역할을 한 부분이다. 이 효과는 코일의 TURN수를 줄일 수 있어 직류저항이 감소되어 삽입손실을 줄일 수 있고 코일의 권선수와 전류의 양의 積이 적어져서 같은 심경의 페라이트 코어에 대하여 직류중첩특성을 향상시킬 수 있다. L1과 L1'의 물리적인 거리를 일정하게 유지할 수 있어 등가 인덕턴스인 L의 값을 어떤 환경 하에서도 일정하게 유지할 수 있다. 1개의 페라이트 코어에 코일을 권선함으로써 |L1-L1'|의 값을 최소화할 수 있어 Longitudinal Balance특성을 대폭 개선할 수 있다. 위의 페라이트 코어는 국내의 maker가 대량 생산 중이어서 저렴한 가격으로 구입이 가능하다. 케이스를 design함에 있어서도 별첨한 사진과 같이 부피를 최소화하면서 유선형으로 하여 외관을 보기 좋게 하였으며 원가를 절감하기 위하여 케이스에 표시될 글씨표기를 케이스의 사출금형에 직접 각인함으로써 프라스틱사출 후의 인쇄공정 또

는 Label부착공정을 생략할 수 있도록 하였다. 내부의 프린트 기판과 케이스를 고정하고 케이스 끼리의 결합함에 있어 snap in 방식을 채택하여 나사를 사용하지 않아도 되도록 설계하였지만 낙하, 진동, 주위온도변화 등 제품의 신뢰성에 절대 안전하도록 하였다. 개발된 제품은 굴지의 통신 기기 maker의 까다로운 상호연결시험, 신뢰성 시험 등의 인증시험절차와 형식승인을 받아 국내 ADSL 통신망에 약 60만개 정도 공급되어 사용 중에 있고 해외 바이어와의 수출상담도 활발히 진행 중이다.

위와 같은 업무발명은 현재 실용신안을 출원 중이다.



쌍인덕터가 내장된 마이크로 필터의 외관



〈그림 7〉 〈그림 4〉 회로도의 등가회로

(원고 접수일 2000. 7. 14)

참고문헌

1. ANSI T1.413 Annex E
2. Residential Broadband Architecture Over ADSL and G.Lite(G.992.2): PPP Over ATM IEEE Communications Magazine, May 1999 vol.37 No.5(p84 - 89), Timothy C. Kwok
3. Microfilter design promises peaceful coexistence between ADSL and the voiceband Electronic Design Dec 9, 1999(p55 - 62), Ting Sun
4. Splitting Out the Issues of the ADSL G.lite Initiative, <http://www.telecoms-mag.com/issues/199810/tcs/cavanau.html>
5. ADSL Tutorial, http://www.adsl.com/adsl_tutorial.html
6. <http://www.pairgain.com/technology/xdsltutorial.pdf>, p41~