

가입자 선로 효율향상 기술에 대한 고찰

이 상 홍, 김 성 범, 이 상 일  
한국전기통신공사 사업지원본부

The Study on the Technology for the Improvement of Subscriber Loop Utilization

Sang\_Hong Lee, Seong\_Beom Kim, Sang\_Il Lee  
KTA Research Center

ABSTRACT

This paper describes the technology for the improvement of subscriber loop utilization.

Nearly all customer loops are now carried at voice frequency on individual wire pairs.

Recent digital technology improvements, together with the increasing cost of wire, have resulted in some penetration of carrier systems into the loop plant.

Moreover, the increasing use of local digital switching systems should permit digital carrier systems to become an important factor in the loop plant in the future.

1. 서론

가입자 선로는 가입자 단말기를 교환기에 연결시키는 전송 설비로서 한쌍의 동선으로 구성되어 있다. 전기 통신망을 구성하는 다른 설비들은 불특정 다수의 이용자가 공용하므로 이용효율이 높는데 비하여 가입자 선로설비는 특정한 가입자가 전용하므로 이용효율이 낮다.

가입자 선로설비에 대한 투자비용은 전기통신망의 전체 투자비용의 상당한 부분을 차지하고 있으나 전송기술의 발전은 교환국 사이를 연결하는 중계선(Trunk) 분야를 중심으로 이루어졌다. 특정 교환국의 담당구역이 대도시인 경우 반경 수 Km 이내여서 가입자선로의 길이가 짧을뿐 아니라, 가입자가 넓은 지역에 분산되어 있기 때문에 가입자 선로설비 분야에 새로운 전송기술을 도입하는 것이 경제적인 면에서 성립되지 않았다.

그러나 Loop Electronics 와 디지털 전송기술의 발전, 가입자 선 디지털 교환기의 도입 및 전화 서비스의 광역화로 가입자 선로의 효율향상 기술에 대한 관심이 높아지고 있다.

본고에서는 가입자 선로에 대한 효율향상을 위한 기술이 발전되어 가는 단계를 살펴보고, 앞으로의 발전 추세에 대

해 고찰하였다.

2. 가입자 선로(Subscriber Loop) 효율화 기술

가입자 선로에 대한 투자비용을 절약하고 이용효율을 향상시키기 위해 오래 전부터 여러가지 기술이 개발되어 왔다. 초기 기술로는 공동가입전화(Party Line) 가 있었는데, 이것은 선로의 길이가 비교적 길고 호발생 비율(Call Rate) 이 낮은 도시 근교나 농어촌 지역에서 한 가입자 선로에 두개 이상의 가입자 전화기를 연결하여 선로를 공용하는 방식이다. 이 방식의 가장 큰 문제점은 한 가입자가 통화중일 때 나머지 가입자는 전화 서비스를 이용할 수 없는 점이었다. 이 서비스는 다음과 같은 기술로 대체되었다.

가입자 선로 반송장치(Subscriber Loop Carrier)는 다중화기술을 이용하여 한 전송매체로부터 다수의 회선을 얻는 장치이다. 이 장치는 최근의 반도체 가격의 하락과 동 가격의 상승으로 경제적 적용구간(Prove-in Distance)이 단축됨으로써 더욱 적용범위가 확대되고 있다.

이 방식의 단점은 각 회선이 특정가입자에게 전용되므로 회선이용 효율이 낮은점이다. 이 단점을 개선하기위해 집선기능을 추가한 것이 가입자 선로 집선장치(Subscriber Loop Concentrator)이다. 이장치는 회선수보다 가입자수가 더 많기 때문에 최악의 경우 Blocking 이 발생할 수 있다. 또 이 집선장치와 모국교환기의 제어부 사이에는 신호정보와, 관리 및 유지보수에 관련되는 정보를 송수신하기 위해 반드시 데이터 채널이 구성되어야 한다.

이상과 같은 가입자 선로 반송장치와 가입자 선로 집선장치를 Pair Gain System 이라고 한다. Pair Gain System 은 전송매체를 다중화(Multiplexing) 하거나 채널을 집선(Concentration) 해서 이루어진다.

가입자 선로집선장치에서 동일한 장치내 가입자사이의 내부호(Intra Call) 구성에 두개의 회선이 점유되는 문제점을

해결하기 위해 장치내에 간단한 교환기능을 부여 한 것이 원격교환장치 (Remote Switching Unit)이다. 원격교환장치는 연결된 모국교환기의 제어기능에 거의 의존하므로 Remote Switching System 보다는 Remote Switching Unit 또는 Remote Switching Module 이라는 명칭이 더 적당하다.

가입자 선로집선장치나 원격교환장치의 광범위한 사용을 분산교환 (Distributed Switching) 또는 Clustering 이라고 한다. 이것은 전기통신망을 구성하는 두요소인 교환과 전송의 상호보완 (Trade-off) 관계에서, 교환시설에 대한 투자로 전송시설의 투자비용을 절감하는 하나의 예가 될수 있다.

Pair Gain System이나 원격교환장치는 대개 무인국으로 운영되므로 유지보수 및 관리의 제어부 사이의 데이터 채널을 통해 이루어 진다.

원격교환장치는 모국교환기의 제어기능에 거의 의존하므로 모국이 고장나거나 모국과 연결되는 전송회선이 절단되면 기본적인 서비스도 제공할수 없는 문제점이 있다. 그러나 제어기능이 고도로 분산되어 있는 디지털 교환기에서는 이상과 같은 긴급상황에서도 내부호 (Intra Call) 처리등, 기본적인 서비스를 제공하는 경우도 있다. 이와같은 기능을 Stand-alone Operation 이라고 한다.

(1) 공동가입전화 (Party Line)

한 가입자 선로에 두개 이상의 가입자 전화기를 공동으로 연결한 것이다. (그림-1) 은 2 공동가입전화 (2 Party Line)를 나타내고 있다. 전화기의 E 단자를 접지시키고 갑의 전화기별 (MB) 은 L2 와 대지사이애, 을의 전화기별은 L1 과 대지사이애 연결되므로 교환기에서 두가입자를 구별하여 호출할수 있다. 일반가입자의 전화기별은 L1 과 L2 에 연결되는데, 이와 같은 연결에 의한 호출방식을 Bridged Ringing 방식이라고 하며 이에 대해 공동가입전화의 호출방식을 Divided Ringing 방식이라고 한다.

4 공동가입전화 (4 Party Line) 이면 다음과 같은 호출신호를 사용하므로써 완전한 선택호출이 가능하게 된다.

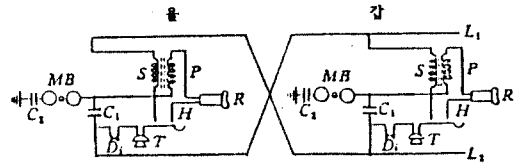
L1	<----->	대지	: + DC	전위어	호출신호를	중점
L2	<----->	대지	: + DC	전위어	호출신호를	중점
L1	<----->	대지	: - DC	전위어	호출신호를	중점
L2	<----->	대지	: - DC	전위어	호출신호를	중점

8 공동가입전화 (8 Party Line) 이면 위와 같은 호출신호를 사용하고, 추가로 호출신호의 단속주기 (Cadence)를 다르게 사용하므로써 반선택호출이 가능하게 된다.

이 외에도 전화기별을 동조형으로 만들어 단일주파수에만 동작하게 하면 완전한 선택호출이 가능하게 된다. 예를 들면 20, 30, 42, 54, 60 Hz 의 호출신호를 Divided Ringing 방식으로 사용하면 최대 10 가입자까지 선택호출이 가능하다.

그러나 공동가입전화 방식은 먼저 사용하기 위한 언쟁, 계

인 비밀 공개, 전송 품질저하 등의 구조적인 문제점을 내포하고 있다. 현재 미국에서도 시골지역에 극소수가 사용되고 있을 뿐이며, 우리나라의 경우는 만성적인 전화적체로 인해 최선당 통화량이 높았기 때문에 처음부터 도입되지 않았다.



(그림-1) 공동가입전화 (Party Line)

(2) 가입자 선로 반송장치 (Subscriber Loop Carrier)

가입자 선로 반송장치는 가입자 선로를 다중화하므로써 여러회선을 얻는 장치로서 기본구성은 (그림-2) 와 같다. 다중화 기술은 최근에 개발된 디지털 교환기와와의 정합을 고려하여 PCM 방식이 주로 사용되고 있다.

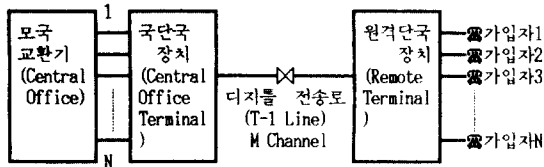
디지털 가입자 선로 반송장치는 원격 단국장치 (Remote Terminal), 국 단국장치 (Central Office Terminal) 및 디지털 전송로로 구성된다. 원격 단국장치에는 가입자 전화기가 연결되고, 국 단국장치에는 교환기의 가입자회로 (Subscriber Line Circuit)가 연결되며, 이 두 단국장치는 디지털 전송로의 다중화된 회선에 의해 연결된다. 만약 모국 교환기가 디지털 방식이면 디지털 전송로와 직접 정합되어 국 단국장치가 생략되므로 경제적이다.

이 장치는 원격 단국장치에 연결된 가입자수 (N)과 모국에 연결되는 회선수 (M)가 동일하므로 Blocking 의 가능성이 없을 뿐 아니라 제어용 데이터 채널도 불필요하다. 그러나 이 장치는 무인국으로 운영되기 때문에 유지보수 및 관리를 위해 데이터 채널을 사용하는 경우도 있다. 이 경우 데이터 채널을 통해 유지보수용 데이터 뿐아니라 침수, 화재 및 출입문 개방 등과 같은 경보용 데이터 전송도 가능하다.

또 모국의 시험대에서 원격 단국장치에 연결된 가입자 선로 상태를 시험하기위해서는 별도의 DC Metallic 경로가 제공되어야 한다. 만약 DC 신호를 전송할수 있는 Metallic 경로가 없으면 원격 단국장치에 시험장치를 내장하여 직접 시험하고 시험결과를 데이터 채널을 통해서 전송할 수도 있다.

이상의 가입자 선로 반송장치는 다중화 반송기술을 이용하여 이제까지 부분적으로 사용되던 선로의 대역폭을 확장하여 사용하는 형태라고 볼 수 있다.

그러나 통화량이 낮은 경우 회선의 이용효율이 낮은 문제점이 있다.



(그림-2) 가입자 선로 반송장치 (Subscriber Loop Carrier)

(3) 가입자 선로 집선장치 (Subscriber Loop Concentrator)

가입자 선로 집선장치는 가입자 선로 반송장치에서 가입자 수 (N)가 모국에 연결된 회선수 (M)보다 크게, 집선기능을 추가한 장치로 회선의 이용효율은 개선되거나 낮은 Blocking 가능성을 허용해야 한다. 그리고 모국과 원격 단국장치 사이에는 반드시 제어용 데이터 채널이 구성되어야 한다.

다음은 증가하는 가입자를 수용하기 위해 새로운 케이블을 신설하는 것과, 기존 케이블에 가입자 선로 반송장치나 가입자 선로 집선장치와 같은 Pair Gain System 을 적용하는 것과의 가격 비교를 보여준다.

케이블 신설시

$$\text{전체가격} = \text{아날로그 교환기의 가입자회로 (SLIC) 가격} + \text{케이블 가격}$$

· 기존 케이블에 Pair Gain System 적용시

- 아날로그 교환기인 경우 :

$$\begin{aligned} \text{전체가격} = & \text{아날로그 교환기의 가입자회로 (SLIC) 가격} \\ & + \text{Pair Gain System 의 국 단국장치 (Central Office Terminal) 가격} \\ & + \text{Pair Gain System 의 원격 단국장치 (Remote Terminal) 가격} \\ & + \text{전송로 가격} \end{aligned}$$

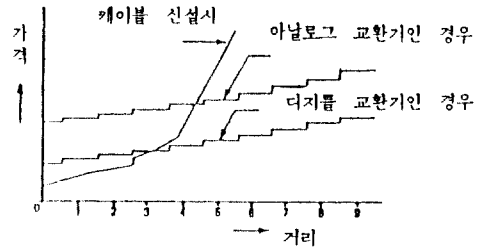
- 디지털 교환기인 경우 :

$$\begin{aligned} \text{전체가격} = & \text{디지털 교환기의 디지털 가입자회로 (SLIC) 가격} \\ & + \text{Pair Gain System 의 원격 단국장치 (Remote Terminal) 가격} \\ & + \text{전송로 가격} \end{aligned}$$

이상의 가격분석을 요약하면 (그림-3) 과 같다.

(그림-3) 에서 보는 바와 같이 케이블 신설시의 가격이 거리에 따라 급격하게 증가하는 것은 전송손실을 보상하기 위해서 동선의 굵기를 증가시켜야 하기 때문이다. Pair Gain

System을 적용할 경우에 디지털 교환기가 아날로그 교환기에 비해 경제적 적용구간 (Prove-in Distance) 이 짧다. 이 이유는 디지털 가입자회로 (SLIC) 가 아날로그 가입자 회로 (SLIC) 보다 저렴할 뿐 아니라 원격 단국장치 (Remote Terminal) 가 국 단국장치 (Central Office Terminal) 없이 디지털 교환기와 직접 연결되기 때문이다. 따라서 디지털 교환기는 아날로그 교환기에 비해 짧은 선로구간에도 Pair Gain System 을 경제적으로 적용할 수 있다.



(그림-3) 케이블 신설과 Pair Gain System 도입시의 가격비교

(4) 원격교환장치 (Remote Switching Unit)

일반적으로 간단한 교환기능을 갖는 Pair Gain System 을 원격교환장치라고 할수있다. 따라서 Pair Gain System 에서 내부호 (Intra Call) 구성에도 모국과 연결되는 회선 가운데 2개가 계속적으로 점유되는 비효율성이 없어진다.

이 장치는 모국의 제어부에 크게 의존하므로 모국과 연결되는 회선이 중단되거나 모국시스템에서 고장이 발생되면 내부호나 안내호와 같은 기본적인 서비스도 제공할 수 없게 된다. 그러나 최근의 디지털 교환기와 같이 제어기능이 시스템 전반에 고도로 분산되어 있는 경우에는 이와 같은 긴급 상황에서도 기본적인 서비스는 제공할 수 있게 되었다. 이와 같은 기능을 Stand-alone Operation 이라고 한다.

Stand-alone Operation 기능을 갖는 원격교환장치라도 정상상태에서 내부호를 구성 할 경우에는 호의 구성 (Call Set-up) 단계에서는 모국과 연결되는 2개의 회선을 점유하고, 통화로 구성이 완료되어 착신자가 응답을 하면, 점유된 회선을 복구시키고 원격교환장치의 내부호 (Intra Call) 용 회선으로 전환시키는 방식을 사용하고 있다.

이 장치는 농어촌이나 근교지역 같이 인구밀도가 낮은 지역에 주로 설치되며 인접하는 대도시 지역에 위치하는 모국 교환기에 연결되므로 모국교환기의 담당구역을 경제적이고 효율적으로 확장하는 효과를 얻을 수 있다. 이 장치가 도시근교나 농어촌 지역에 주로 설치되는 이유는 다음과 같은 특성을 만족하기 때문이다.

- . 선로구간이 길다: 경제적 적용구간 (Prove-in Distance)을 초과한다.
- . 통화량이 낮다: 집선율 (Concentration Rate) 을 증가시킬 수 있다.
- . 가입자의 증가율이 낮다: 완전한 교환기를 설치하면 초기 투자비용 (Start-up Cost)이 많이 소요되나 원격교환 장치는 이 비용이 적게 소요되므로 유리하다.

### 3. 결론

가입자 선로의 이용효율 향상을 위한 초기의 기술토씨는 비교적 먼 구간, 즉 추가되는 장치의 가격이 이 장치의 설치로 인해 절감되는 선로의 가격으로 상쇄시킬 수 있는 구간에만 적용되었으나, 근래에는 Loop Electronics 의 발전과 등가적의 지속적인 상승으로 인해 적용가능한 구간이 단축되었을 뿐 아니라, 가입자선 디지털 교환기(Local Digital Switching System) 의 등장으로 거리에 관계없이 기존의 가입자 선로를 여러회선으로 다중화 시켜 디지털방식으로 운용함으로써 이용효율을 크게 개선시킬 수 있게 되었다.

또한, 가입자 선로는 기존시설에 비해 엄청난 투자비용 때문에 상당기간 동안은 기존의 두카다 동선을 그대로 이용하여 디지털 가입자 선로로 전환 될 것이며 궁극적으로는 광섬유 가입자 선로로 대체될 것이다.

Pair Gain System 이나 원격 교환장치를 이용하면 넓은 지역에 소규모로 분포되어 있는 가입자에게 경제적 기술적인 측면에서, 보다 효율적으로 통신 서비스를 제공할 수 있기 때문에 서비스의 확산보급에도 크게 기여할 것이다.

뿐만아니라 가입자 선로시설분야에 대한 투자는 전기통신망을 구성하는 다른 요소에 비해 수익의 회수시기가 빠르기 때문에 가입자 선로의 이용효율향상에 지속적인 연구검토가 이루어져야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] William Sinnema , " Digital, Analog and Data Communication " , Reston Publishing Company Inc. , 1982 .
- [2] John Bellamy , " Digital Telephony " , A Wiley-Interscience Publication " , 1981 .
- [3] John C. McDonald , " Fundamentals of Digital Switching " , Plenum Press , 1983 .
- [4] Roger L. Freeman , " Telecommunication System Engineering , Analog and Digital Network Design " , A Wiley-Interscience Publication , 1980 .