

ISDN 가입자 선로에 대한 망급전 연구

正會員 韓雲英*, 正會員 南允錫*, 正會員 李洪雨** 正會員 車均鉉**

A Study on the Power Feeding for ISDN Subscriber Loop

Woon-Young Han*, Yoon-Seok Nam*, Hong-Woo Lee**,

Kyun-Hyon Tchah** *Regular Members*

요약

본 논문은 국내 ISDN 망에서 상용전원 이상시에도 최소한의 음성서비스를 보장하기 위한 방법으로 망급전과 재충전 배터리를 사용하는 방안을 검토하였다. 망급전의 경우에는 요구되는 선로전압 및 선로전류 등을 선로 종류 및 급전전력에 따라 시뮬레이션을 수행하였다. 이러한 시뮬레이션의 결과로서 현재 국내 ISDN 가입자 선로를 교체하지 않고는 망급전이 불가능한 것으로 나타났다. 따라서 급전 방법으로는 재충전 배터리 사용이 타당한 것으로 판단되며, 재충전 배터리 사용시에는 선로매듭에서 발생하는 부식에 의하여 접촉저항이 증가하는 문제를 해결하기 위하여 별도의 전류를 사용할 필요가 있다. 이러한 전류를 실링(sealing) 전류라 하는데 국내에서 개발된 ISDN 교환기의 가입자보드에서 실링전류 및 망급전 용으로 설치된 급전용 전력조정기를 사용하여 실험하였다. 실험 결과 실링 전류의 공급이 물리계층의 클럭동기에 영향을 주지 않으며, 매우 짧은 시간동안만 실링전류의 영향이 나타남을 확인하였다. 이러한 실링전류의 실험결과는 선로를 간략하게 모델링하여 시뮬레이션 한 결과와 완전히 일치하는 것으로서 실험이 정당함을 시뮬레이션으로 확인하였다.

ABSTRACT

In this thesis, two possible schemes for power feeding are considered. The first one is the network power feeding, and the other is the power feeding from the rechargeable battery. Though each scheme has its merits and demerits, the domestic network operator has proposed the latter due to the large deviation of line resistance, high power loss, and safety.

This scheme, however, has several problems. The usage is limited by the life of battery leading to the failure of minimal voice service for many hours. The space occupation of that battery is another serious problem. Moreover, the network operator should have overhead of maintenance and repair. In order to alleviate such the difficulties, the sealing current is introduced through the subscriber loop. Flowing the current into the loop prevents from rusting. This thesis designs a power controller using PEB2025 to control various amount, duration, and period of this sealing current, to achieve the optimum current supply for sealing.

*韓國電子通信研究所 網整合研究室
Network Interface Section, FETRI

**高麗大學校 電子工學科
Dept. of Electronics Eng., Korea Univ.

論文番號: 94279

接受日字: 1994年 10月 10日

2508

I. 서 론

디지털 통신기술의 발전과 다양한 통신요구량의 증가는 ISDN 망으로의 발전을 이끌어냈고, 이러한 추세에 따라 국내에서도 현재 서울을 비롯한 11곳에서 ISDN 상용서비스 중이다.

이러한 ISDN은 동시에 다양한 단말을 접속할 수 있다는 장점이 있는 반면, 이에 따른 많은 전력을 요구하고 있다. 비록 전력을 소모하는 각 단말들은 일반적으로 상용전원을 사용하고 있지만, ISDN 망에서는 상용전원의 장애시에도 최소한의 음성 서비스를 보장하기 위해 급전을 고려해야만 한다. 이러한 급전을 수행하기 위해서는 2가지 방법이 고려된다. 망에서 급전을 수행하는 방법과 재충전 가능한 배터리를 사용하여 급전을 수행하는 방법이 그것이다. 본 논문에서 두 방법의 장단점을 비교 분석하여 국내의 경우에는 편차가 큰 선로저항과 높은 전력손실, 그리고 인체 안전도를 고려하여 재충전 배터리를 사용하여 급전을 수행하는 방법이 더 유리함을 시뮬레이션을 통해 보였다. 그러나 이러한 급전방법은 배터리 수명에 기인하는 부담이 가입자에게 지워지고, 장시간 정전시에는 음성서비스를 보장하지 못하며, 배터리 사용에 의한 공간적 손실이라는 단점이 있다. 이러한 사용자측의 불편 뿐만아니라 망 제공자에게도 선로의 유지보수 측면에서 단점이 있다. 이는 선로매듭의 부식방지를 위해 선로에 일정량의 전류를 일정 주기로 일정기간동안 흘려주어야 하는데, 이러한 전류를 실링(sealing) 전류라고 한다. 실제적으로 망에서 급전을 수행하는 경우에는 이러한 전류가 필요없는데 이는 망에서 급전을 수행하는 경우에는 항상 NT로 급전을 수행하거나, 상용전원 이상시에 급전을 수행하므로 선로부식방지 효과가 급전 전류에의해 나타나기 때문이다.

본 논문은 국내에서 개발된 ISDN 교환기 환경에서 가입자 보드에 전력 콘트롤러인 PEB2025를 사용하여 인가 전압을 변화시켜가면서 선로에 흐르는 전류의 파형을 측정하였다.

II. 망급전 및 시뮬레이션

1. 망급전의 수행절차

본 논문에서의 급전 수행절차는 국내에서 표준으로 사용하는 ISDN 가입자 선로부호 방식인 ECM (Echo Cancellation Method)의 2B1Q(2 Binary 1

Quaternary)에 관하여 기술한다.

1) 정상모드 동작

500-600mW의 전력을 망에서 급전하며 이전력은 NT가 사용한다. 이때 각 TE는 각각 상용전원을 사용한다.

2) 정상모드에서 제한모드로 변환

그림 1은 망급전시 급전을 받기위한 NT의 급전관련 기능을 나타낸 것이다. 이러한 기능을 갖는 NT에서는 전원장애시 DC/DC 컨버터의 출력을 감시하는 U인터페이스 소자에서 전원장애를 검출하고 PS1, PS2의 두비트를 변경하여 NT의 전력 상태를 망으로 전송한다. 이때 PS1, PS2 두 비트의 내용은 다음 표 1에 나타나 있다. 이때 또한 DC/DC 컨버터는 S-인터페이스 극성을 반전시켜 S-인터페이스에 접속된 단말기가 제한모드로 동작할 수 있게 한다.

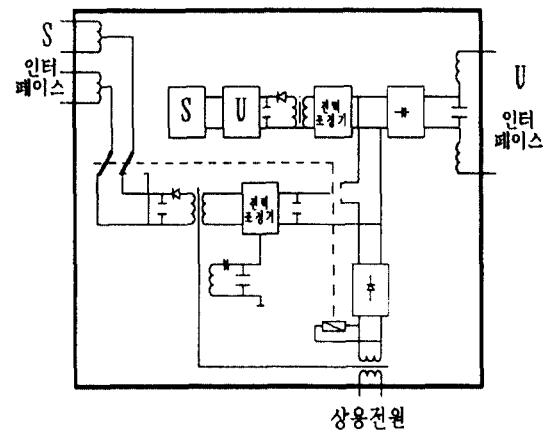


그림 1. NT의 급전기능 구성도

Fig 1. Configuration of Power Feeding at NT

표 1. NT의 전원 상태

Table 1. Description of NT Power Status

PS1	PS2	동작상태
0	0	상용전원과 배터리가 모두 작동되지 않음
0	1	상용전원은 공급되지 않고 배터리는 정상작동
1	0	상용전원은 정상작동이나 배터리는 공급되지 않음
1	1	상용전원과 배터리가 모두 정상작동

3) 망에서 급전

망에서는 PS1, PS2 비트를 수신하면 전력 조정기를 제어하여 U-인터페이스로 1W-1.3W의 전력을 급전한다.

4) NT에서 TE로의 급전

가입자선로를 통하여 1W-1.3W의 전력을 급전받은 NT의 DC/DC 컨버터는 정상모드에서와 같이 500-600mW의 전력은 NT에서 소비하고 나머지의 전력은 S-인터페이스를 통하여 지정된 TE에 급전한다. 이때 최소 규정은 TE에서 약 420mW이다. 이러한 동작은 DC/DC 변환기의 스위칭 작용에 의해 일어난다.

5) TE의 동작

지정된 TE는 S-인터페이스의 극성반전을 검출하고 이때부터 과다한 전력소비를 줄이고 최소한의 전력을 소비할 수 있는 상태로 동작모드를 전환한다. 지정된 TE는 380mW 정도의 전력으로 동작할 수 있어야 한다. 또한 이 경우 지정되지 않은 TE는 전력을 소비하지 못하고 동작도 불가능하다.

2. 망급전 방법

1) 급전방법 비교

망급전 수행시에는 U-인터페이스와 S-인터페이스를 고려하여야 하는데, 이중 S-인터페이스는 전력 컨트롤러의 입출력 규정을 고려하고, U-인터페이스는 가입자선로의 구성, 급전방식 등을 고려해야 한다.

ISDN 단말로 전력을 급전하는 방법은 두가지가 있는데, 하나는 LT 출력단의 전류를 제한하는 방법이며 다른 하나는 전압을 제한하는 방법인데, 전자를 정전압 방식이라고 후자를 정전류 방식이라 한다. 이는 전력을 제한하려면 전압을 고정시키고 전류를 제한하거나 전류는 고정시키고 전압을 제한하여야 되기 때문이다.

이러한 두가지 방법의 장단점을 비교하면 표 2와 같다.

표 2에서 정전류원을 사용하는 방법은 전력 공급자에게는 약간의 불리하다. 왜냐하면 정전류원의 경우에는 가입자회로마다 정전류 조정회로가 필요하기 때문이다. 그러나 이러한 정전류원을 사용하면 NT의 DC/DC 컨버터의 입력 전압이 항상 일정하고 또한 이러한 일정한 입력전압으로 인해 가입자 장치의 전력손실이 거의 없는 장점을 갖고 있다. 이에 비해 정전압원을 사용하는 경우는 DC/DC 컨버터의 입력전

표 2. 망급전 방식의 장 단점 비교

Table 2. Comparison of Poewr Feeding Methods

	전압제한 정전류원	전류제한 정전압원
망 공급자	△	○
단락 방지	○	×
과전압 방지	×	○
DC/DC Converter	○	△
TE의 전력손실	○	×
전 체	○	△

(주) 유리(○), 보통(△), 불리(×)

압이 변하고 또한 이로 인해 가입자 장치의 전력손실이 큰 단점을 가지고 있다. 반면에 전류 조정회로가 없기 때문에 전력공급자에게는 유리하다. 그러나 실제로 이러한 정전류 조정회로는 집적기술의 발전으로 소형화되고 비용이 감소되어 이미 심각한 결점은 될 수 없다.

이러한 방식들에 따라 급전을 수행하는데는 전력 공급자에게 따라 기준과 방법이 다르다. 여기서 전력 공급자는 크게 상용전원과 망 그리고 배터리이다.

만일 전력공급대상이 태내 상용전원인 경우 비상시에는 전력을 공급받지 못하게 된다. 이와 같이 상용전원이 공급되지 못하는 상태를 제한모드라고 하는데, 이때는 NT와 TE 모두 LT로부터 전력을 공급받거나 혹은 배터리로부터 전력을 공급받는다. 반면에 정상모드는 상용전원이 정상인 상태로, 이때에는 TE는 상용전원으로부터 전력을 공급받고 NT는 상용전원 또는 LT로부터 전력을 공급받는다.

또한, TE의 상태는 망급전의 방법과 기준에 영향을 준다. 이러한 TE의 상태는 크게 활성상태, 비활성상태, 그리고 국부동작상태가 있고, 활성상태는 호가 성립되어 단말이 동작하는 상태이고, 비활성 상태는 호 대기 상태에서 소모전력이 가장작은 상태이다. 또한 국부동작상태는 호와는 관계없이 국부적으로 단말에서 전력을 소모하는 상태이다.

2) 망급전 시뮬레이션

(1) 시뮬레이션 가정 및 파라미터

공급 전력은 인체 안전도(선로의 최대한계 허용도)를 고려하여야 하는데 $V_s \leq 120V$, $I_s \leq 60mA$ 의 값이 IEC 449에서 규격화되어 있으며, 변압기 포화를 고려하여 DC/DC 변환기는 Fly Back 회로를 사용

하여야 한다. 급전회로 구성시 고려사항으로는 입력 전압, 입력케환 잡음, 출력 전류, 전압, 최대 출력 전압, 전력 효율, 최대출력 제한, 절연 상호 간섭방지등이 있다. ISDN 인터페이스는 BRI(Basic Rate Interface)와 PRI(Primary Rate Interface)로 나눌 수 있는데 PRI는 사설 교환기에 접속되며, 이러한 사설 교환기 급전은 망 공급자의 책임이 아닐뿐더러 많은 전력이 요구되므로 망급전을 하기에는 적당하지 못하다. 따라서 본논문에서 BRI 가입자선로에 대해서만 고려한다. 또한 재생기는 사용하지 않는 것으로 가정하였는데 이는 국내 망의 공급자가 거리가 먼 가입자를 위해 재생기를 사용하지 않고 트렁크를 길게 하여 가입자망을 제한된 거리 이내로 하기 때문이다. 위의 사항을 고려하여 각 급전방식에 따라 공급전력과 최대 급전거리 등을 얻을 수 있다.

사용되는 선로의 거리는 5Km 이내로 하고 이를 저항치로 변환하여 사용하였다. 이때 사용되는 선로종류는 0.4mm, 0.5mm, 0.6mm, 0.8mm를 사용하였다. 변압기의 효율은 0.8로 하고 NT와 TE의 요구전력은 정상모드와 제한모드로 나누고 이를 다시 세분하였다. 정상모드에서는 NT만 급전을 하기로 하고 제한 모드에서는 NT와 치정된 TE를 모두 급전하기로 하였다. 전력급전 방식이 정전압 방식인 경우에는 50V-75V의 영역에서 시뮬레이션을 하고, 정전류 방식인 경우에는 30mA-50mA의 영역에서 시뮬레이션을 하였다. 단, 그림 5에서는 일본(NTT)의 경우처럼 공급전압은 60V, 공급전류는 40mA를 사용했다.

(2)시뮬레이션 구성

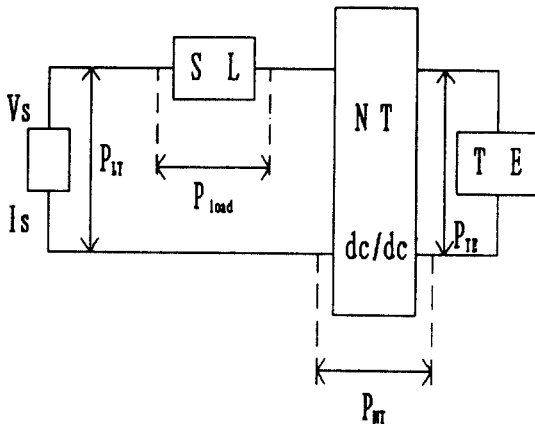


그림 2 U-인터페이스 급전 구조

Fig 2. Configuration of Power Feeding at U interface

그림 2는 시뮬레이션을 위한 U-인터페이스 구성도이다.

SL은 선로를 나타내며, 해석을 위한 식은 다음과 같다.

$$P_{LT} = (P_{NT} + P_{TE})/e + P_{load}$$

윗 식을 정전압원의 경우와 정전류원의 경우로 구분하여 계산을 수행하면 다음과 같다.

- 정 전압원

$$P_T = (P_{NT} + P_{TE})/e + P_{load}$$

여기서, $C = (P_{NT} + P_{TE})/e$

R' = 선로종류에 따른 단위 길이당 저항

L = 거리

$$P_T = V_s I_s = C + I_s^2 R L$$

$$R' L I_s^2 - V_s I_s + C = 0$$

$$I_s = \frac{V_s \pm \sqrt{V_s^2 - 4R'LC}}{2R'L} = \frac{V_s - \sqrt{V_s^2 - 4R'LC}}{2R'L}$$

(∵ 최대전력전송법칙)

$$P_T = \frac{V_s^2 - V_s \sqrt{V_s^2 - 4R'LC}}{2R'L}$$

- 정전류원

$$P_T = (P_{NT} + P_{TE})/e + P_{load}$$

여기서, $C = (P_{NT} + P_{TE})/e$

R' = 선로종류에 따른 단위 길이당 저항

L = 거리

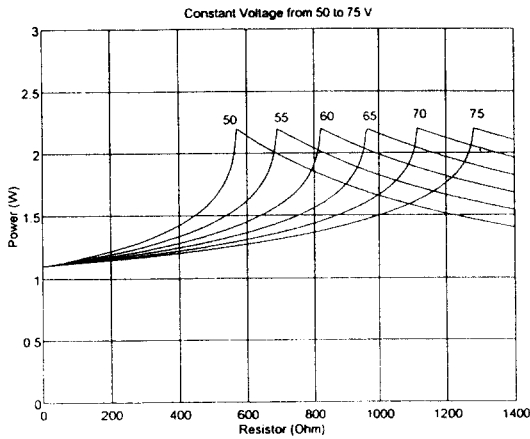
$$V_s I_s = C + I_s^2 R' L$$

$$V_s = \frac{C + R' L I_s^2}{I_s}$$

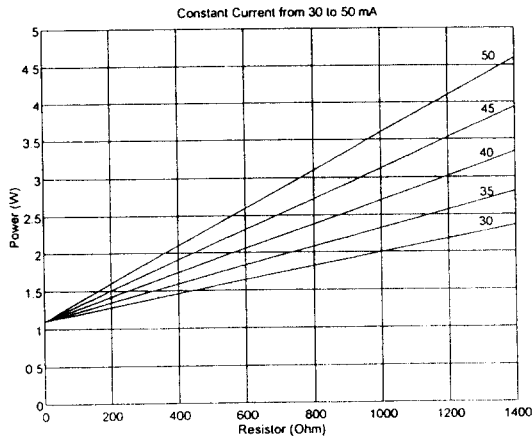
$$P_T = C + R' I_s^2 L$$

시뮬레이션은 정전압 방식과 정전류 방식으로 구분하여 수행하였으며, 전압과 전류를 변화시켜 수행하였다.

3)시뮬레이션 결과



(a) 정전압원의 경우
(a) Case of Constant Voltage



(b) 정전류원의 경우
(b) Case of Constant Current

그림 3. 저항 변화에 따른 공급 전력
Fig 3. Feeding Power vs. Loop Resistance

그림 3 a)는 50V, 55V, 60V, 70V 그리고 75V의 정전압원에 대한 경우이며, 저항이 증가함에 따라 공급 전력이 증가한후 감소하는 것은 발진에 의한 것으로서 발진하기 전까지만 사용가능한 영역이된다. 그림 3 b)는 30mA, 35mA, 40mA, 45mA 그리고 50mA의 정전류원에 대한 경우이며, 요구되는 전력은 저항에 비례한다. NT와 TE에서 요구되는 전력은 ITU-T 권고안에 따라 1.1W로 사용하였다.

그림 4와 그림 5는 60V 정전압원과 50mA 정전류원을 사용한 저항변화에 따른 요구전력을 나타낸다. 정상모드시에는 500mW와 60mW에 대하여 시뮬레이션을 수행하였고, 제한모드시에는 NT와 지정된 TE의 전력 소비가 일본 NTT 규격인 1W와 ITU-T 규격인 1.1W, 1.3W, 그리고 현재 국내 경우로 수행하였다. 국내의 경우는 NT의 전력 소비가 50mW, 지정된 TE의 전력 소비가 1W, 변압기 효율이 0.8을 가정하여 계산된 값이며, 다음과 같다.

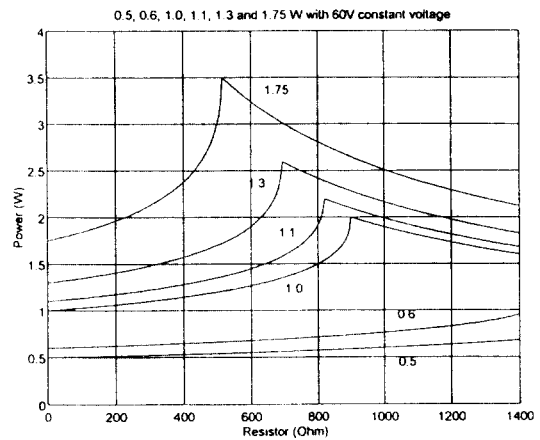


그림 4. 정전압원시 소비전력과 저항 변화에 따른 공급전력
Fig 4. Feeding Power with Consuming Power and Resistance (Constant Voltage)

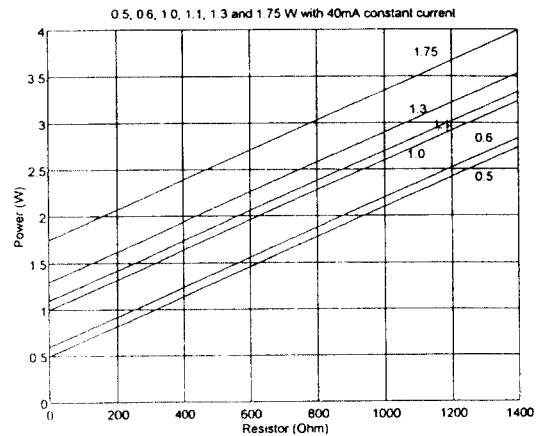


그림 5. 정전류원의 소비전력과 저항 변화에 따른 공급전력
Fig 5. Feeding Power with Consuming Power and Resistance (Constant Current)

$$\begin{aligned} (P_{TE} + P_{NT})/e &= P_{TE}/e + P_{NT}' \\ &= 1W/0.8 + 500mW \\ &= 1.75W \end{aligned}$$

그림 6에서 가입자선로의 직경이 0.4mm인 경우는 280Ω/km, 0.5mm인 경우는 180Ω/km, 0.6mm인 경우는 119Ω/km, 0.8mm인 경우는 67Ω/km로 계산하였으며, 정전압 및 정전류 방식에서 요구되는 전력과 가입자선로 종류에 따른 저항을 비교함으로써 망급전시 요구되는 전압 및 전류를 쉽게 알 수 있다.

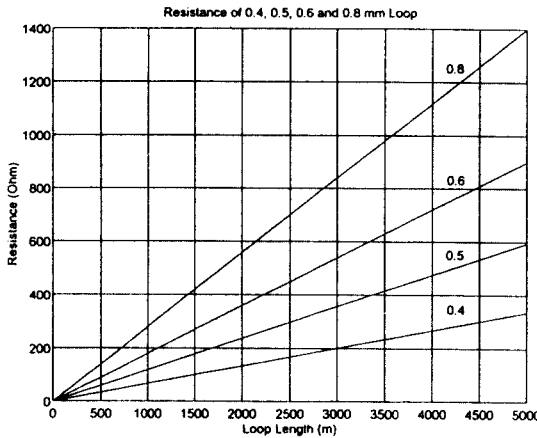


그림 6. 선로의 종류와 거리에 따른 저항
Fig 6. Resistance of Subscriber Loop with Distance

(3) 시뮬레이션 결과분석

망급전을 수행하기 위하여 그림 3, 4, 5, 6을 살펴보면, 국내 가입자선로의 대부분이 직경 0.4mm인 상태를 고려하면 U-인터페이스의 2B1Q 전송능력이 4Km 이상이므로 4Km까지 급전을 고려하더라도 높은 전압과 높은 전류가 요구됨을 알 수 있다. 또한 망에서 많은 전력을 공급하기 위한 대책이 요구된다. 너무 높은 전압과 전류는 위험하므로 망급전을 수행하려면 우선적으로 가입자 선로의 저항을 줄여야하며, 이는 가입자선로를 0.5mm 이상으로 교체하거나 서비스거리를 제한함으로써 가능할 수 있다. 그러나 망급전에 대한 망공급자의 급전대책이 무엇보다도 선행되어야한다.

Ⅲ. 실링 전류의 필요성

이상의 결과로서 망급전 방법은 국내선로에서 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 배터리를 사용하여 급전을 수행하여야 하는데 이때 가장 큰 문제점이 선로의 부식문제이다. 이러한 선로의 부식을 방지해 주는 효과를 가진 전류가 실링전류이다. 실링 전류는 낮은 수준의 직류로서 선로 접합부의 부식을 방지함으로써 어떠한 망간의 회로와 특정한 서비스회로들의 전송품질을 유지하기위해 오래전부터 사용되어져 왔다.

만일 선로에 ringing이 존재하지 않으면 실링 전류가 인가되어야 하는데 이때 흘러주어야 하는 실링 전류는 선로당 약 1W 부하를 가정할때 망에서부터 15-30mW의 전류를 공급해야한다. 비록 실링 전류라는 용어는 전화에만 사용하는 용어지만 다른 비슷한 용어로서 wetting 전류, contact fritting 이라는 용어가 있다. 이러한 실링 전류는 다양한 서비스와 개인선로 음성, 데이터 신호 DDS 선과 짧은 T1선에 이용되어진다. 이러한 선로의 일반적인 특성은 ringing이나 hook에 의한 전압이 존재하지 않는다는 것이다. 이렇게 ringing이나 hook에 의한 전압이 존재하지 않는 선로를 일컬어 건조하다고 한다. 이러한 이유에서 wetting 전류라는 용어가 사용되어진다. 실링 전류는 선로 매듭 주변에 형성된 산화막을 뚫어 전류가 흐를 수 있는 통로를 만드는데 작용한다고 이해되어져 왔다. 이러한 breakdown 과정을 fritting이라고 부른다.

실제적으로 미국이나 우리나라처럼 ringing, off-hook 전압이 없는 선로에서 ISDN을 구현하는데는 실링 전류는 중요하다. 이러한 선로에서는 매듭방지 필요성이 오래전부터 요구되어왔기 때문에 ISDN에서도 예외는 아니다. 실링 전류는 전통적으로 15-30mA의 영역에서 연속적인 dc로서 인가되어 왔다.

비록 60mA 이상의 전류수준이 기록되어져 왔지만 이러한 수준은 선로당 약 1-3W의 전력을 소비하는 경우이다. 현재는 망의 선로 서비스중 단지 몇 %만이 실링 전류를 요구하기 때문에 배터리 플랜트·용량과 ISDN 구현에 따른 비용은 그리 크지 않으나 ISDN망이 본격적으로 가동되면 배터리 플랜트와 ISDN구현에 따른 비용은 커진다. 실제적으로 이러한 이유로 전력 플랜트의 요구사항도 상당한 문제점으로 등장하게 된다.

1. 매듭 부식

부식방지에 대한 수 년간의 발전에도 불구하고 매

습부식은 여전히 일어난다. 공기중 그리고 묻혀진 플랜트와 맨홀 등의 좋지 않은 환경은 부식방지장치에 침투할 수 있고 매듭부식의 원인이 된다. 현대의 실링 기술과 젤화된 매듭케이스의 사용은 매듭부식을 감소시켜왔다. 그리고 내부 연결을 위해 내부 케이스의 개방을 한다거나, 내부의 수분이나 불완전한 봉합 등이 여전히 부식의 기회를 증가시킨다. 이러한 매듭 기술의 단계적인 발전과정을 보면 첫단계로 구리선을 꼬아 구성하는 방법이고 이는 가장 오래된 방법으로 가장 부식에 영향받기 쉬운 방법이다. 두번째 단계로서 1960년대에 소개된 B-wire와 Scotch-Lok과 같은 연결법으로서 이는 향상된 부식방지 효과를 낸다. 가장 최근의 기술은 많은 연결을 동시에 할 수 있는 modular 방법을 사용한다. split 광선에 선을 접속시켜 매듭을 만드는데 이때 선은 거의 단단히 녹아 붙는다. 그럼에도 하드웨어의 불완전, 기술자의 실수, 매듭케이스의 설치, 매듭환경의 이해는 부식이 일어날 수 있는 상황을 만들어 준다. 선로 매듭의 부식은 화학반응중 산화반응이다. 이는 마치 구리 필름이나 계층이 도체 사이에 접촉면적으로 침투하는 것과 같다. 이러한 산화반응은 온도에 의해 촉진되는데 예를 들면 직사광선을 받는 공기중 매듭이나 도시 맨홀 근처의 매듭이 그러하다. 또한 이 반응은 수분에 의해 촉진되는데 이는 비, 지상의불, 공기중 수증기가 매듭봉합에 침투될때 일어난다. 또한 환경에 오염물의 존재는 더더욱 큰 문제가 된다. 예를 들면 구리와 NO₂의 반응이 그것이다.

2. 기능적 메카니즘

전기 접촉의 고전인 R.Holm의 책에는 이러한 메카니즘이 전체 입자를 필름에 침투시키는 것으로 설명되었다. 실제적으로 실링전류는 1960년에 이미 화상전화 서비스의 소개시에 화제가 되었다. 높은 선로 저항은 화상 전송의 품질에 중요한 문제를 일으켰다. 이러한 실링전류의 메카니즘은 다음과 같다.

- 저항 heating은 구리와 산화층은 약화 시키고 급속접촉을 재정립시킨다.

- 마이크로 break down은 잔류 산화 막을 통해 break된다. 이러한 잔류 산화막은 산화막 사이에 유도된 전압에 기인하여 산화막내에 급조된 전도 경로이며, 이는 전도체 사이에 다리를 생성한다.

- 전자에 의한 전류는 전자의 이동이 그 원인이 되는데 이는 접촉면이 전도체내로부터 구리원자의 전자를 산화막의 확산에 의해 잃는다.

실링전류에서 매듭의 저항은 전류의 진폭의 함수이다. 이러한 관계는 Holm과 여러사람에 의해 주어졌는데 이는

$$\frac{120}{I} < R < \frac{430}{I}$$

여기서 I는 밀리 암페어 단위의 실링전류치이고 R은 오옴단위의 접촉저항이다. 이러한 식은 그림 7에 나타내어 졌는데 실링전류의 주어진 수준을 가진 서비스에서 접촉을 위해 접촉저항은 위쪽 경계에 닿을때 까지 천천히 증가한다.

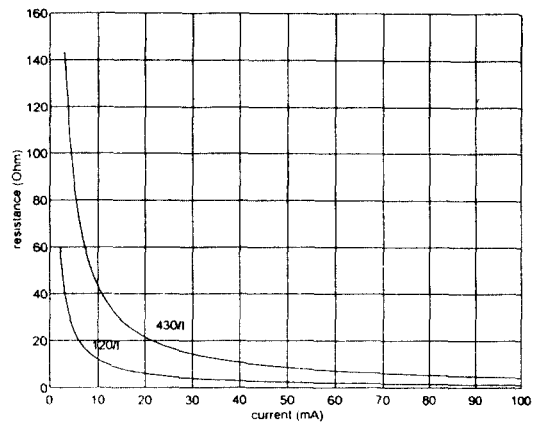


그림 7. 실링 전류에 따른 매듭저항의 변화
Fig 7. Contact Resistance with Sealing Curent

이 점에서 전류는 접촉저항을 아래쪽 경계를 향해 다시 천천히 증가하기 시작한다. 그림 7은 다음 논의 점을 분명히 하는데 도움이 된다. 첫째 매듭저항의 증가는 단조 증가하지 않는다. 오히려 위쪽 경계값인 430/I 근처에서는 특히 더욱 비선형적이다. 저항의 변화가 갑작스럽고 비록 적더라도 실제 가입자 망에서 잡음으로서 검출될 수 있다. 이러한 형태의 잡음은 ISDN 전송의 디지털 펄스와 간섭을 일으킨다. 두번째 관찰은 저항증가에 필요한 시간과 비교할때 저항을 끌어내리는 시간은 작다는 것이다. 달리 표현하면 부식방지의 긴 시간의 결과는 저항이 위쪽경계로부터 아래쪽 경계로 구동하는 시간에 상대적으로 짧은 시간에 반향된다. 또한 저항이 증가되는 시간동안 실링전류의 존재는 저항의 증가율에 거의 영향을 주지 못한다. 그러므로 실제적으로 전류는 각 선로에 연

속적으로 인가될 필요가 없다. 즉 간헐적으로 듀티 사이클을 가지고 한 선로에 인가된다. 실제적으로 이러한 펄스전류는 매듭의 저항이 위쪽 경계에 도달했을때만 인가될 필요가 있다. 이러한 펄스전류는 합리적인 주기와 rise time을 가져야 한다. rise time은 펄스가 전송 대역폭내의 어떠한 주파수 성분을 갖지 않아야 한다.

IV. 실링전류에 대한 실험 및 고찰

1. 실험 구성 환경

본 실험에서는 그림 8과 같이 마이크로 프로세서로 EPIC를 제어하여 IEPC에 의한 급전을 ON/OFF한다. 급전 제어정보는 EPIC와 IEC-Q 사이의 IOM(ISDN Oriented Module) 버스를 경유하고, IEC-Q와 급전 제어신호로 연결된 IEPC로 전송된다. 급전에 관한 응답정보는 IEC-Q가 IEPC로부터 정보를 받아 IOM 버스로 EPIC로 전송하고 프로세서는 인터럽트로 수신한다. 따라서 마이크로프로세서에서 EPIC를 제어하는 정보에는 해당 IECC-Q와 IEPC의 포트 번호가 포함된다.

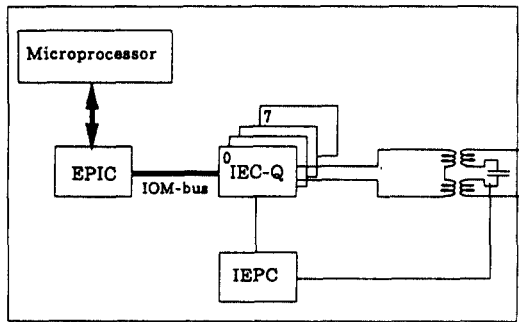


그림 8. LT 측에서의 실링 전류의 회로 구성도
 Fig 8. Configuration of Sealing Current Circuit at LT
 IEP (ISDN Exchange Power Controller)
 IEP (Extended PCM Interface Controller)
 IEC-Q (ISDN Echocancellation Circuit)

그림 9는 IEPC 하나가 4개의 가입자선로에 급전할 수 있음을 보여준다. 이중 VBAT는 실링 전류를 보내기위한 공급전압으로서 본 논문에서는 40V, 60V 등을 사용하였다. aF0-aF3는 각 가입자에 대한 출력 포트이다. RIMAX는 가입자선로에 흐르는 최대 전

류를 제한하는 역할을 한다. CLC0-CLC3는 외부에 연결하는 캐패시터로서 가입자선로에 흐르는 최대전류를 제한하는 시간적 특성을 가입자별로 달리 할 수 있도록 한다. CS는 소자선택신호이고 D0-D2는 데이터 버스이고 A0, A1은 어드레스 버스이다.

이러한 전력 조정기(IEPC)를 사용하여 선로에 실링전류를 흘릴 수 있는 공급기를 구성하여 실험하였다.

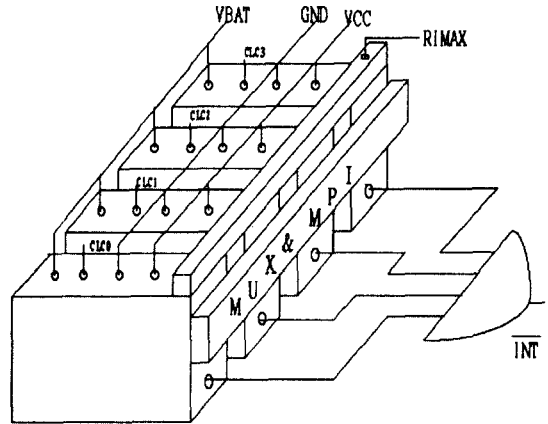


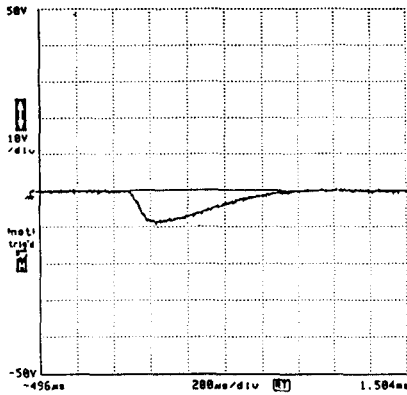
그림 9. IEPC의 구조
 Fig 9. Configuration of IEPC (ISDN Exchange Power Controller)

2. 실험 결과

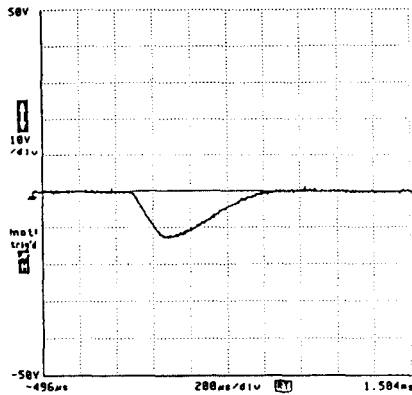
본 실험에서 사용된 ISDN 가입자보드의 PEB2025는 국내 ISDN 가입자선로에 대한 급전방안이 규격화되지 않았지만 향후의 규격화에 대비하여 설치되었던 것이다. 본 논문에서는 이를 이용하여 마이크로 프로세서를 제어하여 실링 전류를 ON/OFF하였다.

그림 10 (a)는 인가전압이 40V일때 선로 저항양단의 전압을 측정된 모양이다. 이러한 전압파형은 실제적으로 저항에 흐르는 전류의 파형과 일치한다. 이러한 결과는 선로의 dc 저항만을 고려했기 때문이다. 그림 10 (b)는 60V를 인가한 경우의 전류 파형이다. 그림에서와 같이 실링전류가 흐르는 시간이 매우 짧음을 확인할 수 있다. 이는 급전을 오랫동안 수행하더라도 실링효과는 짧은 순간에만 일어난다는 것을 나타낸다.

그림 11 (a)는 선로에 실링 전류가 흐르지 않는 상태의 전류의 파형과 주파수 특성으로 이는 2B1Q 신호의 파형과 주파수 특성과 일치한다. 그림 11 (b)는



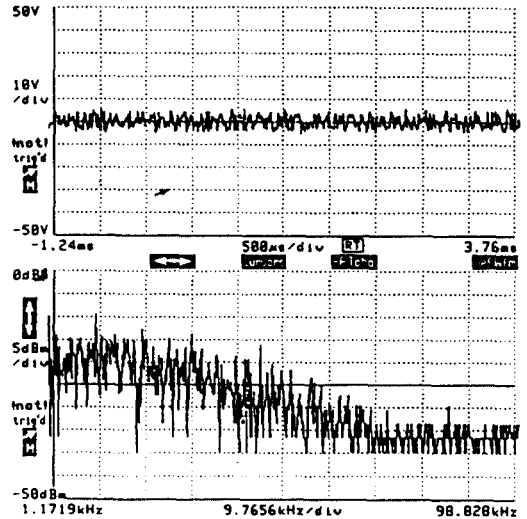
(a) 인가전압 40V
(a) Supply Voltage of 40V



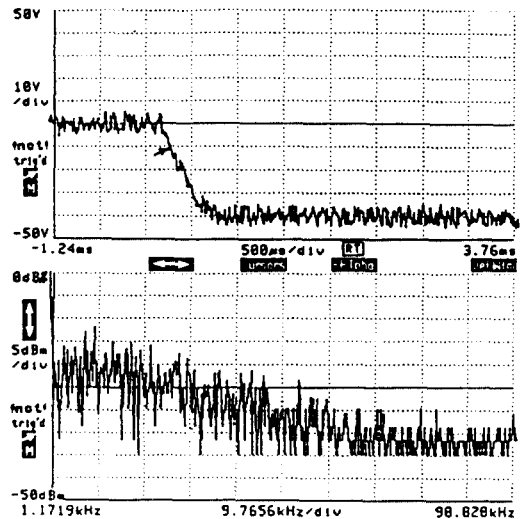
(b) 인가전압 60V
(b) Supply Voltage of 60V

그림 10. 선로에 흐르는 전류($R = 120$ ohms)
Fig 10. Current flowing Subscriber Loop($R = 120$ ohms)

선로에 실링전류를 인가했을 때의 전류의 파형으로 비록 실링전류에 의해 시간특성의 그림은 변화였으나 주파수 특성은 그림 11 (a)와 같음을 알 수 있다. 또한 신호의 활성화가 유지됨으로서 실제로 신호전송에 실링전류가 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.



(a) 정상상태
(a) 2B1Q Signal at Normal Mode



(b) 급전 상태
(b) 2B1Q Signal with Power Feeding

그림 11. 2B1Q 신호성분과 스펙트럼 분석
Fig 11. 2B1Q Signal and its Spectrun

3. 실링전류 시뮬레이션

그림 12와 13은 급전회로의 구성 및 급전 등가회로이다. 그림 12에서의 C는 선로의 등가 캐패시턴스로서

무한대로 가정하였고, G는 리액턴스로 0으로 가정하였고, L은 선로의 인덕턴스로서 LT 및 NT의 양단 트랜스포머의 인덕턴스에 비하면 매우 작으므로 무시하였다. 따라서 그림 13의 등가회로를 얻을 수 있었다.

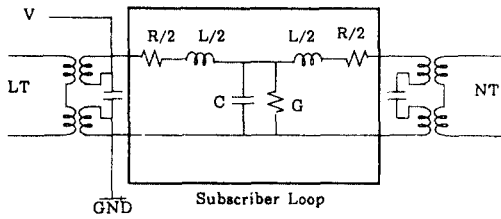


그림 12. 급전회로 구성도
Fig 12. Configuration of Power Feeding Circuit

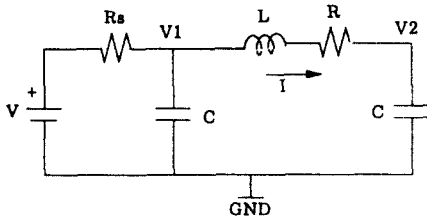


그림 13. 급전 등가회로
Fig 13. Equivalent Power Feeding Circuit

그림 13의 전압과 전류를 구하기 위하여 급전 등가회로를 미분방정식으로 모델링하면 다음과 같다.

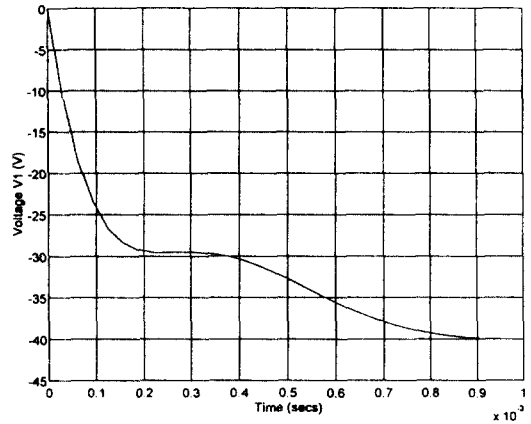
$$\begin{pmatrix} \dot{V}_1 \\ \dot{V}_2 \\ \dot{i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{R_s C} & 0 & -\frac{1}{C} \\ 0 & 0 & \frac{1}{C} \\ \frac{1}{L} & -\frac{1}{L} & -\frac{R}{L} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ i \end{pmatrix} +$$

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{R_s C} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} u$$

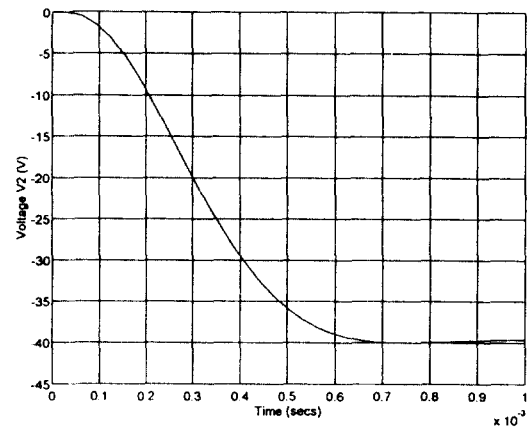
$$y = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ i \end{pmatrix}$$

여기에서 $R_s = (7.8 + 90) \text{ Ohm}$ 으로 전력조정기의 내부저항과 Power Supply의 내부저항이며, $C = 1\mu\text{F}$ 는 선로의 DC를 종단하기위한 양단의 캐패시터이며, $L = 26\text{mH}$ 는 LT 및 NT의 U-인터페이스 트랜스포머의 인덕턴스이며, 그리고 $u = 40\text{V}$ 는 인가된 전압이다. 선로의 등가저항으로는 $R = 120, 240 \text{ Ohm}$ 으로 하여 시뮬레이션을 수행하였다.

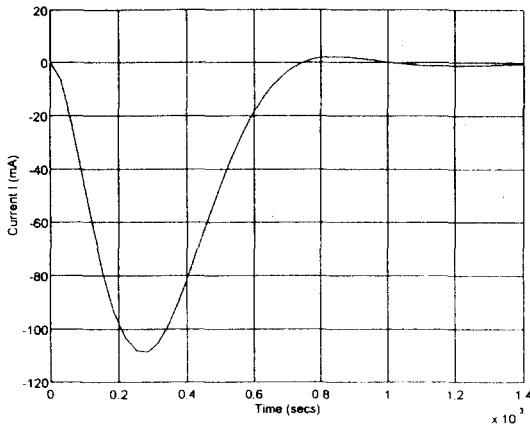
그림 14와 같이 (V_1, V_2)의 전압이 선로에 전류를 흐르게하며, R이 증가함에 따라 실링전류의 최대값은 감소하나 실링전류가 흐르는 시간이 길어짐을 확인하였다. 시뮬레이션 결과는 또한 실험 결과와 거의 일치함으로써 실험결과가 정당함을 확인하였다.



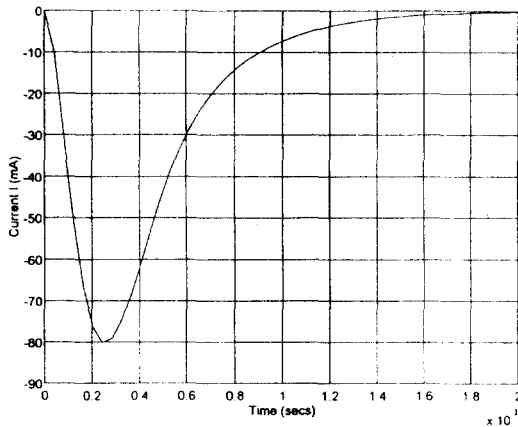
(a) LT측 전압 V1(R=120)
(a) Voltage V1 at LT(R=120)



(b) NT측 전압 V2(R=120)
(b) Voltage V2 at NT(R=120)



(c) 선로의 실링전류 I(R = 120)
(c) Sealing Current I(R = 120)



(d) 선로의 실링전류 I(R = 240)
(d) Sealing Current I(R = 240)

그림 14. 급전 등가회로의 시뮬레이션 결과
Fig 14. Simulation Results for Equivalent Power Feeding Circuit

IV. 고 찰

본 논문에서는택내 전원이 비정상일 경우에도 최소한 음성통화를 유지시키기 위하여 국내 ISDN 가입자선로에 대한 망급전을 검토하였으며, 망급전시 급전가능한 선로길이는 2B1Q의 전송 거리 보다 짧아서 현재 가입자선로의 대다수를 차지하는 직경 0.4mm 선로로는 ITU-T의 규격을 만족하면서 망급전을 수

행하기에는 충분하지 못함을 확인하였다. 또한 전력 소모로 동작하는 ISDN 단말기의 개발이 선행되어야한다. 따라서 급전방법으로 재충전 배터리 사용을 검토하였으며, 배터리 사용시 발생하는 선로매듭 부식을 해결하기 위하여 실링전류의 사용을 시험하고 시뮬레이션으로 시험결과를 확인하였다.

국내에서 개발된 ISDN 가입자보드를 사용하여 실험하였으며, 극히 짧은 시간에만 실링전류의 효과가 있음을 확인하였다. 이 결과를 국내 급전 방안에 활용하기 위해서는 급전시간 뿐만 아니라 급전 주기에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Tsutomu OGATA, Tohru KOYASHIKI, Keiji AKUTO and Katsuichi YOTSUMOTO, "Power Feeding for Telephone Subscribers in Japan's Information Network System," Transactions of the IEICE, VOL. E70, NO.5 pp 510-515, MAY 1987
2. Rolf A Frantz and Thomas M Taylor, "Sealing and Its Impact on ISDN Powering Requirements," Proc. of INTELEC '88, pp 151-156, 1988
3. CCITT Recommendation G.961, "Digital Sections and Digital Line Systems," 1992
4. CCITT Recommendation I.430, "Basic User-Network Interface-Layer 1 Specification," 1992
5. K.M.Mistry, K.J.Moisan, T.D.O'Sullivan, "Power and Backup Power Considerations for The ISDN Network Termination(NT1)," Proc. of INTELEC 90, pp 16-21, 1990
6. D.Rosenbaum, K.-H.Stlop, "The Feeding Conception of The ISDN Basic Access," Proc. of INTELEC '85, pp 505-512, 1985
7. Tsutomu OGATA, Tohru KOYASHIKI, Katsuichi YOTSUMOTO, "New Power Feed Techniques for Telephone Subscribers," Proc. of INTELEC '84, pp 27-33, 1984
8. Willfried Krautkramer and Berthold Schicking, "Remote Power Feeding of ISDN-Terminals at The Basic Access," Proc. of INTELEC '85, pp 513-525, 1985
9. Toshiyuki SUGIURA, Tsutomu OGATA,

Tohru KOYASHIKI, "The Impact of ISDN on Japan's Telecommunications Power System," Proc. of INTELEC '88, pp 17-24, 1988

10. American National Standards Institute, "ISDN Basic Interface for Use on Metallic Loops for Application on Network Side of the NT(Layer 1 Specification)," T1.601-1988, 1992

11. Yooichi UEKI and Toshifumi WASHIO,

"Telecommunication Powering System," Proc. of INTELEC '88, pp 174-79, 1988

12. 이홍우, 이진성, 남윤석, 한운영, 차균현, "ISDN 국급전 제안을 위한 가입자 망 시뮬레이션," 한국통신학회 하계종합학술대회 논문집, pp 213-216, 1993

13. NTT, INS 망 서비스 인터페이스 제6분책, "기본 인터페이스용 메탈릭 가입자선전송방식편,"



韓雲英(Woon Young Han) 正會員
 1982年 2月: 高麗大學校 電子工學
 科 工學士
 1984年 2月: 高麗大學校 電子工學
 科 工學碩士
 1994年 2月: 高麗大學校 電子工學
 科 工學博士
 1982年 3月~現在: 韓國電子通信研
 究所 網整合研
 究室 室長



南允錫(Yoon Seok Nam) 正會員
 1984年 8月: 慶北大學校 電子工學
 科 工學士
 1987年 2月: 慶北大學校 電子工學
 科 工學碩士
 1992年 2月: 慶北大學校 電子工學
 科 博士課程 修了
 1987年 2月~現在: 韓國電子通信研
 究所 網整合研
 究室 先任研究員

李洪雨(Hong Woo Lee) 正會員
 1990年 2月: 高麗大學校 電子工學科 工學士
 1994年 8月: 高麗大學校 電子工學科 工學碩士

車均鉉(Kyun Hyon Tchah) 正會員
 1965年: 서울大學校 工學士
 1967年: 美國 일리노이大學校 工學碩士
 1976年: 서울大學校 工學博士
 1977年~現在: 高麗大學校 電子工學科 教授