

# 측음평형회로를 삽입한 수화음증폭전화기

## A New Telephone with R-C Coupled Neutralizing Circuit and Amplifier in the Receiver

논	문
19~3~3	

현 경 호\* 오 명 환\* 이 광 원\*

(Kyung Ho Hyun, Myung Hwan Oh, Kwang Won Lee,)

### [ABSTRACT]

Chesin-1 telephone currently used in Korea is quite similar in design to early Japanese model of Type-4 telephone which is now being replaced by Type-600 having much improved characteristics. Chesin-1 telephone has a relatively high side-tone level, since the line impedance was taken as a purely resistive component for simplicity in the design of its transmission networks. To meet a current trend of using a smaller diameter of wire for telephone line, it is necessary to improve the present type which has a limited receiving efficiency.

A new telephone set has been designed to have an amplifier and a R-C coupled side-tone balancing network. The set offers 8dB gain in the overall performance of transmitting and receiving without any unbearable side-tone disturbances. The paper describes both theoretical and experimental characteristics of the new set.

### I. 서 론

최근 세계각국의 체신사업계에서는 가급적 통신선로의 전선구경을 감소시켜서 시설비의 절감을 꾀하는 동시에 전화기의 통화감도를 증대시키는 방향으로 연구가 진행되고 있다. 이와같은 연구의 결과 미국을 위시한 영국, 일본 등지에서는 송·수화감도를 증대시킨 새로운 전화기가 개발되었다.

즉 미국의 경우 과거의 302형전화기를 개량하여 송·수화감도를 10dB나 증대시킨 500형전화기<sup>(1)</sup> 및 500D형 전화기가 1950년에 개발되었으며, 영국에서는 기존 332형전화기를 700형<sup>(2)</sup> 및 706형전화기로 개량하였고, 일본은 1949년에 개발했던 4호전화기를 개선하여 1960년에는 600형전화기<sup>(3)</sup>를 연구개발하였다.

전술한 바와 같은 송·수화감도의 개발선은 주로 송·수화감의 감도향상과 통화회로의 설계기술의 향상을 통하여 이루어졌으며 써어미스터(Thermister)와 바리스터(Varistor)같은 비직선저항소자<sup>(4)</sup>가 이용될 수 있었기 때문이었다.

한편 군용으로 개발된 송·수화증폭식 전화기도 출현하였는데 탄소증폭전화기<sup>(5)</sup>와 진공관증폭전화기들이 대부분이었고 이들은 일반통화증폭식이기 때문에 사용하

기에 불편하였다. 트랜지스터를 이용한 예<sup>(6-7)</sup>도 있는데, 이 중에 내부전원을 별도로 했거나 자동음량조정 회로 등을 사용한 것은 생산원가가 비싸지고 전화기의 부피가 커지는 결점이 있다. 또한 청력장애자를 위하여 송·수화감 사이의 손잡이에 증폭장치를 한 것은 명음 현상(Singing) 때문에 수화기를 귀에 꼭 붙여야 하는 결점이 있다.

본 연구에서는 전화기의 송·수화감은 체신1호전화기<sup>(8)</sup>와 동일하게 일본의 4호 송·수화감을 이용하였다. 한편 동작전원을 별도로 삽입시키지 않고 통화중 1mW 정도의 전력을 트랜지스터의 동작전원으로 사용한 음성 증폭장치를 설계하고 6dB 증폭을 시키면서 명음현상을 방지하였다. 또한 R-C측음평형회로를 삽입하였으며 새로운 권선비의 유도선문을 설계 및 제작하였다.

### II. 전화기의 통화회로

통화회로의 전송효율은 송화감쇠량<sup>(9-10)</sup>과 수화감쇠량으로 표시되며 측음방지의 정도는 측음감쇠량으로 나타낼 수 있다.

측음은 송화효율을 저하시키며 마스크(masking)<sup>(2)</sup>현상을 일으키므로 전화기의 설계시에는 방측음회로<sup>(11-14)</sup>를 사용하여 이를 억제한다.

방측음회로의 종류는 G.A. Campbell<sup>(11)</sup>이 밝힌 바와 같이, 한 개의 멧슈(mesh)를 갖는 변압기 1대와 3개의

\* 정회원 : 한국과학기술연구소 전기기기연구실

\* 한국특허국 실용신안

권선을 이용하여 설계하는 경우 136가지나 된다.

그러나 자동식 전회로나 공전식 전회기에 이용되는 회로는 부스터(booster)회로, 부릿지(bridge)회로, 2면압기 부릿지회로 및 3십면압기(two-mesh transformer)회로<sup>(15)</sup>의 4종류이다.

이중에 부스터형 통화회로는 국내의 제신1호전환기, 4호전환기 및 500형전환기, 600형전환기 등에 가장 널리 이용되는 형태이며 송화효율이 높고 가격이 저렴한 것이 특징이다.

그림 1에서 부스터형 통화회로의 최대출력조건이 성립되면  $Z_L/Z_N$ 과  $Z_T/Z_R$ 간에는 바이컨쥬저시(biconjugacy)<sup>(16)</sup>가 존재한다.

따라서  $m_1$ 과  $n_1$ 을 각각 1차권선수에 대한 2차 및 3차

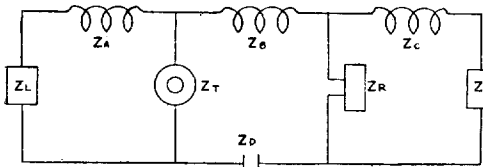


그림 1. 부스터형 통화회로(1)~제신1호·4호  
Fig. 1 Booster-type transmission network(1)

권선비라고 하면, 바이컨쥬저시의 조건은

$$Z_N = -\frac{n_1(m_1+n_1)}{1+m_1} \cdot Z_L \quad (1)$$

$$Z_R = -\frac{n_1(1+m_1)}{m_1+n_1} \cdot Z_T \quad (2)$$

가 된다.

$\frac{|Z_L|}{|Z_T|}$ 를  $p$ , 전력분배비<sup>(3)</sup>를  $Y$ 라 하면, 三浦<sup>(14)</sup>의 이론에 의하여 권선비  $m_1$ 과  $n_1$ 은

$$m_1 = \frac{\sqrt{1+Y}}{-\sqrt{1+Y} + \sqrt{pY}} \quad (3_a)$$

$$n_1 = \frac{p}{(p\sqrt{1+Y} + \sqrt{pY})(\sqrt{1+Y} + \sqrt{pY})} \quad (3_b)$$

(단 ±부호는 동순임)

이 때에 종합감쇠량을 최소로 하는 수화기 임피던스는 아래의 식으로 주어진다.

$$q = \left| \frac{Z_R}{Z_T} \right| = -\frac{m_1 n_1 p}{1+m_1+n_1} \sqrt{1 + \left( \frac{S}{m_1 p} \right)^2} + 2 \cdot \frac{S}{m_1 p} \cdot \sin \theta_L \quad (4)$$

(여기에서  $S = \left| \frac{Z_D}{Z_T} \right|$ ,  $\theta_L$ 은  $Z_L$ 의 위상각임)

수화기 임피던스가 주어진 경우에는

$$m_1 = \frac{1+q}{-1 \pm \sqrt{p-q+pq}} \quad (5_a)$$

$$n_1 = \frac{-q}{\pm \sqrt{p-q+q}} \quad (5_b)$$

가 되며 이 때의 전력분배비는

$$Y = -\frac{(1+m_1)(m_1+n_1)}{n_1} \cdot \frac{1+\cos(\theta_L-\theta_R)}{1+\cos \theta_L} \quad (6)$$

단  $\theta_R: Z_R$ 의 위상각

Campbell의 이상적인 최대출력회로에서 송화감쇠량  $b_T$ 와 수화감쇠량  $b_R$ 은

$$b_T = 10 \log_{10} \frac{Y+1}{Y} \quad (7_a)$$

$$b_R = 10 \log_{10}(Y+1) \quad (7_b)$$

로 된다. 이 관계를 그림 2에 표시하였다.

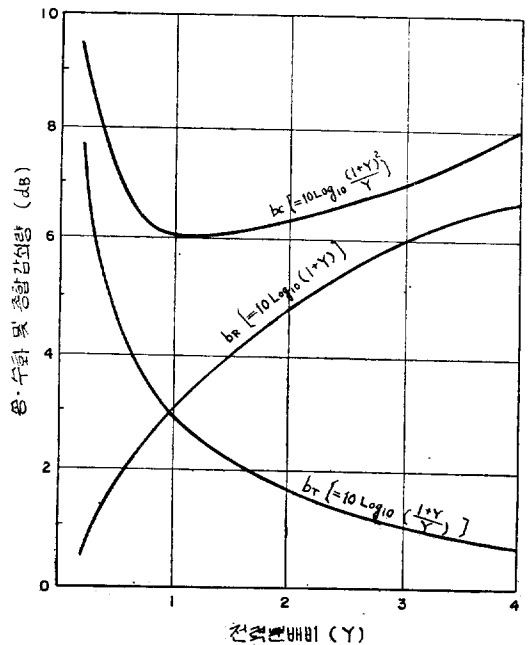


그림 2. 전력분배비에 의한 감쇠량변화  
Fig. 2 Loss characteristics VS power distribution ratio

그림 3의 회로에서도 전술한 이론이 적용된다. 즉 그림 3의 회로를  $\Delta$ -Y변환하여 그림 4와 같은 회로로 바꾸면 바이컨쥬저시 조건이

$$Z_U = \frac{m_2 n_2}{1+m_2+n_2} \cdot Z_L \quad (8)$$

$$Z_R = \frac{n_2(1+m_2+n_2)}{m_2} \cdot Z_T \quad (9)$$

가 된다.

이 때의 三浦의 이론에 의한 권선비는

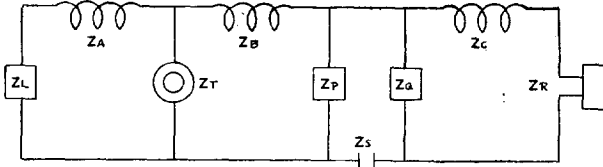


그림 3. 부스터형 통화회로 (2)—500형·600형—  
Fig. 3 Booster-type transmission network (2)

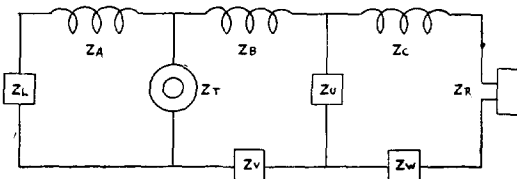


그림 4. Δ-Y변화된 부스터형 통화회로 (2)  
Fig. 4 Δ-Y Transformed Booster-type transmission network(2)

$$m_2 = \frac{\sqrt{Y}}{\pm \sqrt{p(1+Y)} - \sqrt{Y}} \quad (10a)$$

$$n_2 = \frac{-P}{(p\sqrt{1+Y} + \sqrt{pY})(\sqrt{1+Y} + \sqrt{pY})} \quad (10b)$$

로 구하여지고 종합감쇠량을 최소로 하는 수화기 임피던스는 다음 식으로 정하여 진다.

$$q = \frac{n_2(m_2+n_2)p}{1+m_2} \sqrt{1 + \left\{ \frac{b}{(m_2+n_2)p} \right\}^2} - 2 \cdot \frac{b}{(m_2+n_2)p} \cdot \cos(\theta_V - \theta_L) + \frac{1+m_2}{n_2^2(m_2+n_2)^2} \cdot \left( \frac{d}{p} \right)^2 + 2 \cdot \frac{1+m_2}{n_2(m_2+n_2)} \cdot \left( \frac{d}{p} \right) \cdot \cos(\theta_W - \theta_L) - 2 \cdot \frac{1+m_2}{n_2(m_2+n_2)^2} \cdot \frac{bd}{p^2} \cdot \cos(\theta_V - \theta_W) \quad (11)$$

여기에서  $b = \left| \frac{Z_V}{Z_T} \right|$ ,  $d = \left| \frac{Z_W}{Z_T} \right|$ ,  $\theta_V; Z_V$ 의 위상각,

$\theta_W; Z_W$ 의 위상각.

수화기 임피던스가 주어진 경우의 권선비는

$$m_2 = \frac{q-p}{p-q+pq+p\sqrt{p-q+pq}} \quad (12a)$$

$$n_2 = \frac{q}{\pm \sqrt{p-q+pq}} \quad (12b)$$

가 되며 이 때의 전력분배비는

$$Y = \frac{m_2(1+m_2+n_2)}{n_2} \cdot \frac{1+\cos(\theta_L-\theta_R)}{1+\cos\theta_L} \quad (13)$$

가 된다.

Campbell의 최대출력회로가 되었을 때의 전력분배비에 따른 송·수화감쇠량은 그림 3의 회로의 경우와 똑같이 식(7a) 및 식(7b)로 주어 진다.

### III. 설계 및 실험

설계된 증포전화기의 통화회로는 아래와 같은 점들에 유의하였다.

- (1) 송화감쇠량을 적도록 하기 위한 전력분배비 Y의 선택
- (2) 방측음을 고려한 경제적 회로형식의 선택
- (3) 경제적인 음성증폭회로의 선택과 임피던스 매칭 (impedance matching)

그리하여 일본의 600형전화기와 영국의 700형전화기에서 채택한 전력분배비의 중간값으로서  $Y=2$ 가 되도록 하였다.

이것은 종합감쇠량면으로 보면 약 0.5dB정도의 손해가 있으나 본 전화기가 수화음만을 증포시킨다는 특수성을 고려하여 송화감도를 좋게 하는 대신 수화감쇠량을 증대해도 상관없도록 설계되었다.

따라서 수화기의 임피던스를 대략  $Z_T=60[\text{ohm}]$ 으로 보고, 선로의 임피던스는 체신부의 측정의사선로인  $Z_L=600\angle-34^\circ[\text{ohm}]$ (1KH<sub>2</sub>에서)을 사용하여  $p = \frac{|Z_L|}{|Z_T|} = 10$ 으로 놓은 다음에 그림 1과 같은 회로형식으로 설계하는 경우 방측음을 고려한 설계식(3a, 3b)으로부터

$$\begin{cases} m_1 = -0.280 \\ n_1 = 0.074, \text{ 또는} \end{cases} \begin{cases} m_1 = 0.632 \\ n_1 = -0.284 \end{cases}$$

를 산출하였다. 여기서 (-)부호는 1차측 권선과 반대 방향임을 의미한다.

상기 두 쌍의 값 중에 q로 하여금 Z<sub>B</sub>의 영향을 적게 받도록 하여 주는 값은 식(4)로부터 후자( $m_1=0.632$ ,  $n_1=-0.284$ )임을 알 수 있다.

또한 그림 3과 같이 500형이나 600형 형식으로 설계하는 경우 식(10a, 10b)로부터

$$\begin{cases} m_2 = 0.348 \\ n_2 = 0.284, \text{ 와} \end{cases} \begin{cases} m_2 = -0.206 \\ n_2 = -0.074 \end{cases}$$

가 산출된다.

똑같은 원리로 q의 값이 안정하도록 하는  $m_2$ 와  $n_2$ 의 값은

$$\begin{cases} m_2 = 0.348 \\ n_2 = 0.284 \end{cases} \text{이다.}$$

따라서 이러한  $m_i$  및  $n_i$ 의 값을 비교하면, 500형전화기에서 채택된 회로를 사용하는 경우에 유도선로의 권

선수가 감소되어 전화기의 부피 및 원가면에서 보아 유리하다.

상술한 결과에 따라 1차권선수를 960회로 하는 경우 2차 및 3차권선수는 각각 334회 및 273회로 정하여 진다이배 1KHz에서 측음감쇠량을 최대로 증가시키는 측음평형회로의 저항값과 용량값을 실험적으로 구한 결과,

$$\begin{cases} R=40\text{ohm} \\ C=0.4\mu\text{F} \text{ (단 직류저용량은 } 2.0\mu\text{F로 하였다)} \end{cases}$$

이었다.

또 그림 4에서  $Z_0$ 의 값을 구하여 송화감쇠량을 최소로 되게하는  $p$ 값을 수정하고, 이 수정된  $p$ 값과  $Y = \frac{m(1+m+n)}{n}$ 으로 부터 새로운  $m$ 과  $n$ 을 구하면,

$$\begin{cases} m=0.369 \\ n=0.310 \end{cases}$$

이 산출된다.

이와같은 교정을 되풀이하면 정확한  $m$ 과  $n$ 의 값을 구할 수 있으나, 실제로 통화회로를 대량생산하는 경우에는 전술한 각 임피던스의 값이 일정하지 않으므로, 본 증포전화기의 유도선물에 대한 권선수는 1차 1000회, 2차 370회, 3차 310회 정도로 하였다.

권선의 굵기는 0.23mm의 구경을 갖는 국산 전선을 사용하였다.

초우크코일(choke-coil)은 2H급을 이용하였으며 측음평형용  $R//C$ 소자의 값이 유도선물의 인덕턴스와 초우

크코일의 인덕턴스의 변화에 따라 조정되었다.

즉 300mH의 인덕턴스를 갖는 1차권선과 2H급의 초우크코일을 사용할 경우에는  $R//C$ 소자의 값이,

$$\begin{cases} R=40\text{ohm} \\ C=0.1\mu\text{F} \end{cases}$$

로 변동되었다.

이와같은 현상은 三浦의 방측음회로이론과 측음평형 실험에서 이미 밝혀진 바 있다.

증포전화기의 저주파증폭용 트랜지스터는 일본제의 2SB172로서 6Volt의 동작전원이 필요하다.

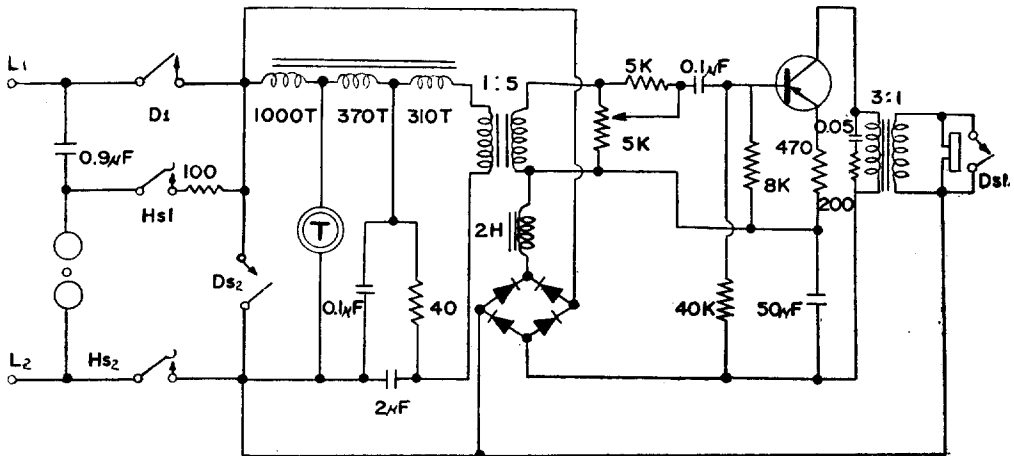
그러나 일반 전화수용가의 경우 통화시에 통화회로의 단자간에 공급되는 전압은 3~4Volt정도이므로, 정류용 다이오드(diode) 및 초우크코일의 전압강하를 고려하면 실제로 트랜지스터에 공급되는 전압은 3Volt 정도라고 할 수 있다.

바이어스(bias)저항은 8K $\Omega$ 과 40K $\Omega$ 를 삽입하였고 베이스(base)전류를 25 $\mu$ A정도로 흘리도록 동작점을 정하였다.

그림 5는 시험전화기의 회로도이며, 부궤환(negative feedback) 용으로 에미터저항을  $R_e=470\Omega$  되게 설계했고 증폭도를 6dB정도로 유지하였다.

증폭회로의 안정율은  $S=11.2$ (일반적으로 10~15 정도)가 되었다.

또한 R-4수화기가 1KHz에서 67dB의 감도를 갖고 있



Induction Coil.....0.23mm급 권선  
Input Trans.....1차측 0.14mm 460T  
2차측 0.10mm 2550T

Choke Coil .....0.10mm 2800T  
Output Trans...1차측 0.10mm 1800T  
2차측 0.14mm 570T

그림 5. 증폭전화기 회로도(실용신안제 6507호)  
Fig. 5 Circuit diagram of amplifying telephone

으며 최대허용용량이 50 $\mu$ b이므로 이때의 수화기 입력은 0.5mW가 된다. 따라서 심한 클릭(klick)음을 막을 수 있도록 최대출력을 대략 0.8mW가 되도록 하였다.

입력변압기의 권선비는 임피던스의 매칭을 고려하여 1:5정도로 하였으며, 출력변압기의 권선비는 3:1로 하였다.

또한 바이어스 전압인가용 콘덴서의 용량은 50 $\mu$ F이상으로 하였다.

증폭회로기에 대한 각종 특성의 측정은 현재 체신부에서 실시하는 방식을 기준으로 하였으나 구조의 특이성으로 인하여 다음과 같이 실시하였다.

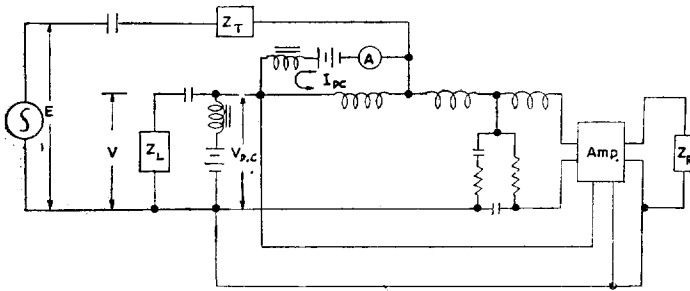
(1) 송화감쇠량 측정

그림 6에서  $V_{DC}$ 는 증폭회로의 동작전원용이며 대략 4.3Volt 정도로 인가하고,  $E$ 의 크기는 -4dB(0dB: 600ohm에서 1mW를 소비할 때)로 공급하였다.

송화감쇠량  $b_T$ 는 정의에 따라서,

$$b_T = 10 \log_{10} \frac{\frac{|E|^2}{4|Z_T|}}{|V|^2} = 20 \log_{10} \frac{|E|}{|V|} + 10 \log_{10} \frac{|Z_L|}{4|Z_T|}$$

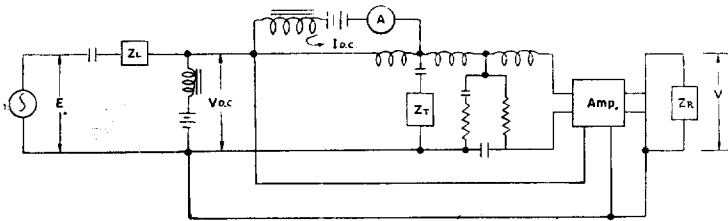
이므로  $|E|$ 와  $|V|$ 를 비교측정한 다음에 계산에 의하여  $10 \log_{10} \frac{|Z_L|}{4|Z_T|}$ 을 더하여 주었다.



- $Z_L$ : 730 $\Omega$  // 0.15 $\mu$ F
- $Z_T$ : 60 $\Omega$  순저항
- $Z_R$ : 체신1호용 수화기 또는 일본의 4호 수화기

그림 6. 송화감쇠량 측정회로도  
Fig. 6 Circuit for transmitting-loss measurement

(2) 수화감쇠량의 측정



- $Z_L$ : 730 $\Omega$  // 0.15 $\mu$ F
- $Z_T$ : 60 $\Omega$  순저항
- $Z_R$ : 체신1호용 수화기 또는 일본의 4호 수화기

그림 7. 수화감쇠량 측정회로도  
Fig. 7 Circuit for receiving-loss measurement

수화감쇠량은,

$$b_R = 10 \log_{10} \frac{\frac{|E|^2}{4|Z_L|}}{|V|^2} = 20 \log_{10} \frac{|E|}{|V|} + 10 \log_{10} \frac{|Z_R|}{4|Z_L|}$$

이 된다.

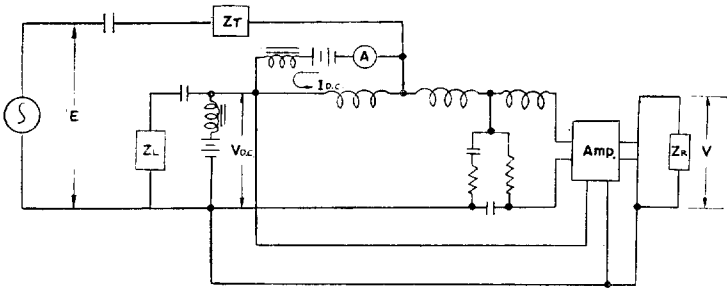
$|E|$ 를 +6dB 이하의 전압으로한 이외에는 송화감쇠

량 측정과 같은 방법이다.

(3) 축음감쇠량의 측정

축음감쇠량은 송화감쇠량의 측정시와 동일하며,

$$b_S = 10 \log_{10} \frac{\frac{|E|^2}{4|Z_T|}}{|Z_R|} = 20 \log_{10} \frac{|E|}{|V|} + 10 \log_{10} \frac{|Z_R|}{4|Z_T|}$$



$Z_L = 730\Omega // 0.5\mu F$

$Z_r = 60\Omega$  순저항

$Z_R$ : 체신1호용 수화기 또는 일본의 4호 수화기

그림 8. 측음감쇠량 측정회로도

Fig. 8 Circuit for side-tone attenuation measurement

특성시험결과는 그림 9, 그림 10 및 그림 11에 도시 되었으며 현용 체신1호전화기의 특성과 비교하여 볼 때 중합감쇠량이 6~8dB나 적다.

명료도에 미치는 영향이 가장 큰 2KHz 부근에서의

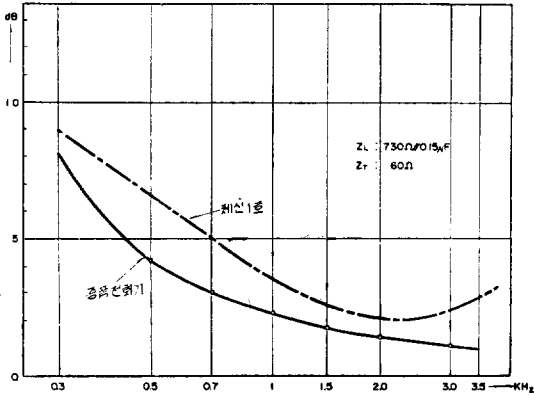


그림 9. 중폭전화기의 송화감쇠량 비교  
Fig. 9 Transmitting-loss comparison: Chesin-1/amplifying telephone

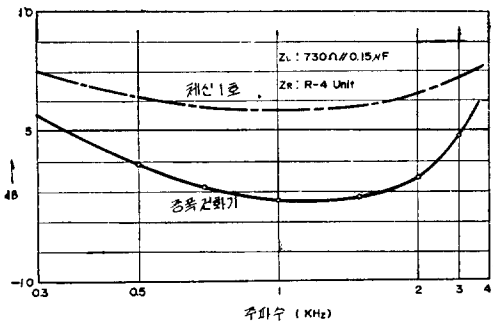


그림 10. 중폭전화기의 수화감쇠량 비교  
Fig. 10 Receiving-loss comparison: Chesin-1/amplifying telephone

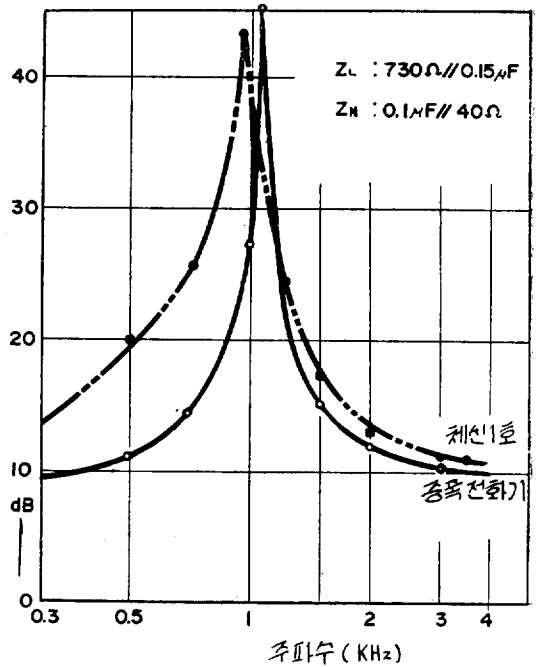


그림 11. 중폭전화기의 측음감쇠량 비교  
Fig. 11 Side-tone attenuation comparison: Chesin-1/amplifying telephone

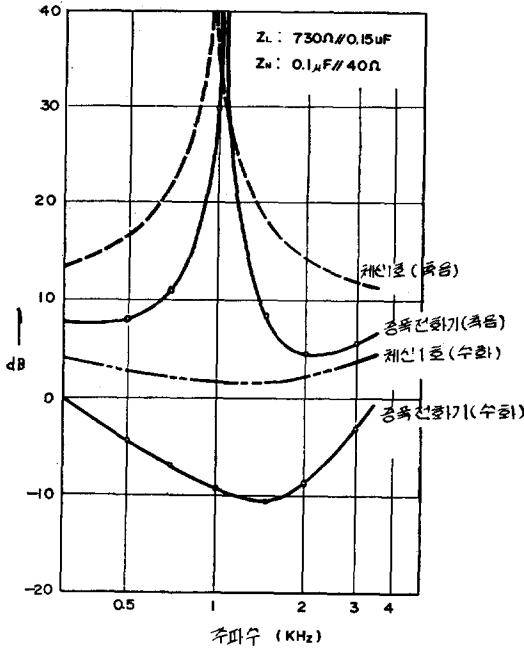


그림 12. 14dB중목시의 수화 및 측음감쇠량의 변화  
 Fig. 12 Receiving-loss and side-tone attenuation characteristics at 14 dB gain

측음은 체신1호와 거의 비슷하나, 1KHz이하의 저주파역에서는 측음의 증폭현상때문에 감쇠량이 적다.

수화음의 증폭도를 더욱 증대시키면 그림 12와 같은 특성을 얻어 난청지역의 통화자나 청력장애자에게는 수화시에 유리하지만 심한 측음증가로 인하여 일반 통화자에게는 오히려 이득이 없게 된다.

IV. 결 토

(1) 선진국이나 일본에서는 기존선로 및 교환기기 등에 대한 감쇠량, 주파수특성 및 전송품질등의 자료가 있으나 우리나라의 경우 이에 관한 자료는 조건상씨<sup>(17)</sup>의 발표의에는 거의 없어서 측음방지회로에 대한 설계가 곤란하였다. 본 설계에서는 체신부의 측정용 의사선로(730ohm//0.15μF)를 이용하였으나 앞으로는 정확한 평균선로특성이 얻어 지면 더욱 정확한 방측음회로를 설계할 수 있을 것이다.

(2) 선진국의 경우 대부분의 전화기에는 등화기(equalizer)나 비선형소자들이 삽입되어 있으며 근거리 가입자용으로 패드가 장치된 것이 있다.

이는 비교적 고가품목들이기는 하지만 선로의 원군에

따르는 전류공급손<sup>(18)</sup>이나 측음증가를 억제하여 주는 까닭에 통화품질이 개선되므로 우리나라에서도 이러한 소자의 사용을 고려하여야 할 것이다.

본 시험전화기에도 바리스터 등의 삽입을 고려하였으나 선로사정을 잘 모르는 현재로서는 정확한 설계가 곤란할 뿐더러 구내통화와 같은 경우에는 음량조절기로 음량을 줄여서 사용할 수 있으므로 이들 소자를 사용하지 않았다.

(3) 가입자의 통화단자전압은 선로의 원군에 따라 1~2Volt 썩이나 변동되는데 이와같은 단자전압의 변동 때문에 증폭회로의 바이어스전압이 불안정하게 된다.

실험결과 0.5Volt~1Volt 정도의 변화로는 종합감쇠량이나 측음감쇠량의 변화가 불과 0.5dB~1dB 정도밖에 안되지만 더 좋은 통화품질을 얻기 위해서는 바리스터같은 부품을 삽입함이 좋다.

또한 통화도중에 송화감을 개방하면 트랜지스터와 정류용 다이오드에 DC48V 정도의 높은 전압이 인가되므로 원래는 병렬로 저항소자를 삽입시켜서 트랜지스터를 보호하여야 할 것이다. 그러나 이렇게 하면 전화국측의 전류부담이 커지고 단자전압이 더욱 강화되기 때문에 현재로서는 적당한 안전책이 없다. 앞으로 이 점도 더욱 연구하여야 할 과제이다.

(4) 증폭전화기는 증폭회로의 동작전원을 전화국에서 공급 받는다. 따라서 별도의 보상저항을 삽입하여 송화전류를 감소시켜야 하며, 이에 따른 송화기의 전류공급손을 보상하려면 적은 송화전류로도 우수한 송화효율을 갖는 새로운 송화기가 연구개발되어야 한다.

(5) 전화기의 AEN(명료도 등가감쇠량) 측정문제는 전기통신연구소보에서도 누차 그 필요성을 강조하였거니와, 선진국에서 행하는 측정방식을 따라서 국내에서도 SRAEN<sup>(2)</sup>(AEN결정용 기준계)가 채택되어야 하며 ARAEN(AEN결정용 통화표준장치)을 이용한 AEN의 측정 및 이에 의한 성능비교방식이 행하여 져야 한다.

V. 결 론

(1) 전력분배비를 Y=2로 하여 설계하였기 때문에(체신1호보다 적은) 송화전류를 이용하면서도 송화감쇠량이 1.5dB~2.0dB나 적게 되었다.

(2) 증폭작용에 의한 수화음의 증폭으로 체신1호의 수화음량보다 약 6dB나 큰 수화감도를 유지하였다. 또한 3KHz 이상의 고주파음은 R-C 바이패드(by-path) 회로를 사용하여 제거시켰다.

(3) 측음평형회로를 별도로 이용하지 않는 경우에는 수화음의 증폭과 동일한 측음의 증폭이 이루어 져서 심한 측음을 갖게 되나, 본 증폭전화기에는 R//C측음평형회로를 삽입시켰기 때문에 심한 측음의 증대를 막을

수 있었다. 따라서 1KHz에서의 측음감쇠량을 체신부규격(25dB 이상)에 합격되도록 하였다.

(4) 사설교환대를 이용한 구내 통화시에는 음량을 줄이고 원격지통화시나 난청자 간의 통화시에는 증폭도를 늘릴 수 있는 음량조정장치를 부착시켰기 때문에 체신 1호 자동전화기보다 사용에 편리하며 구내통화용 패드의 필요가 없게 되었다.

참 고 문 헌

1. Inglis, A.H. & Tuffnell, W.L.: An Improved Telephone set. B.S.T.J., 30, April, 239(1951)
2. 緒方研二・新堀達也・妻藤達夫：有線通信工學(現代電氣工學講座 全40卷). 1, オーム社, 東京(1968)
3. 増澤健郎 外 五人：600形電話機. 白泉社, 東京(1964)
4. Bennet, A.F.: An Improved Circuit for the Telephone set. B.S.T.J., 30, April, 239(1951)
5. 日本電氣學會：電力用 有線通信. 學獻社, 東京(1965)
6. Wilson, F.A.: Speech-Level Control in Telephone Instruments. P.I.E.E., 114, 7, 907(1967)
7. Victor, G. Burger.: Sound Booster Handset. Automatic Electric Technical Journal, 9, 6, 205 (1965)
8. 조길상 : 체신자동1호전화기의 사양을 작성하고 나

- 서. 전기통신연구소보, 3, 1, 11(1962)
9. 신용철 : 유선통신공학. 문운당, 서울(1967)
10. 조응천 : 최신판자동식전화. 전파과학사, 서울(1967)
11. Campbell, G.A. & Foster, R.M.: Maximum Output Networks for Telephone Substation and Repeater Circuits. A.I.E.E. Trans., 39, Part 1, 231 (1920)
12. Johnson, K.S.: Transmission Circuits for Telephonic Communication. D.Van Nostrand Co., Inc., New York(1949)
13. Albert, A.L.: Fundamentals of Telephony. 1st ed., McGraw-Hill Book Co., Inc., New York (1960)
14. 三浦宏康・岩崎菊一・高揚武志：防側音 電話機回路に關する 研究. 通研實報, 11, 4, 541(1962)
15. 三浦宏康：電話機用 三心變成器回路. 通研實報, 9, 5, 475, (1960)
16. Fink, D.G. & Carrol, J.M.: Standard Handbook for Electrical Engineers 10th ed., McGraw-Hill Book Co., Inc., New York(1968)
17. 조길상 : 기설 시내전화 케이블 및 교환기 통화회로의 주파수특성 일부조사의 결과. 전기통신연구소보, 2, 2, 10(1961)
18. 김인규 : 전화송화계의 전류공급손. 전기통신연구소보, 1, 1, 9(1965)