

무선보청기 텔레코일의 전자계 잡음 소거를 위한 회로 설계

Circuit design for wireless hearing aid telecoil electromagnetic noise cancellation

Soon Suck Jarng*, You Jung Kwon**, Je Hyeong Lee***

Abstract - When a hearing aid's user is listening through telephone or cellular phone, he/she usually suffers from severe electrical magnetic interference noise. It is because hearing aids amplify voice signal as well as background noise. A telecoil, an induction coil, is a possible solution for the problem. Because a telecoil has the characteristic of high pass filter, it has some problem of resulting increased high frequency noise. For solving this problem, we can use a capacitor connected with the telecoil in parallel. According to capacitance, receiving signal quality may change. In this paper, proper capacitor values for the best sound quality are investigated by experimental work.

Key Words : Hearing aid, Electrical magnetic interference noise, Telecoil, Capacitor

1. 서론

텔레코일은 이러한 전화를 받을 때 발생하는 자기장을 2차 유도코일로 변환 시키기 위한 보청기 내에 설치해 놓은 코일이다 [1]. 이것은 투자율이 높은 금속 막대에 구리선을 여러 번 감아서만드는데, 자기장의 세기는 코일을 감은 횟수와 전류의 세기에 비례한다. 텔레코일로 소리를 듣게 되면 마이크로폰을 통하지 않고 바로 코일로서 소리를 감지하게 되는데, 이 소리는 일반적인 물리적 음향 신호를 받는것이 아니라 전화기의 수화기에있는 코일의 자계를 받아서 즉, 자기장을 이용한 것으로 텔레코일의 출력을 증폭기로 증폭 시키고 리시버로 출력 되게 한다[2]. 이러한 방법은 마이크를 통하지 않기 때문에 리시버에서 나온 음향적 신호가 마이크로 되돌아가지 않기 때문에 자기장에 의한 고주파 잡음 감소외에는 피드백 소리가 나지 않는 장점도 있다.

본 논문은 텔레 코일에 의한 고주파수 잡음이 증가하는 문제점을 해결하기 위해 텔레코일에 적절한 캐패시터를 병렬로 연결하여 수신음질을 최적화하는 캐패시터의 용량을 실험적으로 검증하고자 하였다.

2. 이론적 배경

인덕턴스(L)의 임피던스는 $j2\pi fL$ 이고, 캐패시터(C) 값은 $\frac{1}{j2\pi fC}$ 이므로 주파수에 따른 진폭은 서로 반비례 한다. 그러므로 인덕턴스(L)와 캐패시터(C)를 병렬로 연결하면 저주파 통과 필터(Low pass filter)의 역할을 하게 되어 고주파 잡음이 감쇠 되게 된다. 이것을 이용하여 가칭 주파수 중에 가장 많이 쓰이는 1000Hz에서의 임피던스(Z)가 최소가 되도록 하는 C 값을 다음과 같이 계산하여 텔레코일에 연결한다.

$$Z = \frac{j2\pi fL}{1 - (2\pi f)^2 LC} \quad (1)$$

식 (1)에서 $1 - (2\pi f)^2 LC$ 가 되는 C 값을 찾으면,

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \quad (2)$$

식 (2)에서 주파수 1000Hz를 대입하면

$$C = \frac{1}{(2\pi)^2 \times 1 \times 10^6 \times L} \quad (3)$$

이 되어 C 값을 결정한다.

3. 실험방법

3.1. 텔레코일의 인덕턴스(L) 값 구하기

Knowles사에서 구입한 텔레 코일의 개별적인 인덕턴스(L) 값을 정확히 알수 없으므로 용량을 알고 있는 임의의 캐퍼시터(C), 즉 수동형 텔레 코일에는 0.1[μF], 능동형 텔레 코일에는 0.033[μF]의 캐패시터를 병렬로 연결하였다. 이때 주파수별 증폭도를 실험적으로 측정하여 피크가 되는 주파수를 찾아 정확한 L 값을 찾고자 하였다.

측정용 마이크로폰 파워 어 앰프를 사용하여 능동형 코일은 20dB, 수동형 코일은 40dB 로 증폭률을 설정하고, cut-off주파수는 50[KHz] 로, 측정주파수 대역은 100-10,000[Hz]로 실험하였다.

디지털 함수 발생기에 직접 Frye 사에서 판매되고 있는 Fonix 7000 의 부속품인 Telewand 를 연결하여 능동형 코일은 ±2.5 [V], 수동형 코일은 ±5.0 [V]의 진폭을 가지는 정현파 신호를 인가하고, 디지털 오실로스코프에 마이크로폰 및 파워앰프를 연결하여 텔레코일로부터 발생하는 신호를 측정하였다.

Knowles사에서 제공한, 수동형(Passive 5300)과 전치 증폭기가 내장 된 능동형(Active 5100) 코일의 특성은 다음의 [표 1]과 같다[3].

정확한 L 값을 찾는 실험은 [그림 1]과 같이 셋팅하여 진행 되었다.

측정 된 자료를 Matlab으로 계산 하여 [그림 2]와 같은 그래프를 얻었는데, 여기서 최대값은 능동형 텔레 코일에서는 1800Hz, 수동형 텔레 코일에서는 2800Hz였다. 이로부터 각각의 정확한 L 값을 구하였는데 능동형 텔레 코일의 L 값은 0.236909 [H] 수동형 텔레 코일의 L 값은 0.0323091 [H]로 계산 되었으며[표 2], 이로부터 [표 3] 과 같이 1000Hz 에서 가장 적당한 캐패시터 값을 구하였다.

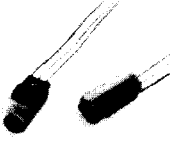
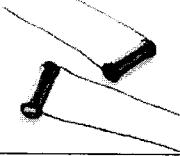
저자 소개

* 조선대학교 정보제어계측공학과 교수

** 조선대학교 제어계측공학과 박사과정

*** 알고코리아 연구원

[표1] 수동형과 능동형코일의 특성 비교

Active Tele-coil	Passive Tele-coil
	
Mechanical Data Length : 5.33 mm (max.) Width : 2.54 mm (max.) Height : 3.32 mm (max.)	Mechanical Data Length. : 5.1 - 7.6 mm Width : 1.2 - 2.12 mm
Electrical Data Current 70 100 μ A Output Voltage 350 580 800 mVDC Output Impedance@1 kHz 4000 Ω Magnetic Sensitivity 200 Hz -68.0 -65.0 -62.0 dB re 1V 1000 Hz -54.5 -52.5 -50.5 dB re 1V 5000 Hz -49.0 -47.0 -45.0 dB re 1V Peak Output Swing \pm 38 mV	Electrical Data Parameter Range DC Resistance 410 - 3500 Ω Series Inductance 43 - 540 mH Sensitivity @ 1kHz Open Circuit -60.0 to -49.1 dBV With 10 kW Load -63.0 to -52.5 dBV

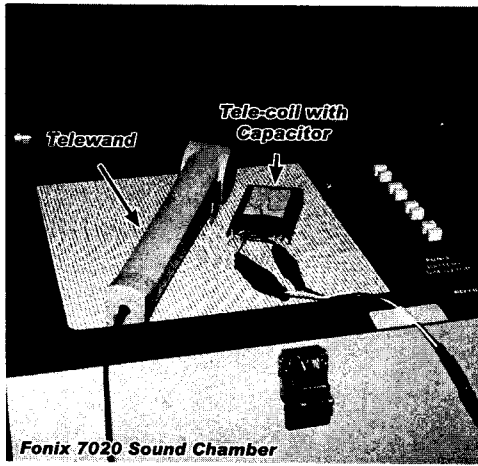


그림 1. 텔레 코일의 인덕턴스(L) 값 구하기

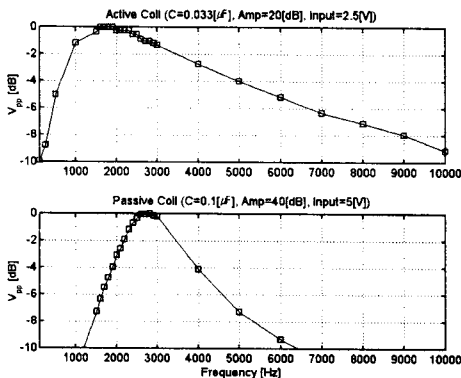


그림 2. 텔레코일의 주파수 반응

[표2] 계산된 인덕턴스 값

Active Telecoil	L = 237 [mH]
Passive Telecoil	L = 32.3 [mH]

[표3] 1000 Hz 에서 적당한 캐패시터 값

Active Telecoil	C = 0.107 [μ F]
Passive Telecoil	C = 0.784 [μ F]

3.2. 보청기 텔레코일 설치

Gennum사에서 판매하는 아날로그 보청기용 증폭기 칩인 GS3024 를 사용하여 마이크로폰 대신 텔레 코일만을 칩에 연결시켜 실험 하였으며 능동형과 수동형 모델 모두 사용, 비교하였다. 제작된 보청기 페이스 플레이트의 실제모양은 [그림 3]과 같다.

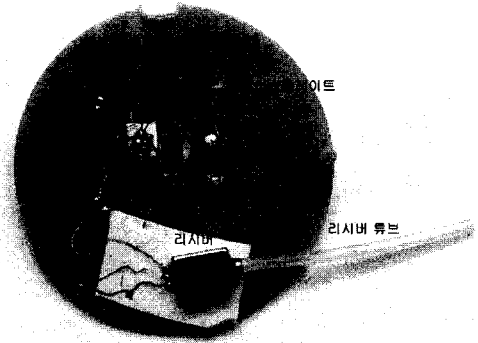


그림 3. 제작된 보청기 페이스 플레이트

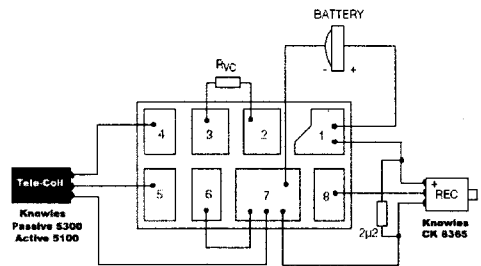


그림 4. 보청기 페이스 플레이트의 회로 구성

[그림 3] GS3024 칩에서 수동 소자 텔레 코일은 마이크로 폰이 연결 되는 단자 5번의 신호 선과 7번의 그라운드 선에, 능동 소자 텔레 코일은 전력 공급원인 4번 단자까지 더해진 3선을 연결하여 [그림 4]와 같이 회로를 구성하였다.

3.3. 텔레코일의 성능 검사

식약청에서 제공되고 있는 의료기기 표준규격에 의한 최대 유도코일 감도 시험 방법에 의해 다음과 같이 실험을 진행하였다[4].

- 1) 보청기를 표준의 상태에서 이득조절기를 최대로 설정하고 다른 조절기를 필요한 위치에 맞춘다.
- 2) 자계의 주파수를 표준주파수로, 입력 자계의 세기를 10 mA/m로 설정한다.

3) 보청기가 최대의 유도코일 감도를 갖도록 위치를 설정하고, 커플러 내의 출력음압 레벨을 측정한다.

4) 최대 유도코일 감도를 1 mA/m의 자계의 세기에서 출력음압레벨로 나타낸다.

1996년 개정된 텔레코일에 대한 ANSI S3.22 표준에서는 이득조절기를 최대로 하지 않고 표준 이득 상태에서 측정하도록 하고 있으며, 개정 전 보다 10dB 더 강한 자기장에서 측정하도록 되었다[5].

[그림 5]는 본 연구를 위해 TELEWAND 를 사용한 보청기 텔레코일 성능 검사 장치의 구성에 대한 실제 사진이며, 측정 과정에서 다음과 같은 점에 유의하였다.

1. 시험 공간은 자기장을 방해하거나 와류 전류를 유도하는 강자성 물체가 없는 곳에 마련되어야 한다.
2. 원하지 않는 자기장의 간섭을 피하기 위해 컴퓨터 모니터나 머리 위의 조명은 끄고 측정한다.
3. 보청기의 위치가 정해지면, TELEWAND 를 보청기 성능 검사용 음향 상자에 연결시키고, 전화를 받을 때와 같은 위치가 되도록 보청기 페이스 플레이트와 평행하도록 위치시킨다.[6,7,8,9]

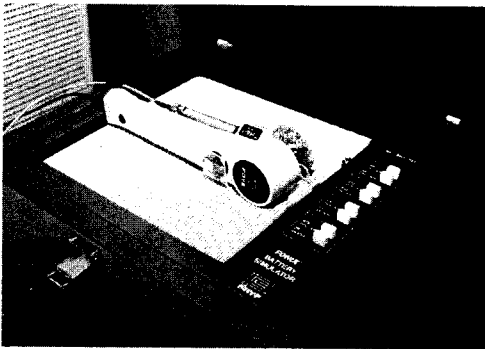


그림 5. 텔레코일 성능 검사 장치의 구성

4. 고찰 및 결론

전화기나 휴대폰의 강력한 디지털 신호는 보청기의 감도에 치명적인 영향을 주어 보청기 착용자를 심한 잡음과 함께 울리는 소리에 노출되게 한다. 따라서 주변의 자기장 장애에 대비하기 위해 텔레코일 보청기가 필요하다. 이때 적당한 커패시터를 텔레코일에 연결, 전자계 잡음을 제거 하여 음질이 향상되도록 한다. 본 연구 결과 현재 Knowles사에서 판매 중인 텔레코일의 경우 1[KHz] 에서 최대 감도를 내기 위해서는 능동형은 100-110[nF], 수동형은 700-800[nF] 의 커패시터가 적합함을 알 수 있었다. 또한 [그림 2]에서 볼 수 있듯이 실험 결과 능동형 보다는 수동형의 텔레코일이 고주파 잡음 제거에 효과가 큼을 알 수 있었다. 그러나 능동형은 수동형에 비해 같은 음량을 내기 위해서는 더 많이 증폭 해야하기 때문에 잡음 정도는 큰 차이가 없었다. 텔레코일의 위치와 설치방법에 있어서는 텔레코일이 페이스 플레이트와 수직이 되게 하고, 구멍을 뚫어 자기장이 방해 받지 않도록 설치하는 것이

효과적이었다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 산업자원부 표준화기술개발사업 (디지털 보청기에 대한 표준화 연구: 과제번호 10016821) 사업의 연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Ross, M., "Telecoil and Telephones - The Most Commonly Misunderstood Assistive Listening Device", The Journal of Self Help for Hard of Hearing People, <http://www.hearingloss.org>.
- [2] 장순석, 권유정, "디지털 보청기", 두양사, pp. 241, 2004.
- [3] <http://www.knowledgeelectronics.com>
- [4] 식약청, "의료기기규준규격", <http://www.kfda.go.kr>
- [5] The Standards Secretariat of the Acoustical Society of America, "ANSI '03 Work Book", <http://asa.aip.org/>
- [6] Hearing Aid Test System Operator's Manual V. 1.31"Telewand", <http://www.frye.com>
- [7] IEC 60068 : 기본 환경 시험 과정
- [8] IEC 60118-0 : 보청기 Part 0 : 전기 음향학적 특성의 측정
- [9] IEC 60118-1 : Part 1 : 입력 유도 픽업 코일을 가진 보청기