

세탁기용 자동변속기 (Auto-Transmission)의 이상음 검사자동화 시스템에 관한 연구

(A study on Noise Automatic Inspection System for Washing Machine
Auto-Transmission.)

김재열*, 김훈조**, 홍원**, 김양중***, 차헌수****
(Kim Jae-Yeol*, Kim Hun-Cho**, Hong Won**, Kim Yang-Chung***, Cha Hun-Su****)

- * 조선대학교 수송기계부품 공장자동화 연구센터
- ** 조선대학교 대학원 정밀기계공학전공
- *** 광주기능대 메카트로닉스과
- **** (주) 성인전자 기술개발부

Abstract

This study includes noise automatic inspection system for washing machine auto-transmission one of modern home necessary.

We effort to find and certificate sound noise-source by sound power and sound intensity, and apply to frequency analysis in vibration related sound noise. Still more we have been studying to data acquisition and programming for MS VisualBasic version 5.0.

System component is below.

- 1) Pentium PC for data acquisition.
- 2) DSO for noise acquisition.
- 3) S/W for comparison and decision.
- 4) I/F Board for data communication.

Wave form data through the DSO are converting to ASCII code data. The ASCII code through binary converting S/W are to be decision fitness or the badness comparison S/W.

Finally, we will making noise monitoring system and automatic inspection system.

1. 서 론

최근 가전제품에 있어서 소음 및 진동문제가 많이 발생하고 있으며 특히 가전제품의 경량화와 고급화 추세에 따라 더욱 심화되어 가는 실정이다. 가전제품의 소음문제는 제품의 성능뿐만 아니라 그 품질을 좌우하는 중요한 요소가 되며 가정 생활 환경에도 크게 영향을 미치고 있다. 따라서 저소음화된 세탁기의 생산에 따른 판매 경쟁력을 강화하기 위해 세탁기 바닥 부분의 정확한 소음 및 진동원을 검출하고 각종 해석방법을 도입하여 그 발생원인을 규명하고 대책을 수립할 필요가 있으나 국내에서는 지금까지 세탁기의 소음 및 진동 발생 원인의 규명에 대한 그 해석방법 및 대책이 연구된 바가 거의 없다.

본 연구에서는 이러한 관점에서 현대 가정에 있어서 생활 필수품 중의 하나인 세탁기의 중요한 소음원인 자동변속기(Auto-transmission)에 대하여 음압과 음향 인텐시티를 측정하여 소음원을 검출하고 이를 규명하기 위해 주파수분석법을 적용하여 소음과 진동과의 관계를 규명한다.

2. 소음의 종류

가.전자기적 소음 : 고정자, 회전자에 작용하는 주기적인 전자기적 가진력에 의한 철심의 진동에 기인하여 생기는 소음으로, 기본과 자속에 의한 진동음이나 공극부의 고주파 자속에 의한 진동음 등이 있다.

나.기계적 소음 : 베어링의 회전음, 회전자의 불균형, 브러시의 섭동음, 전동기의 설치불량 등 기계적인 상태불량에 기인하여 발생하는 소음이다.

다.통풍 소음 : 냉각팬이나 회전자 덕트 등의 통풍상의 소음으로 회전에 따르는 공기의 압축·팽창에 의한 진동음이다. 소음공해나 작업환경 문제로 모터의 소음값이 제한되는 경우에는 모터의 저소음화나 부하기계를 포함한 종합적인 대책이 필요하게 된다. 그러므로 모터 구입에 있어서 모터 설치장소의 주위조건으로부터 소음값의 제약 유무를 조사하고 제조메이커와 의논하여 소음레벨의 시방에 대해 결정해 둘 필요가 있다.

3. 검사대상

가.Bearing 밀부분

나.압입 덜 났을 때

다.급속마찰음

라.Unit 소음

(기어박스 내 : 치차부위 이물질삽입)

마.암소음(Background noise)

바.고주파 문제

4. 소음측정 방법과 시스템 구성

본 연구의 주요연구내용은 세탁기용 자동변속기에서 발생하는 이상음의 검출과 그 원인규명을 파악함으로써 세탁기용 자동변속기의 이상유무를 판단하는 것이 가장 큰 목적

이다.

이상음의 검출로써 기기의 이상유무판단은 많은 실험을 통해 생성되는 데이터의 누적을 통한 경험적 실험값으로 유추가 가능하므로 우선 정확한 데이터를 얻을 수 있는 실험기 자체의 확보가 우선이 되어야 하고 현실성 있는 실험조건이 갖추었다.

이러한 점을 감안하여 아래와 같이 단계별로 시험을 추진한다. 1단계로써 가진시스템의 하드웨어와 전체 자동검사시스템의 구성도를 나타내고 있다.

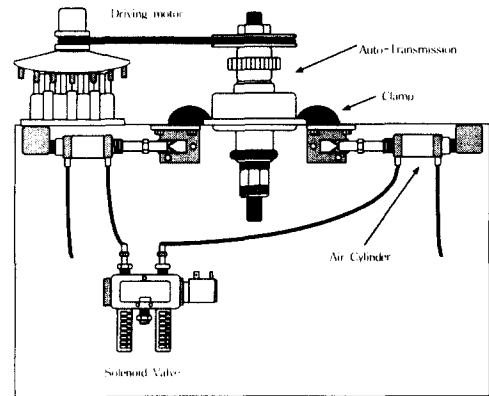


Fig.1 세탁기용 자동변속기의 가진시스템 구성도

자동변속기의 임의의 가속회전을 위해서 단상교류모터를 이용 모터의 구동력을 팬벨트로 변속기의 풀리에 전달 자동변속기의 회전을 한다. 여기서 자동변속기의 속도변화에 따른 실험은 자동변속기가 실제 세탁기내부에서 사용될 시 변속기와 연결된 기어박스에서 속도변화가 추구되기에 고려되지 않았다.

또한 생산되는 모든부품을 측정해야하는 성격상, 실험부분에서도 이점을 감안 제품의 Holding은 유동이 적고 실험물의 매번 탈착이 용이한 실험대를 만들었다. 여기서는 실험물의

용이한 이동과 탈착을 위한 지그로 4개의 클램프와 공압액츄에이터 그리고 이를 제어하는 솔레노이드 밸브와 에어컴프레서 등으로 전체 가진시스템을 구성하였다.

- Box모양의 실험대 구성
- 실험용 지그위에 모터와 실험용 자동변속기의 풀리와 벨트로 연결
- 세탁기용 자동변속기를 고정할 4개의 클램프 설치
- 클램프 구동용 공압액츄에이터 설치
- 공압액츄에이터 구동을 위한 공압장치(컴프레서, 솔레노이드밸브) 설치

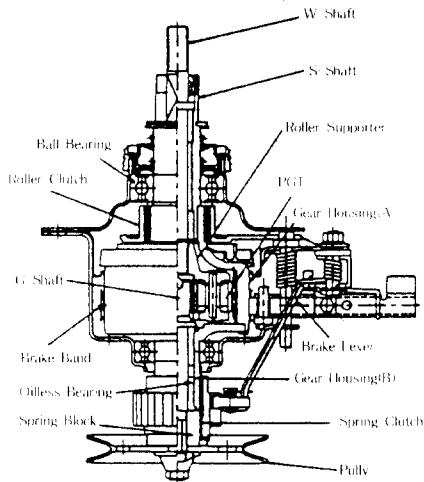


Fig.2 세탁기용 Auto-transmission 구성도

2단계로서는 고성능 마이크로폰과 Digital Oscilloscope를 이용하여 측정음압에 비례하는 진압을 발생시켜, 이것을 증폭하여 이상음의 주파수측정을 위한 주파수측정기기와 증폭기기를 이용한 데이터 수록시스템 등을 구성한다. 소음레벨의 측정 시 먼저 주의할 것은 소음계감도의 교정(Calibration)이다. 측정전후에 항상 올바른 감도를 갖고 있는가를 확인할 필요가 있다.

또한 고감도 마이크로폰을 사용함에 따라 거

리 특성에 영향을 받는다. 여기에서는 기본거리 30cm로 시작하였다.

Fig.3은 세탁기용 자동변속기 자동검사부턴을 포함한 순서도를 개략화 한 것이다.



Fig.3 이상음 Check용 Flow Chart

지금까지의 실험적연구에 의하면, A특성의 측정치가 위의 정각에 잘 대응된다. 따라서 소음레벨로서는 보통 A특성을 사용하여 측정하며, 그 값을 dB(A)라고 표시한다. C특성을 사용한 경우는 물리적인 음압레벨에 근사하므로 분석이나 녹음을 하는 경우 C특성을 사용한다. 세탁기용 자동변속기의 이상음은 돌발적이거나 갑자기 최대치로 변화하는 경우가 거의 없는 관계로 여러번 측정하여 평균치와 변동의 범위를 알면된다. 그리고 정확한 측정을 위해서는 암소음(background noise)의 영향을 받지 말아야하고 그의 반사, 회절의 영향, 바람의 영향, 진동의 영향, 전자장의 영향, 온·습도의 영향등에 구애받지 않아야 한다.

이러한 조건을 만들기 위해서 잡음의 유입을 막을 무향실을 설치한다.

마이크로폰의 위치는 기계에 따라서 위치가 정해지고 있는것도 있으나 여기서는 측정물에서 150-300mm 정도의 위치에서 임의의 측정점을 정해 각각 이동해보면서 여러번을 측정 평

관값을 구한 것이다.

- 암소음과 기타측정의 방해요인의 차단
- 정확한 음의 측정을 위한 마이크로폰의 측정점 위치 설정

3단계는 위와같이 구성된 가진, 측정 하드웨어 및 소프트웨어를 이용 소음레벨과 주파수의 측정과 분석을 시작한다. 진동 혹은 음향을 주파수(진동수)로 나누고 그 진폭이나 음압 등을 조사하는 주파수 분석에는 스펙트럼분석, 진동분석, 파형분석이라고 불리는 주파수 분석기에 의해 행하여진다. 소리를 주파수별 영역으로 나누어 해석하는데 일반적으로 사용하는 방법이 세가지가 있다.

첫째는 Octave대역, 둘째는 삼분의 일 Octave대역, 셋째는 좁은대역 해석법이다. Octave대역은 중심 주파수의 두배로 증가하는데 그 대역폭은 기하학적 중심 주파수의 Octave대역한계로서 보통 주어진다. 주파수 분석기로는 옥타브필터식, 헤테로다인식, 피이드백식 등이 대부분이다. 옥타브식에는 옥타브필터를 병렬로하여 순차로 바뀌가면서 분석을 해나간다. 옥타브로서 폭이 너무 넓어질때에는 1/2옥타브필터, 1/3옥타브필터를 사용한다.

헤테로다인식은 필터의 대역폭이 주파수에 관계없으므로 정대역폭 주파수분석기라고 한다. 분석기의 선택특성은 일정한 대역필터의 차단특성에 의해서 결정된다. 수정필터를 사용하여 좁은 대역폭을 가지게 할 수도 있다.

피이드백식 주파수 분석기는 넓은대역, 높은 증폭도의 피이드백 증폭기의 피이드백루우프에 가변 CR회로를 삽입하여 중심주파수를 벗어나면 갑자기 음(-)피이드백이 증가하여 뚜렷한 선택성을 가지게 한 것으로 대역폭이 중심주파수에 비례하는 정비대역폭의 방식이라 한다.

여기서 더욱 정밀한 측정을 위해서는 입력을 증폭한 다음 1/3옥타브필터로 목적부분만을 빼내어서 오실로스코프의 X 혹은 Y 축에 연결해

놓고 가변주파수 표준발진기로부터 나오는 출력을 그 반대축에 넣어서 리사주도형을 그리게 한다.

도형을 보면서 주파수를 변경시키면 측정하고자 하는 주파수를 정밀하게 측정할 수 있다. 먼저, 정품의 고유주파수 등을 위와같은 방법으로 측정 Standard data를 만든 후 그와 대비되는 불량품 (가장 두드러지게 발생하는 이상음 발생 부품부티)의 주파수를 같은방법으로 측정한다. 만들어진 각각의 측정치를 프로그램화하여 측정기에 설정시켜 실제 현장에 투입 실험의 정확성과 생산성 시험을 실시한다.

- 측정된 데이터의 정확한 분석
- 음의 가시화 (그래픽, 스펙트럼등의 가시적 표시)

- 안정적이며 정확성이 높은 측정시스템완성 제품의 이상유무를 손쉽게 파악할 수 있도록 하기위해 시험을 통해 세탁기용 자동변속기 정품의 표준 소음 주파수의 데이터와 불량품의 데이터를 검사시간을 단축할 수 있는 실시간처리 및 가시화하여 출력될 수 있도록 한다.

지금까지는 생산현장에서 사람의 귀로써는 도저히 판단할 수 없는 소음들에 대한 검출도 가능해져 더욱더 정밀한 검사 시스템이 될 것으로 보인다. 또한, 초보자라고 해도 제품의 이상유무를 손쉽게 파악할 수 있도록 하기 위해 실험을 통해 세탁기용 자동변속기정품의 오리지널 소음 주파수 및 데이터를 그래픽 처리 및 스펙트럼화하고 또 프로그램화하여 음의 자동 검사화를 실현시킨 것이며 이에 비교되는 불량품의 종류별 이상음의 주파수 및 그 데이터 또한 똑같은 방법으로 실현해서 한눈에 비교판단이 가능하며 검사시간을 단축할 수 있는 실시간처리와 음의 가시화를 구현하도록 시스템구축을 하고 있다.

5. 실험 및 고찰

Fig.4에서는 전체실험장치의 데이터 수록을 위한 자동검사장치의 블록선도를 나타내고 있다.

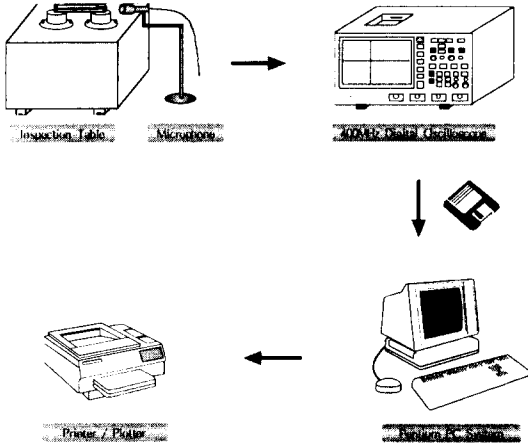


Fig.4 데이터 수집을 위한 자동검사시스템의 블록선도

먼저 Digital Oscilloscope에서 정상 Auto - transmission의 시간영역에서 전압값으로 표시되는 음의 세기를 측정하였다.

아래 Fig.5는 정상일때의 측정파형을 나타내고, Fig.6는 비정상일때의 측정파형이다.

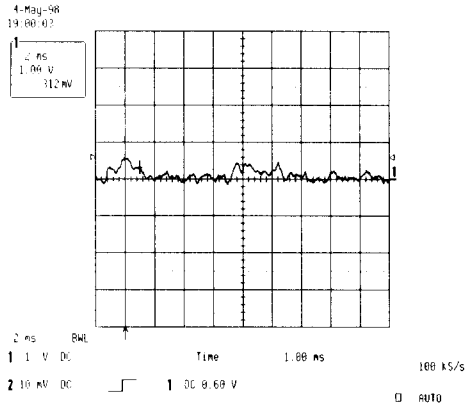


Fig.5 정상일때의 Auto-transmission 파형

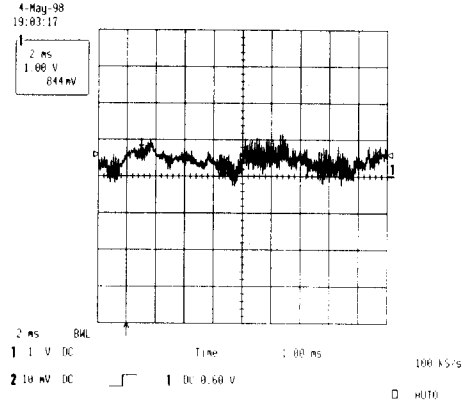


Fig.6 비정상일때의 Auto-transmission 파형

Fig.5와 Fig.6상태는 음의 세기를 보여준 것이고, 다시 dB로 표현했을때와는 상관관계를 가지고 있다.

또한, 실험에서는 소음의 특성이 정상 Auto-transmission에 비해 고주파영역에서 이루어짐을 알 수 있었다.

여기에 착안하여 1차적으로 Wave Form으로 이루어진 데이터를 ASCII 수치값으로 변환하였다.

2차적으로 ASCII값은 실험특성값을 나타내므로 음의 세기(dB포함), 주파수값으로 입력 받을 수 있었다.

Fig.7은 세탁기용 Auto-transmission 이상음 검출을 위한 S/W의 Snap화면이다.

Fig.8에서 보이는 S/W는 샘플링을 위한 값으로 주파수를 선택했다.

Parameter로는 먼저, 정상상태의 최고주파수를 데이터에서 뽑아내고, 두 번째로는 허용오차를 Percent비율(기본 0%)로 선택하게 했고, DSO에서 기본 1초로 측정된 화면을 양/부 판정 S/W에서 적절한 시간을 줄 수 있도록 했다.

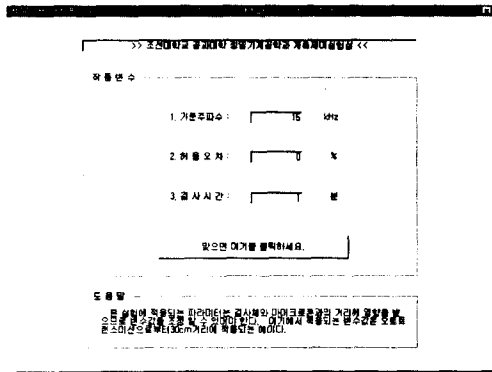


Fig.7 세탁기용 Auto-transmission 양부판정 S/W 초기화면

Fig.8은 입력받은 주파수 값을 기준주파수에 허용오차를 두어 비교판정한 값으로 총데이터수, 기준주파수 이상점갯수, 이상음확률, 양/부판정을 실제로 보여주는 결과화면이다.

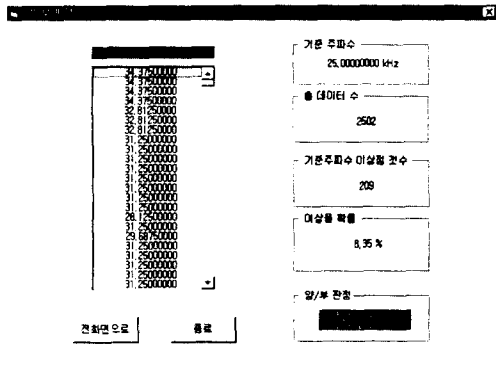


Fig.8 세탁기용 Auto-transmission 주파수값 및 양부판정화면

6. 결 론

본 연구에서는 세탁기용 Autotransmission의 이상음 검출 자동화 시스템 구축을 위한 기본 하드웨어 구성과 실험으로 임의 주파수 영역에서 Parameter값을 입력받을 수 있었고, 이 데

이터를 기초로 Visual하고 전문인력이 아닌 초심자도 쉽게 소음판정을 내릴 수 있는 S/W를 개발로 현장에서 적용성을 검증함으로써 상시에 모니터링함으로써 품질향상과 인건비절감 등을 할 수 있었다.

7. 향후 계획

본 연구에서는 사용된 Interface는 DSO에서 Diskette을 이용해 데이터를 입력받았으나, 향후 실험에서는 GPIB Board를 통해 PC에서 병렬처리하려고 한다. 병렬처리가 가능하도록 S/W개발이 되면 더욱 쉽게 이상을 판별이 가능하게 되리라 사료된다.

참고문헌

1. S.M. Prince and R.J. Bernhard, "Application of Modal Technique to Noise Control of Hermetic Refrigeration Compressors", Proceedings of the 4th International Modal Analysis Conference, pp.515-519, 1986
2. 오재용, "구조물 모우드해석의 기초와 응용", 희성출판사, 1985
3. D.D. Reynolds, "Engineering Principle of Acoustics, Noise and Vibration Control", Allyn and Bacon, Inc., 1981
4. J.S. Bendat and A.G. Piersol, "Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis", Wiley Interscience Pub., 1980