

자동변속기 (Auto-Transmission)의 이상음 검사자동화 시스템개발

김재열*

Development of Automatic Program for Noise Inspection of Auto-transmission

Kim Jae-Yeol*



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

Key Words : Nondestructive Testing(비파괴검사), Inspection automation(검사자동화), Auto-transmission(자동변속기), Background noise(암소음), Frequency Sampling(주파수 표본화), Monitoring system(감시 시스템), Basic frequency(기준 주파수)

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 성능 뿐만 아니라 그 품질을 좌우하는 중요한 요소가 되며 가정 생활 환경에도 크게 영향을 미치고 있다. 따라서 저소음화된 세탁기의 생산에 따른 판매 경쟁력을 강화하기 위해 세탁기용 자동변속기(Auto-Transmission)의 정확한 소음 및 진동원을 검출하고 각종 해석방법을 도입하여 그 발생원인을 규명하고 대책을 수립할 필요가 있으나 국내에서는 지금까지 세탁기의 소음 및 진동 발생원인의 규명에 대한 그 해석방법 및 대책의 연구가 진행 중이다. 이러한 관점에서 현대 가정에 있어서 생활 필수품 중의 하나인 세탁기의 중요한 소음원인 자동변속기에 대하여 음압과 음향 인텐시티를 측정하여 소음원을 검출하고 이를 규명하기 위해 모우드 해석법을 적용하여 소음과 진동과의 관계를 규명한다. 음의 세기나 음압 등은 물리적인 양이 되나, 인간의 감각문제가 개재되면 주파수에 따라서 느끼는 점이 달라진다. 즉 인간은 감정을 가진 생물체 이기에 주위환경과 자신의 감정 그리고 기분에 의해 사람의 판단능력에 큰 영향을 미친다. 그러므로 모든 기술의 눈부신 발전아래에 이제까지 불안전하고 정확하지 않은 검사 시스템에 의존하는 것은 생산능률만을 따지고 보더라도 시대에 뒤떨어진 것이라 할 수 있다. 그러므로 세탁기용 자동변속기의 이상음 검출시스템 개발은 여러 가지 기대되는 효과 또한 만만치 않다. 그리고 이제까지 사람의 귀로 들을 수 없었던 저역 및 고역주파수의 분석도 측정기기를 통해서 충분히 검사가 가능해져 제품검사의 정밀성과 정확성이 기존의 검사과정과는 다르게 될 것이다. 또한, 이상음의 측정기를 통해 구해진 데이터를 소프트웨어에 의해 그래프로 표시하고 측정된 이상음의 관련 스펙트럼(Spectrum)을 플로피디스크 또는 CMOS 메모리에 저장한다. 본 연구에서 사용된 세탁기용 자동변속기는 세탁기의 바닥부분에서 세탁봉과 세탁판의 구동에 사용되어

지는 부품이다. 여기서 발생하는 이상음은 주로 브레이크 제동시 발생하는 소리와 베어링부의 소음들이다. 세탁기용 자동변속기는 회전기계이기 때문에 소음원이 많으며 소음의 발생기구가 복잡하다. 따라서, 다음과 같은 현상이 소음을 발생시킨다.^(1, 2, 3)

첫째로 자기 통로의 자속이 교번 또는 맥동 현상이 있었고,^(4, 5)

둘째로는 회전자가 베어링으로 지지되어 회전운전하는 것도 있고,^(6, 7, 8)

셋째로는 회전시 자동변속기가 발열을 동반하므로 냉각풍을 필요로 한다는 것이며, 이외에도 기계적 언밸런스, 에어갭의 불균일, 베어링 불량, 설치 불량, 부하 기계와의 직결불량, 부하기계로부터 오는 영향 등 진동이 커지면 전동기의 각 부에 기계적인 진동 장애편을 초래함과 동시에 특히 베어링의 수명 단축이나 절연물 열화 촉진의 요인으로 되어 악영향을 미친다. 따라서 진동을 허용값 내로 억제하는 것은 매우 중요하다. 또한 주기적으로 전동기의 진동을 측정하는 보수 점검과 수리의 기준이 되는 데이터를 얻기 위해서도 필요하다. 이러한 이상음을 무향실에서 고감도 마이크로폰을 이용하여 저역 및 고역 주파수 측 사람이 들을 수 없는 주파수대역의 이상음을 잡아낸다. 또한 측정시 방향과 위치를 바꾸어가면서 가장 이상적인 이상음 측정지역을 설정하고 듣고자하는 부분의 이상음을 측정한다. 그리고 이러한 측정은 음의 세기와 방향을 보는 것을 가능하게 할 것이고, 이것을 음향 인텐시티 측정방법이라 한다. 음향 인텐시티는 음의 세기, 에너지등으로 정의되며, 음의 강도와 방향을 표시하는 Factor량으로 단위면적을 관철하는 음의 파워가 된다. 또한 Factor량이기 때문에 음원에서 방사되는 음향파워는 특별한 공간을 필요로 하지 않고 측정이 가능하다. 음향 인텐시티 측정방법은 최근에 와서 음원근방에서 음의 움직임과 음장의 성질을 표현하는 복소음향 인텐시티의 사고를 도입하여 음장해석에 대해서 더욱 진보한 해석수법을 제공할 수 있게 되었다. 여기서 복소음향 인텐시티란 액티브 인텐시티(Active Intensity)와 리액티브 인텐시티(Reactive Intensi-

ty)로 표현된다. 액티브 인텐시티란 멀리있는 방향으로 부터 전달되는 음의 에너지를 말한다. 또한, 복합음원의 음장해석에는 불충분한 경우가 있기 때문에 리액티브 인텐시티와 비교판단하는 것이 필요하게 된다. 리액티브 인텐시티는 음의 반사장, 음원 근접장에 발생한다. 음압의 2 승치의 차에 비례해서, 크기와 방향을 갖고 있다. 이렇게 측정된 값은 증폭기(Amplifier)를 통해 증폭되고 그 신호는 주파수 분석기로 들어가 나타난 수치를 보고 판단하므로써 부품의 불량품을 판정하게 된다. 이때 불량품의 판정은 누구라도 쉽게 알 수 있도록 화면에 그래프이나 스펙트럼으로 간단하게 출력되며 플로피디스크나 메모리 또는 프린터로 출력가능하여 기록을 저장할 수 있게 할 것이다.^(9, 10, 11, 12)

따라서, 본 연구에서는 소음의 측정을 위해 이상음 발생용 가진기를 제작한 하드웨어구성을 한 후 마이크로폰과 소음 측정용 저장형 오실로스코프를 이용 소음을 측정한다. 먼저 정품의 자동변속기를 모델로 해서 실험을 위한 정품의 주파수 데이터를 파악 표준값을 정하고 이 표준값과 비교하기 위해서 대표적인 이상음 검출 자동변속기를 실험을 통해 특성주파수데이터를 파악해서 측정 값을 얻게 된다. 이렇게 측정되어진 값을 하나의 코드화로 프로 그래밍화해서 실제 대상물로부터 얻은 측정 값을 비교대상값으로 저장시켜 그 즉시 현장에서 실시간(Real Time)으로 비교 파악 가능하도록 자동화된 시스템을 구축하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 정상소음 분석

소음의 레벨과 스펙클도 시간적인 변화가 없는 정상소음은 시간만 걸리면 얼마든지 자세하게 분석할 수가 있으며 반사음의 영향에 주의하면 그 이외의 문제는 적다. 1옥타브밴드 패스필터에서 FFT등의 협대역까지 그분해능력에 따른 분석결과가 얻어지므로 목적에 따른 측정기를 결정하게 된다.^(13, 14, 15)

2.2 변동소음 분석

Fig. 1에서 보는바와 같이 도로소음, 철도소음이나 가두소음등과 같이 소음의 레벨도, 스펙클도 시간과 함께 변화하는 것에서는 가장 간단한 1/1 또는 1/3 옥타브 분석의 경우라도 한번 테이프에 녹음하고 몇회 반복하여 재생해서 분석하고 주파수 대역 마다에 레벨레코더로 기록한다.

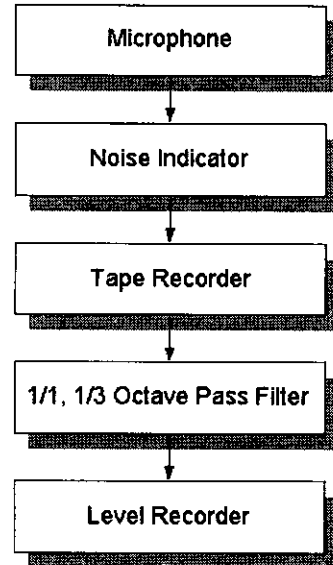


Fig.1 The method of frequency analysis for the transfer noise

즉, 마이크로폰을 통한 변동소음은 소음지시계를 통하여 테이프레코더를 통하여 1/1이나 1/3 옥타브 필터를 통하여 분석되어 진다. 이때 레코더의 동특성은 소음계의 Fast 또는 Slow에 해당되는 값으로 결정하는데 일반적인 데이터는 목적에 의해서 다른 값으로 나타내는 방법도 있다. 이렇게 해서 얻어진 데이터는 필터를 통하게 되고 그 값이 시시각각으로 변화하고 있으므로 읽은 방법을 결정하지 않으면 안된다.^(16, 17, 18)

2.3 충격성 소음 주파수 분석

Fig. 2에서 보는 바와 같이 충격성 소음의 경우는 소음 분석에서 복잡적이고 가장 어려운부분의 분석이며, 분석 방법에 의한 분석결과와 차이도 크다. 이 충격성 소음의 분석법으로써 현재로서는 FFT를 적용한 것이 가장 적합하다고 생각된다. 1/1 혹은 1/3 옥타브 분석에서는 한번 테이프에 녹음해서 반복하여 재생하고 필터를 통해서 실효치 표시의 레벨레코더에 기록해서 각 주파수 마다의 레벨의 피크값을 읽는다. 리얼타임(Real Time)의 분석기의 Max Hold의 기구를 사용하면 녹음, 기록 등을 실시하지 않고 간단하게 같은 결과가 얻어진다. 그러나 이들의 방법에 의한 주파수 분석 결과는 모두 레벨레코더나 리얼타임의 분석기의 동특성을 포함한 것으로 그 값을 명기하여 두는 것이 중요하다.

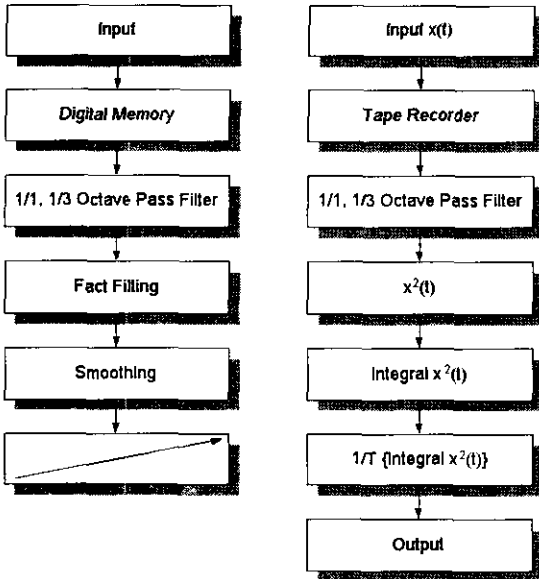


Fig. 2 Frequency analysis by the impacted noise of a square integral calculus

위와 같이 주파수분석시에 충격성의 소음을 한번 테이프에 녹음하고 반복 재생하여 필터를 통해서 그 파형의 2승 적분치를 구해도 FFT에 의한 분석결과를 사용한 필터의 영역폭에 대해서 가산한 것과 근사적으로 같은 결과가 얻어진다.

3. 검사대상

세탁기용 전동기의 소음의 종류로는 여러 가지로 분류되어지나 크게 분류하면 연속적인 소음과 불연속적인 소음으로 구분되어 지고 그 중에서도 전기적인 소음과 기계적인 소음 및 통풍소음등은 세탁기용 전동기의 소음원으로 상당한 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에서는 소음원의 검사대상으로 Bearing 밀부분에서 나타나는 기계적 소음에서 검사가 이루어지게 되고, 압입이 덜 된 경우 기계적 불균형에 의하여 생성되는 소음에 대한 측정, 그리고, 부품과 부품사이 금속마찰음에 대한 소음측정이 이루어졌으며, 기어박스내 치차부위 이물질 삽입음과 같은 유닛소음이 검사대상이 되었다.

또한, 암소음(Background noise)에 대한 잡음의 유입도 고려되었으며, 이외에도 고주파 문제에 의한 소음발생도 검사대상이 되었다.

4. 소음측정 방법과 시스템 구성

본 연구는 세탁기용 자동변속기에서 발생하는 이상음의 검출과 그 원인규명을 파악함으로써 세탁기용 자동변속기의 이상유무를 판단하는 것이 가장 큰 목적이다.

이상음의 검출로써 기기의 이상유무판단은 많은 실험을 통해 생성되는 데이터의 누적을 통한 경험적 실험값으로 유추가 가능하므로 우선 정확한 데이터를 얻을 수 있는 전문가시스템의 확보가 우선이 되어야 하고 현실성 있는 실험조건이 문제가 되고 있다. 이러한 점을 감안하여 Fig.4와 같이 단계별로 시험을 추진한다. Fig.3은 1단계로써 가진시스템의 하드웨어와 전체 자동검사시스템의 구성도를 나타내고 있다. 자동변속기의 임의의 가속회전을 얻기 위해서 단상교류모터를 이용 모터의 구동력을 팬벨트로 변속기의 풀리에 전달 자동변속기의 회전시키게 된다. 여기서 자동변속기의 속도변화에 따른 실험은 자동변속기가 실제 세탁기내부에서 사용될 시 변속기와 연결된 기어박스에서 속도변화가 추구되기에 고려되지 않았다.

또한 생산되는 모든부품을 측정해야하는 성격상, 실험 부분에서도 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 에어콤프레서 등으로 전체 가진시스템을 구성하였다. 가진 시스템은 먼저 Box모양의 실험대 구성으로 가진시스템 구축시 발생하는 진동소음등에도 측정오차를 최소화할 수 있도록 하였다. 또한, 실험용 지그위에 모터와 실험용 자동변속기의 풀리와 벨트로 연결함으로써 동력이 전달되도록 하였고, 세탁기용 자동변속기를 고정할 4개의 클램프를 설치하여 쉽게 탈착이 가능하도록 하였다.

또한, 클램프 구동용 공압액츄에이터는 클램프에 연결된 자동변속기의 탈착을 용이하게 하였다.

공압액츄에이터 구동을 위한 공압장치로서는 콤프레서와 솔레노이드밸브를 설치하였다.

2단계로서는 고성능 마이크로폰과 Digital Storage Oscilloscope를이용하여 측정음압에 비례하는 전압을 발생시켜, 이것을 증폭하여 이상음의 주파수측정을 위한 주파수측정기와 증폭기기를 이용한 데이터 수록시스템등을 구성한다. 소음레벨의 측정 시 먼저 주의할 것은 소음계감도의 교정(Calibration)이다. 측정전후에 항상 올라

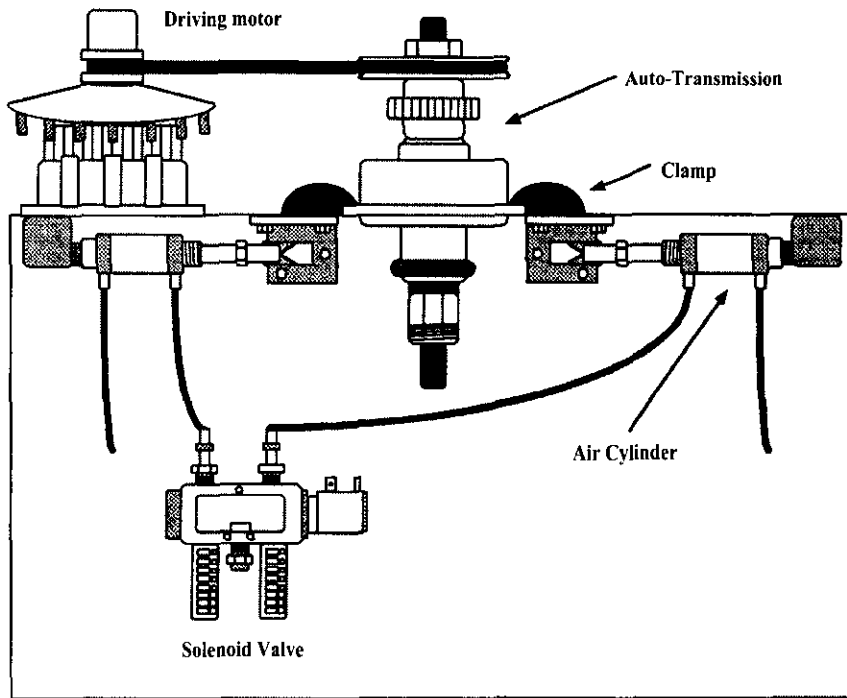


Fig. 3 The composition of diagnostic system for the Auto-Transmission

큰 감도를 갖고 있는가를 확인할 필요가 있다.

또한 고감도 마이크로폰을 사용함에 따라 거리 특성에 영향을 받는다. 여기에서는 기본거리를 30cm로 시작하였다. Fig.4는 세탁기용 자동변속기 자동검사루틴을 포함한 순서도를 개략화 한 것이다.

지금까지의 실험적연구에 의하면, A특성의 측정치가 귀의 청각에 잘 대응된다. 따라서 소음레벨로서는 보통 A특성을 사용하여 측정하며, 그 값은 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 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 150-300mm정도의 위치에서 임의의 측정점을 정해 각각 이동해보면서 여러번을 측정 평균값을 구한 것이다.

측정시 고려해야될 사항으로는 암소음과 기타측정의 방

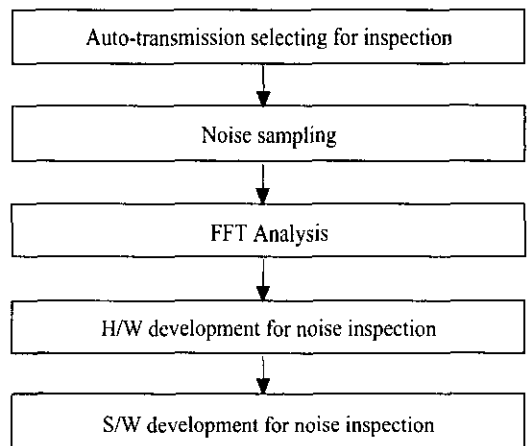


Fig. 4 The flowchart of noise automatic inspection

해요인을 차단하고, 정확한 음의 측정을 위한 마이크로폰의 측정점 위치 설정에 유의한다.

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

첫째는 Octave대역, 둘째는 삼분의 일 Octave대역, 셋째는 좁은대역의 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 바꿔가면서 분석을 해나간다. 옥타브로서 폭이 너무 넓어질 때에는 1/2옥타브필터, 1/3옥타브필터를 사용한다. 헤테로다인식은 필터의 대역폭이 주파수에 관계없으므로 정대역폭 주파수분석기라고 한다.

분석기의 선택특성은 일정한 대역필터의 차단특성에 의해 결정된다. 수정필터를 사용하여 좁은 대역폭을 가지

게 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.

따라서, 정품의 세탁기용 자동변속기의 고유주파수 등을 위와같은 방법으로 측정 Standard data를 만든 후 그와 대비되는 불량품 (가장 두드러지게 발생하는 이상음 발생 부품부터)의 주파수를 같은방법으로 측정한다. 만들어진 각각의 측정치를 프로그램화하여 측정기기에 설정시켜 실제 현장에 투입실험의 정확성과 생산성 시험을 실시한다.

제품의 이상유무를 손쉽게 파악할 수 있도록 하기위해 시험을 통해 세탁기용 자동변속기 정품의 표준 소음 주파수의 데이터와 불량품의 데이터를 검사시간을 단축할 수

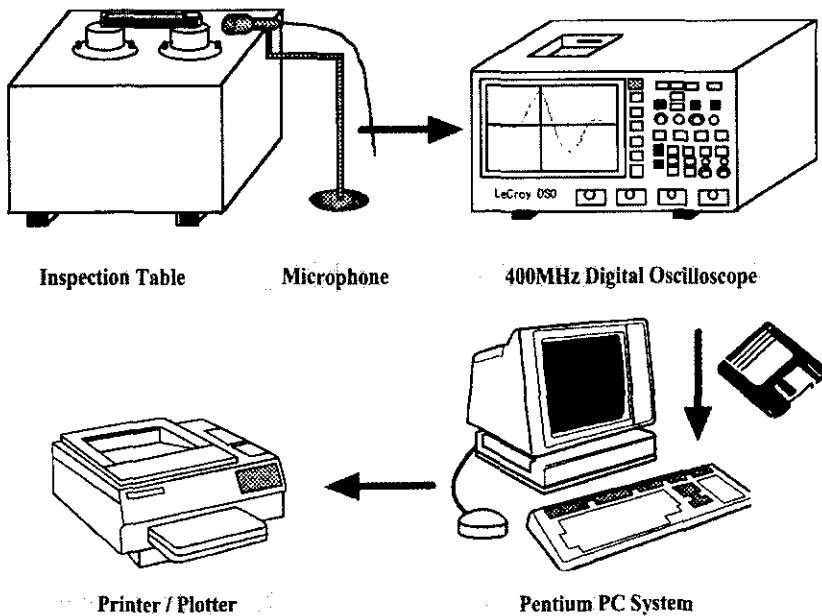


Fig. 5 The noise inspection system of the Auto-Transmission for a washing machine

있는 실시간처리 및 가시화하여 출력될 수 있도록 하였으며 지금까지는 생산현장에서 사람의 귀로써는 도저히 판단할 수 없는 소음들에 대한 검출도 가능해져 더더욱 정밀한 검사 시스템이 될 것으로 생각되어진다.

또한, 초보자라고 해도 제품의 이상유무를 손쉽게 파악할 수 있도록 하기 위해 실험을 통해 세탁기용 자동변속기정품의 오리지날 소음 주파수 및 데이터를 그래프 처리 및 스펙트럼화하고 또 프로그램화하여 음의 자동검사화를 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.

Fig.5에서는 전체실험장치의 데이터 수록을 위한 자동 검사장치의 블록선도를 나타내고 있다.

5. 실험 및 고찰

먼저 디지털오실로스코프(Digital Oscilloscope)에서 정상 자동변속기(Auto-transmission)의 시간영역에서 친압값으로 표시되는 음의 세기를 측정하였다. Fig.6에서는 정상일때의 측정파형을 나타내고, Fig.7에서는 비정상일때의 측정파형이다. Fig.6은 100kS/s의 정상파형의 한 예를 보여 주는 것으로써, 초당 2502개의 샘플링 데이터가 된다. 이것은 프로그래밍에서 기준 주파수를 결정하는데 있어, 중요한 데이터가 된다. Fig.6은 인위적인 데이터 조작이 가해지지않은 원데이터로써 필터링을 거친 2차 변환 폼에 적용될 것이다. 정상적인 파형은 파형이 고르게 나타나 있고, 소음이 포함된 파형과 다르게 주파수 밀도도 균일하며, 특정 포인트에 대하여 불균일한 지점이 나타나지 않음을 알 수 있다. 이와 반하여 Fig.7은 같은 파형대(100kS/s)의 화면으로써 임의의 지점에 있어서 Fig.6에 비하여 조금 높은 전압의 형태를 보여주는데, 주파수 밀도에 있어서는 매우 높은 수치의 불량 소음이 포함되어 있음을 알 수 있다. Fig.6와 Fig.7상태는 음의 세기를 보여준 것이고, 다시 dB로 표현했을때와는 상관관계를 가지고 있다. 또한, 실험에서는 소음의 특성이 정상 자동변속기에 비해 고주파영역에서 이루어짐을 알 수 있었다. 여기에 착안하여 1차적으로 파형으로 이루어진 데이터를 아스키(ASCII) 수치값으로 변환하였다. 2차적으로 아스키(ASCII) 값은 실험특성값을 나타내므로 음의 세기(dB포함), 주파수값으로 입력받을 수 있었다.

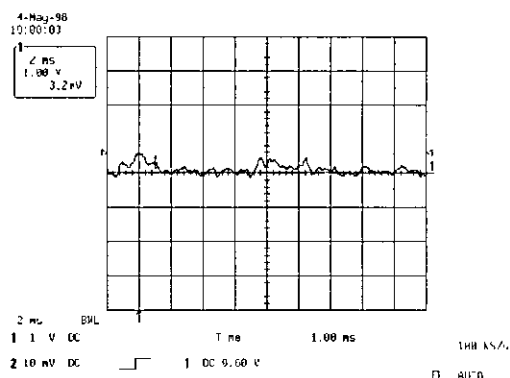


Fig.6 The waves of good products

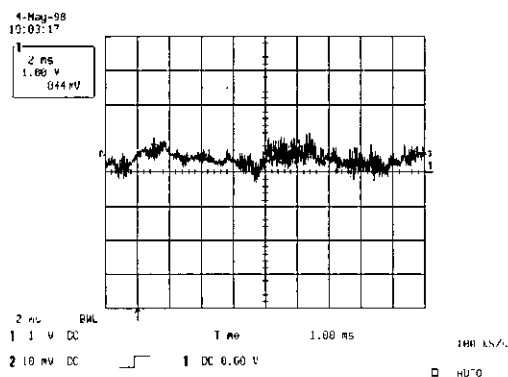


Fig.7 The waves of bad products

Fig.7에서는 정상파형으로 균일한 파형과 낮은 주파수 대역을 보여주고 있고, Fig.8의 비정상파형은 균일한 파형과 높은 주파수 대역을 보여주고 있고, 임의의 지점에서만 소음이 일어나지 않고, Fig.8과 같이 지속적으로 소음이 포함된 데이터가 오실로스코프를 통하여 자료화 됨을 알 수 있다.

Fig.8과 Fig.9는 50kS/s 샘플링한 원데이터로 비정상적인 소음을 포함한 파형이다. 이 데이터는 프로그래밍에서 마스크를 씌움으로써 필터를 적용시킬 것이다.

Fig.8은 Fig.7에 비하여 보다 높은 주파수 대역에서 소음이 발생됨을 알 수 있다. 또한 1초를 2502개로 나눴을 때 2/3지점에서 높은 높은 전압의 변화를 볼 수 있다. 이에 반하여 Fig.9는Fig.8에 비하여 주파수는 조금은 낮지만 고역 주파수 대역에서 이루어지고 있고, 각 지점에서 보다 높은 전압의 변화를 볼 수 있다. 이 데이터는 프로그

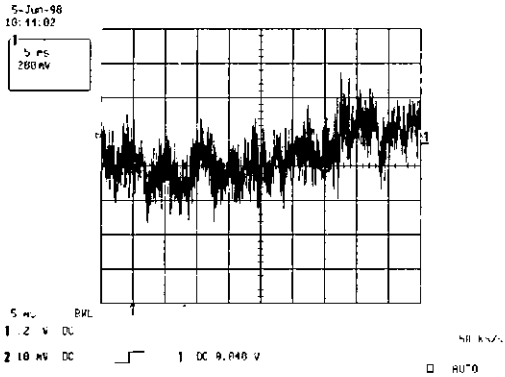


Fig.8 The waves of the 50 kS/s sampling (1)

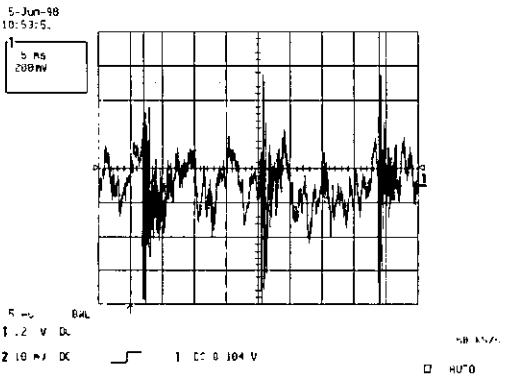


Fig.9 The waves of the 50 kS/s sampling (2)

래밍에서 필터를 통과함으로써, 높은 주파수 대역에서 불량 판정이 될 수 있다. 또한 전압의 변화로 판단 되어 질 수 있음을 짐작할 수 있다.

또한, 자동변속기의 양부판정 S/W 프로그래밍을 하기 위해서 본 연구를 통해서 구현된 자동변속기의 이상음 검사를 위한 전용의 S/W는 샘플링을 위한 값으로 주파수를 선택하게 하였으며 자동변속기의 양부 판정을 위한 주요 파라미터들으로써는 먼저, 정상상태의 최고주파수를 데이터에서 추출하고, 두 번째로는 허용오차를 백분율비율(기본 0%)로 선택하게 했고, DSO(Digital Storage Oscilloscope)에서 기본 1초(초/분)로 측정된 화면을 양/부 판정 S/W에서 적절한 시간을 줄 수 있도록 하였다.

자동변속기의 양부 판정을 위한 프로그래밍 파라미터는 다음과 같이 결정하였다.

첫째, 기준주파수는 샘플링한 파형에 대한 각 기준주파

수를 변수로 채택하였고,

둘째, 허용오차는 측정시 허용오차를 결정하기 위해서 백분율비율을 적용함으로써 양/부 판정의 범위(Masking)를 가변적으로 줄 수 있도록 하였으며, 허용오차인 기본 0%를 디폴트(default)로 채택하였고, 오차의 백분율이 높아지면, 양품 판정으로써 넓은 범위를 나타내고 정상 자동 변속기 비율이 높아진다.

셋째, 검사시간은 단위시간을 초 단위로 측정할 수 있도록 하였으며, GPIB Interface board를 이용하면 초단위에서 분단위로 더 많은 샘플링을 할 수 있도록 검사시간을 결정해서 적용하였고, 기본 검사시간은 1초를 디폴트로 채택하여 본 프로그래밍 파라미터로 사용하였다.

Fig.10에서는 소음검사자동화 시스템의 첫화면으로써 변수를 설정할수 있고 여기서 각 변수별 실험방법까지수는 주파수 샘플링수 × 허용오차수 × 검사시간 수로 얻을 수 있음을 알 수 있다.

자동변속기의 양부판정 S/W의 초기화면으로부터 얻은 기준주파수가 5kHz ~ 55kHz까지의 경우를 대상으로 양부판정한 출력값을 얻은 것을 Fig.11, Fig.12에서 나타내고 있으며, 아래 화면은 샘플링 파형에 대한 기준 주파수 변화에 양부판정을 보여 주는 것을 보이고 있으며, 샘플링한 파형은 소음이 심했고, 넓은 주파수 영역에서 불량 판정을 받을 수 있다는 것을 나타내고 있다.

특히, 기준 주파수가 5kHz~41.1kHz에서는 불량판정(화면 우측하단)을 보이고 있으며, 55kHz에서는 정상판정을 나타낸 것을 보이고 있다. 또한, 각 주파수는 1초를 2502개로 나누고 분석하였다.

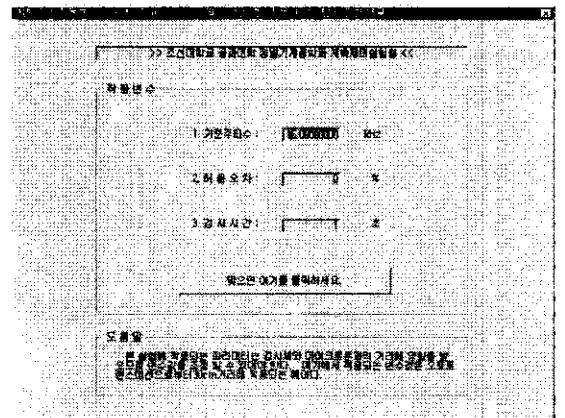


Fig. 10 The first view of the noise inspection system

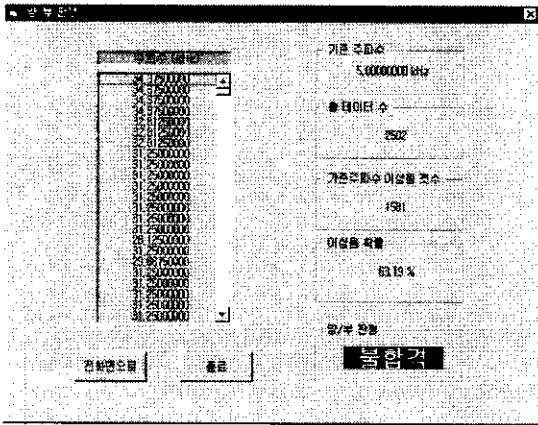


Fig. 11 The output value of the bad products at 5kHz frequency

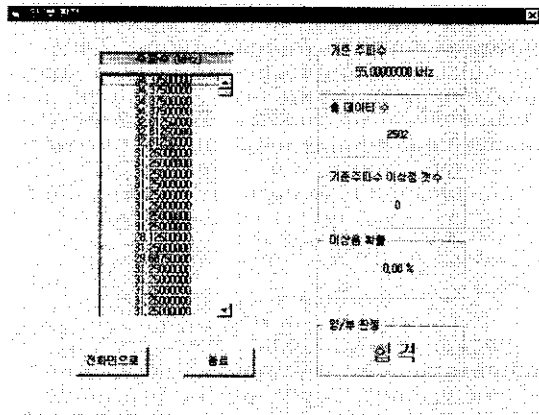


Fig. 12 The output value of the good products at 55kHz frequency

6. 결론

- (1) 본 연구에서는 세탁기용 자동변속기의 이상음 검출 자동화 시스템 구축을 위한 기본 하드웨어 구성과 실험으로 특정 주파수 영역에서 파라미터 값을 선정해서 입력받을 수 있는 장치를 개발하였다.
- (2) 기준 데이터를 기초로 비주얼하고 전문인력이 아닌 비숙련자도 쉽게 소음판정을 내릴 수 있는 S/W를 개발하였고, 현장에서 적용성을 검증함으로써 상시에 모니터링을 할 수 있고, 품질향상과 인건비절감 등을 할 수 있었다.
- (3) 데이터 수록을 위해서 사용된 Interface는 DSO(Dig-

ital Storage Oscilloscope)에서 다스켓을 이용해 데이터를 입력받았으나, 향후 GPIB Board를 통해 PC에서 병렬처리를 하면 더욱 쉽고 관리하기 편한 이상음 판별이 될 것이다.

- (4) 본 연구결과와 인터페이스 자동화와 S/W와의 연계는 PC에서 다른 도구(Matlab와 DSO가 개별로 행동)를 이용함에 따라 발생하는 수동형태의 체계를 능동형으로 시스템을 발전시킬 수 있다.

참고 문헌

- (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.
- (5) A.F.Seybert and D.F.Ross, "Experimental Determination of Acoustic Properties Using a Tow-Microphone, Random Technique", J. Acoust. Soc. Am., Vol. 61, pp. 1362~1370, 1977.
- (6) M.L.Munjal and A.G.Doige, "Theory of a Two Source-Location Method for Direct Experimental Evaluation of the Four-pole Parameters of an Aeroacoustic Element", J.Sound Vib., Vol.141, pp. 323~333,1990.
- (7) A.G.Galaitis, Personal Communication with Author on a part of BBN Report No.3113, "Impedance of an Internal Combustion Engine", Sep.1980.
- (8) L.Y.Bahar, "Mechanical Immitance and Transmission-Matrix Approach to Elastodynamics of Layered Media", J.Acoust. Soc.Am., Vol.57, pp. 606~609, 1975.
- (9) Rose, J. L., "Element of a Feature-Based Ultrasonic

Inspection System”, Materials Evaluation, Vol.42, No.2, pp. 210~218, 1984.

- (10) Rose, J. L., Jeong, T. H., Alloway, E., and Cooper, C. T., “A Methodlogy for Reflector Classification Analysis in Complex Geometric Welded Structures”, Materials Evaluation, Vol.42, No.1, pp. 98~106, 1984.
- (11) W. K. Pratt : Digital Image Processing, John Wiley, 1978
- (12) David.Broek, “ElementaryEngineeringFractureMechanics” MartinusNijhoff Publishers, pp. 33~116, 1986.
- (13) GordonS.Kinond., “AcousticWaves” Prentice-Hole, pp. 1~14, pp. 92~110, 1987.
- (14) J.L.Rose,J.B.NestleorothandK.Banlasubramanian, “UtilityofFeature MappinginUltrasonicsNon-DestructiveEvaluation”, Ultrasonics, Vol.26, pp. 124~131, 1988.
- (15) O.R.Gericke., “DeterminationoftheGeometryofHiddenDefectsby Ultrasonic Pulse Analysis Testing”, The Journal of Acoustical Society of America, Vol.35, No.3, 1975.
- (16) O.R.Gericke., “UltrasonicSpectroscopy” ArmyMaterials&Mechanics Research Center, pp. 299~320, 1980.
- (17) R.B.Randall,B.Tech.,B.A., “FrequencyAnalysis” Br el&Kj r, pp. 49~67, pp. 165~171.
- (18) Serabian,S., “UltrasonicSizeDeterminationofflnc-linedFlaw-UseofResponse Envelope Width”, British J. of NDT, Vol.23, No.9, pp. 281~285, 1981.