

Time signal 분석을 통한 에어컨 실외기의 소음 평가에 대한 연구

Evaluation of the Outdoors side Air-conditioner Sound using Time Signal Analysis

한형석* · 구형모** · 모진용** · 박득용** · 김주환**

Hyungsuk Han, Hyungmo Koo, Jinyong Mo, Deugyong Park and Juhwan Kim

Key Words : F.I.(Fluctuation index), Fluctuation Strength, Prominence Ratio, Beating

ABSTRACT

In this paper, It is introduced new sound quality method, FI(Fluctuation Index) and the example applied Outdoors side Air-conditioner noise evaluation. Because FI is applied with very simple algebraic calculation algorithm, it can be applied some other application without spending high time and cost.

1. 서 론

최근 생활수준이 향상 되면서 에어컨의 사용이 급증하고 있으며 이에 따라 고품질의 제품을 생산하기 위해서 메이커들은 이에 대한 노력의 고삐를 늦추지 않고 있다.

특히 소음에 대한 소비자의 인식이 높아지면서 Claim중 많은 부분이 소음문제로 발생되고 있는 실정이다.

이에 따라 메이커들은 에어컨에서 발생하는 소음을 줄이고 이를 소비자의 수준에서 평가하는데 많은 연구를 진행하고 있다.

하지만 아직까지 체감적인 소음의 정도를 평가하는데 있어서 사람에 의존도가 높으며 평가자의 주관에 따라 소음의 정도를 판단함으로써 많은 논란이 되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 일반적으로 에어컨 실외기에서 발생하는 소음의 종류와 이에 대한 Sound quality 기법에 대해 간략히 소개하고 특히 저주파로 Modulation되는 에어컨의 소음에 대한 평가 방법이 있어서 본 논문에서 개발한 FI(Fluctuation Index)에 대해 소개하고자 한다

2. 에어컨 실외기 소음 특성 및 Sound Quality Parameter

2.1 에어컨 실외기 소음

일반적으로 에어컨 실외기에서 발생하는 소음은 아래와 같다.

1. 실외기 Fan의 BPF(Blower Passing Frequency)
2. 실외기 및 Compressor의 Motor 자기음
3. Compressor 토출음
4. Compressor 진동 전달음
5. Cabinet 및 Pipe 공진음
6. 저주파 Beating음

실외기 Fan의 BPF 경우 모터의 회전 주파수의 Fan 날개 개수 order에서 발생하는 소음으로 매우 저주파이며 이는 Spectrum상에서 뚜렷이 하나의 Dominant한 주파수 성분 또는 Harmonic 성분으로 나타난다.

Compressor 토출음의 경우 압축기의 회전주파수 성분의 Harmonic 성분으로 주로 나타나는데 보통 400Hz~1kHz 사이에서 큰 Peak를 가진다.

1~2의 소음의 경우 주파수 분석을 통해서 규제가 가능하며 특정 주파수의 Maximum값 선정은 Prominence ratio를 적용 하여 정할 수 있다.

5의 경우 소음의 주 요인은 압축기 내의 회전 자계에 의해 발생하는 전자기력(전원주파수의 2배 order)과 회전 관성 및 질량 불평형에 의해 발생하는 Imbalance Torque의 2nd order 성분에 의한 Beating에 의해 발생

* 삼성전자주식회사공조개발팀

hyungsuk1123han@samsung.com

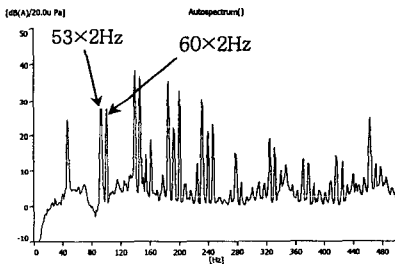
Tel: 031-200-6248

** 삼성전자주식회사공조개발팀

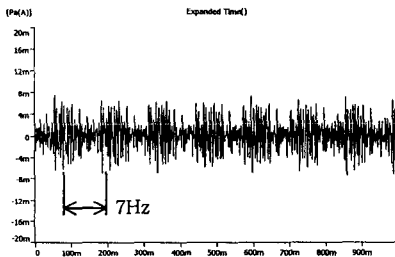
하며 여기서 발생한 맥동 토크에 의해서 3과 4의 진동 및 소음을 증폭시키게 된다. 그림 1은 압축기의 회전 주파수와 회전자계를 발생시키는 전원주파수간의 Spectrum과 이에 따른 Time Signal을 보여주고 있다. 이러한 Beating에 의한 소음은 주파수 분석 보다는 시간 신호 분석을 통해서 평가하기가 더 용이하다. 일반적으로 저주파에서 Modulation되는 신호의 경우 Fluctuation strength나 Roughness로 평가가 가능한데 본 논문에서는 본 논문에서 개발한 F.I(Fluctuation Index)를 도입함으로써 이들 Beating에 대해서 보다 쉽게 평가할 수 있었다.

2.2 Fluctuation Index

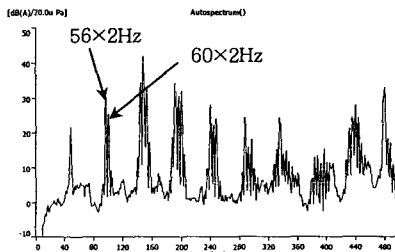
본 논문에서는 실외기 Beating을 평가하기 위해서 마이크로폰을 이용해서 소음을 측정하고 저주파 Beating 현상을 보다 명확하게 보기 위해서 400Hz low Pass Filter(Butter worth, 8pole)를 이용해서 저주파 성분만 뽑아낸 뒤 식 1을 통해서 F.I를 계산하였다. 그림 2는 FI 계산 Logic에 대한 Flow chart를 보여주고 있다.



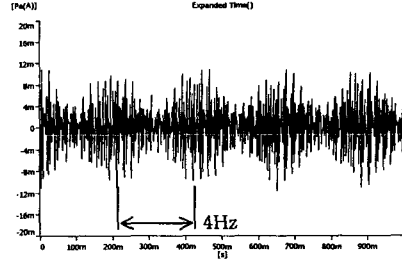
(a) FFT Plot(전원 주파수 60Hz, 회전 주파수 56.5Hz)



(b) Time Plot(전원 주파수 60Hz, 회전 주파수 56.5Hz - 7Hz Beating)



(c) FFT Plot(전원 주파수 60Hz, 회전 주파수 58Hz)



(d) Time Plot(전원 주파수 60Hz, 회전 주파수 58Hz- 4Hz Beating)
그림 1 회전 주파수와 회전자계를 발생시키는 전원주파수간의 Spectrum과 이에 따른 Time Signal

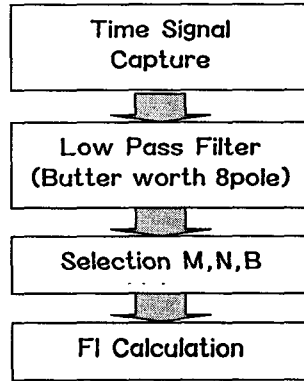


그림 2. FI 계산 Logic Flow chart

$$Y(m) = \text{Max}\{Y(m)\}/Y_{\text{max}} \quad m = 1 \sim M$$

$$F.I. = \{[\sum Y(m)] \times M/N - B\} * 100.0 \quad \text{식}(1)$$

$Y(m)$: 각 Time Band에서의 Signal Value

Y_{max} : 전체 Time Signal Max

F.I : Fluctuation Index

M : 각 Time Band의 Data 수

N : 전체 Data 수

B : Balancing value(=0.4)

F.I는 Normalizing한 Signal을 적분한 면적이 Fluctuation 양에 반비례 하는 현상에 착안하여 만들어 졌으며 비교적 간단한 수식을 통해서 연산함으로써 Data 처리 양을 줄일 수 있다는 장점을 가지고 있다.

3.1 시험 결과 및 분석

그림 3은 본 논문의 시험 대상인 에어컨 실외기이며 시험 Input 소음 Time Data 및 결과 F.I값은 그림 4~5와 같다.

그림에서처럼 Fluctuation의 증가의 주 원인은 Compressor의 회전 주파수와 모터의 고정자에서의 회전 자계에 의한 기자력간의 Beating에 의해서 이루어 지며 이는 F.I를 도입함으로써 평가가 하였다.

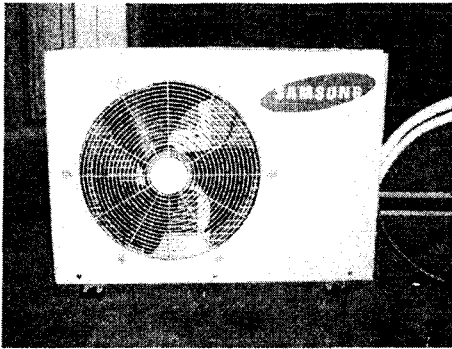


그림 3. 에어컨 실외기 Setup

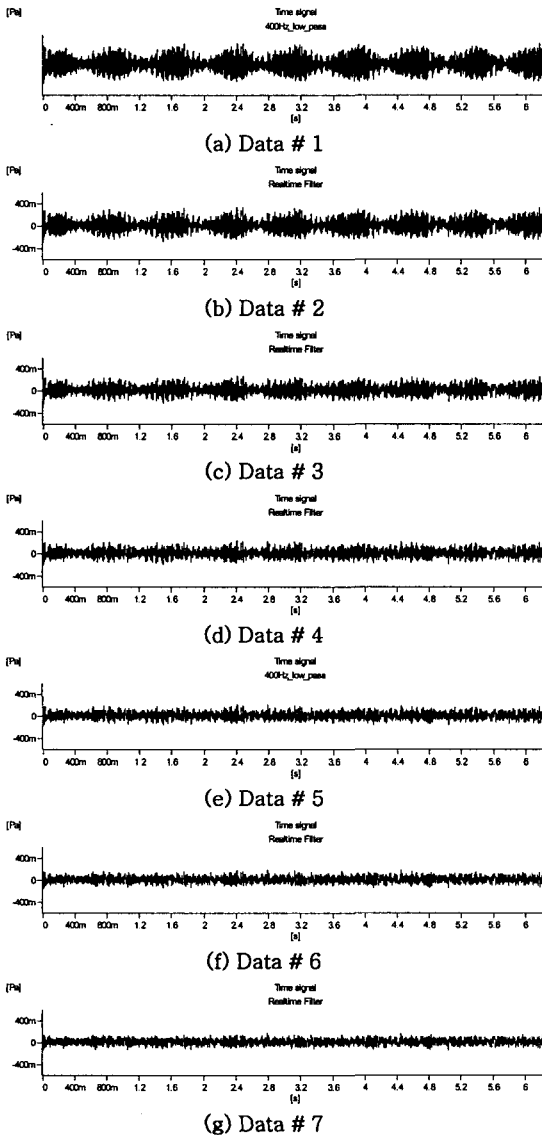


그림 4. Input 소음 Time Data

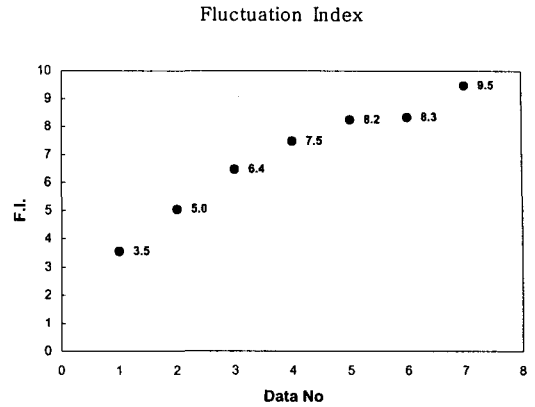


그림 5. 실외기 Beating 정도에 대한 Fluctuation Index의 변화

4. 결 론

본 논문에서는 에어컨 실외기를 평가하는데 FI를 도입함으로써 소음의 Fluctuation 양을 효과적으로 평가할 수 있었고 기존의 알고리즘에 비해 간단한 산술적인 값을 계산함으로써 비교적 용이한 평가 항목으로 사용할 수 있었다.

FI를 통해서 에어컨 실외기의 맥동 소음을 객관적인 값으로 평가 함으로써 이러한 종류의 소음에 대해 기존의 사람에 의존하던 체감 평가에서 벗어나 정확한 소음 평가가 이루어 질것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- (1) H.Fastl, 1997, Acoustica, "The Psychoacoustics of Sound-quality Evaluation"
- (2) E.Zwicker, H.Fastl, "Psychoacoustics, Facts and Models", Sencound updated Edition, Springer Press, USA, New York,
- (3) 한형석 등, 2002, "자동차용 DC Motor의 소음 자동 평가에 대한 연구" 추계학술발표회 논문집, 한국소음진동공학회
- (4) Poul Ladegaard, 2002, Global automotive Manufacturing & Technology, " Sound quality Systems and Standards"