

Vibration Sensors and Solutions



**WILCOXON
RESEARCH**
Smart Sensing Solutions

쉽게 적용 가능한 고성능 산업용 가속도계, 속도 센서 및 가진기

응용제품

- 일반 산업용 가속도계, 고성능 고주파/고온용 가속도계
- 수중용 가속도계/하이드로폰, 헬리콥터용 센서 및 실험실용 고정밀 가속도계
- 압전형 속도 센서/3축가속도계
- 4-20mA Loop Power 가속도 및 속도 센서
- 전자식 가진기



WR WILCOXON RESEARCH
Smart Sensing Solutions
 Vibration Sensors
 and Solutions



목 차

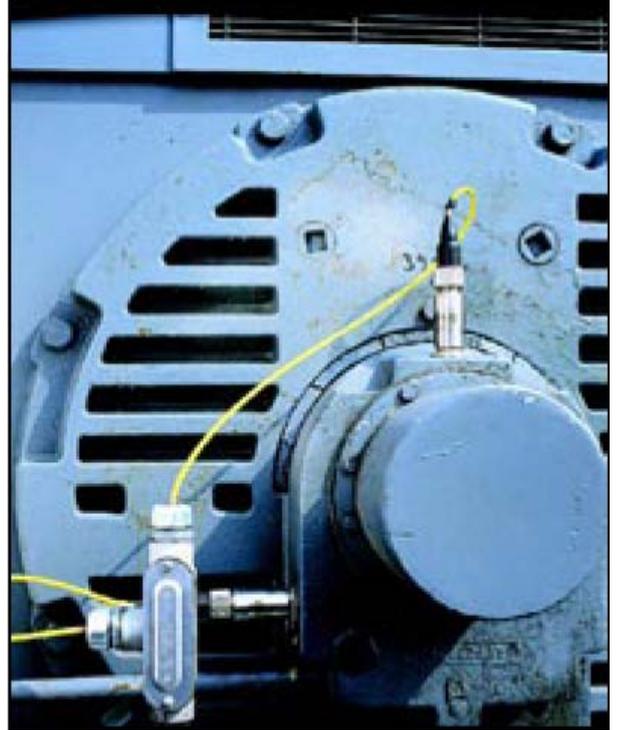
1. 개요	3
2. 센서	5
2.1 일반 산업용 가속도계	6
2.2 고성능 산업용 가속도계	8
2.3 온도/진동 측정 센서.....	10
2.4 압전 가속도계형 속도센서.....	11
2.5 지진 측정용 가속도계	12
2.6 수중용 센서 및 그리스유 주입구 설치용 가속도계	13
2.7 4-20mA 출력 가속도계 및 속도센서	14
3. 변환기 및 알람/통신기	16
4. 케이블, 설치용 액세서리 및 스위치 박스.....	18
5. 전자식/압전식 가진기	26
6. 휴대형 진동 측정기.....	28
7. 고객지원	29
8. 센서 선택 가이드	30
9. 적용사례	32

1. 개요

산업계를 선도하는 센서 제품군

윌콕슨 리서치는 진동센서 및 시스템에 대한 선도적인 개발 및 생산회사입니다. 세계적인 수준의 산업계 및 시험/측정 시장에서 상업용과 군용 진동 감시 제품을 공급하고 있습니다. 업계를 선도하는 제품의 품질과 신뢰성에 대한 명성은 40년 이상의 개발 및 경험에 근거하고 있습니다.

시스템상에서의 초기 진동 변화의 감지는 설비의 심각한 손상의 방지에 매우 중요하며, 고비용이 요구되는 손실을 방지합니다. 윌콕슨사는 주요 상태 진단에 사용되는 200종 이상의 표준제품을 생산하고 있습니다. 센서의 품질과 성능은 진동 신호의 변화가 발생할 때, 정확하고 신속한 측정을 보증함으로써 중요 자산의 유지/보수를 가능하도록 합니다.



선도적인 기술

윌콕슨사는 1961년 미국 해군의 David Taylor Research Center (현재 미해군 Naval Surface Warfare Center)에서 독립한 과학자들에 의해 설립되었습니다. 혁신적인 회사의 성격은 숙련된 기술과 결합되어 최신의 압전형 가속도 센서를 탄생시켰습니다. 이러한 기술적 근간과 선구적 정신이 오늘날의 윌콕슨사가 존재하게 하였습니다.

지난 40년간, 윌콕슨사는 이러한 기술적 향상을 상업적인 가속도계, 변환기, 하이드로폰 및 액세서리에 적용하여 산업계에서 제품의 품질과 신뢰성 향상을 주도하였습니다. 그 결과, 제품의 공급 범위는 산업계 전반으로 확산되었습니다. 윌콕슨사는 산업계의 상태 진단 시스템에 가속도계가 광범위하게 사용하도록 주도적 역할을 담당하였습니다.

1997년, 윌콕슨사는 윌콕슨 연구소를 설립하였습니다. 윌콕슨 연구소는 독립적으로 차세대 센서 기술의 개발 및 시스템 연구 기능을 수행하고 있습니다. 또한 신기술 개발을 위해 고객들의 요구 조건에 맞는 특정 환경에 적용하는 특수한 센서의 설계를 담당하고 있습니다. 미국 정부와 상업적인 요구 조건에 대해 공히 적극적인 지원을 하고 있으며, 주문형 센서에 대한 전문적인 엔지니어링은 센서가 주어진 환경에 최적의 성능을 보장할 수 있도록 기술자문 서비스를 통해 수행되고 있습니다.

Wilcoxon 선택이유

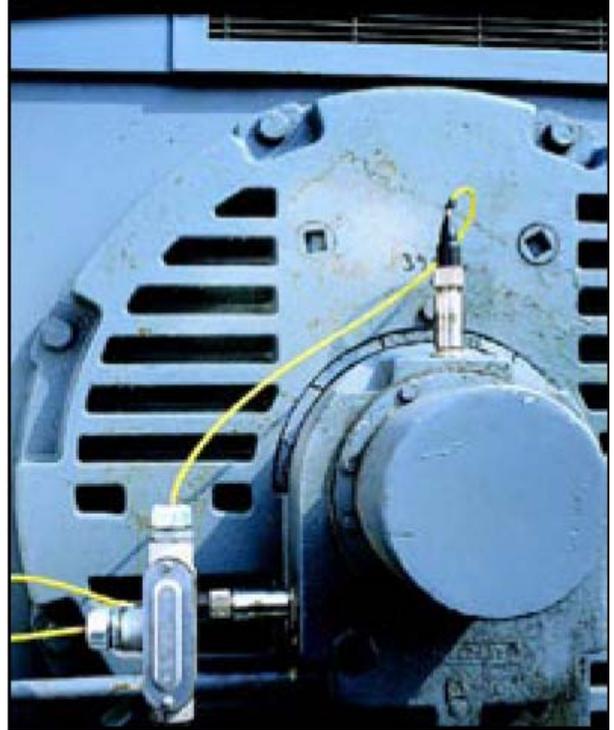
- 산업표준의 고품질 진동 센서
- 주요 진동 시스템 제작사의 가속도 센서 전략적 공급사
- 세계 최고 수준의 고객 지원
- 진동 센서 및 진동 감시 시스템에 대한 40년이상의 신제품 개발 및 경험

1. 개요

산업계를 선도하는 센서 제품군

윌콕슨 리서치는 진동센서 및 시스템에 대한 선도적인 개발 및 생산회사입니다. 세계적인 수준의 산업계 및 시험/측정 시장에서 상업용과 군용 진동 감시 제품을 공급하고 있습니다. 업계를 선도하는 제품의 품질과 신뢰성에 대한 명성은 40년 이상의 개발 및 경험에 근거하고 있습니다.

시스템상에서의 초기 진동 변화의 감지는 설비의 심각한 손상의 방지에 매우 중요하며, 고비용이 요구되는 손실을 방지합니다. 윌콕슨사는 주요 상태 진단에 사용되는 200종 이상의 표준제품을 생산하고 있습니다. 센서의 품질과 성능은 진동 신호의 변화가 발생할 때, 정확하고 신속한 측정을 보증함으로써 중요 자산의 유지/보수를 가능하도록 합니다.



선도적인 기술

윌콕슨사는 1961년 미국 해군의 David Taylor Research Center (현재 미해군 Naval Surface Warfare Center)에서 독립한 과학자들에 의해 설립되었습니다. 혁신적인 회사의 성격은 숙련된 기술과 결합되어 최신의 압전형 가속도 센서를 탄생시켰습니다. 이러한 기술적 근간과 선구적 정신이 오늘날의 윌콕슨사가 존재하게 하였습니다.

지난 40년간, 윌콕슨사는 이러한 기술적 향상을 상업적인 가속도계, 변환기, 하이드로폰 및 액세서리에 적용하여 산업계에서 제품의 품질과 신뢰성 향상을 주도하였습니다. 그 결과, 제품의 공급 범위는 산업계 전반으로 확산되었습니다. 윌콕슨사는 산업계의 상태 진단 시스템에 가속도계가 광범위하게 사용하도록 주도적 역할을 담당하였습니다.

1997년, 윌콕슨사는 윌콕슨 연구소를 설립하였습니다. 윌콕슨 연구소는 독립적으로 차세대 센서 기술의 개발 및 시스템 연구 기능을 수행하고 있습니다. 또한 신기술 개발을 위해 고객들의 요구 조건에 맞는 특정 환경에 적용하는 특수한 센서의 설계를 담당하고 있습니다. 미국 정부와 상업적인 요구 조건에 대해 공히 적극적인 지원을 하고 있으며, 주문형 센서에 대한 전문적인 엔지니어링은 센서가 주어진 환경에 최적의 성능을 보장할 수 있도록 기술자문 서비스를 통해 수행되고 있습니다.

Wilcoxon 선택이유

- 산업표준의 고품질 진동 센서
- 주요 진동 시스템 제작사의 가속도 센서 전략적 공급사
- 세계 최고 수준의 고객 지원
- 진동 센서 및 진동 감시 시스템에 대한 40년 이상의 신제품 개발 및 경험

고품질 정책

월콕슨사는 고객들의 요구 조건 변화를 수용하기 위해 항상 최선을 다하고 있는 역동적인 기업입니다.

월콕슨사의 생산시설은 동일 품질의 설계 및 생산 과정을 보증하기 위해 ISO-9001 품질 보증체제를 준수합니다. 월콕슨사의 생산 공정은 문서화되고 검증된 품질보증체계에 따라 엄격히 통제되고 있습니다. 이러한 과정은 제품의 낮은 고장 빈도, 장기간 안정적인 성능을 보증합니다. 따라서 월콕슨의 생산 공정은 산업계 평균에 비해 월등히 앞서고 있으며, 고객들에게 가장 신뢰를 받고 있는 센서를 공급하고 있습니다.

오늘날 월콕슨 센서는 최고의 품질을 보증하며, 25년 이상의 MTBF(평균고장주기)를 가지고 있습니다. 월콕슨사의 센서가 설치되었다면 이는 시간과 정열 및 비용을 절감하는 것입니다.

월콕슨의 역사

- 1961 : 압전형 가속도계 생산 (주파수 범위 제한없는 내장형)
- 1963 : 압축/전단형 제품에 대한 변형에 무관한 센서 생산
- 1964 : 자력 및 음향에 대한 압전형 진동 센서 규격화
- 1965 : 수중용 가속도 센서 생산
- 1967 : wrap-around impedance head and driver 생산
- 1970 : 반동식 압전형 가진기 생산
- 1976 : 초저 노이즈형 수중 가속도계 개발
- 1979 : 고주파, 고출력 압전형 가진기 생산
- 1980 : 초저 노이즈형 앰프 생산
- 1981 : PIEZOFET 저 노이즈형 전하 앰프 생산
- 1983 : 압전형 속도 센서 및 초저주파 지진 측정용 가속도 센서 생산
- 1984 : 압전형 가진기용 고출력, 고주파 출력용 앰프 생산
- 1986 : 산업용 가속도 센서 생산
- 1987 : 산업용 저비용 3축 가속도계 생산
- 1988 : 초소형 지진 측정용 3축 가속도계(지구물리학 연구용) 생산
- 1989 : IsoRing 산업용 가속도계 생산
- 1990 : 변위 출력용 가속도 센서 생산
- 1991 : Splash Proof (방수형) 케이블 생산
- 1992 : 산업용 전단형 가속도계 생산
- 1994 : 초저주파 진동 센서(지구물리학 연구용) 생산
- 1996 : 초고응답성 가속도 센서(nano g 측정용) 생산
- 1999 : Wilcoxon Labs 설립 (연구 및 개발)
- 2000 : 본질안전 및 방폭형 4-20mA Loop Powered 진동 센서 생산
- 2004 : ISO 9001:2000 승인 (품질관리)
- 2004 : Meggitt PLC사와 M&A
- 2006 : ISO 14001:2004 승인 (환경관리)

2. 센서

센서 선정 가이드라인

센서를 선정함에 있어 고려되어야 하는 사항은 다음과 같습니다.

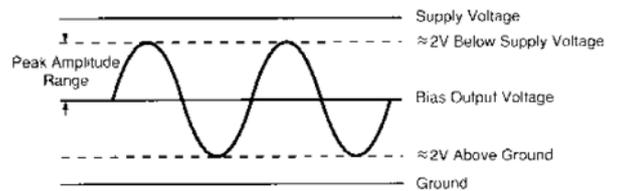
- 주파수 범위 (Frequency Range)
- 최소 진동 진폭 (Minimum vibration amplitude)
- 최대 진동 진폭 (Maximum vibration amplitude)
- 설치 지점의 온도 (Operating temperature range)
- 환경 조건 (fluids, gases, chemicals, radiations)
- 고정 방법 (Mounting method)
- 물리적 제한 (Physical constraints)
- 본질안전 인증 (Intrinsic safety certifications)

주파수 범위는 통상적으로 측정 대상이 되는 기계의 문제를 측정할 수 있도록 선정되어야 합니다. 예를 들어, 다음과 같은 기계 및 기계 구성 요소에 대해서는 최대 주파수 범위를 예상하여야 합니다.

- 구름 요소 베어링 : 회전속도의 20 ~ 40배
- 유체 유막 베어링 : 회전속도의 10 ~ 20배
- 기어박스 : 기어 메시 주파수의 3.5배
- 전기모터 : 로터바 주파수의 3.5배 또는 전원 주파수의 3.5배
- 펌프 및 팬 : 블레이드 통과 주파수의 3.5배

최소 진동 진폭은 잘 고려되지 않는 항목이나 통상 센서 자체에서 발생하는 노이즈의 5배이상으로 권고됩니다.

최대 진동 진폭은 옆의 그림에서 설명하고 있는 것과 같이 앰프에 과부하가 발생하지 않는 범위에서 사용하는 것이 권고됩니다. 이는 최대 전원공급전압보다 2V



낮아야 하며, 최소 접지보다 2V 높아야 합니다. 높은 공급 전류를 사용하는 센서는 고온에서 불리한 효과가 발생하므로 최대 4mA의 전류가 공급되는 것이 좋습니다. 산업용 설비에 대해서는 최소 -50°C까지 사용되는 것이 일반적이며, 저장 온도와 사용 온도는 동일합니다.

설치 환경 조건은 여러가지 영향을 미칩니다. 일반적인 산업용 센서에 대해서는 316L Stainless Steel 과 Viton®, Teflon® 등의 재질로 충분히 사용 가능합니다. Hermitically Sealed, Splash Proof 등으로 구성된 IP68 환경의 센서는 수중에서도 사용 가능합니다. 그러나 방사선 환경에서는 Radiation Hardened 제품이나 내 방사선 재질을 사용한 센서가 권고됩니다.

폭발의 위험이 있는 환경에서는 최대 소모 에너지가 불꽃을 발생시키지 않도록 승인된 본질안전 인증 제품을 사용하여야 합니다. 석유화학 공장이나 발전소의 연료 계통에서는 이와 같은 본질안전 인증이 있는 제품을 사용하고 있습니다.

설치 지점의 공간을 고려하여, 충분히 설치 및 분해가 가능한 크기의 센서 및 고정 방법을 제공하는 제품을 선정하는 것도 중요한 고려 요소입니다.

2. 센서

센서 선정 가이드라인

센서를 선정함에 있어 고려되어야 하는 사항은 다음과 같습니다.

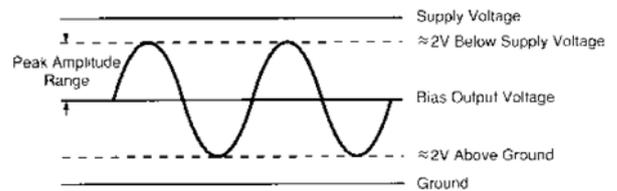
- 주파수 범위 (Frequency Range)
- 최소 진동 진폭 (Minimum vibration amplitude)
- 최대 진동 진폭 (Maximum vibration amplitude)
- 설치 지점의 온도 (Operating temperature range)
- 환경 조건 (fluids, gases, chemicals, radiations)
- 고정 방법 (Mounting method)
- 물리적 제한 (Physical constraints)
- 본질안전 인증 (Intrinsic safety certifications)

주파수 범위는 통상적으로 측정 대상이 되는 기계의 문제를 측정할 수 있도록 선정되어야 합니다. 예를 들어, 다음과 같은 기계 및 기계 구성 요소에 대해서는 최대 주파수 범위를 예상하여야 합니다.

- 구름 요소 베어링 : 회전속도의 20 ~ 40배
- 유체 유막 베어링 : 회전속도의 10 ~ 20배
- 기어박스 : 기어 메시 주파수의 3.5배
- 전기모터 : 로터바 주파수의 3.5배 또는 전원 주파수의 3.5배
- 펌프 및 팬 : 블레이드 통과 주파수의 3.5배

최소 진동 진폭은 잘 고려되지 않는 항목이나 통상 센서 자체에서 발생하는 노이즈의 5배이상으로 권고됩니다.

최대 진동 진폭은 옆의 그림에서 설명하고 있는 것과 같이 앰프에 과부하가 발생하지 않는 범위에서 사용하는 것이 권고됩니다. 이는 최대 전원공급전압보다 2V



낮아야 하며, 최소 접지보다 2V 높아야 합니다. 높은 공급 전류를 사용하는 센서는 고온에서 불리한 효과가 발생하므로 최대 4mA의 전류가 공급되는 것이 좋습니다. 산업용 설비에 대해서는 최소 -50°C까지 사용되는 것이 일반적이며, 저장 온도와 사용 온도는 동일합니다.

설치 환경 조건은 여러가지 영향을 미칩니다. 일반적인 산업용 센서에 대해서는 316L Stainless Steel 과 Viton®, Teflon® 등의 재질로 충분히 사용 가능합니다. Hermitically Sealed, Splash Proof등으로 구성된 IP68 환경의 센서는 수중에서도 사용 가능합니다. 그러나 방사선 환경에서는 Radiation Hardened 제품이나 내 방사선 재질을 사용한 센서가 권고됩니다.

폭발의 위험이 있는 환경에서는 최대 소모 에너지가 불꽃을 발생시키지 않도록 승인된 본질안전 인증 제품을 사용하여야 합니다. 석유화학 공장이나 발전소의 연료 계통에서는 이와 같은 본질안전 인증이 있는 제품을 사용하고 있습니다.

설치 지점의 공간을 고려하여, 충분히 설치 및 분해가 가능한 크기의 센서 및 고정 방법을 제공하는 제품을 선정하는 것도 중요한 고려 요소입니다.

2.1 일반 산업용 가속도계

- 대부분의 산업용 기계에서 광대역 주파수 범위의 진동 측정
- 모든 종류의 회전기계에 대한 예지보전 시스템에 적용
 - 모터, 송풍기, 펌프
 - 중간 대역의 기어박스
 - 공작기계의 스피들
 - 제지용 기계의 회전체
 - 압축기



모델	793	797	786A	787A
설명	고급형 가속도계	고급형, 중앙 고정식 가속도계	표준형 가속도계	표준형, 측면 출력식 가속도계
감도	100mV/g	100mV/g	100mV/g	100mV/g
오차허용도	5%	5%	5%	10%
주파수범위	0.5 - 15,000 Hz	1.0 - 12,000 Hz	0.5 - 14,000 Hz	0.7 - 10,000 Hz
공진주파수	25kHz	26kHz	30kHz	22kHz
전기적 노이즈	5ug/√Hz	5ug/√Hz	5ug/√Hz	5ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C
Bias 출력전압	12VDC	12VDC	12VDC	12VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사
출력 컨넥터	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015
사용 환경	본질안전 방사선 환경	본질안전 방사선 환경	본질안전	본질안전



모델	786F	784A	785A	777B
설명	일반형, 케이블 일체형 가속도계	경제형 가속도계	경제형, 측면 출력식 가속도계	양호한 실내 환경, 경제형 가속도계
감도	100mV/g	100mV/g	100mV/g	100mV/g
오차허용도	5%	20%	10%	10%
주파수범위	0.5 - 13,000 Hz	2.0 - 10,000 Hz	1.0 - 12,000 Hz	0.5 - 12,000 Hz
공진주파수	30kHz	25kHz	30kHz	20kHz
전기적 노이즈	5ug/√Hz	4ug/√Hz	6ug/√Hz	5ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 85°C
Bias 출력전압	12VDC	12VDC	12VDC	12VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	1/4-28 나사구멍
출력 커넥터	케이블 일체형	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015	BNC
사용 환경	수중 10m 본질안전			건조한 환경



모델	786F	784A	785A	777B
설명	일반형, 케이블 일체형 가속도계	경제형 가속도계	경제형, 측면 출력식 가속도계	양호한 실내 환경, 경제형 가속도계
감도	100mV/g	100mV/g	100mV/g	100mV/g
오차허용도	5%	20%	10%	10%
주파수범위	0.5 - 13,000 Hz	2.0 - 10,000 Hz	1.0 - 12,000 Hz	0.5 - 12,000 Hz
공진주파수	30kHz	25kHz	30kHz	20kHz
전기적 노이즈	5ug/√Hz	4ug/√Hz	6ug/√Hz	5ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 85°C
Bias 출력전압	12VDC	12VDC	12VDC	12VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	1/4-28 나사구멍
출력 커넥터	케이블 일체형	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015	BNC
사용 환경	수중 10m 본질안전			건조한 환경

2.2 고성능 산업용 가속도계

- 고온부위 진동 측정용
- 저주파수 측정용 가속도계 (석유화학, 공작기계 및 제지용 기계용)
- 고주파수 측정용 가속도계 (기어박스 또는 작은 구름요소베어링 등)
- 3축 가속도계 (단일 센서 설치로 3차원 진동 데이터 측정)



모델	793-6	797-6	793L	797L	732A
설명	고온, 앰프내장 가속도계, FireFET®	고온, 중앙고정 가속도계, FireFET®	고급형, 저주파수 측정용 가속도계	고급형, 저주파수 측정용, 중앙고정 가속도계	고주파수 측정용 가속도계
감도	100mV/g	100mV/g	500mV/g	500mV/g	10mV/g
오차허용도	10%	10%	5%	5%	5%
주파수범위	1 - 12,000Hz	1 - 11,000Hz	0.2 - 2,300Hz	0.2 - 3,700Hz	0.5 - 25,000Hz
공진주파수	20kHz	20kHz	15kHz	18kHz	60kHz
전기적 노이즈	10ug/√Hz	10ug/√Hz	0.2ug/√Hz	0.2ug/√Hz	3ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 150°C	-50 ~ 150°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C
Bias 출력전압	11VDC	11VDC	10VDC	10VDC	10VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리	케이스 접지
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	10-28 나사구멍
출력 컨넥터	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015	10-32 동축
적용 대상	화학반응조, 증기터빈, 제지용 건조기	화학반응조, 증기터빈, 제지용 건조기	석유화학, 공작기계, 제지용 기계, 저속 교반기, 반도체 인쇄기, 구조물 진동 등 본질안전 방사선 환경	석유화학, 공작기계, 제지용 기계, 저속 교반기, 반도체 인쇄기, 구조물 진동 등 본질안전 방사선환경	기어박스, 소형 구름요소 베어링, 고속 공작기계 스피들, 압축기



모델	712F	728A	993B-7	376/CC701HT	997
설명	고주파수 측정용, 가속도계, 케이블 일체형	고출력, 저노이즈 가속도계	고급형, 3축 가속도계	고온, 앰프 분리형 가속도계	고주파수 측정용 링형식, 케이블 일체형 가속도계
감도	100mV/g	500mV/g	100mV/g	100mV/g	10mV/g
오차허용도	10%	5%	10%	10%	10%
주파수범위	3 - 25,000Hz	0.8 - 10,000Hz	2 - 7,000Hz	1 - 15,000Hz	0.5 - 29,000Hz
공진주파수	>45kHz	23kHz	-	30kHz	>45kHz
전기적 노이즈	10ug/√Hz	0.3ug/√Hz	1.4ug/√Hz	7ug/√Hz	9ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 260°C	-50 ~ 125°C
Bias 출력전압	12VDC	10VDC	11VDC	12VDC	12VDC
접지	케이스 분리	케이스 접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	8-32 나사	10-32 나사구멍	10-32 나사	1/4-28 나사구멍	8-32 나사
출력 컨넥터	케이블 일체형	10-32 동축	케이블 일체형	BNC Male	케이블 일체형
적용 대상	기어박스, 소형 구름요소 베어링, 고속 공장기계 스피들, 압축기	시험 및 측정용 실험용 구조물 시험 모달 테스트	단일지점 고정 신속한 데이터 수집	화학 반응조, 증기터빈 소형 가스터빈	고속 기어박스, 고속 동작기계 스피들, 고속 모터, 터보 압축기 익스팬더



모델	712F	728A	993B-7	376/CC701HT	997
설명	고주파수 측정용, 가속도계, 케이블 일체형	고출력, 저노이즈 가속도계	고급형, 3축 가속도계	고온, 앰프 분리형 가속도계	고주파수 측정용 링형식, 케이블 일체형 가속도계
감도	100mV/g	500mV/g	100mV/g	100mV/g	10mV/g
오차허용도	10%	5%	10%	10%	10%
주파수범위	3 - 25,000Hz	0.8 - 10,000Hz	2 - 7,000Hz	1 - 15,000Hz	0.5 - 29,000Hz
공진주파수	>45kHz	23kHz	-	30kHz	>45kHz
전기적 노이즈	10ug/√Hz	0.3ug/√Hz	1.4ug/√Hz	7ug/√Hz	9ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 260°C	-50 ~ 125°C
Bias 출력전압	12VDC	10VDC	11VDC	12VDC	12VDC
접지	케이스 분리	케이스 접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	8-32 나사	10-32 나사구멍	10-32 나사	1/4-28 나사구멍	8-32 나사
출력 커넥터	케이블 일체형	10-32 동축	케이블 일체형	BNC Male	케이블 일체형
적용 대상	기어박스, 소형 구름요소 베어링, 고속 공장기계 스피들, 압축기	시험 및 측정용 실험용 구조물 시험 모달 테스트	단일지점 고정 신속한 데이터 수집	화학 반응조, 증기터빈 소형 가스터빈	고속 기어박스, 고속 동작기계 스피들, 고속 모터, 터보 압축기 익스팬더

2.3 온도/진동 측정 센서

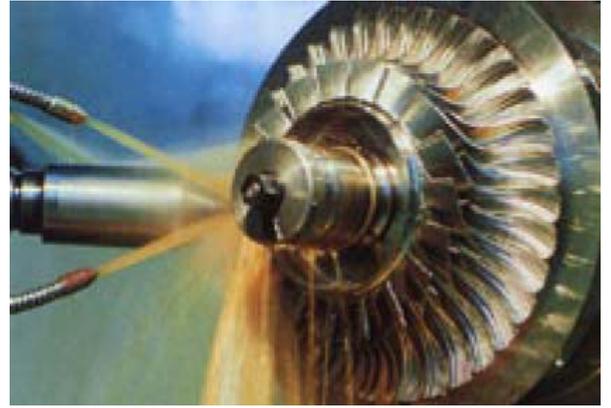
- 단일 센서를 통해 온도 및 진동 측정
- 설치의 편의성 제공 및 비용 절감



모델	793T-3	797T-1	786T
설명	고급형, 온도(10mV/°K) 및 가속도 출력	고급형, 온도(10mV/°K) 및 측면 출력식 가속도계	표준형, 온도(10mV/°K) 및 가속도 출력
감도	100mV/g	100mV/g	100mV/g
오차허용도	5%	5%	10%
주파수범위	0.5 - 15,000 Hz	1.0 - 11,000 Hz	0.5 - 12,000 Hz
공진주파수	24kHz	26kHz	30kHz
전기적 노이즈	5ug/√Hz	5ug/√Hz	5ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C
Bias 출력전압	12VDC	12VDC	10VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	1/4-28 나사구멍
출력 컨넥터	3핀, MIL-C5015	3핀, MIL-C5015	3핀, MIL-C5015
적용 대상	제지용 기계 펌프 모터 압축기 송풍기	제지용 기계 펌프 모터 압축기 송풍기	제지용 기계 펌프 모터 압축기 송풍기

2.4 가속도계형 속도 센서

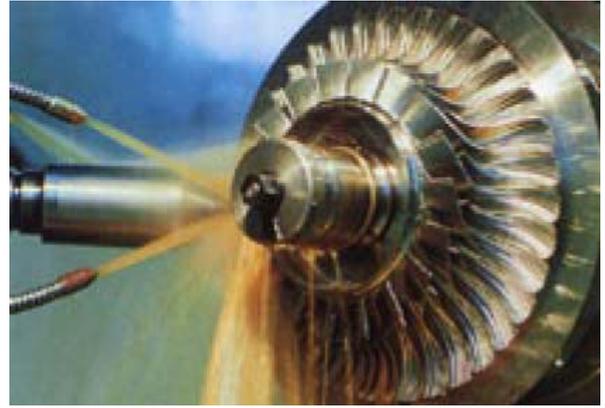
- 속도에 비례하는 신호 출력
- 압전형 가속도 센서를 이용하여 반영구적 사용



모델	793V	797V
설명	고급형, 압전형 속도 센서	표준형, 측면 출력식 압전형 속도 센서
감도	100mV/ips	100mV/ips
오차허용도	10%	10%
주파수범위	2.5 - 7,000 Hz	1.6 - 7,000 Hz
공진주파수	15kHz	18kHz
전기적 노이즈	1uips/√Hz	1uips/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C
Bias 출력전압	10VDC	10VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사
출력 커넥터	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015
적용 대상	제지용 기계 펌프 모터 송풍기 본질안전/방사선 환경	제지용 기계 펌프 모터 송풍기 본질안전

2.4 가속도계형 속도 센서

- 속도에 비례하는 신호 출력
- 압전형 가속도 센서를 이용하여 반영구적 사용



모델	793V	797V
설명	고급형, 압전형 속도 센서	표준형, 측면 출력식 압전형 속도 센서
감도	100mV/ips	100mV/ips
오차허용도	10%	10%
주파수범위	2.5 - 7,000 Hz	1.6 - 7,000 Hz
공진주파수	15kHz	18kHz
전기적 노이즈	1uips/√Hz	1uips/√Hz
온도범위	-50 ~ 120°C	-50 ~ 120°C
Bias 출력전압	10VDC	10VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사
출력 컨넥터	2핀, MIL-C5015	2핀, MIL-C5015
적용 대상	제지용 기계 펌프 모터 송풍기 본질안전/방사선 환경	제지용 기계 펌프 모터 송풍기 본질안전

2.5 지진 측정용 가속도계

- 지진 측정에 적합한 저주파수 측정용 센서
- 표준 가속도계에 비해 10배 이상의 감도
- 매우 낮은 노이즈 비



모델	731A	731-207
설명	초저노이즈, 초저주파수 측정용, 지진 측정용 가속도계	초저주파수 측정용, 지진 측정용 가속도계
감도	10V/g	10V/g
오차허용도	10%	10%
주파수범위	0.05 - 500 Hz	0.2 - 1,300 Hz
공진주파수	815Hz	2.4kHz
전기적 노이즈	0.004ug/√Hz	0.03ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 65°C	-50 ~ 80°C
Bias 출력전압	9VDC	10VDC
접지	케이스 분리	케이스 접지
고정방법	3/8-16 나사구멍	3/8-16 나사구멍
출력 컨넥터	2핀, MIL-C5015	10-32 동축
적용 대상	지진감시 지구물리학 연구 지열 개발 구조물 분석 광산 안전 감시	지진감시 지구물리학 연구, 지열 개발 구조물 분석 광산 안전 감시 방사선 환경

2.6 수중용 센서 및 그리스유 주입구 설치용 가속도계

- 450미터 이하의 수중용 장비에 대한 진동 측정
- 추가적인 장비 없이 수중에서 사용 가능
- 기존의 그리스유 주입구에 설치 가능한 가속도계를 이용, 설치에 필요한 기계가공 배제



모델	746	757	222A
설명	케이블 일체형, 수중용 가속도계	2축, 극소형 수중용 가속도계	Zerkometer™, 그리스유 주입구 설치형 가속도계
감도	100mV/g	100mV/g	100mV/g
오차허용도	5%	10%	10%
주파수범위	1.0 – 15,000Hz	1.0 – 4,000Hz	0.5 – 8,500 Hz
공진주파수	30kHz	-	23kHz
전기적 노이즈	0.8ug/√Hz	1ug/√Hz	5ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 80°C	-50 ~ 80°C	-50 ~ 120°C
Bias 출력전압	10VDC	12VDC	12VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	10-32 나사구멍	2개의 10-32, 7/16 나사	1/8-27 NPT 스테드 일체
출력 컨넥터	케이블 일체형	케이블 일체형	2핀, MIL-C5015
적용 대상	450미터까지의 수중 장비에 대한 진동 측정	수직형 펌프 450미터까지의 수중 장비에 대한 진동 측정	모터 펌프 송풍기 방직용 기계 베어링

2.6 수중용 센서 및 그리스유 주입구 설치용 가속도계

- 450미터 이하의 수중용 장비에 대한 진동 측정
- 추가적인 장비 없이 수중에서 사용 가능
- 기존의 그리스유 주입구에 설치 가능한 가속도계를 이용, 설치에 필요한 기계가공 배제



모델	746	757	222A
설명	케이블 일체형, 수중용 가속도계	2축, 극소형 수중용 가속도계	Zerkometer™, 그리스유 주입구 설치형 가속도계
감도	100mV/g	100mV/g	100mV/g
오차허용도	5%	10%	10%
주파수범위	1.0 - 15,000Hz	1.0 - 4,000Hz	0.5 - 8,500 Hz
공진주파수	30kHz	-	23kHz
전기적 노이즈	0.8ug/√Hz	1ug/√Hz	5ug/√Hz
온도범위	-50 ~ 80°C	-50 ~ 80°C	-50 ~ 120°C
Bias 출력전압	10VDC	12VDC	12VDC
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	10-32 나사구멍	2개의 10-32, 7/16 나사	1/8-27 NPT 스테드 일체
출력 컨넥터	케이블 일체형	케이블 일체형	2핀, MIL-C5015
적용 대상	450미터까지의 수중 장비에 대한 진동 측정	수직형 펌프 450미터까지의 수중 장비에 대한 진동 측정	모터 펌프 송풍기 방직용 기계 베어링

2.7 4-20mA 출력 가속도계 및 속도 센서 (Loop Powered Sensor, LPS®)

- 주어진 주파수 범위에서 True Peak, Peak, RMS 전체 진동에 비례하는 4-20mA 출력
- PLC 또는 DCS와 직접 연결이 가능한 신호
- 공정 제어용 계통에 적용
- 상태감시용 진동 경향 데이터 제공



모델	PC420	PC421	PC423	PC425	PC427
설명	LPS®, 수직형 가속도계	LPS®, 수평형 가속도계	LPS®, 수평형 케이블 일체형 가속도계	LPS®, 온도신호 수평형, 측면신호 출력 가속도계	LPS®, 온도신호 측면신호 출력, 케이블일체형
신호출력 형식	Peak, True Peak, RMS	Peak, True Peak, RMS	Peak, True Peak, RMS	Peak, True Peak, RMS	Peak, True Peak, RMS
최대 측정범위	5, 10, 20g 0.5, 1, 2, 3, 5 ips	5, 10, 20g 0.5, 1, 2, 3, 5 ips	5, 10, 20g 0.5, 1, 2, 3, 5 ips	5, 10, 20g 0.5, 1, 2, 3, 5 ips	5, 10, 20g 0.5, 1, 2, 3, 5 ips
주파수범위	4 - 2,000Hz	4 - 2,000Hz	4 - 2,000Hz	4 - 2,000Hz	4 - 2,000Hz
진동신호 출력	가속도, 속도	가속도, 속도	가속도, 속도	가속도, 속도	가속도, 속도
온도신호 출력				10mV/°K	10mV/°K
온도범위	-50 ~ 85°C	-50 ~ 85°C	-50 ~ 85°C	-50 ~ 85°C	-50 ~ 85°C
접지	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리	케이스 분리
고정방법	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	1/4-28 나사구멍	1/4-28 나사	10-28 나사
출력 커넥터	2핀, MIL-C5015	3핀, MIL-C5015	케이블 일체형	6핀, MIL-C5015	케이블 일체형
적용 대상	모터 송풍기 펌프 기어박스 왕복동압축기 본질안전	모터 송풍기 펌프 기어박스 왕복동압축기 본질안전	모터 송풍기 펌프 기어박스 왕복동압축기 본질안전	모터 송풍기 펌프 기어박스 왕복동압축기	모터 송풍기 펌프 기어박스 왕복동압축기

Loop Powered Sensor, LPS® 기술의 적용

진동신호는 기계의 상태 변화를 매우 민감하게 표현하는 변수입니다. 신호 분석을 통해 기계에서 어떤 현상이 발생하였으며, 조치 사항을 마련하여 시행할 수 있도록 합니다. 그러나 분석 시스템을 구축하는데 소요되는 비용이 과다하게 소요되는 특성을 가진 설비들에 대해서는 경제성 문제가 대두됩니다.

진동에 대한 경향 관리는 온도를 감시하는 것과 동일하게 단순히 하면서 기계의 상태 변화를 감지하고, 휴대형 분석장치를 이용하여 설비의 문제를 파악하고 적용하고자 하는 경우 4-20mA 출력을 제공하는 센서는 그 효과와 경제성에 있어 탁월한 선택이 될 수 있습니다.

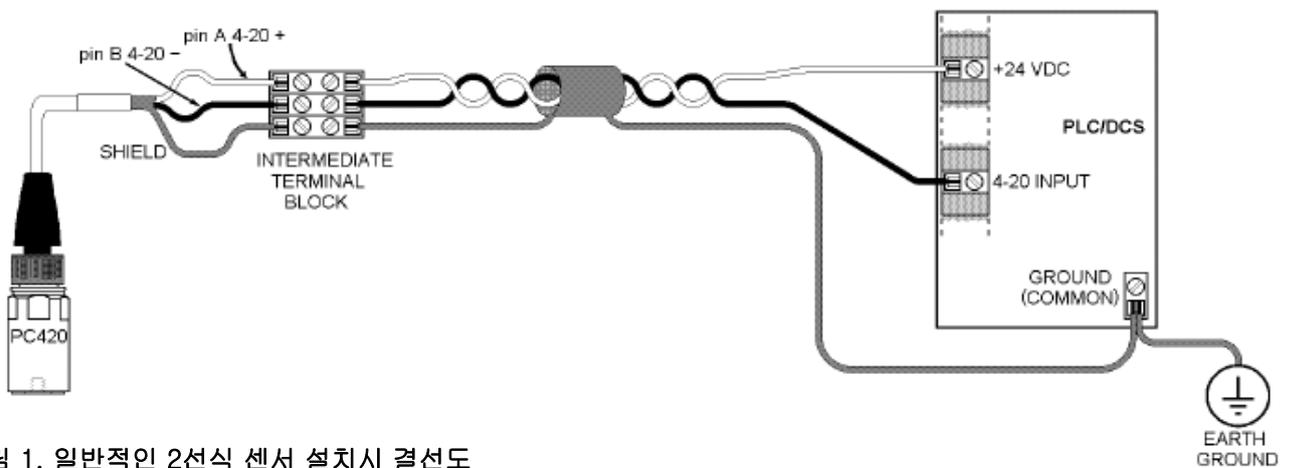


그림 1. 일반적인 2선식 센서 설치시 결선도

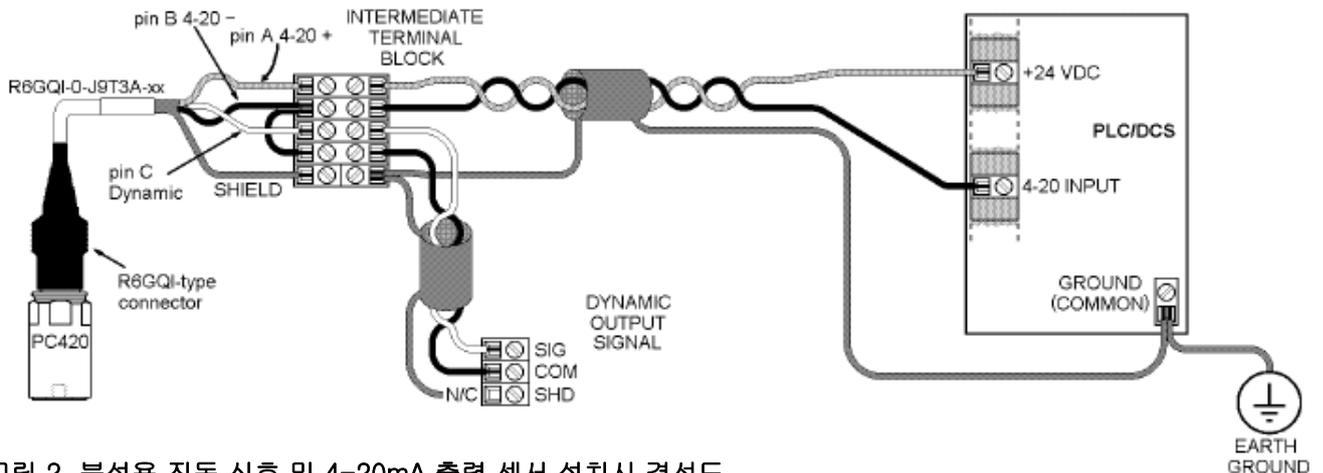


그림 2. 분석용 진동 신호 및 4-20mA 출력 센서 설치시 결선도

그림 1은 진동에 대한 경향만을 감시하는 경우 적용하는 방식이며, 휴대형 진동 분석기의 센서를 이용하여 분석 작업을 수행하는 것을 기준으로 하였습니다. 그림 2는 현장 접근에 제약이 있는 경우 혹은 설치된 기계 부위에 직접 측정이 불가능한 경우 설치된 센서에서 출력되는 진동 신호를 이용하여 분석하는 경우입니다.

센서의 진동 신호 출력 단자는 현장 혹은 안전 지역에 설치되며, 여러 채널의 데이터가 있는 경우에는 스위치 박스와 같은 장치를 이용하여 효율적인 분석 작업이 가능하도록 합니다.

Loop Powered Sensor, LPS® 기술의 적용

진동신호는 기계의 상태 변화를 매우 민감하게 표현하는 변수입니다. 신호 분석을 통해 기계에서 어떤 현상이 발생하였으며, 조치 사항을 마련하여 시행할 수 있도록 합니다. 그러나 분석 시스템을 구축하는데 소요되는 비용이 과다하게 소요되는 특성을 가진 설비들에 대해서는 경제성 문제가 대두됩니다.

진동에 대한 경향 관리는 온도를 감시하는 것과 동일하게 단순히 하면서 기계의 상태 변화를 감지하고, 휴대형 분석장치를 이용하여 설비의 문제를 파악하고 적용하고자 하는 경우 4-20mA 출력을 제공하는 센서는 그 효과와 경제성에 있어 탁월한 선택이 될 수 있습니다.

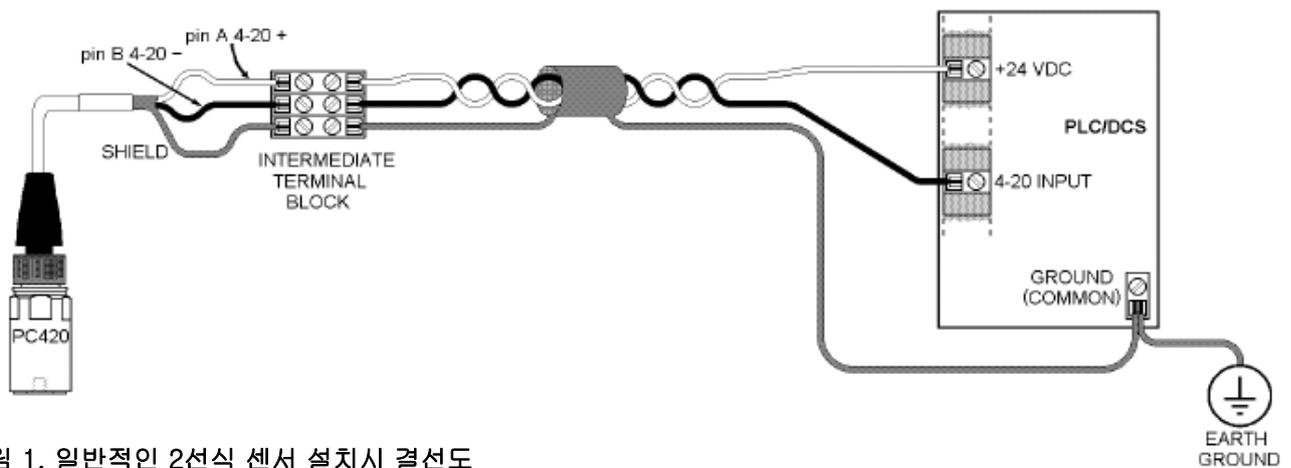


그림 1. 일반적인 2선식 센서 설치시 결선도

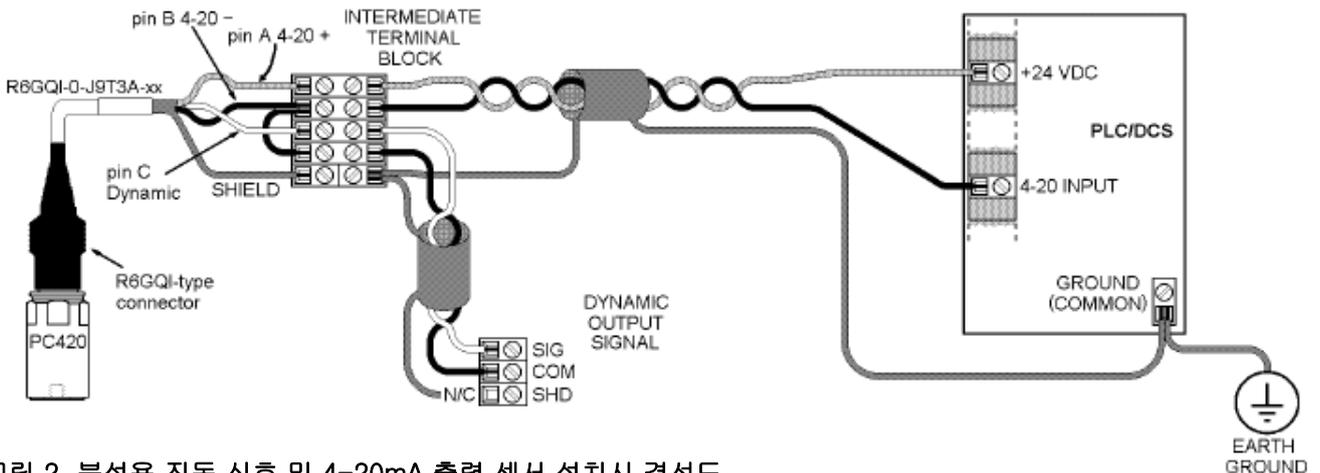


그림 2. 분석용 진동 신호 및 4-20mA 출력 센서 설치시 결선도

그림 1은 진동에 대한 경향만을 감시하는 경우 적용하는 방식이며, 휴대형 진동 분석기의 센서를 이용하여 분석 작업을 수행하는 것을 기준으로 하였습니다. 그림 2는 현장 접근에 제약이 있는 경우 혹은 설치된 기계 부위에 직접 측정이 불가능한 경우 설치된 센서에서 출력되는 진동 신호를 이용하여 분석하는 경우입니다.

센서의 진동 신호 출력 단자는 현장 혹은 안전 지역에 설치되며, 여러 채널의 데이터가 있는 경우에는 스위치 박스와 같은 장치를 이용하여 효율적인 분석 작업이 가능하도록 합니다.

3. 변환기 및 알람/통신기

iT Transmitter (변환기)

지능형 변환기는 일반적인 가속도계 및 속도계 신호를 PLC 또는 DCS/SCADA에서 아날로그 입력으로 처리 가능한 4-20mA 출력으로 변환하는 장치입니다. 이를 통해 진동의 복잡함은 제거하고 설비의 상태 변화를 연속적으로 감시할 수 있습니다.

- 일반적인 가속도계 신호를 4-20mA 출력으로 변환
- 적용 대상에 적합한 주파수 필터 선택 (저주파수/고주파수)
- 설치 현장에서 요구되는 필터의 변경 가능
- 센서의 출력 신호를 직접 분석할 수 있는 Buffered Output 출력 신호 제공



iT Alarm (알람/점점출력)

4-20mA 신호를 입력 받고 주어진 설정치에 따라 점점을 제공하는 장치로써, 간단히 설비의 보호, 경보 발생 또는 PLC/DCS/SCADA로 디지털 입력을 제공하는 장치입니다.

- iT Transmitter 또는 4-20mA Loop Powered Sensor를 통해 제공되는 신호의 입력 가능 (진동, 온도, 압력, 레벨, 유량, 회전수 등)
- 3개의 프로그램 가능한 점점 제공 (High, Low, 센서 BOV 레벨)
- 전면 LED를 통해 현재 측정값 표시
- iT Transmitter와 케이블 결선없이 직접 접속 가능
- 프로그램 가능한 시간 지연 회로를 통해 잘못된 경보 발생 배제
- 히스테리시스 레벨 기능을 통해 일정 수준 이하의 측정치에서 경보를 해제함으로써 연속적인 점점 발생 배제
- 4-20mA 출력 및 Buffered Output 출력 신호를 이중화 제공



iT Series Communication Module (분석용 통신기)

센서의 동적 신호를 컴퓨터에서 직접 분석하고자 하는 경우 사용하는 통신기로써, RS-232 직렬 통신 또는 Ethernet TCP/IP를 통해 연속적인 데이터를 수집하는 장치.

진동 센서로부터 신호를 입력받아 경향데이터로 만들거나 분석용 동적데이터를 컴퓨터로 전송합니다. 수집된 데이터는 타 소프트웨어로 전송될 수 있습니다.

iT Communication Module은 외부 케이블 결선없이 신호를 입력받을 수 있는 인터페이스를 제공하며, 표준 DIN 레일상에 설치됩니다.

모든 iT Series Module은 24V DC 전원공급장치를 이용하여 전원을 공급받습니다.

**COMING
SOON!**



적용대상

제약, 식품가공, 음료, 양조, 정수, 폐수처리, 석유화학, 제지 및 발전소에서 사용하는 일반 기계의 온라인 상태 관리 시스템에 적용합니다.

펌프, 모터, 송풍기, 냉각탑, 압축기, 기어박스 등의 기계에 설치하는 것이 일반적이며, 최소의 비용 투자로 예측정비 시스템 구축에 최적의 선택이 될 수 있습니다.

적용 대상별 특성화

iT Series는 최소의 비용으로 시스템을 구축할 수 있을 뿐만 아니라, 설비의 특성에 따라 주파수 범위, 매개변수, 출력 등을 특성화할 수 있습니다.

측정범위, 단위, 가속도/속도/변위와 같은 매개변수, r.m.s, peak, true peak 및 true peak-to-peak 등에 대한 설정 변경이 가능합니다.

진동 분석 전문가의 보유

제공되는 신호는 경향에 대해서만 관리를 함으로 진동 신호 분석 전문가가 필요하지 않습니다. 경향 변화를 통해 설비의 이상 징후를 발견하는 경우, 외부 전문가 또는 기계 정비 전문가를 통해 문제를 해결하도록 조치합니다.

주파수 범위 조정

iT Series는 4-20mA 출력을 단순히 제공하는 것이 아니라 각 설비의 특성에 맞는 주파수 범위에 대응하는 출력을 제공합니다. 내장된 2-6 pole High-pass filter와 9-12 pole Low-pass filter는 최상의 성능을 제공합니다. 또한, 여러 범위의 주파수를 개별적으로 감시하고자 하는 경우 단일 센서 출력을 이용하여 여러 개의 변환기에 개별 설정된 주파수 범위에 대한 감시가 가능합니다.

TBUS의 사용

각 모듈간에는 서로 연결할 수 있는 특수한 형태의 컨넥트가 내장되어 있는데, 이를 TBUS라 칭합니다. TBUS는 입력된 센서 신호를 여러 개의 모듈이 외부 케이블 결선없이 공유하여 사용할 수 있도록 설계되었습니다.

일반 진동센서의 사용

iT 변환기는 2-wire ICP 센서 뿐만 아니라 3-wire 진동 센서에 대해서도 동일한 성능의 4-20mA 출력을 제공합니다.

센서 신호의 동적 신호 출력

센서로부터 입력되는 신호는 Buffered Output 신호로 출력이 가능합니다. 이는 진동 신호에 대한 분석이 가능하도록 합니다. TBUS, 동적 신호의 Buffered Output 출력 또는 전면의 BNC 출력이 이용 가능하며, 외부 장치의 오류로 인해 모든 출력 단자대에 문제가 발생하여도 4-20mA 출력 신호에는 어떠한 영향도 미치지 않습니다.

센서의 Buffered Output 출력은 진동 신호인 AC 또는 공급 전압의 1/2에 해당하는 DC + AC 신호가 조합된 출력이 제공됩니다.

3개의 릴레이 접점 제공

감시 대상이 되는 센서의 신호에 대해 Alarm, Danger 및 BOV 신호에 대한 접점을 제공할 수 있습니다. 이는 설비의 경보에 대해 능동적으로 대처할 수 있을 뿐만 아니라 센서의 비정상적인 거동에 대한 감시가 동시에 가능함을 의미합니다.

각 릴레이 접점은 최대 99초까지 시간 지연 기능을 제공하며, 이는 사용자가 원하는 지연 시간으로 현장에서 설정하여 사용할 수 있습니다.

각 접점에 대한 정확도는 1%이내로 그 정확성은 어떠한 장치와 비교하여도 월등한 성능을 보장합니다.

제공되는 접점은 Latch 기능을 제공하여 원격으로 해제할 수 있는 기능을 제공합니다.

현재 감시치 지시

iT 경보기는 현재 감시되는 값을 전면의 LED 표시 장치를 통해 지시할 수 있습니다. 지시치는 2~25mA 범위에서 동작하며, 0~99% 범위내의 값을 연속적으로 표시할 수 있습니다. 이는 현장을 순시하면서 현재값을 즉각적으로 확인할 수 있도록 합니다.

품질 인증

iT Series 모듈은 CSA, CE 승인을 득하였습니다. 또한, 방폭지역에서 사용할 수 있도록 본질안전에 대한 인증을 보유하고 있습니다.

Wilcoxon은 ISO9001에 준하여 제품을 생산하고 품질을 보증하고 있습니다. 어떠한 품질 문제도 고객의 생산에 지연을 초래하지 않을 것입니다.

적용대상

제약, 식품가공, 음료, 양조, 정수, 폐수처리, 석유화학, 제지 및 발전소에서 사용하는 일반 기계의 온라인 상태 관리 시스템에 적용합니다.

펌프, 모터, 송풍기, 냉각탑, 압축기, 기어박스 등의 기계에 설치하는 것이 일반적이며, 최소의 비용 투자로 예측정비 시스템 구축에 최적의 선택이 될 수 있습니다.

적용 대상별 특성화

iT Series는 최소의 비용으로 시스템을 구축할 수 있을 뿐만 아니라, 설비의 특성에 따라 주파수 범위, 매개변수, 출력 등을 특성화할 수 있습니다.

측정범위, 단위, 가속도/속도/변위와 같은 매개변수, r.m.s, peak, true peak 및 true peak-to-peak 등에 대한 설정 변경이 가능합니다.

진동 분석 전문가의 보유

제공되는 신호는 경향에 대해서만 관리를 함으로 진동 신호 분석 전문가가 필요하지 않습니다. 경향 변화를 통해 설비의 이상 징후를 발견하는 경우, 외부 전문가 또는 기계 정비 전문가를 통해 문제를 해결하도록 조치합니다.

주파수 범위 조정

iT Series는 4-20mA 출력을 단순히 제공하는 것이 아니라 각 설비의 특성에 맞는 주파수 범위에 대응하는 출력을 제공합니다. 내장된 2-6 pole High-pass filter와 9-12 pole Low-pass filter는 최상의 성능을 제공합니다. 또한, 여러 범위의 주파수를 개별적으로 감시하고자 하는 경우 단일 센서 출력을 이용하여 여러 개의 변환기에 개별 설정된 주파수 범위에 대한 감시가 가능합니다.

TBUS의 사용

각 모듈간에는 서로 연결할 수 있는 특수한 형태의 컨넥트가 내장되어 있는데, 이를 TBUS라 칭합니다. TBUS는 입력된 센서 신호를 여러 개의 모듈이 외부 케이블 결선없이 공유하여 사용할 수 있도록 설계되었습니다.

일반 진동센서의 사용

iT 변환기는 2-wire ICP 센서 뿐만 아니라 3-wire 진동 센서에 대해서도 동일한 성능의 4-20mA 출력을 제공합니다.

센서 신호의 동적 신호 출력

센서로부터 입력되는 신호는 Buffered Output 신호로 출력이 가능합니다. 이는 진동 신호에 대한 분석이 가능하도록 합니다. TBUS, 동적 신호의 Buffered Output 출력 또는 전면의 BNC 출력이 이용 가능하며, 외부 장치의 오류로 인해 모든 출력 단자대에 문제가 발생하여도 4-20mA 출력 신호에는 어떠한 영향도 미치지 않습니다.

센서의 Buffered Output 출력은 진동 신호인 AC 또는 공급 전압의 1/2에 해당하는 DC + AC 신호가 조합된 출력이 제공됩니다.

3개의 릴레이 접점 제공

감시 대상이 되는 센서의 신호에 대해 Alarm, Danger 및 BOV 신호에 대한 접점을 제공할 수 있습니다. 이는 설비의 경보에 대해 능동적으로 대처할 수 있을 뿐만 아니라 센서의 비정상적인 거동에 대한 감시가 동시에 가능함을 의미합니다.

각 릴레이 접점은 최대 99초까지 시간 지연 기능을 제공하며, 이는 사용자가 원하는 지연 시간으로 현장에서 설정하여 사용할 수 있습니다.

각 접점에 대한 정확도는 1%이내로 그 정확성은 어떠한 장치와 비교하여도 월등한 성능을 보장합니다.

제공되는 접점은 Latch 기능을 제공하여 원격으로 해제할 수 있는 기능을 제공합니다.

현재 감시치 지시

iT 경보기는 현재 감시되는 값을 전면의 LED 표시 장치를 통해 지시할 수 있습니다. 지시치는 2~25mA 범위에서 동작하며, 0~99% 범위내의 값을 연속적으로 표시할 수 있습니다. 이는 현장을 순시하면서 현재값을 즉각적으로 확인할 수 있도록 합니다.

품질 인증

iT Series 모듈은 CSA, CE 승인을 득하였습니다. 또한, 방폭지역에서 사용할 수 있도록 본질안전에 대한 인증을 보유하고 있습니다.

Wilcoxon은 ISO9001에 준하여 제품을 생산하고 품질을 보증하고 있습니다. 어떠한 품질 문제도 고객의 생산에 지연을 초래하지 않을 것입니다.

4. 케이블, 설치용 액세서리 및 스위치박스

케이블

Wilcoxon Research Inc.는 세계 유수의 진동시스템 공급 업체에 다양한 종류의 케이블을 제공하고 있습니다. 이는 우수한 품질과 다양한 종류의 커넥터 및 매우 낮은 노이즈비를 가진 케이블을 공급함을 의미합니다.



항목	J5A	J9T2A	J9T3A	J9T4A	J10	J9F
설명	동축케이블, RG58, 흑색 PVC jacket	2심선, shielded, 황색 Teflon jacket	3심선, shielded, 황색 Teflon jacket	4심선, Shielded, 황색 Teflon jacket	2심선, Shielded, 회색 Enviro-prene jacket	2심선, Foil shield with drain wire, 적색 Teflon jacket
온도범위	-40 to 105	-80 to 200	-80 to 200	-80 to 200	-50 to 120	-70 to 200
외경	4.83	4.83	4.83	4.83	4.83	3.18
pF/ft.	30	27	27	27	30	51

MaxFlex™ Data Collector Cables

MaxFlex™ 케이블은 산업용 데이터 수집 장치에 표준으로 사용되는 케이블이며, SKF, Emerson(CSI), Rockwell(Entek IRD)등에서 사용하고 있습니다.



- 뛰어난 내구성
- 강도 증가 및 최대의 유연성
- 100파운드 이상의 인장 시험
- EMI/EMC 차폐에 대한 뛰어난 성능

케이블 및 커넥터 선정



Connectors	Description	Recommended cables	IP
0	Blunt cut	All	00
1	Microdot 10-32	J1, J3, J4, J93	50
1A	Microdot 10-32, right angle	J1, J3	50
2	BNC, plug, male	J1, J3, J4, J5A, J6, J9T, J9T2, J9T2A, J9T3A, J9T4, J10, J44, J51,	50
2F	BNC, female	J61, J81, J93 J5A, J6, J9, J51, J61, J93	50
2T	BNC, twinaxial	J9	50
6	Amphenol, MIL-C-5015 style, 2 socket, metallic Note: Electrical isolation between shield and transducer housing	J3, J4, J5A, J6, J9, J9T, J9T2, J9T2A, J10, J51, J61, J81, J93	50
6GSL/6GSLI	MIL-C-5015 style, 3 socket, splash proof, premium GSL: Electrical contact between shield and transducer housing	J9T3, J9T3A	66
6GQ/6GQI	MIL-C-5015 style, 3 socket, splash proof, premium GSL: Electrical contact between shield and transducer housing GSI: Electrical isolation between shield and transducer	J9T3, J9T3A	66
6Q/6QI	MIL-C-5015 style, 2 socket, high temperature (200°C / 392°F) Q: Electrical contact between shield and transducer housing QI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J5A, J9A, J9T, J9T2A, J10, J51, J61	68
6QA/6QAI	MIL-C-5015 style, 2 socket, high temperature (200°C / 392°F) Q: Electrical contact between shield and transducer housing QI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J9F	68
6SL/6SLI	MIL-C-5015 style, 2 socket, splash proof, premium SL: Electrical contact between shield and transducer housing SLI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J5A, J9, J9T, J9T2, J9T2A, J9T2AS, J9T3, J9T3A, J9T4, J10, J51, J61	66
6W	MIL-C-5015 style, 2 socket, molded Note: Electrical isolation between shield and transducer housing	J5A, J9T2A, J10	64
6WR	MIL-C-5015 style, right angle, molded Note: Electrical isolation between shield and transducer housing	J9T2A, J10	64
9W	Bendix, 4 socket, threaded, weatherproof	J9T2S, J9T4, J9T4A	50
19SL/19SLI	MIL-C-5015 style, 6 socket SL: Electrical contact between shield and transducer housing SLI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J9T4, J9T4A	66
20	LEMO, 7 pin	J9T, J9T2A, J10, J61	50

Common cables	Description	C° range	F° range	Diameter in.	pF/ft
J1	Coaxial, low noise, orange PVC jacket	-55 to 80	-67 to 176	0.088	30
J3	Coaxial, low noise, high temperature, red Teflon® jacket	-100 to 260	-148 to 500	0.085	30
J5A	Coaxial, RG 58, black PVC jacket	-40 to 105	-40 to 221	0.190	30
J9T	Coaxial, RG 59, black Teflon® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.190	20
J9T2	Twisted pair, shielded, white Tefzel® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.190	27
J9T2A	Twisted pair, shielded, yellow Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	27
J9T2AS	Twisted pair, shielded, yellow Teflon® jacket with stainless steel braid	-80 to 200	-112 to 392	0.210	27
J9T2S	Twisted pair, shielded, white Tefzel® jacket with stainless steel braid	-80 to 150	-112 to 302	0.210	27
J9T3	Three conductor, shielded, white Tefzel® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.190	27
J9T3A	Three conductor, shielded, yellow Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	27
J9T4	Four conductor, shielded, red Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	30
J9T4A	Four conductor, shielded, yellow Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	27
J10	Twisted pair, shielded, gray Enviroprene jacket	-50 to 125	-58 to 257	0.190	30
J88	Twisted pair, shielded, black Polyurethane jacket	-40 to 80	-40 to 176	0.175	60
J88C	Twisted pair, shielded, black Polyurethane jacket, coiled with 6" straight ends	-40 to 80	-40 to 176	0.175	60
J95	Five conductor, shielded, black Polyurethane jacket	-20 to 90	-4 to 194	0.240	22
J96	Twisted pair, shielded, white Teflon® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.145	35
J9F	Twisted pair, foil shielded with drain wire, red Teflon® jacket	-70 to 200	-94 to 392	0.125	51

케이블 및 커넥터 선정

Connectors	Description	Recommended cables	IP
0	Blunt cut	All	00
1	Microdot 10-32	J1, J3, J4, J93	50
1A	Microdot 10-32, right angle	J1, J3	50
2	BNC, plug, male	J1, J3, J4, J5A, J6, J9T, J9T2, J9T2A, J9T3A, J9T4, J10, J44, J51,	50
2F	BNC, female	J61, J81, J93 J5A, J6, J9, J51, J61, J93	50
2T	BNC, twinaxial	J9	50
6	Amphenol, MIL-C-5015 style, 2 socket, metallic Note: Electrical isolation between shield and transducer housing	J3, J4, J5A, J6, J9, J9T, J9T2, J9T2A, J10, J51, J61, J81, J93	50
6GSL/6GSLI	MIL-C-5015 style, 3 socket, splash proof, premium GSL: Electrical contact between shield and transducer housing	J9T3, J9T3A	66
6GQ/6GQI	MIL-C-5015 style, 3 socket, splash proof, premium GSL: Electrical contact between shield and transducer housing GSLI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J9T3, J9T3A	66
6Q/6QI	MIL-C-5015 style, 2 socket, high temperature (200°C / 392°F) Q: Electrical contact between shield and transducer housing QI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J5A, J9A, J9T, J9T2A, J10, J51, J61	68
6QA/6QAI	MIL-C-5015 style, 2 socket, high temperature (200°C / 392°F) Q: Electrical contact between shield and transducer housing QI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J9F	68
6SL/6SLI	MIL-C-5015 style, 2 socket, splash proof, premium SL: Electrical contact between shield and transducer housing SLI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J5A, J9, J9T, J9T2, J9T2A, J9T2AS, J9T3, J9T3A, J9T4, J10, J51, J61	66
6W	MIL-C-5015 style, 2 socket, molded Note: Electrical isolation between shield and transducer housing	J5A, J9T2A, J10	64
6WR	MIL-C-5015 style, right angle, molded Note: Electrical isolation between shield and transducer housing	J9T2A, J10	64
9W	Bendix, 4 socket, threaded, weatherproof	J9T2S, J9T4, J9T4A	50
19SL/19SLI	MIL-C-5015 style, 6 socket SL: Electrical contact between shield and transducer housing SLI: Electrical isolation between shield and transducer housing	J9T4, J9T4A	66
20	LEMO, 7 pin	J9T, J9T2A, J10, J61	50

Common cables	Description	C° range	F° range	Diameter in.	pF/ft
J1	Coaxial, low noise, orange PVC jacket	-55 to 80	-67 to 176	0.088	30
J3	Coaxial, low noise, high temperature, red Teflon® jacket	-100 to 260	-148 to 500	0.085	30
J5A	Coaxial, RG 58, black PVC jacket	-40 to 105	-40 to 221	0.190	30
J9T	Coaxial, RG 59, black Teflon® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.190	20
J9T2	Twisted pair, shielded, white Tefzel® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.190	27
J9T2A	Twisted pair, shielded, yellow Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	27
J9T2AS	Twisted pair, shielded, yellow Teflon® jacket with stainless steel braid	-80 to 200	-112 to 392	0.210	27
J9T2S	Twisted pair, shielded, white Tefzel® jacket with stainless steel braid	-80 to 150	-112 to 302	0.210	27
J9T3	Three conductor, shielded, white Tefzel® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.190	27
J9T3A	Three conductor, shielded, yellow Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	27
J9T4	Four conductor, shielded, red Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	30
J9T4A	Four conductor, shielded, yellow Teflon® jacket	-80 to 200	-112 to 392	0.190	27
J10	Twisted pair, shielded, gray Enviroprene jacket	-50 to 125	-58 to 257	0.190	30
J88	Twisted pair, shielded, black Polyurethane jacket	-40 to 80	-40 to 176	0.175	60
J88C	Twisted pair, shielded, black Polyurethane jacket, coiled with 6" straight ends	-40 to 80	-40 to 176	0.175	60
J95	Five conductor, shielded, black Polyurethane jacket	-20 to 90	-4 to 194	0.240	22
J96	Twisted pair, shielded, white Teflon® jacket	-80 to 150	-112 to 302	0.145	35
J9F	Twisted pair, foil shielded with drain wire, red Teflon® jacket	-70 to 200	-94 to 392	0.125	51

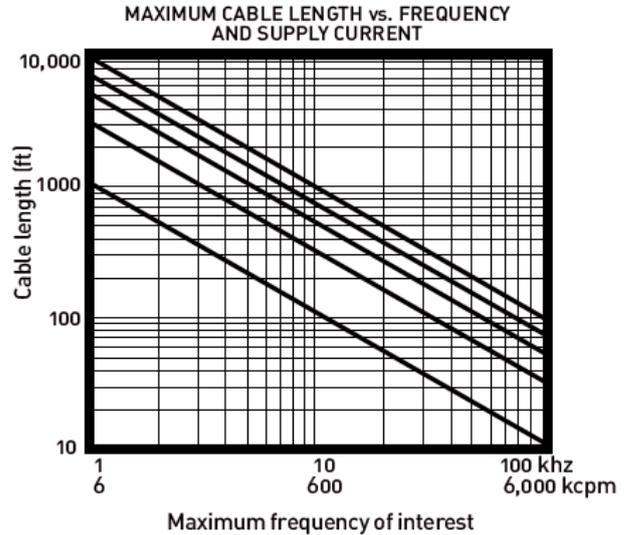
케이블 선정 시 고려사항

케이블 길이

가속도계의 케이블은 최대 30m까지는 어떠한 성분의 손실 없이도 전송이 가능합니다. 그러나 정확한 길이는 케이블이 내재하고 있는 캐패시턴스와 이용 가능한 전압 변화에 의해 결정됩니다. 통상적인 낮은 노이즈비를 가진 케이블은 30pF/ft의 캐패시턴스를 가지고 있습니다. 일반적인 전압 변화는 최소 5V peak-to-peak를 나타냅니다.

주어진 값을 이용하여 최대 신호 전송 길이를 산출할 때 고려되는 값은 공급 전류와 최대 주파수 범위가 관심의 대상이 됩니다.

왼쪽의 표에서 보시는 것과 같이, 최대 케이블 길이는 주파수 범위에 따라 달라 집니다.



IP Ratings

Splashproof 컨넥터는 Ingress Protection (IP Rating)에 의해 구분됩니다. IP Rating은 산업 환경에서 얼마나 가혹한 환경에서 사용할 수 있는가에 대한 척도를 제공합니다. 컨넥터의 밀폐 정도를 결정하기 위해서는 오른쪽 표를 참고하시기 바랍니다.

Wilcoxon사의 6SL 컨넥터는 IP 66에 부합합니다. 이는 Dust에 대해 완전 밀폐되어 있으며, 압력을 가진 유체에 대해서도 밀폐되어 있음을 나타냅니다.

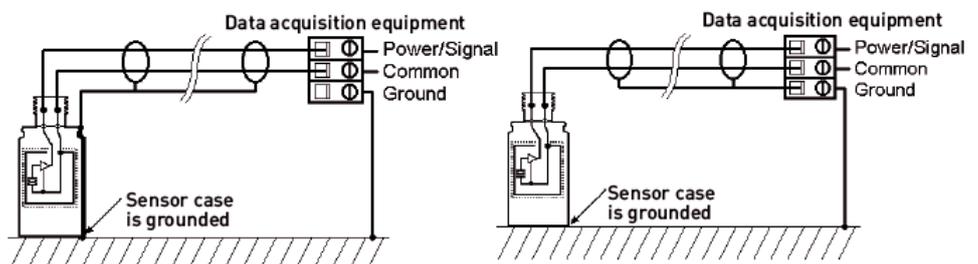
Ingress protection ratings

First numeral Protection against solid bodies	Second numeral Protection against liquid
No protection - 0	0 - No protection
Objects greater than 50mm - 1	1 - Vertically dripping water
Objects greater than 12.5mm - 2	2 - Angled dripping water
Objects greater than 2.5mm - 3	3 - Sprayed water
Objects greater than 1.0mm - 4	4 - Splashed water
Dust-protected - 5	5 - Water jets
Dust-tight - 6	6 - Pressure jets
	7 - Immersion to 1 meter
	8 - Indefinite immersion

접지 문제의 방지

접지 문제를 발생시키지 않기 위해서는 2곳에 접지가 되지 않도록 주의하여야 합니다. 각 센서는 개별적인 특성을 가지고 있으며, 케이스가 접지된 형태의 경우는 신호 전송용 케이블의 접지는 센서에서 되도록 설정하여야 하며, 케이스가 접지와 분리된 경우에는 시스템에서 일괄적으로 접지하여 주어야 합니다.

세가닥의 케이블을 사용하는 센서의 경우 전원공급 계통과 신호 전송 계통이 공존하므로 차폐는 ESD와 EMI로부터 영향을 최소화할 수 있도록 반드시 한 곳에서 접지하여 주어야 합니다. EMI/ESD에 의해 센서가 손상될 수도 있습니다.



케이블 선정

	항 목	적 용 예
다심 차폐 (Multi-Conductor shielded)	차폐, twisted pair wire	영구적으로 설치되는 센서의 신호전송에 사용. RFI, ESD, EMI 등과 같은 전기적 노이즈를 최소화 하는 다심 차폐 케이블 사용.
동축 (Coaxial)	내심선은 전원 및 신호 전송. 차폐선은 신호 전송 기준.	BNC 커넥터와 사용. 휴대형 데이터 수집 장치와 같은 결선의 편리성을 위해 사용.



차폐

	항 목	적 용 예
박막 (Foil)	알루미늄 강화 폴리에스테르 필름	풍력발전기내의 환경에서 박막 차폐는 고주파(RF) 과 드레인 와이어 사용. RFI 노이즈 신호에 대한 케이블 반응을 감소시켜 환경에 따른 노이즈를 최소화함.
편조 또는 나선 (Braided or spiral)	저주파 차폐 목적으로 케이블 주위에 매우 얇은 케이블을 편조 또는 나선모양으로 감싸고 있는 형태	편조 차폐는 전원에 의한 노이즈 영향을 감소시키기 위해 사용되며, 고압 전동기 주변에서 사용됨.

케이블 보호

	항 목	적 용 예
나선형 스테인레스 스틸 피복	나선형 스테인레스 스틸로 케이블 전체를 감싸 높은 강도로 케이블을 보호	나선형 스테인레스 스틸 케이블은 중량물이 케이블을 손상시키는 것을 방지함.
스테인레스 스틸 편조 피복	스테인레스 스틸 편조 피복은 외부와의 마찰에 의한 피복 손상 방지	하수처리용 주급수 펌프내 수중에 설치되는 센서에서 내부 구성물에 의해 케이블 피복이 마찰등에 의해 손상되는 것을 방지함.



나선형 스테인레스 스틸 피복 (Armored)



스테인레스 스틸 편조 피복 (Overbraid)

케이블 선정

	항 목	적 용 예
다심 차폐 (Multi-Conductor shielded)	차폐, twisted pair wire	영구적으로 설치되는 센서의 신호전송에 사용. RFI, ESD, EMI 등과 같은 전기적 노이즈를 최소화 하는 다심 차폐 케이블 사용.
동축 (Coaxial)	내심선은 전원 및 신호 전송. 차폐선은 신호 전송 기준.	BNC 커넥터와 사용. 휴대형 데이터 수집 장치와 같은 결선의 편리성을 위해 사용.



차폐

	항 목	적 용 예
박막 (Foil)	알루미늄 강화 폴리에스테르 필름	풍력발전기내의 환경에서 박막 차폐는 고주파(RF) 과 드레인 와이어 사용. RFI 노이즈 제거
편조 또는 나선 (Braided or spiral)	저주파 차폐 목적으로 케이블 주위에 매우 얇은 케이블을 편조 또는 나선모양으로 감싸고 있는 형태	편조 차폐는 전원에 의한 노이즈 영향을 감소시키기 위해 사용되며, 고압 전동기 주변에서 사용됨.

케이블 보호

	항 목	적 용 예
나선형 스테인레스 스틸 피복	나선형 스테인레스 스틸로 케이블 전체를 감싸 높은 강도로 케이블을 보호	나선형 스테인레스 스틸 케이블은 중량물이 케이블을 손상시키는 것을 방지함.
스테인레스 스틸 편조 피복	스테인레스 스틸 편조 피복은 외부와의 마찰에 의한 피복 손상 방지	하수처리용 주급수 펌프내 수중에 설치되는 센서에서 내부 구성물에 의해 케이블 피복이 마찰등에 의해 손상되는 것을 방지함.



나선형 스테인레스 스틸 피복 (Armored)



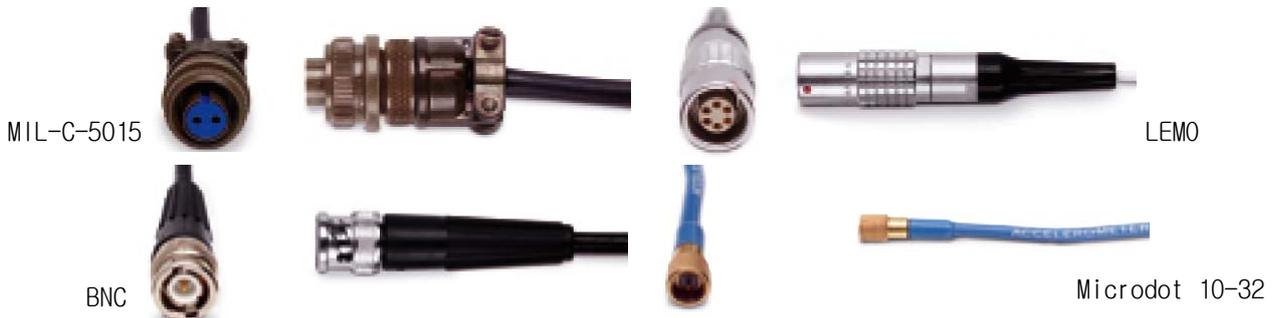
스테인레스 스틸 편조 피복 (Overbraid)

케이블 피복의 내환경 조건

	항 목	적 용 예
Teflon®	온도 조건: 최상 화학물질: 최상	센서로 연결되는 케이블의 피복 선택에서 테프론 케이블 피복은 최대 260°C 까지 사용 가능. Teflon®은 고온 환경에 최적의 선택임.
PVC	화학물질: 중간	PVC는 건조한 대기환경에서의 가장 경제적인 절연 피복제임.
Tefzel®	화학물질: 최상 방사선: 사용가능	Tefzel®은 원자로 주변에서 사용 가능한 내방사선 피복제임.
Polyurethane	경제적인 가격의 수밀용 재질로 내마모성이 높음	폴리우레탄은 수중 제품에 사용됨. 재질 특성상 쉽게 접착이 가능하고 센서와의 연결시 수밀을 유지할 수 있음.

컨넥터

	항 목	적 용 예
군용형 MIL-style	견고하고, 단순하며 경제적인 컨넥터로 2핀, 3핀, 6핀형이 가능	MIL-style 컨넥터는 가장 일반적으로 사용되며, 매우 견고하고, 다양한 보호용 덮개 및 밀폐 방법을 보유. 물이 방사되는 환경을 포함한 다양한 조건에서 사용 가능.
다심 (Multi-conductor)	MIL-style로 2 또는 4심. LEMO 및 DIN-style은 4심 이상 가능	다심 컨넥터는 휴대형 데이터 수집 장치와 센서간의 연결에 사용
동축 (Coaxial)	장치에 쉽게 연결될 수 있도록 설계	BNC 및 10-32 Microdot 컨넥터는 손쉽게 휴대형 데이터 수집장치에 접속 및 분해가 가능하도록 설계되었음.



Splash-proof 컨넥터

케이블과 컨넥터는 동일한 밀폐 능력을 보유한 제품을 사용하여 하며, 특히 센서와 연결되는 컨넥터는 그 밀폐 능력을 다음 표에서 정의한 것과 같이 규격에 적합한 제품을 선정하여야 합니다.

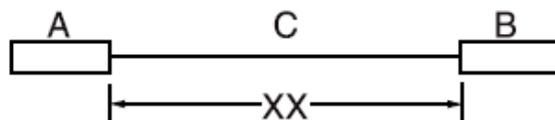
LEVEL	DESCRIPTION
IP64	물방울에 대한 수밀
IP65	방사되는 물에 대한 수밀
IP66	강하게 방사되는 물에 대한 수밀
IP67	1m 수심에서 30분간 수밀
IP68	1m 이상의 수심에서 영구 수밀

케이블 및 커넥터 현장 결선용 툴 세트



케이블과 커넥터를 현장에서 조립해야 하는 경우에는 상기와 같이 SKPIT를 이용하여 요구되는 밀폐 정도를 유지하여야 합니다. 현장에서 임시로 결선하는 케이블의 경우 절연테이프를 사용하여 케이블의 절연과 밀폐를 시공하는 경우가 종종 있습니다. 이러한 경우 절연테이프 내에 존재하는 접착제가 케이블 내로 침투하여 일정 기간이 경과하면 절연이 파괴되고, 충분히 밀폐가 되지 않은 경우에는 물이나 기름이 침투할 수 있습니다. 침투된 접착제, 물 또는 기름은 절연을 파괴하여 센서의 오동작을 유발하는 원인이 됩니다.

케이블 제품번호 선정 기준



Model No. = **R** a - b - c - xx

R denotes cable assembly
a = connector a
b = connector b
c = cable type
xx = length in feet

Cable Assembly Model Number Examples:

Model	Description	Model	Description
1	Microdot connector	6	Amphenol, Mil-C-5015, 2 pin
2	BNC connector	0	Blunt cut
J3	High Temperature cable	J9T2A	High temperature cable
16	Length of cable	32	Length of cable

Order Model No.: R1-2-J3-16

Order Model No.: R6-0-J9T2A-32

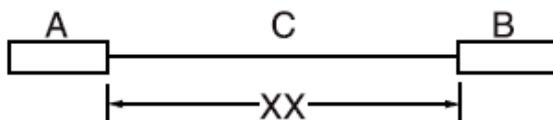
Standard stocked cable in 16, 32, 64, and 112 foot lengths.

케이블 및 커넥터 현장 결선용 툴 세트



케이블과 커넥터를 현장에서 조립해야 하는 경우에는 상기와 같이 SKPIT를 이용하여 요구되는 밀폐 정도를 유지하여야 합니다. 현장에서 임시로 결선하는 케이블의 경우 절연테이프를 사용하여 케이블의 절연과 밀폐를 시공하는 경우가 종종 있습니다. 이러한 경우 절연테이프 내에 존재하는 접착제가 케이블 내로 침투하여 일정 기간이 경과하면 절연이 파괴되고, 충분히 밀폐가 되지 않은 경우에는 물이나 기름이 침투할 수 있습니다. 침투된 접착제, 물 또는 기름은 절연을 파괴하여 센서의 오동작을 유발하는 원인이 됩니다.

케이블 제품번호 선정 기준



Model No. = **R** a - b - c - xx

R denotes cable assembly
 a = connector a
 b = connector b
 c = cable type
 xx = length in feet

Cable Assembly Model Number Examples:

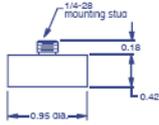
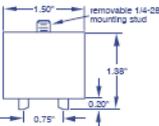
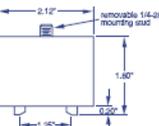
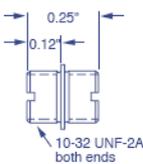
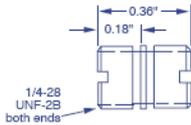
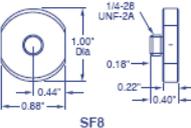
Model	Description	Model	Description
1	Microdot connector	6	Amphenol, Mil-C-5015, 2 pin
2	BNC connector	0	Blunt cut
J3	High Temperature cable	J9T2A	High temperature cable
16	Length of cable	32	Length of cable

Order Model No.: R1-2-J3-16

Order Model No.: R6-0-J9T2A-32

Standard stocked cable in 16, 32, 64, and 112 foot lengths.

센서 설치용 액세서리

Model	Image	Drawing	Description
B3			Rare Earth magnetic mounting base, 1/4-28 stud, non-isolated, 0.95" diameter, 40lbs force. B3-1 available with 1/4-28 tapped hole.
B5			Two-pole magnetic mounting base, 1.5" diameter, 30 lbs force. Removable mounting stud for use with bolt thru sensors. Can be used with SF6 mounting stud or SF3 adaptor stud (10-32 to 1/4-28).
B6			Two-pole magnetic mounting base, 2.12" diameter, 70 lbs force. Removable mounting stud for use with bolt thru sensors. Can be used with SF6 mounting stud or SF3 adaptor stud (10-32 to 1/4-28).
SF1			Mounting stud, 10-32 UNF both ends, stainless steel, recommended mounting torque 18 in-lbs.
SF6			SF6 mounting stud, 1/4-28 UNF both ends, stainless steel, recommended mounting torque 24 in-lbs. SF6M with 1/4-28 UNF to M8 x 1.25 (metric). SF6M-1 with 1/4-28 UNF to M6 x 1.00 (metric).
SF8			Cementing pad, 1/4-28 integral stud, 1" diameter, stainless steel, recommended mounting torque 24 in-lbs. SF8-2 includes tapped hole and key notch for consistent axis orientation; use with 993B Series Triaxial Accelerometers.
SF11			Cementing pad provides surface for sensor attachment using a B3 style magnetic mounting base.
ST101		N/A	Spot face tool, 1.25" diameter, pilot drill for 1/4-28 hole. Drill depth adjustable.
VERSIL406		N/A	Mounting epoxy. Package contains both epoxy components in a single, enclosed plastic bag. User removes red divider to allow mixing. Maximum temperature 149°C/300°F.

스위치 박스 및 전원공급장치/신호조정기

스위치 박스

스위치박스는 영구적으로 설치된 센서와 휴대형 데이터 측정 장치를 이용하여 설비를 관리하는 경우에 가장 적절한 선택이 될 수 있습니다.

냉각탑이나 유해성 가스를 배출하는 옥상, 유독성 가스가 존재하는 설비에서 휴대형 데이터 수집기를 이용하여 설비의 상태를 확인하는 것은 매우 위험한 일이 아닐 수 없습니다. 이는 설비 관리자의 상해 또는 사망을 초래할 수 있는 위험 요소가 내재되어 있습니다. 이와 같은 환경에 대해서는 다음과 같은 스위치 박스를 이용하여 안전한 설비 관리 환경을 구축할 수 있습니다.



센서는 위험이 내재된 환경에 영구히 설치하고 스위치 박스는 설비 관리자가 안전하게 접근할 수 있는 곳에 설치한 후 일정 간격으로 데이터를 수집하는 것이 본 장치의 목적입니다. 더욱 효과적인 관리를 위해서는 온라인 관리 시스템을 설치하는 것이 권고되지만 이는 많은 예산이 소요되므로 최소의 투자를 통해 얻을 수 있는 최적의 시스템이라 할 수 있습니다.

Wilcoxon사에서는 다음과 같은 모델의 스위치 박스를 제공하고 있습니다.

Model	CB2	CB4	JB06-1H	JBS Series	VL6B	VL12B	VL Expandable
Channels	2	4	6	48	6	12	12-48
Output	Single BNC per channel	Single BNC per channel	Single BNC per channel	Switch Selectable	Switch Selectable	Switch Selectable	Switch Selectable

전원공급기 및 신호조정기

가속도 센서는 일정 전류를 공급할 수 있는 전원공급기가 필요하며, 출력 신호에 대해서는 신호 조정장치를 필수적으로 요구합니다. 이에 Wilcoxon은 가속도계에 대한 최고의 기술을 보유하고 있으며, 이에 부합하는 전원공급기 및 신호조정기를 제공하고 있습니다.



Model	P702B	P703B	P704B
Channels	1	3	1
Power	(3) 9 VDC	(3) 9 VDC	(3) 9 VDC
Filter	Selectable	-	-
Gains	1, 10, or 100	-	-
Output	Acceleration or Velocity	Acceleration	Acceleration

스위치 박스 및 전원공급장치/신호조정기

스위치 박스

스위치박스는 영구적으로 설치된 센서와 휴대형 데이터 측정 장치를 이용하여 설비를 관리하는 경우에 가장 적절한 선택이 될 수 있습니다.

냉각탑이나 유해성 가스를 배출하는 옥상, 유독성 가스가 존재하는 설비에서 휴대형 데이터 수집기를 이용하여 설비의 상태를 확인하는 것은 매우 위험한 일이 아닐 수 없습니다. 이는 설비 관리자의 상해 또는 사망을 초래할 수 있는 위험 요소가 내재되어 있습니다. 이와 같은 환경에 대해서는 다음과 같은 스위치 박스를 이용하여 안전한 설비 관리 환경을 구축할 수 있습니다.



센서는 위험이 내재된 환경에 영구히 설치하고 스위치 박스는 설비 관리자가 안전하게 접근할 수 있는 곳에 설치한 후 일정 간격으로 데이터를 수집하는 것이 본 장치의 목적입니다. 더욱 효과적인 관리를 위해서는 온라인 관리 시스템을 설치하는 것이 권고되지만 이는 많은 예산이 소요되므로 최소의 투자를 통해 얻을 수 있는 최적의 시스템이라 할 수 있습니다.

Wilcoxon사에서 제공하는 다음과 같은 모델의 스위치 박스를 제공하고 있습니다.

Model	CB2	CB4	JB06-1H	JBS Series	VL6B	VL12B	VL Expandable
Channels	2	4	6	48	6	12	12-48
Output	Single BNC per channel	Single BNC per channel	Single BNC per channel	Switch Selectable	Switch Selectable	Switch Selectable	Switch Selectable

전원공급기 및 신호조정기

가속도 센서는 일정 전류를 공급할 수 있는 전원공급기가 필요하며, 출력 신호에 대해서는 신호 조정장치를 필수적으로 요구합니다. 이에 Wilcoxon은 가속도계에 대한 최고의 기술을 보유하고 있으며, 이에 부합하는 전원공급기 및 신호조정기를 제공하고 있습니다.



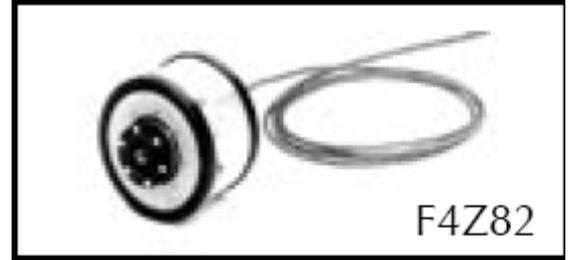
Model	P702B	P703B	P704B
Channels	1	3	1
Power	(3) 9 VDC	(3) 9 VDC	(3) 9 VDC
Filter	Selectable	-	-
Gains	1, 10, or 100	-	-
Output	Acceleration or Velocity	Acceleration	Acceleration

5. 전자식/압전식 가진기

진동 발생기 또는 가진기는 구조물에 대한 연구 또는 모달 테스트에 사용하는 장치입니다.

전자식 가진기

- 10Hz - 10kHz 범위 내에서 사용
- 음악용 스피커와 유사한 동작 원리
- 매우 경량으로 시험용 구조물에 조립하여 사용
- 공급 전류에 비례하는 가진력 발생
- 파워 앰프를 이용하여 구동



압전식 가진기

압전식 가진기는 압전소자에 전압을 가했을 때, 압축 및 팽창의 원리를 이용하여 진동을 생성시키는 장치로써, 음속 또는 초음속의 주파수를 발생시킵니다. 매우 작은 부피에서 큰 힘을 발생시킬 수 있는 특징을 가지고 있습니다.

- 500Hz - 20kHz 범위 내에서 사용
- 매우 경량으로 시험용 구조물에 부착하여 사용
- 공급 전압에 비례하는 가진력 발생
- 고전압과 임피던스 네트워크 장치를 이용하여 구동



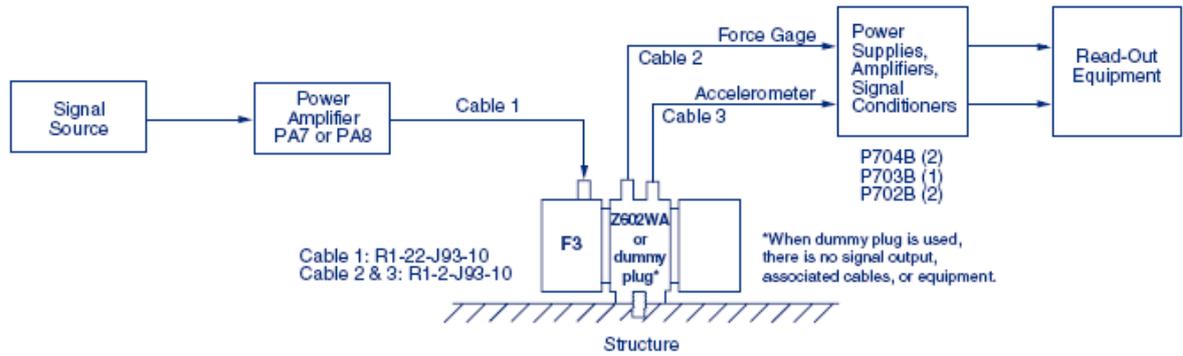
제품을 선정함에 있어 고려되어야 하는 세가지는 다음과 같습니다.

- (1) 가진력 : 대상물의 중량을 고려하여 충분한 가진력을 가진 제품을 선정
- (2) 주파수범위 : 시험에 요구되는 주파수 범위를 가진 제품을 선정
- (3) 설치조건 : 대상물에 취부 가능한 크기의 제품을 선정

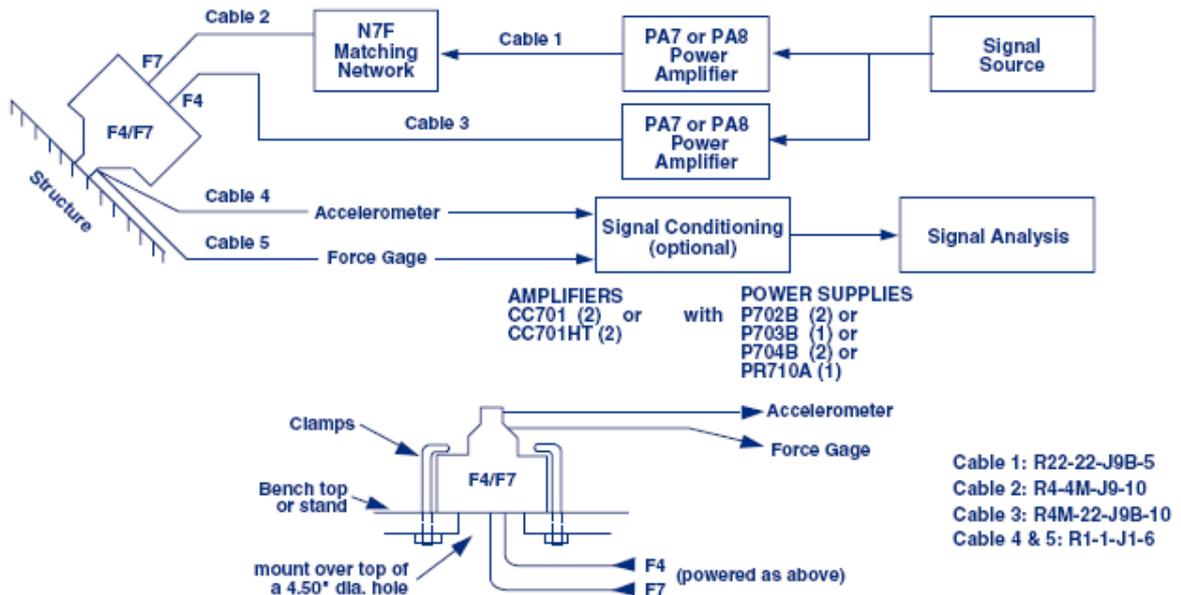
Shaker	F3 / Z602WA	F4 / Z820WA	F5B / Z11	F10 / Z820WA
Type	Electromagnetic	Electromagnetic	Electromagnetic	Electromagnetic
Nominal Force Output	1 lb.	10 lbs.	0.4 lbs.	20 lbs.
Frequency Range	25 - 10,000 Hz	10 - 7,500 Hz	10 - 10,000 Hz	5 - 2,000 Hz

Shaker	F7	F7-1	F4 / F7
Type	Piezoelectric	Piezoelectric	Dual
Matching Network	N7FS	N8HFS	N7FS
Nominal Force Output	100 lbs.	100 lbs.	100 lbs.
Frequency Range	500 - 20,000+ Hz	1 - 80,000 Hz	10 - 20,000+ Hz

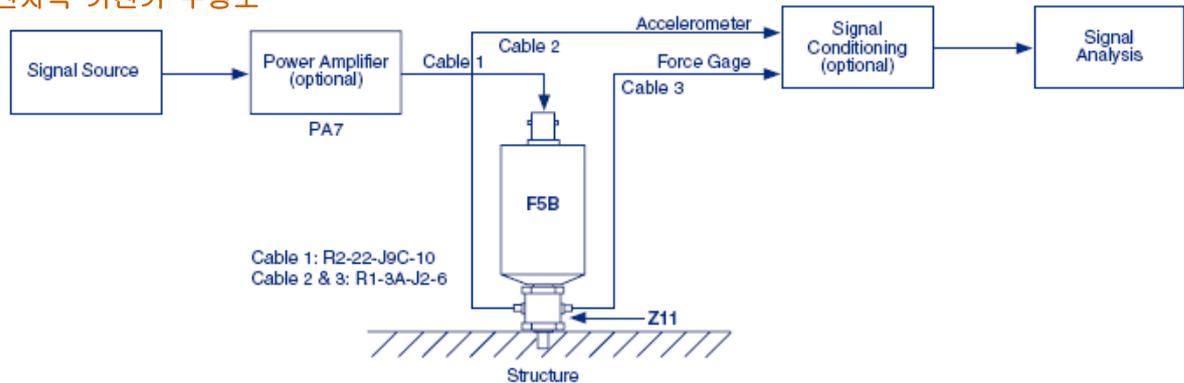
F3 전자식 가진기 구성도



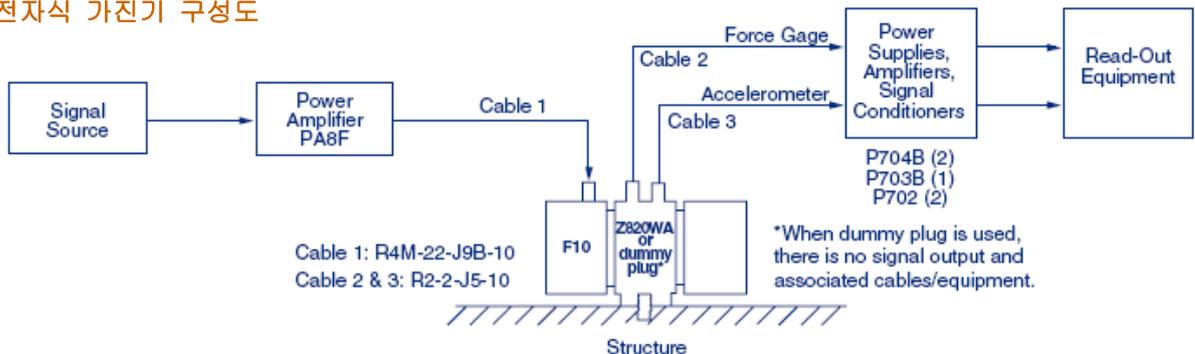
F4/F7 압전식 가진기 구성도



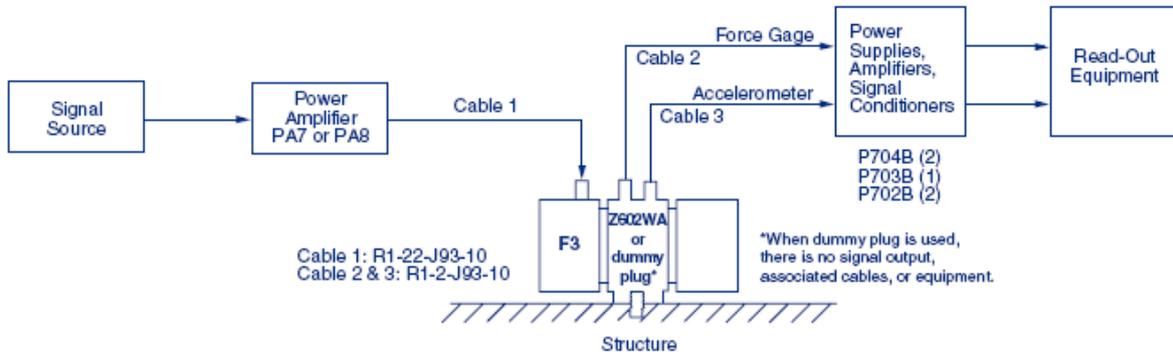
F5B 전자식 가진기 구성도



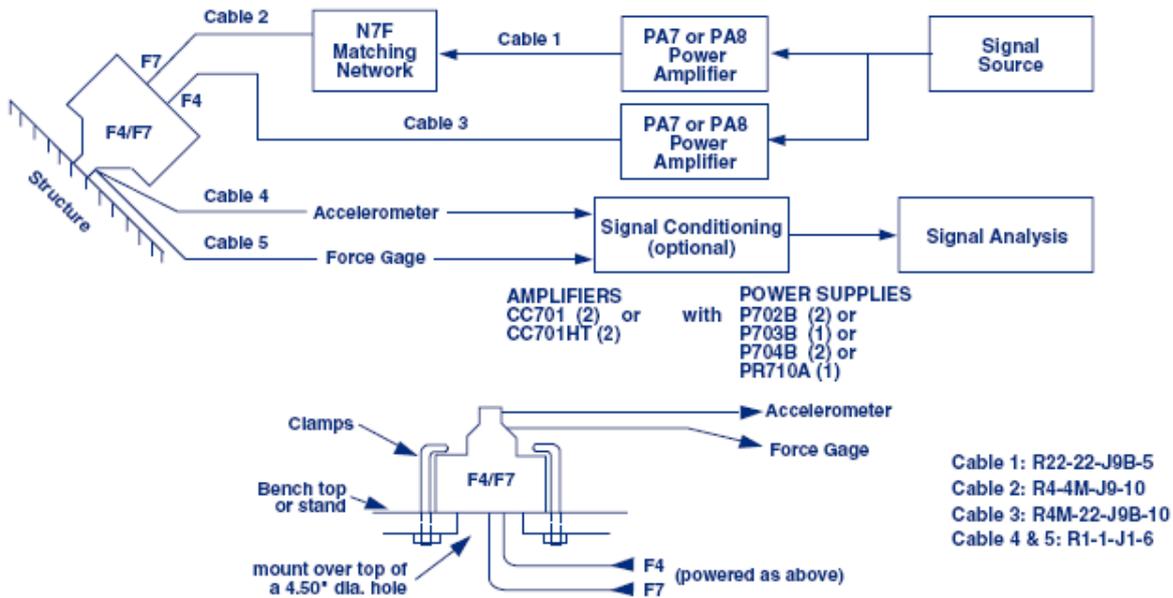
F10 전자식 가진기 구성도



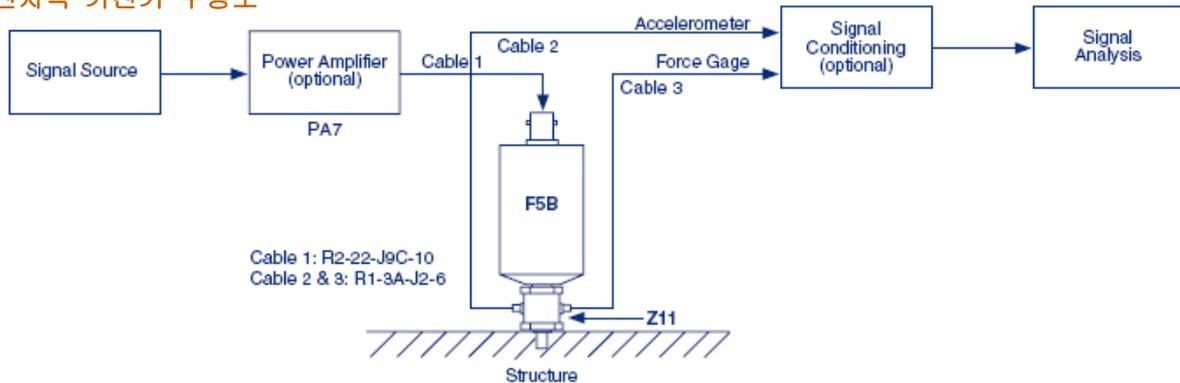
F3 전자식 가진기 구성도



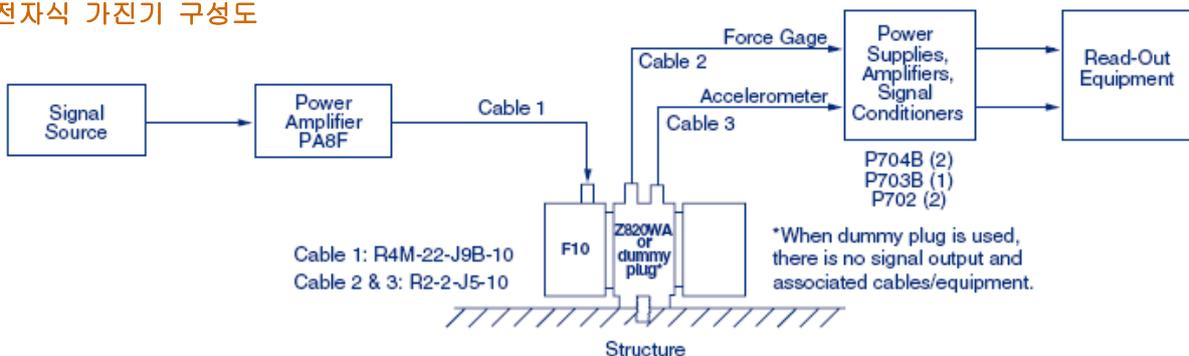
F4/F7 압전식 가진기 구성도



F5B 전자식 가진기 구성도



F10 전자식 가진기 구성도



6. 휴대형 진동 측정기

PVM 100 Portable Vibration Meter

PVM 100 휴대형 진동 측정기는 매우 작아서 휴대에 무리가 없으며, 현장에서 진동크기를 신속히 확인할 수 있는

전원 버튼과 추가적인 한 개의 버튼만으로 가속도, 속도, 변위를 측정할 수 있으므로 특별한 교육 없이도 쉽게 현장에 적용이 가능합니다.

디지털로 표시되는 진동크기를 연속적으로 표시하는 기능을 보유하고 있으므로 현장 측정치를 기록하는데도 편리합니다.

PVM 100 휴대형 진동 측정기는 휴대에 필요한 케이스와 필요한 모든 주변장치를 공급함으로 추가적인 선택이 필요 없습니다.

- Portable Vibration Meter
- 784A Accelerometer
- Connector Cable



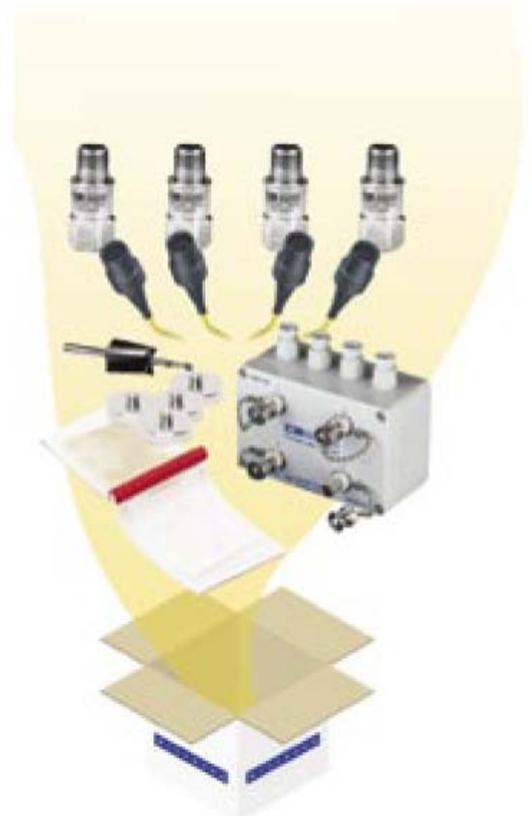
기계에서 발생하는 노이즈 위치를 발견하는데 사용할 수 있는 헤드폰 출력을 제공하며, 헤드폰 선택적으로 구입할 수도 있으며, 기타 이용 가능한 제품을 활용할 수 있습니다.

Sensor Solution Kit

센서, 조립용 부속물 및 터미널 하우징 일체를 일괄 제공

Sensor Solution Kit에는 4개의 가속도 센서와 조립용 부자재 및 터미널 하우징 일체를 제공합니다. 접근이 어려운 현장에 센서를 설치하고 터미널 하우징에서 센서의 신호를 측정함으로써 측정자와 공장의 안전을 동시에 보장 받을 수 있도록 구성된 패키지입니다.

- (4) 786A, 100mV/g, top exit accelerometers
- (4) R6Q-0-J9T2A-32, 32ft cable assemblies
- CB4, 4 channel terminal box
- ST101, spot facing tool
- (4) SF8, cement mounting pads
- VERSIL406, mounting epoxy



7. 품질보증 및 고객 지원

Wilcoxon의 품질은 산업 표준

윌콕슨사는 산업계에 40년이상 50만개이상의 진동센서를 공급하였으며, 표준으로 자리 매김되어 운영되고 있습니다. 윌콕슨의 품질 자부심은 5년간의 무상 품질보증 정책으로 잘 표현되고 있습니다.

어떤 환경에서 운영되더라도 제품에 이상이 발생하는 경우 즉각적으로 수리 또는 교환하기 위한 모든 준비가 되어 있습니다.



Warranty Service Plan

윌콕슨사는 모든 제품에 대한 하자보증 체제를 구축하고 있습니다. 하자보증은 수리 또는 교환을 원칙으로하며, 규격에서 명시하는 조건에 사용되는 센서 제품에 대해 생산 후 5년, 변환기 및 전자회로에 대해서는 1년동안 적용됩니다.

하자보증 제외 항목

- 부적절한 설치 또는 교정
- 기계적 손상, 오용 또는 부적절한 적용
- 윌콕슨사가 제작하지 않은 제품
- 승인되지 않은 수리 또는 개조

고객지원

윌콕슨의 고객지원은 제품의 선정에서 견적서 작성 및 주문처리와 사후 지원에 이르기까지 모든 영역에 대한 체계적인 준비가 되어 있습니다. 직접 지원은 다음 연락처를 통해서 가능하며, 전세계에 고객을 위해 당사의 공식 지역 공급사들이 고객의 요청을 처리하고 있습니다.

Mail : 21 Firstfield Road Gaithersburg, MD 20878

Phone : 1-800-WILCOX0 (945-2696), 1-301-330-8811

Fax : 1-301-330-8873

Email : sensors@wilcoxon.com

Website : www.wilcoxon.com

제품정보

- 온라인 카탈로그
- 세부 기술 정보
- 제품 설명 및 사진

제품정보

- 진동환산자 소프트웨어
- 제품 및 기술 자료
- 제품 적용 예
- 질의 및 응답

회사정보

- 전세계 공급 체계
- 교육/세미나 일정
- 출판물

7. 품질보증 및 고객 지원

Wilcoxon의 품질은 산업 표준

윌콕슨사는 산업계에 40년이상 50만개이상의 진동센서를 공급하였으며, 표준으로 자리 매김되어 운영되고 있습니다. 윌콕슨의 품질 자부심은 5년간의 무상 품질보증 정책으로 잘 표현되고 있습니다.

어떤 환경에서 운영되더라도 제품에 이상이 발생하는 경우 즉각적으로 수리 또는 교환하기 위한 모든 준비가 되어 있습니다.



Warranty Service Plan

윌콕슨사는 모든 제품에 대한 하자보증 체제를 구축하고 있습니다. 하자보증은 수리 또는 교환을 원칙으로하며, 규격에서 명시하는 조건에 사용되는 센서 제품에 대해 생산 후 5년, 변환기 및 전자회로에 대해서는 1년동안 적용됩니다.

하자보증 제외 항목

- 부적절한 설치 또는 교정
- 기계적 손상, 오용 또는 부적절한 적용
- 윌콕슨사가 제작하지 않은 제품
- 승인되지 않은 수리 또는 개조

고객지원

윌콕슨의 고객지원은 제품의 선정에서 견적서 작성 및 주문처리와 사후 지원에 이르기까지 모든 영역에 대한 체계적인 준비가 되어 있습니다. 직접 지원은 다음 연락처를 통해서 가능하며, 전세계에 고객을 위해 당사의 공식 지역 공급사들이 고객의 요청을 처리하고 있습니다.

Mail : 21 Firstfield Road Gaithersburg, MD 20878

Phone : 1-800-WILCOX0 (945-2696), 1-301-330-8811

Fax : 1-301-330-8873

Email : sensors@wilcoxon.com

Website : www.wilcoxon.com

제품정보

- 온라인 카탈로그
- 세부 기술 정보
- 제품 설명 및 사진

제품정보

- 진동환산자 소프트웨어
- 제품 및 기술 자료
- 제품 적용 예
- 질의 및 응답

회사정보

- 전세계 공급 체계
- 교육/세미나 일정
- 출판물

8. 센서 선택 요약표

Model #	Sensitivity	Sensitivity Tolerance	Frequency Response @ 3db	Resonance	Exit Type/ Connector	Max. Temp.	Mounting Thread	P.s.d. Noise @ 100 Hz	Acceleration Range	Weight	Hazardous Area
			Hz	kHz		C		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$	g peak	grams	
GENERAL PURPOSE ACCELEROMETERS											
793	100mV/g	$\pm 5\%$	0.5 - 15k	25	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	80	112	Y
797	100mV/g	$\pm 5\%$	1.0 - 12k	26	side, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	50	135	Y
786A	100mV/g	$\pm 5\%$	0.5 - 14k	30	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	80	90	Y
786A-2	30mV/g	$\pm 10\%$	1 - 5k	30	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	100	90	
786C	100mV/g	$\pm 5\%$	0.5 - 14k	30	top, BNC	120°	1/4-28	5 μg	80	90	
786F	100mV/g	$\pm 5\%$	0.5 - 13k	30	top, integral cable	120°	1/4-28	5 μg	80	90	Y
786LBV-7.5	100mV/g	$\pm 5\%$	0.5 - 14k	30	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	45	90	
777/777B	100mV/g	$\pm 10\%$	0.5 - 12k	30	top, R6 2 pin	85°	1/4-28	5 μg	80	75	
787A	100mV/g	$\pm 10\%$	0.7 - 10k	22	side, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	80	145	Y
784A	100mV/g	$\pm 20\%$	2 - 10k	25	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	4 μg	50	45	
784A-3	50mV/g	$\pm 20\%$	2 - 10k	25	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	4 μg	100	45	
784A-3LBV	50mV/g	$\pm 20\%$	2 - 10k	25	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	4 μg	80	45	
785A	100mV/g	$\pm 10\%$	1 - 12k	30	side, R6 2 pin	120°	1/4-28	6 μg	80	85	
775A	100mV/g	$\pm 20\%$	0.5 - 10k	26	top, R35	120°	1/4-28	5 μg	80	45	
S100C	100mV/g	$\pm 20\%$	0.5 - 10k	30	top, R35	120°	Adhesive	5 μg	80	28	
S100CS	100mV/g	$\pm 20\%$	0.5 - 10k	26	top, R35	120°	1/4-28	5 μg	80	45	
793R	100mV/g	$\pm 5\%$	1 - 15k	26	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	50	110	
797R	100mV/g	$\pm 5\%$	1 - 12k	26	side, R6 2 pin	120°	1/4-28	5 μg	50	135	
793-10	10mV/g	$\pm 5\%$	1 - 15k	25	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	40 μg	500	110	
LOW FREQUENCY ACCELEROMETERS											
793L	500mV/g	$\pm 5\%$	0.2 - 2.3k	15	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	0.2 μg	10	142	Y
797L	500mV/g	$\pm 5\%$	0.2 - 3.7k	18	side, R6 2 pin	120°	1/4-28	0.2 μg	10	148	Y
799LF	500mV/g	$\pm 5\%$	0.1 - 2.5k	18	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	1 μg	10	205	
799M	1000mV/g	$\pm 5\%$	0.2 - 2.5k	18	top, R6 2 pin	80°	1/4-28	1 μg	5	205	
HIGH FREQUENCY ACCELEROMETERS											
712F	100mV/g	$\pm 10\%$	3.0 - 25k	>45	side, integral cable	120°	8-32	10 μg	60	35	
732A/732AT	10mV/g	$\pm 5\%$	0.5 - 25k	60	side, R1 10-32 coaxial	120°	10-32	3 μg	500	13	
736/736T	100mV/g	$\pm 5\%$	2.0 - 25k	60	side, R1 10-32 coaxial	120°	10-32	2 μg	50	13	
997	10mV/g	$\pm 10\%$	0.5 - 29k	50	side, integral cable	125°	8-32	9 μg	600	35	
CM997	1 mA/g	$\pm 5\%$	1 - 25k	>42	top, integral cable	80°	10-32	2 μg	2.5	50	
PIEZOVELOCITY TRANSDUCERS											
793V	100mV/in/sec	$\pm 10\%$	1.5 - 7k	15	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	1 $\mu\text{in}/\text{sec}$	50 in/sec	145	Y
797V	100mV/in/sec	$\pm 10\%$	1.6 - 7k	18	side, R6 2 pin	120°	1/4-28	0.8 $\mu\text{in}/\text{sec}$	50 in/sec	148	Y
793VR	100mV/in/sec	$\pm 10\%$	2 - 7k	15	top, R6 2 pin	120°	1/4-28	1 $\mu\text{in}/\text{sec}$	50 in/sec	133	
TRIAxIAL ACCELEROMETERS											
993A	100mV/g	$\pm 10\%$	2 - 20k	N/A	side, R9W 4 pin	120°	1/4-28	2 μg	50	88	
993A-5	100mV/g	$\pm 10\%$	2 - 20k	N/A	top, integral cable	120°	10-32	2 μg	50	90	
993B-5	25mV/g	$\pm 10\%$	2 - 10k (z axis)	N/A	top, integral cable	120°	10-32	3.2 μg	150	134	
			2 - 7k (x&y axis)								
993B-6	50mV/g	$\pm 10\%$	2 - 10k (z axis)	N/A	top, integral cable	120°	10-32	2 μg	75	134	
			2 - 7k (x&y axis)								
993B-7	100mV/g	$\pm 10\%$	2 - 10k (z axis)	N/A	top, integral cable	120°	10-32	1.4 μg	40	134	
			2 - 7k (x&y axis)								
HIGH TEMPERATURE ACCELEROMETERS											
376	25 pC/g	$\pm 10\%$	1 - 12k	30	top, R1 10-32 coaxial	260°	1/4-28	N/A	N/A	75	
376/CC701HT	100mV/g	$\pm 10\%$	1 - 12k	30	inline, 10-32 coaxial	260°	1/4-28	7 μg	50	75	
793-6	100mV/g	$\pm 10\%$	1 - 12k	20	top, R6 2 pin	150°	1/4-28	3 μg	50	135	
797-6	100mV/g	$\pm 10\%$	1 - 11k	20	side, R6 2 pin	150°	1/4-28	3 μg	50	145	

Model #	Sensitivity	Sensitivity Tolerance	Frequency Response @ 3db	Resonance	Exit Type/ Connector	Max Temp	Mounting Thread	P.s.d. Noise @ 100 Hz	Acceleration Range	Weight	Hazardous Area
			Hz	kHz		C		/√Hz	g peak	grams	
4-20 mA OUTPUT VIBRATION LOOP POWERED SENSORS											
PC420A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	top, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	162	Y
PC420V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	top, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	162	Y
PC421A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	side, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	Y
PC421V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	side, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	Y
PC423A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	Y
PC423V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	Y
PC425A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	R19 6 pin	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	
PC425V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	R19 6 pin	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	
PC427A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	
PC427V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	
DUAL OUTPUT SENSORS											
793T-3	100mV/g	±5%	0.5 - 15k	24	top, R6G 3 pin	120°	1/4-28	5 µg	80	115	
797T-1	100mV/g	±5%	1 - 12k	26	side, R6G 3 pin	120°	1/4-28	5 µg	80	135	
797LT	100mV/g	±5%	0.2 - 3.7k	18	side, R6G 3 pin	120°	1/4-28	0.2 µg	10	160	
786T	100mV/g	±5%	0.5 - 12k	30	top, R6G 3 pin	120°	1/4-28	5 µg	60	90	Y
SPECIALTY SENSORS											
221A	100mV/g	±10%	0.5 - 7k	13	top, R35	80°	1/4-28	5 µg	80	53	
221B	100mV/g	±20%	0.5 - 10k	18	top, R35	80°	1/8-27 NPT	5 µg	80	57	
222A	100mV/g	±20%	0.5 - 8.5k	23	top, R6 2 pin	120°	1/8-27 NPT	5 µg	80	76	
996LD	12V/g	±3dB	10 - 4k	14	top, R6 2 pin	80°	1/4-28	0.08 µg	0.2	-	
H571LD-1A	-187dB re 1VµPa	±3dB	5.0 - 20k	n/a	top, R4 3 pin	80°	3/4-14 NPT	N/A	N/A	-	
H571LD-2	-175dB re 1VµPa	±3dB	5.0 - 20k	n/a	top, R4 3 pin	80°	3/4-14 NPT	N/A	N/A	-	
TEST & MEASUREMENT SENSORS											
726/726T	100mV/g	±5%	0.6 - 15k	32	side/top, 10-32 coaxial	120°	10-32	0.8 µg	80	30-34	
728A/728T	500mV/g	±5%	1.0 - 10k	24	side/top, 10-32 coaxial	120°	10-32	0.3 µg	15	45	
ES-08100	100mV/g	±20%	2 - 10k	>20	TO-8 case, pins	120°	adhesive	4 µg	50	7	
SEISMIC SENSORS											
731A	10V/g	±10%	0.05 - 500	0.815	top, R6 2 pin	65°	3/8-16	0.004 µg	0.5	670	
731A/P31	selectable	selectable	0.05 - 500	0.815	BNC	65°	3/8-16	0.004 µg	0.5	670	
731-207	10V/g	±10%	0.2 - 1.3k	2.4	top, 10-32 coaxial	80°	10-32	0.03 µg	0.5	50	
731-207R	10V/g	±10%	0.2 - 1.3k	2.4	top, 10-32 coaxial	80°	10-32	0.03 µg	0.5	77	
UNDERWATER ACCELEROMETERS											
746	100mV/g	±5%	1.0 - 15k	30	top, integral cable	80°	10-32	0.8 µg	50	45	
754	10mV/g	±10%	2.0 - 25k	60	side, integral cable	80°	adhesive	4 µg	250	4	
757	100mV/g	±10%	2.0 - 2k (at 10%)	-	side, integral cable	80°	10-32	1 µg	50	110	
HYDROPHONES											
H505L	-160dB re 1VµPa	±10%	2.0 - 10k	-	integral cable	80°	N/A	50 µPa	N/A	-	
H507A	-188dB re 1VµPa	±10%	10 - 100k	-	integral cable	80°	N/A	300 µPa	N/A	-	
HELICOPTER SENSORS											
991D	40mV/g	±5%	0.5 - 12k	20	top, R4V 3 pin	120°	1/4-28	1.3 µg	40	54	
991D-1	20mV/g	±5%	.4 - 12k	20	top, 3 pin	120°	1/4-28	11 µg	250	54	
991V	20mV/ips	±10%	2.5 - 7k	20	top, R4V 4 pin	120°	1/4-28	9 µg	400 in/sec	55	
992-1	10mV/g	±10%	2.0 - 20k (at 1.5 dB)	35	PC01A-8-4P	120°	1/4-28	20 µg	40	45	

Model #	Sensitivity	Sensitivity Tolerance	Frequency Response @ 3db	Resonance	Exit Type/ Connector	Max Temp	Mounting Thread	P.s.d. Noise @ 100 Hz	Acceleration Range	Weight	Hazardous Area
			Hz	kHz		C		/NHz	g peak	grams	
4-20 mA OUTPUT VIBRATION LOOP POWERED SENSORS											
PC420A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	top, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	162	Y
PC420V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	top, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	162	Y
PC421A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	side, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	Y
PC421V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	side, R6 2 pin	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	Y
PC423A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	Y
PC423V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	Y
PC425A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	R19 6 pin	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	
PC425V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	R19 6 pin	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	
PC427A	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	5,10,20 g	320	
PC427V	4-20 mA	±5%	4 - 2k	N/A	integral cable	85°	1/4-28	N/A	0.5,1,2,3,5 ips	320	
DUAL OUTPUT SENSORS											
793T-3	100mV/g	±5%	0.5 - 15k	24	top, R6G 3 pin	120°	1/4-28	5 µg	80	115	
797T-1	100mV/g	±5%	1 - 12k	26	side, R6G 3 pin	120°	1/4-28	5 µg	80	135	
797LT	100mV/g	±5%	0.2 - 3.7k	18	side, R6G 3 pin	120°	1/4-28	0.2 µg	10	160	
786T	100mV/g	±5%	0.5 - 12k	30	top, R6G 3 pin	120°	1/4-28	5 µg	60	90	Y
SPECIALTY SENSORS											
221A	100mV/g	±10%	0.5 - 7k	13	top, R35	80°	1/4-28	5 µg	80	53	
221B	100mV/g	±20%	0.5 - 10k	18	top, R35	80°	1/8-27 NPT	5 µg	80	57	
222A	100mV/g	±20%	0.5 - 8.5k	23	top, R6 2 pin	120°	1/8-27 NPT	5 µg	80	76	
996LD	12V/g	±3dB	10 - 4k	14	top, R6 2 pin	80°	1/4-28	0.08 µg	0.2	-	
H571LD-1A	-187dB re 1VµPa	±3dB	5.0 - 20k	n/a	top, R4 3 pin	80°	3/4-14 NPT	N/A	N/A	-	
H571LD-2	-175dB re 1VµPa	±3dB	5.0 - 20k	n/a	top, R4 3 pin	80°	3/4-14 NPT	N/A	N/A	-	
TEST & MEASUREMENT SENSORS											
726/726T	100mV/g	±5%	0.6 - 15k	32	side/top, 10-32 coaxial	120°	10-32	0.8 µg	80	30-34	
728A/728T	500mV/g	±5%	1.0 - 10k	24	side/top, 10-32 coaxial	120°	10-32	0.3 µg	15	45	
ES-08100	100mV/g	±20%	2 - 10k	>20	TO-8 case, pins	120°	adhesive	4 µg	50	7	
SEISMIC SENSORS											
731A	10V/g	±10%	0.05 - 500	0.815	top, R6 2 pin	65°	3/8-16	0.004 µg	0.5	670	
731A/P31	selectable	selectable	0.05 - 500	0.815	BNC	65°	3/8-16	0.004 µg	0.5	670	
731-207	10V/g	±10%	0.2 - 1.3k	2.4	top, 10-32 coaxial	80°	10-32	0.03 µg	0.5	50	
731-207R	10V/g	±10%	0.2 - 1.3k	2.4	top, 10-32 coaxial	80°	10-32	0.03 µg	0.5	77	
UNDERWATER ACCELEROMETERS											
746	100mV/g	±5%	1.0 - 15k	30	top, integral cable	80°	10-32	0.8 µg	50	45	
754	10mV/g	±10%	2.0 - 25k	60	side, integral cable	80°	adhesive	4 µg	250	4	
757	100mV/g	±10%	2.0 - 2k (at 10%)	-	side, integral cable	80°	10-32	1 µg	50	110	
HYDROPHONES											
H505L	-160dB re 1VµPa	±10%	2.0 - 10k	-	integral cable	80°	N/A	50 µPa	N/A	-	
H507A	-188dB re 1VµPa	±10%	10 - 100k	-	integral cable	80°	N/A	300 µPa	N/A	-	
HELICOPTER SENSORS											
991D	40mV/g	±5%	0.5 - 12k	20	top, R4V 3 pin	120°	1/4-28	1.3 µg	40	54	
991D-1	20mV/g	±5%	.4 - 12k	20	top, 3 pin	120°	1/4-28	11 µg	250	54	
991V	20mV/ips	±10%	2.5 - 7k	20	top, R4V 4 pin	120°	1/4-28	9 µg	400 in/sec	55	
992-1	10mV/g	±10%	2.0 - 20k (at 1.5 dB)	35	PC01A-8-4P	120°	1/4-28	20 µg	40	45	

9. 적용 사례

9.1 PC420V Series LPS® 센서 적용 지침

1. 개요

4-20mA 출력을 제공하는 진동 센서를 사용하여 공장의 설비 관리자들은 PLC 또는 DCS에서 직접적으로 진동 크기를 알 수 있습니다. 이러한 적용 방법은 설비 관리자들이 전체 진동 크기에 대한 경향 데이터를 공정 데이터와 직접적으로 취급할 수 있도록 합니다. 또한, 관리자들은 특정 기계에 대해 상태에 근거하여 정비 계획을 수립하는데 도움을 줍니다. 그러나 다른 공정 관련 데이터, 예를 들어, 온도, 압력, 유량 등의 데이터로만은 설비의 상태를 판단하기에는 부족하며, 진동을 포함하는 것을 권고 드립니다. ISO10816-1 표준에는 각 기계 종류별로 진동 경보치 설정 방법을 명시하고 있습니다.

윌콕슨사의 Loop Powered Sensors (이하 LPS®)는 4-20mA 출력용 변환기를 센서에 내장하고 있습니다. 제품을 주문할 때 최대값, 주파수 범위, 필터 설정 등을 명시할 수 있어 기계 별로 최적의 감시 상태를 구현할 수 있습니다. 표준 진동 측정 방법이나 상태 평가 기법을 이용하여 어떤 상태의 기계라도 최적의 감시 범위를 추정할 수 있습니다. 이러한 적용 방법은 진동 상태에 근거하여 개별 설비의 상태를 평가할 수 있도록 합니다.

본 문서에서는 ISO10816-1 규격에 부합하는 4-20mA 출력 센서 선택 방법, 정확한 설치 방법 및 경보치 설정에 대해 고찰할 것입니다.

본 문서에서는 기계의 진동 문제를 분석하는 세부적인 절차를 언급하는 것은 아닙니다. 진동을 이용하여 설비의 상태를 분석하는 것은 다른 여러 가지 문서들을 활용하시기 바랍니다. 윌콕슨사의 홈페이지에서도 여러 종류의 문서를 찾을 수 있습니다.

2. 기계 진동

기계에서 발생하는 진동은 무엇입니까? 왜 기계들은 진동을 하는 것일까요? 모든 진동을 이용한

설비 관리 또는 예지 보전에서는 이러한 매우 어려운 질문들로 접근을 시작합니다. 물론 여기에는 중요한 이유들이 존재합니다. 만약 이러한 중요한 의미가 존재하지 않거나 진동의 원인이 없다면 진동을 감시하거나 측정하여 분석할 이유가 없습니다. 진동을 측정하고 그 경향 데이터를 분석함으로써 얻을 수 있는 장점이 있습니다.

첫 번째 질문에 대한 답으로 대부분 진동에 대한 정의가 될 수 있습니다. 다음은 Merriam-Webster Collegiate Dictionary에 수록된 정의입니다.

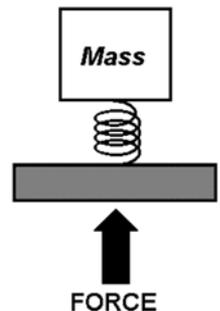
vi·bra·tion, noun (1655)

1a : a periodic motion of the particles of an elastic body or medium in alternately opposite directions from the position of equilibrium when that equilibrium has been disturbed (as when a stretched cord produces musical tones or particles of air transmit sounds to the ear)

b : the action of vibrating : the state of being vibrated or in vibratory motion: as

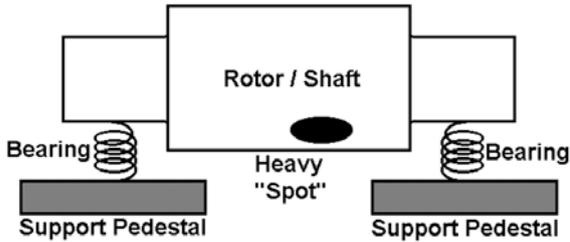
(1) : OSCILLATION

(2) : a quivering or trembling motion : QUIVER



오른쪽 그림에서와 같이, 힘이 기초에 작용하고 스프링을 통해 질량에 전달됩니다. 만약 질량을 자동차로 가정하면, 스프링은 자동차의 서스펜션이 될 것입니다. 작용하는 힘은 타이어를 통해 전달되는 노면의 굴곡이 될 것이며, 이는 도로 위를 달리는 자동차로 묘사될 수 있습니다. 대부분의 사람들은 이러한 비유를 쉽게 이해할 수 있습니다. 포장 도로상의 과속 방지턱은 자동차를 진동하게 할 수 있으며, 다양한 노면의 상태 또한 진동 상태를 변경시킬 수 있습니다.

대부분의 기계들은 항상 진동을 발생시키는데 이



그림상에서 단순한 스프링-질량 시스템에 편심을 가진 캠과 같이 힘을 작용합니다. 1차적인 불균형력은 사인파 형태의 진동을 만들어 낼 것입니다. 회전축은 베어링에 의해 고정됩니다. 기계의 회전축은 회전하므로 회전하는 속도에 비례하여 반복적으로 작용합니다. 이러한 반복적인 진동은 “주기”를 가지며, 이에 대한 관심이 필요합니다.

기계의 베어링도 회전축의 진동을 기계의 기초로 전달할 때, 스프링-질량 시스템과 같이 동작합니다. 베어링은 일정한 크기의 강성을 가지고 있고 축의 움직임을 허용하고 있습니다. 회전축의 힘은 불균형력에 의해 생성되며, 베어링 하우징을 통해 전달됩니다. 결과적으로 기계의 케이싱에 설치된 진동 센서를 통해 회전체에서 발생된 진동을 간접적으로 측정할 있습니다. 측정된 진동 신호를 오실로스코프나 스펙트럼 분석기를 통해 관측해 보면 사인파형으로 나타나는 것을 알 수 있습니다.

결론적으로, 모든 기계가 진동하는 원인은 회전축에 내재된 불균형력에 기인합니다. 불균형력은 원심력으로 변환되고 베어링으로 전달됩니다. 베어링은 이러한 힘을 움직임으로 변환하는데 그 이유는 베어링 하우징과 지지 구조물 상에서 강성을 가지고 있기 때문입니다. 최종적인 움직임은 지진계식 센서를 통해 측정될 수 있습니다.

물론 다른 기계 구성 요소 또는 조립과 관련된 요인도 있을 수 있으며, 다음과 같은 요인이 있습니다.

- 축의 오정렬
- 기계의 내부 오정렬
- 베어링 마멸
- 베어링 부품 손상
- 회전자와 공극 문제

- 기어 손상
- 커플링 손상
- 기계적 이완
- 벨트 구동 문제 등

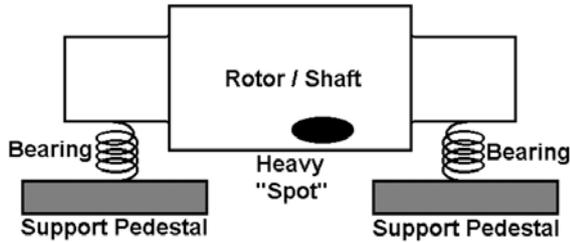
상기의 기계 문제 목록이 전체를 나타내지는 못하지만 진동 감시와 분석을 통해 발견할 수 있는 일부 기계 문제를 명시합니다. 진동 감시 체제를 도입한 대부분의 공장은 불시 정지에 의한 생산 손실 최소화, 유지/보수 비용 절감 및 설비 가용성 향상에 대한 결과를 도출하였습니다.

3. 공정용 4-20mA 전원 공급형 센서

공정용 센서들은 통상 4-20mA 장치로 인식됩니다. 왜 그럴까요? 다른 전류 출력이나 전압과 같은 신호를 사용하지 않을까요? 여기에는 상당히 많은 이유와 긴 역사를 가지고 있습니다. 가장 단순한 답으로는 “VHS” 방식과 “Beta” 방식의 비디오 형식이 될 수 있습니다. 4-20mA 센서는 대부분의 경우에 적용하는데 문제가 없습니다. 이것이 가장 단순한 답변이 될 수 있을 것입니다.

일반적으로 센서는 전압과 전류 형태로 동작할 수 있습니다. 전압 신호 전송을 사용하는 경우 “Stray Electro-Magnetic Interference, EMI”에 대한 상당한 고려가 필요합니다. 전기장과 자기장은 근접한 두 전선 사이에서 서로 영향을 미칩니다. 두 가닥의 전선을 꼬아서 사용하는 경우, EMI 효과가 양쪽 케이블에 동일하게 발생하여 현상을 완화시킬 수 있습니다. 두 전선에 발생하는 영향이 동일하므로 상호간의 전위차는 거의 0으로 나타납니다. 차폐를 시킬 경우 전자기장의 영향은 매우 감소될 수 있습니다.

그러나 이러한 방법을 사용하더라도 그 영향을 감소시키는 것이지 제거할 수는 없습니다. 대형 전동기는 전류 서지를 생성하며, 강한 전기장을 형성합니다. 전원 공급용 장치들도 이러한 현상을 발생시킵니다.



그림상에서 단순한 스프링-질량 시스템에 편심을 가진 캠과 같이 힘을 작용합니다. 1차적인 불균형력은 사인파 형태의 진동을 만들어 낼 것입니다. 회전축은 베어링에 의해 고정됩니다. 기계의 회전축은 회전하므로 회전하는 속도에 비례하여 반복적으로 작용합니다. 이러한 반복적인 진동은 “주기”를 가지며, 이에 대한 관심이 필요합니다.

기계의 베어링도 회전축의 진동을 기계의 기초로 전달할 때, 스프링-질량 시스템과 같이 동작합니다. 베어링은 일정한 크기의 강성을 가지고 있고 축의 움직임을 허용하고 있습니다. 회전축의 힘은 불균형력에 의해 생성되며, 베어링 하우징을 통해 전달됩니다. 결과적으로 기계의 케이싱에 설치된 진동 센서를 통해 회전체에서 발생된 진동을 간접적으로 측정할 있습니다. 측정된 진동 신호를 오실로스코프나 스펙트럼 분석기를 통해 관측해 보면 사인파형으로 나타나는 것을 알 수 있습니다.

결론적으로, 모든 기계가 진동하는 원인은 회전축에 내재된 불균형력에 기인합니다. 불균형력은 원심력으로 변환되고 베어링으로 전달됩니다. 베어링은 이러한 힘을 움직임으로 변환하는데 그 이유는 베어링 하우징과 지지 구조물 상에서 강성을 가지고 있기 때문입니다. 최종적인 움직임은 지진계식 센서를 통해 측정될 수 있습니다.

물론 다른 기계 구성 요소 또는 조립과 관련된 요인도 있을 수 있으며, 다음과 같은 요인이 있습니다.

- 축의 오정렬
- 기계의 내부 오정렬
- 베어링 마멸
- 베어링 부품 손상
- 회전자와 공극 문제

- 기어 손상
- 커플링 손상
- 기계적 이완
- 벨트 구동 문제 등

상기의 기계 문제 목록이 전체를 나타내지는 못하지만 진동 감시와 분석을 통해 발견할 수 있는 일부 기계 문제를 명시합니다. 진동 감시 체제를 도입한 대부분의 공장은 불시 정지에 의한 생산 손실 최소화, 유지/보수 비용 절감 및 설비 가용성 향상에 대한 결과를 도출하였습니다.

3. 공정용 4-20mA 전원 공급형 센서

공정용 센서들은 통상 4-20mA 장치로 인식됩니다. 왜 그럴까요? 다른 전류 출력이나 전압과 같은 신호를 사용하지 않을까요? 여기에는 상당히 많은 이유와 긴 역사를 가지고 있습니다. 가장 단순한 답으로는 “VHS” 방식과 “Beta” 방식의 비디오 형식이 될 수 있습니다. 4-20mA 센서는 대부분의 경우에 적용하는데 문제가 없습니다. 이것이 가장 단순한 답변이 될 수 있을 것입니다.

일반적으로 센서는 전압과 전류 형태로 동작할 수 있습니다. 전압 신호 전송을 사용하는 경우 “Stray Electro-Magnetic Interference, EMI”에 대한 상당한 고려가 필요합니다. 전기장과 자기장은 근접한 두 전선 사이에서 서로 영향을 미칩니다. 두 가닥의 전선을 꼬아서 사용하는 경우, EMI 효과가 양쪽 케이블에 동일하게 발생하여 현상을 완화시킬 수 있습니다. 두 전선에 발생하는 영향이 동일하므로 상호간의 전위차는 거의 0으로 나타납니다. 차폐를 시킬 경우 전자기장의 영향은 매우 감소될 수 있습니다.

그러나 이러한 방법을 사용하더라도 그 영향을 감소시키는 것이지 제거할 수는 없습니다. 대형 전동기는 전류 서지를 생성하며, 강한 전기장을 형성합니다. 전원 공급용 장치들도 이러한 현상을 발생시킵니다.

센서가 전류 방식의 신호 전송을 사용하면, EMI에 의한 현상을 효과적으로 제거할 수 있습니다. 쌍을 이룬 케이블이 EMI 필터 내에서 상당한 전압을 생성하지만 전류를 생성하는 것은 매우 어렵습니다. 이런 이유로, 전류 신호 전송 방식의 센서는 전기적 노이즈가 최소화되어야 하는 환경에서 선호됩니다. 회로 내에서 접촉과 관련된 문제가 있는 경우 접촉 저항은 변경되고 전압에 근거한 회로들은 심각한 노이즈 문제에 직면하게 됩니다. 그러나 전류에 근거한 회로들은 저항 변화에 그다지 민감하지 않습니다.

0-1 Volt, 0-5 Volt, 0-10 Volt 또는 1-5Volt 전압 범위는 전압에 근거한 센서들이 사용합니다. 전류에 근거한 센서들은 0-20mA, 4-20mA 및 10-50mA를 사용합니다. 전압 신호 전송 방식의 센서들은 노이즈에 매우 민감함으로 장거리 신호 전송에는 사용되지 않습니다. 단거리 신호 전송과 노이즈에 대한 완벽한 대책을 가지 경우에는 전압 방식의 센서를 사용할 수 있습니다. 장거리 케이블 포설은 자체적으로 노이즈를 생성하는 장치로 동작합니다. 전류 신호 전송 방식은 더 긴 거리까지 신호를 전송할 수 있습니다. 이유는 폐회로 내에서의 전류는 전기적인 장비에 대해서만 영향을 받기 때문입니다.

0-20mA 출력을 사용하는 센서는 전원을 분리하여 사용해야 합니다. 만약 0 신호 출력을 나타낼 때 0mA 전류를 의미함으로 전원을 다른 장치에서 공급하여야 합니다. 4-20mA나 10-50mA 회로는 0 신호 출력을 나타낼 때 더 작은 전류를 소모함으로 회로가 이를 인지할 수 있습니다. 센서가 3mA 이하로 동작할 수 있다면, "Residual" 폐회로 구성으로 동작할 수 있습니다.

센서로 공급되는 어떤 전압이 가능하지만, 24V DC가 거의 표준으로 사용됩니다. 그 이유는 무엇일까요? 몇 년 전 직류 전원은 교류 전원에 비해 위험한 것이 확인되었습니다. 토마스 에디슨은 직류 전원을 고유의 안전성을 가진 것으로 생각하는 옹호자였습니다. 사실, 에디슨은 최초로 교류를 전원으로 하는 사형용 전기 의자를 고안한 사람입니다. 직류를 전원으로 사용하고자 하는 주장을 위해 교류의

위험성을 알리는 이 장치는 활용되었습니다. 그러나 실제로 교류 전원은 발전과 송배전 분야에서 표준으로 채택되었습니다.

직류 전압이 50Volt를 초과하거나 교류가 30Volt RMS를 초과하는 경우 생명에 위협이 될 수 있습니다. 예를 들어, 일반적인 전화기는 50V DC보다 약간 낮은 전압이 교환기로부터 공급됩니다. 수화기를 들었을 때 약 48V DC가 전화선에 인가됩니다. 대부분의 사람들은 이러한 전화가 방폭지역에 설치되는 것을 간과하는 경향이 있습니다.

직류 전원으로 동작하는 회로가 축전지로부터 전원을 공급 받으면서 빈번히 동작한다면 점점 충전됩니다. 납 축전지는 셀 전압을 가지고 있는데 통상 2Volt입니다. 자동차용이나 선박용 납 축전지는 6, 12, 24 Volt로 여러가지 입니다. 직류를 공급하는 납 축전지의 최대 전압은 24V DC입니다. 결과적으로 전압으로 사용되는 24V DC가 위험하지 않는 회로를 구성하는데 사용됩니다.

측정 범위가 중요한 장치에서는 10-50mA 장치가 4-20mA 장치보다 더 넓은 측정 범위를 제공합니다. 그런데 왜 4-20mA가 10-50mA 출력을 제공하는 장치보다 더 많이 사용되었을까요? 이에 대한 답은 각 회로를 구성하는 데서 찾을 수 있습니다. 아날로그나 디지털 시스템을 사용할 때, 측정값으로 전압을 사용하는 것이 필수적입니다. 아날로그 측정기는 전압에 대해 저항을 연결한 후 전류를 측정합니다. 오옴의 법칙을 적용하면 전력은 전류의 제곱에 전압을 곱하여 구할 수 있습니다. ($P=I^2R$) 또한, 전압은 전류에 저항을 곱하여 구할 수 있습니다. ($V=IR$)

측정 시스템에서 최대 5V DC 입력을 가지는 아날로그 장치나 디지털 시스템을 사용하는 경우, 5V DC에 대한 전압을 전류로 변환하여야 합니다. 오옴의 법칙을 적용하여 20mA에 대해서는 250ohm을, 50mA에 대해서는 100ohm을 사용합니다. 그러나 저항에서의 전력 손실을 고려해 보면 250ohm의 경우에는 0.1watt, 100ohm의 경우에는 0.25watt가 필요합니다. 4-20mA 신호 전송에 사용되는 250ohm 저항은 1/4watt 저항이 될 수 있으나

10-50mA에 사용되는 100ohm 저항은 1watt 저항이 됩니다. 이러한 전력 소모는 최대치의 2배 이상이 사용되고 더 많은 열을 발생시킵니다. 또한, 10-50mA용 센서의 전원공급장치는 4-20mA용 시스템보다 최대 2배의 전류를 소모합니다.

상기와 같은 이유로 4-20mA 전류 폐회로가 사실상 산업용 표준이 되었습니다. 이것은 어떤 기구에서 표준으로 명시한 것이 아닙니다. 이것은 상당히 긴 시간 개발되었고 많은 사용자들이 사용함으로써 최적화되었고 장치비와 설치비는 최소화되었습니다. 24V DC를 폐회로 전원으로 사용한 것도 안전과 방폭에 대한 고려로 실제적인 표준으로 자리매김 하였습니다.

4. 국제 표준 기구 [International Standards Organization, ISO 10816-1:1995(E)]

국제 표준 기구에서는 ISO 10816, “기계진동 – 비회전부에서의 측정에 의한 기계 진동의 평가”를 제정하였습니다. 이것은 다년간의 경험을 근거로 하여 기계 진동 전문가에 의해 작성되었습니다. ISO 10816-1은 기계의 외함에서 측정된 진동에만 국한되어 있습니다.

ISO 10816은 기존의 진동 규격인 ISO 2372와 VDI 2056을 대체합니다. 모든 규격은 회전 기계의 감시에서 얻었던 경험에 근간을 두고 있습니다. 현재 표준인 ISO 10816은 진동 평가 영역, 기계의 크기 및 기계의 설치 방법 등에 근거하여 정의되었습니다.

진동 평가 영역은 기계의 외함에서 측정된 진동을 심각도로 분류하는데 사용합니다. 기계 진동의 측정은 통상 기계 상태 평가에 대한 기준으로 속도를 사용합니다. 경험적으로나 이론적으로 속도는 외함에서 측정하는 방법론을 사용할 때 회전기계의 상태를 나타내는데 가장 효과적입니다.

ISO 10816-1:1995(E) 5.3.1에는 다음과 같이 명시되어 있습니다.

Zone A: The vibration of newly commissioned machines would normally fall within this zone.

Zone B: Machines with vibration within this zone are normally considered acceptable for unrestricted long-term operation.

Zone C: Machines with vibration within this zone are normally considered unsatisfactory for long term continuous operation. Generally, the machine may be operated for a limited period in this condition until a suitable opportunity arises for remedial action.

Zone D: Vibration values within this zone are normally considered to be of sufficient severity to cause damage to the machine.

각 영역에 대한 의미는 다음과 같이 해석될 수 있습니다.

Zone A Good

Zone B Acceptable

Zone C Unsatisfactory

Zone D Unacceptable

기계의 크기에 따라 구분될 수 있으며, 설치 조건에 따라서도 구분됩니다. 경험과 이론적으로 작은 기계는 일반적으로 더 낮은 진동 수준을 가져야 합니다. 회전체가 가볍고 더 작은 불균형력을 생성합니다. 결과적으로 작은 기계는 큰 기계에 비해 더 낮은 진동 허용치를 가집니다.

Class I

Individual parts of engines and machines, integrally connected to the complete machine in its normal operating condition. (Production electrical motors of up to 15 kW are typical of machines in this category.)

Class II

Medium-sized machines (typically electrical motors with 15 kW to 75 kW output) without special foundations, rigidly mounted engines or machines (up to 300 kW) on special foundations.

Class III

10-50mA에 사용되는 100ohm 저항은 1watt 저항이 됩니다. 이러한 전력 소모는 최대치의 2배 이상이 사용되고 더 많은 열을 발생시킵니다. 또한, 10-50mA용 센서의 전원공급장치는 4-20mA용 시스템보다 최대 2배의 전류를 소모합니다.

상기와 같은 이유로 4-20mA 전류 폐회로가 사실상 산업용 표준이 되었습니다. 이것은 어떤 기구에서 표준으로 명시한 것이 아닙니다. 이것은 상당히 긴 시간 개발되었고 많은 사용자들이 사용함으로써 최적화되었고 장치비와 설치비는 최소화되었습니다. 24V DC를 폐회로 전원으로 사용한 것도 안전과 방폭에 대한 고려로 실제적인 표준으로 자리매김 하였습니다.

4. 국제 표준 기구 [International Standards Organization, ISO 10816-1:1995(E)]

국제 표준 기구에서는 ISO 10816, “기계진동 – 비회전부에서의 측정에 의한 기계 진동의 평가”를 제정하였습니다. 이것은 다년간의 경험을 근거로 하여 기계 진동 전문가에 의해 작성되었습니다. ISO 10816-1은 기계의 외함에서 측정된 진동에만 국한되어 있습니다.

ISO 10816은 기존의 진동 규격인 ISO 2372와 VDI 2056을 대체합니다. 모든 규격은 회전 기계의 감시에서 얻었던 경험에 근거를 두고 있습니다. 현재 표준인 ISO 10816은 진동 평가 영역, 기계의 크기 및 기계의 설치 방법 등에 근거하여 정의되었습니다.

진동 평가 영역은 기계의 외함에서 측정된 진동을 심각도로 분류하는데 사용합니다. 기계 진동의 측정은 통상 기계 상태 평가에 대한 기준으로 속도를 사용합니다. 경험적으로나 이론적으로 속도는 외함에서 측정하는 방법론을 사용할 때 회전기계의 상태를 나타내는데 가장 효과적입니다.

ISO 10816-1:1995(E) 5.3.1에는 다음과 같이 명시되어 있습니다.

Zone A: The vibration of newly commissioned machines would normally fall within this zone.

Zone B: Machines with vibration within this zone are normally considered acceptable for unrestricted long-term operation.

Zone C: Machines with vibration within this zone are normally considered unsatisfactory for long term continuous operation. Generally, the machine may be operated for a limited period in this condition until a suitable opportunity arises for remedial action.

Zone D: Vibration values within this zone are normally considered to be of sufficient severity to cause damage to the machine.

각 영역에 대한 의미는 다음과 같이 해석될 수 있습니다.

Zone A Good

Zone B Acceptable

Zone C Unsatisfactory

Zone D Unacceptable

기계의 크기에 따라 구분될 수 있으며, 설치 조건에 따라서도 구분됩니다. 경험과 이론적으로 작은 기계는 일반적으로 더 낮은 진동 수준을 가져야 합니다. 회전체가 가볍고 더 작은 불균형력을 생성합니다. 결과적으로 작은 기계는 큰 기계에 비해 더 낮은 진동 허용치를 가집니다.

Class I

Individual parts of engines and machines, integrally connected to the complete machine in its normal operating condition. (Production electrical motors of up to 15 kW are typical of machines in this category.)

Class II

Medium-sized machines (typically electrical motors with 15 kW to 75 kW output) without special foundations, rigidly mounted engines or machines (up to 300 kW) on special foundations.

Class III

이러한 평가 영역 및 기계의 종류를 종합하여, ISO 10816-1은 일반적인 진동 허용치에 대한 도표를 정의하였습니다.

Table I – Typical zone boundary limits

Vibration Velocity in/sec. peak (mm/sec. r.m.s.)	Class I < 20 HP	Class II 20 to 100 HP	Class III > 100 HP typ. rigid rotor	Class IV > 100 HP typ. flexible rotor	
2.5 (45)	D	D	D	D	
1.6 (28)				C	
1.0 (18)			C	B	B
0.63 (11.2)					A
0.4 (7.1)	C	B	A	A	
0.25 (4.5)					
0.16 (2.8)					
0.1 (1.8)					
0.063 (1.12)	B	A	A	A	
0.04 (0.71)					
0.025 (0.45)					
0.016 (0.112)	A	A	A	A	

왼쪽 행은 허용치와 관련된 진동 수준을 나타냅니다. ISO 10816-1은 mm/s 단위에 대해서는, 실효치 (r.m.s) 값을 전체 진동 구간에 대해 사용합니다. 괄호로 표시된 부분입니다. 일반적으로 in/sec, peak 도 명시되어 있습니다. in/sec, peak 단위는 미국에서 진동 측정 및 평가에 일반적으로 사용되는 단위입니다.

Table I에서 주어진 값은 전체 진동 수준을 나타냅니다. 그러나 전체 진동 수준은 특정 주파수 범위에서 측정되어야 합니다. ISO 10816-1에서는 이에 대한 지침도 제공하고 있습니다. ISO 10816-1:1995(E) 3.1.1에 다음과 같이 기술되어 있습니다.

The frequency range of vibration shall be broad band, so that the frequency spectrum of the machine is adequately covered.

The frequency range will depend on the type of machine being considered (e.g. the frequency range necessary to assess the integrity of rolling element bearings should include frequencies higher than those on machines with fluid film bearings only).

Guidelines for instrumentation frequency ranges for specific machine classes will be given in the appropriate parts of ISO 10816.

NOTE 1 In the past, vibration severity was often related to broad-band vibration velocity [mm/s (r.m.s.)] in the range 10 Hz to 1 000 Hz. However, different frequency ranges and measurement

quantities may apply for different machine types.

주파수 범위에 대한 지침은 진동 측정의 역사를 통해 정해졌습니다. IRD 544 진동 측정기는 초기에 지진계식 속도 센서를 이용하여 진동을 측정하는데 많이 사용되었습니다. 지진계식 속도 센서는 내부에 영구자석이 있고 주변에 코일이 움직일 수 있는 구조를 가지고 있어 영구 자석의 자속을 자르는 속도에 비례하여 전압 출력이 발생합니다. 영구 자석의 자속을 자르는 속도는 진동과도 비례하므로 진동은 출력 전압과 비례합니다. IRD 544 센서의 측정 범위는 통상 10Hz에서 1,000Hz까지였으며, 측정 오차는 ±10%였습니다.

5. 기타 진동 평가 기준

대부분의 회전 기계는 축의 회전속도에 해당하는 진동 성분을 가장 많이 생성합니다. 축의 회전속도는 통상 “1회전당 1회” 혹은 “1X”라고 칭합니다. 회전수에 2배 주파수는 “2X”, 3배 주파수는 “3X” 등으로 칭합니다.

예를 들어, 완벽한 전동기가 부하 없이 운전되고 있을 때, 1X 진동만 나타날 것입니다. 다른 주파수 성분이 발생할 수 있는 요인이 없습니다. 1X 진동이 발생하는 것은 모터의 회전자에 존재하는 불평형 성분을 완벽히 제거하는 것은 불가능하기 때문입니다. 잔존하고 있는 불평형 성분은 항상 1X 진동을 생성시킵니다.

기계에 구름요소 베어링 (Rolling Element, Anti-friction)이 설치된 경우에는 기계에 설치된 베어링 내에 간극이 없어야 합니다. 구름 요소들의 마모는 간극을 증대시킵니다. 베어링 간극은 축의 불균형과 조합되어 더 높은 진동을 발생시킵니다. 발생하는 진동 성분은 1X와 더불어 2X, 3X 등의 성분이 조합되어 더 큰 전체 진동을 발생시킵니다. 또한, 베어링 고장과 관련된 주파수 성분이 진동 에너지에 조합되어 높은 진동을 나타내는 원인이 됩니다.

4-20mA 진동 센서는 기계의 문제를 진단하는 데이터를 제공하도록 설계되지 않았습니다. 단지 전체

진동 분석 전문가는 전체 진동 경향이 기계에 문제가 발생하였을 정도로 심각한 경우 정밀한 분석 작업을 수행합니다. 기계 정비 요원 또는 기계 엔지니어들은 기계의 정비 이력과 기계 특성을 잘 알고 있으므로 진동이 증가하는 원인을 분석할 수 있을 것입니다.

5.1 고진동의 기계

ISO 규격에서 명시한 진동 크기보다 높은 진동을 나타내는 기계에 대해서 어떤 조치를 취할 수 있습니까?

ISO 규격에서 명시한 평가 기준에서 경계선은 2.5배의 비율을 가지고 있습니다. 즉, “A영역” 경계치와 “B영역” 경계치 간에는 2.5배라는 의미입니다. 예를 들어 “Class III” 기계에 대해 적용해 볼 때, “Good” 영역은 0.1 in/sec이며, “Good”과 “Acceptable”의 경계는 0.25 in/sec가 되며, “Acceptable”과 “Unsatisfactory”의 경계는 0.63 in/sec가 되는 식입니다.

ISO10816-1 표준이 좋은 지침을 제공하지만, 일부 기계 관리자들은 기계 분류와 경보치를 따르지 않을 것입니다. 또한, 일부 기계들은 ISO 규격에서 규정한 경보치를 상회하는 진동 상태로 항상 운전되는 기계에 대해서도 마찬가지입니다. 냉각탑 내의 팬과 기어박스가 견고하게 고정되지 않는 경우가 이러한 예가 될 수 있습니다. 견고하지 않은 기계 설치의 기계의 크기에 비해 더 높은 케이싱 진동을 나타냅니다. 기어박스의 지지 구조가 기어박스의 무게에 대비하여 충분한 강성을 가지고 있는 경우라도 팬의 불균형력에 의한 흔들림에 의해서도 발생할 수 있습니다. 다시 말하면, 팬의 날개에서 발생하는 불균형력이 기어 박스 지지대를 흔드는 경우에 그 크기가 작을 때는 특별한 조치가 필요하지 않습니다.

이해할 필요가 있는 한가지 점은 진동의 “기본 수준”입니다. 기계들은 동일해 보일 수 있으나 사람과 마찬가지로 각각의 특성을 가지고 있고 다른 진

동을 나타냅니다. 기계를 완벽하게 밸런싱을 한 경우에도 서로 다른 진동을 나타냅니다. 심한 경우에는 그 기본 크기가 2~3배가 될 수도 있습니다. 진동 분석 전문가들은 이러한 현상에 대해 잘 이해하고 있습니다. 각 기계의 진동은 개별적인 “기본 수준”에서부터 경향 데이터를 구축할 수 있습니다. 이러한 “기본 수준”은 일정 기간 일정 운전 조건에서 동일하게 나타나는 경우 정비 요원들과 협의하여 그 값을 결정할 수 있습니다.

ISO 지침이 적절한 경우나 그렇지 않은 경우나 기계 관리자들은 경보치를 설정하여야 합니다. 이때, 영역과 경계의 관계는 도움이 될 것입니다. 각 영역 간의 경계점은 2.5배의 관계에 있는 지침을 활용하여 진동 변화에 따른 경보치를 설정할 수 있습니다.

예를 들어, “Class II” 기계에서 “기본 수준”이 0.2 in/sec로 결정되었다고 합시다. ISO 규격에서 제시한 지침보다 높은 진동을 기록하고 있는 여러가지 설치 여건과 운전 조건이 있을 수 있습니다. 그러나 이 기계는 향후 몇 년간 운전되어야 하며, 어떤 사람도 불시에 정지되어 생산에 영향을 주기를 원하지 않을 것입니다. 어떤 사람도 기계의 진동이 0.4 in/sec로 증가하여 기계가 정지되는 것을 원하지 않을 것입니다. 진동 수준이 두 배로 증가하였으나 이것이 비정상적이거나 매우 위험한 상태를 나타내는 것은 아닙니다. 이러한 경우 어떤 경보치가 가장 적절할까요?

위에서 언급한 경계치 간의 배수 관계를 적용하여 그 크기를 증가하여 결정합니다. 그 값을 3으로 설정하면 기계는 0.6 in/sec가 되었을 때 설비 관리자들에게 이상 유무를 알려 주어 정비를 계획하도록 합니다. 그러나 경보치를 결정하는 것은 경험치와 정확한 판단이 요구되는 중요한 작업임을 유념하여야 합니다.

5.2 불필요한 경보

4-20mA 진동 센서를 사용하는 기계 관리자들은

진동 분석 전문가는 전체 진동 경향이 기계에 문제가 발생하였을 정도로 심각한 경우 정밀한 분석 작업을 수행합니다. 기계 정비 요원 또는 기계 엔지니어들은 기계의 정비 이력과 기계 특성을 잘 알고 있으므로 진동이 증가하는 원인을 분석할 수 있을 것입니다.

5.1 고진동의 기계

ISO 규격에서 명시한 진동 크기보다 높은 진동을 나타내는 기계에 대해서 어떤 조치를 취할 수 있습니까?

ISO 규격에서 명시한 평가 기준에서 경계선은 2.5 배의 비율을 가지고 있습니다. 즉, “A영역” 경계치와 “B영역” 경계치 간에는 2.5배라는 의미입니다. 예를 들어 “Class III” 기계에 대해 적용해 볼 때, “Good” 영역은 0.1 in/sec이며, “Good”과 “Acceptable”의 경계는 0.25 in/sec가 되며, “Acceptable”과 “Unsatisfactory”의 경계는 0.63 in/sec가 되는 식입니다.

ISO10816-1 표준이 좋은 지침을 제공하지만, 일부 기계 관리자들은 기계 분류와 경보치를 따르지 않을 것입니다. 또한, 일부 기계들은 ISO 규격에서 규정한 경보치를 상회하는 진동 상태로 항상 운전되는 기계에 대해서도 마찬가지입니다. 냉각탑 내의 팬과 기어박스가 견고하게 고정되지 않는 경우가 이러한 예가 될 수 있습니다. 견고하지 않은 기계 설치의 기계의 크기에 비해 더 높은 케이싱 진동을 나타냅니다. 기어박스의 지지 구조가 기어박스의 무게에 대비하여 충분한 강성을 가지고 있는 경우라도 팬의 불균형력에 의한 흔들림에 의해서도 발생할 수 있습니다. 다시 말하면, 팬의 날개에서 발생하는 불균형력이 기어 박스 지지대를 흔드는 경우에 그 크기가 작을 때는 특별한 조치가 필요하지 않습니다.

이해할 필요가 있는 한가지 점은 진동의 “기본 수준”입니다. 기계들은 동일해 보일 수 있으나 사람과 마찬가지로 각각의 특성을 가지고 있고 다른 진

동을 나타냅니다. 기계를 완벽하게 밸런싱을 한 경우에도 서로 다른 진동을 나타냅니다. 심한 경우에는 그 기본 크기가 2~3배가 될 수도 있습니다. 진동 분석 전문가들은 이러한 현상에 대해 잘 이해하고 있습니다. 각 기계의 진동은 개별적인 “기본 수준”에서부터 경향 데이터를 구축할 수 있습니다. 이러한 “기본 수준”은 일정 기간 일정 운전 조건에서 동일하게 나타나는 경우 정비 요원들과 협의하여 그 값을 결정할 수 있습니다.

ISO 지침이 적절한 경우나 그렇지 않은 경우나 기계 관리자들은 경보치를 설정하여야 합니다. 이때, 영역과 경계의 관계는 도움이 될 것입니다. 각 영역간의 경계점은 2.5배의 관계에 있는 지침을 활용하여 진동 변화에 따른 경보치를 설정할 수 있습니다.

예를 들어, “Class II” 기계에서 “기본 수준”이 0.2 in/sec로 결정되었다고 합시다. ISO 규격에서 제시한 지침보다 높은 진동을 기록하고 있는 여러가지 설치 여건과 운전 조건이 있을 수 있습니다. 그러나 이 기계는 향후 몇 년간 운전되어야 하며, 어떤 사람도 불시에 정지되어 생산에 영향을 주기를 원하지 않을 것입니다. 어떤 사람도 기계의 진동이 0.4 in/sec로 증가하여 기계가 정지되는 것을 원하지 않을 것입니다. 진동 수준이 두 배로 증가하였으나 이것이 비정상적이거나 매우 위험한 상태를 나타내는 것은 아닙니다. 이러한 경우 어떤 경보치가 가장 적절할까요?

위에서 언급한 경계치 간의 배수 관계를 적용하여 그 크기를 증가하여 결정합니다. 그 값을 3으로 설정하면 기계는 0.6 in/sec가 되었을 때 설비 관리자들에게 이상 유무를 알려 주어 정비를 계획하도록 합니다. 그러나 경보치를 결정하는 것은 경험치와 정확한 판단이 요구되는 중요한 작업임을 유념하여야 합니다.

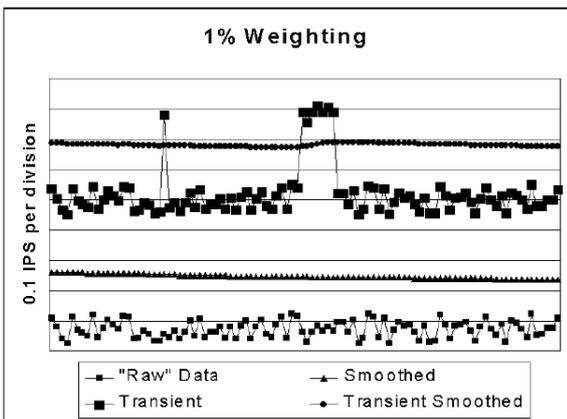
5.2 불필요한 경보

4-20mA 진동 센서를 사용하는 기계 관리자들은

불필요한 경보가 너무 많이 발생한다고 불평합니다. 여기에는 여러가지 이유가 있을 수 있습니다. 갑작스런 높은 진동이 발생하였을 경우에도 이러한 현상이 발생합니다. 원인으로서는 신호 차폐나 접지에 이상이 발생하거나 운전 조건의 급격한 변화가 있을 수 있습니다. 예를 들어 지게차가 기계를 건드리거나 기계가 설치된 기초 근처에 충격을 주었을 경우에 짧은 시간이지만 높은 진동이 기록됩니다.

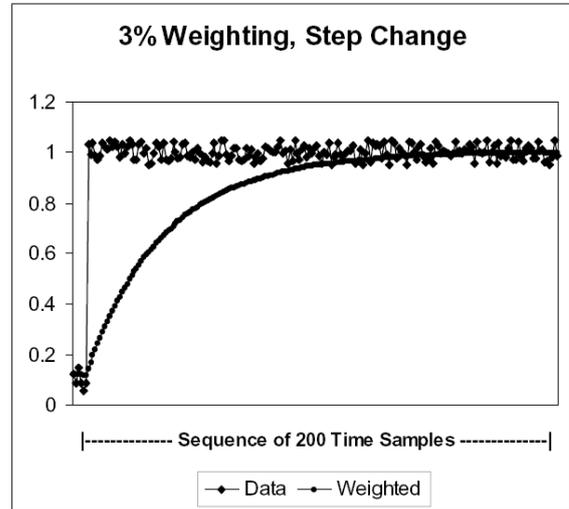
이러한 현상을 최소화할 수 있는 한 가지 방법으로는 진동을 평균화하여 지시하는 것입니다. 그러나 많은 진동 측정치들을 평균화하는 것은 실용적이지 못할 수도 있습니다. 또 다른 방법은 새로 측정된 값에 일정한 비율을 적용하여 기존의 평균값에 산술적으로 더하여 평균화하는 것입니다. 예를 들어, 기존 평균치에는 99%를 적용하고 새로 측정된 값에는 1%를 적용하여 산술적으로 더하면 최종값이 산출됩니다. 이것은 1% 비중치라고 볼 수 있습니다. 이러한 기법은 초기에는 경보를 발생하지 않을 수 있으나 500회 이상의 데이터 측정 후에는 충분히 그 결과가 변경됩니다.

다음 그림은 데이터가 경향에 어떤 영향을 미치는지를 나타내고 있습니다. 아래의 두 경향은 1% 비중치가 적용된 것으로 급격한 경향 변화가 발생하지 않지만 실제 진동과 유사한 경향을 나타냅니다. 위쪽의 두 경향은 실측치를 경향으로 표시한 것으로 6개의 측정치는 경보치를 상회하는 값으로 기록되어 있습니다.



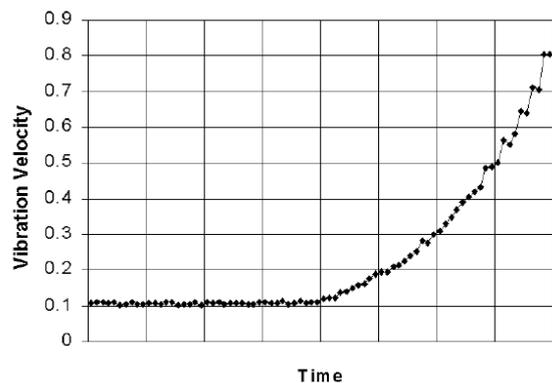
새로 수집된 데이터가 더 많은 영향을 주고 빠른

수렴성을 원한다면 비중치를 1%에서 3%로 조정하면 됩니다. 이러한 경우에는 약 100회의 측정 후에는 그 값이 현재 측정값과 유사하게 조정될 수 있습니다.



5.3 진동 증가 비율

ISO10816-1 규격은 절대 진동을 측정에 대해서만 고려되었습니다. 앞서 설명된 그림에서 설명된 것과 같이 기계가 ISO 규격에서 명시한 것과 달리 좋지 않은 경향을 나타내는 경우도 있습니다.



ISO 규격에서 진동 경향이 증가하는 비율에 대해서는 고려하지 않고 단지 현재 측정치에 대해서만 고려하고 있습니다. 진동 경향치의 증가 비율은 기계 상태를 평가하는데 유용한 정보가 될 수 있습니다.

기계가 기계적인 문제를 가지고 있는 경우 진동은 증가할 것입니다. 이러한 진동의 증가는 기계적 손상이 진행되는 것과 비례하여 나타납니다.

일정 기간 동안의 진동 증가 비율을 관측하면 허용된 진동 경보치까지 증가하는데 걸리는 시간을 추정할 수 있습니다. PLC나 DCS에 이러한 경향 그래프를 분석할 수 있는 알고리즘을 프로그래밍하면 더욱 효과적인 설비 관리가 가능합니다. 그러나 통상적으로 이러한 기능은 잘 사용되지 않습니다.

기계의 전체 진동이 “기본 수준”의 2배로 증가하였을 때, 증기 비율 또한 경향화하여 감시합니다. 이를 통해 “기본 수준”의 2배에서 3배로 증가하는데 소요되는 기간을 산출할 수 있으며, 추가적인 50%의 상승에 대한 기간을 산출하여 확인할 수 있습니다. “기본 수준”의 3배는 기 설정한 경보치에 해당합니다. 진동 증가 비율 경향을 통해 경보치 도달 기간을 산출하고 진동의 심각성을 미리 파악할 수 있습니다.

ISO10816-1에서 명시한 “Good”과 “Unacceptable”의 경계는 “기본 수준”의 6배가 됩니다. 전체 진동이 3배 정도로 증가하고 지속적으로 증가하는 상태에 있을 때, 2배에서 3배로 증가하는데 1개월 이내가 경과하였다면 이는 즉각적인 기계 정비를 고려하여야 합니다. 진동이 “기본 수준”의 2배에서 3배로 증가하는데 걸리 시간의 2배 이내에서 기계의 심각한 손상을 방지하기 위해 정비 작업을 실시하는 것이 좋습니다.

이러한 경향 분석과 경향 증가 비율에 대한 고찰은 일반적인 상식과 정확한 판단의 기준이 될 수는 없습니다. 공장의 설비운전과 정비에 대한 책임을 맡고 있는 관리자들은 고장이 발생한 기계에 대해 어떤 작업이 수행되어야 할 것인지를 가장 잘 알고 있습니다. PC420V 시리즈 센서는 설비 관리자들이 기계의 전체 진동을 감시할 수 있도록 설계되었습니다. 진동 경보치의 설정과 경향 증가 비율은 자동화된 감시 업무로 전환할 수 있습니다.

6. PC420V 시리즈 속도 변환기의 최대 측정 범위 선정

지금까지 본 지침은 ISO 규격의 진동 수준과 진동 증가 비율에 대해 살펴보았습니다. 이점을 숙지하고 있으면, PC420V 시리즈 속도 변환기의 적절한

최대 측정 범위를 선택할 수 있습니다. 이론적으로 다음 세가지 질문에 대해 쉽게 답변할 수 있을 것입니다.

6.1 정상상태에서의 기계에서 측정되는 진동은 얼마입니까?

이 값은 매우 중요한 의미를 가지는데, 일반 진동 수준에서 아주 미세한 변화를 감지하기에 충분한 해상도를 가지는 신뢰성 측정치를 제공할 수 있도록 하여야 합니다. 변환기는 일반적인 진동치가 최대 측정 범위의 10~20% 범위 내에 있는 것을 선정하여야 합니다. 예를 들어 정상 상태의 기계에서 측정되는 진동이 0.15 in/sec peak 인 경우 최대 측정 범위는 1.0 in/sec peak인 제품이 최적일 수 있습니다.

6.2 최대 허용 진동치는 얼마입니까?

기계 제작사에서 최대 진동 허용치를 제공한 경우, 이 값을 이용하여 PC420V 시리즈 속도 변환기의 최적 측정 범위 제품을 선정하는 기준으로 사용하여야 합니다. 기계 제작사에서 최대 진동 허용치를 제공하지 않은 경우에는 ISO 규격에서 제시한 기준을 적용합니다. 예를 들어, 200HP의 전동기가 강성 축인 경우 최대 허용 진동치는 0.63 in/sec peak입니다.

6.3 최대 허용 진동치 이상에서의 경향 데이터를 수집을 원하십니까?

PC420V 시리즈 속도 변환기는 최대 측정치보다 더 높은 값을 측정할 수 있는 능력을 가지고 있습니다. 다만, 사용자들이 더 많은 범위를 원할 수도 있습니다. 50HP 전동기가 날개에 균열이 발생했던 이력이 있는 송풍기를 구동할 수 있습니다. 균열이 발생하였을 때, 송풍기의 진동은 1 ~ 2 in/sec의 진동이 관측될 수 있습니다. 이 경우 속도 변환기의 최대 측정 범위를 2.0 in/sec까지 측정할 수 있도록 하여 균열이 발생한 날개의 불균형력에 대응할 수

일정 기간 동안의 진동 증가 비율을 관측하면 허용된 진동 경보치까지 증가하는데 걸리는 시간을 추정할 수 있습니다. PLC나 DCS에 이러한 경향 그래프를 분석할 수 있는 알고리즘을 프로그래밍하면 더욱 효과적인 설비 관리가 가능합니다. 그러나 통상적으로 이러한 기능은 잘 사용되지 않습니다.

기계의 전체 진동이 “기본 수준”의 2배로 증가하였을 때, 증기 비율 또한 경향화하여 감시합니다. 이를 통해 “기본 수준”의 2배에서 3배로 증가하는데 소요되는 기간을 산출할 수 있으며, 추가적인 50%의 상승에 대한 기간을 산출하여 확인할 수 있습니다. “기본 수준”의 3배는 기 설정한 경보치에 해당합니다. 진동 증가 비율 경향을 통해 경보치 도달 기간을 산출하고 진동의 심각성을 미리 파악할 수 있습니다.

ISO10816-1에서 명시한 “Good”과 “Unacceptable”의 경계는 “기본 수준”의 6배가 됩니다. 전체 진동이 3배 정도로 증가하고 지속적으로 증가하는 상태에 있을 때, 2배에서 3배로 증가하는데 1개월 이내가 경과하였다면 이는 즉각적인 기계 정비를 고려하여야 합니다. 진동이 “기본 수준”의 2배에서 3배로 증가하는데 걸리 시간의 2배 이내에서 기계의 심각한 손상을 방지하기 위해 정비 작업을 실시하는 것이 좋습니다.

이러한 경향 분석과 경향 증가 비율에 대한 고찰은 일반적인 상식과 정확한 판단의 기준이 될 수는 없습니다. 공장의 설비운전과 정비에 대한 책임을 맡고 있는 관리자들은 고장이 발생한 기계에 대해 어떤 작업이 수행되어야 할 것인지를 가장 잘 알고 있습니다. PC420V 시리즈 센서는 설비 관리자들이 기계의 전체 진동을 감시할 수 있도록 설계되었습니다. 진동 경보치의 설정과 경향 증가 비율은 자동화된 감시 업무로 전환할 수 있습니다.

6. PC420V 시리즈 속도 변환기의 최대 측정 범위 선정

지금까지 본 지침은 ISO 규격의 진동 수준과 진동 증가 비율에 대해 살펴보았습니다. 이점을 숙지하고 있으면, PC420V 시리즈 속도 변환기의 적절한

최대 측정 범위를 선택할 수 있습니다. 이론적으로 다음 세가지 질문에 대해 쉽게 답변할 수 있을 것입니다.

6.1 정상상태에서의 기계에서 측정되는 진동은 얼마입니까?

이 값은 매우 중요한 의미를 가지는데, 일반 진동 수준에서 아주 미세한 변화를 감지하기에 충분한 해상도를 가지는 신뢰성 측정치를 제공할 수 있도록 하여야 합니다. 변환기는 일반적인 진동치가 최대 측정 범위의 10~20% 범위 내에 있는 것을 선정하여야 합니다. 예를 들어 정상 상태의 기계에서 측정되는 진동이 0.15 in/sec peak 인 경우 최대 측정 범위는 1.0 in/sec peak인 제품이 최적일 수 있습니다.

6.2 최대 허용 진동치는 얼마입니까?

기계 제작사에서 최대 진동 허용치를 제공한 경우, 이 값을 이용하여 PC420V 시리즈 속도 변환기의 최적 측정 범위 제품을 선정하는 기준으로 사용되어야 합니다. 기계 제작사에서 최대 진동 허용치를 제공하지 않은 경우에는 ISO 규격에서 제시한 기준을 적용합니다. 예를 들어, 200HP의 전동기가 강성 축인 경우 최대 허용 진동치는 0.63 in/sec peak입니다.

6.3 최대 허용 진동치 이상에서의 경향 데이터를 수집을 원하십니까?

PC420V 시리즈 속도 변환기는 최대 측정치보다 더 높은 값을 측정할 수 있는 능력을 가지고 있습니다만, 사용자들이 더 많은 범위를 원할 수도 있습니다. 50HP 전동기가 날개에 균열이 발생했던 이력이 있는 송풍기를 구동할 수 있습니다. 균열이 발생하였을 때, 송풍기의 진동은 1 ~ 2 in/sec의 진동이 관측될 수 있습니다. 이 경우 속도 변환기의 최대 측정 범위를 2.0 in/sec까지 측정할 수 있도록 하여 균열이 발생한 날개의 불균형력에 대응할 수

있도록 할 수 있습니다.

만약 상기의 질문에 하나도 답변할 수 없다면, ISO 규격에서 제시한 값에 따라 PC420V 시리즈 센서의 최대 측정 범위를 선정할 수 있습니다. 100HP 이하의 작은 기계에 대해서는 통상 0.5 in/sec peak의 측정 범위를 갖는 변환기가 가장 적절합니다.

100HP 이상의 기계에 대해서는 1.0 in/sec peak의 측정 범위가 적절합니다. 특정 기계 문제와 관련된 고진동의 이력을 가진 기계에 대해서는 2.0 in/sec peak의 측정 범위를 가지는 PC420V 시리즈 속도 변환기를 선택할 것을 권고 드립니다.

7. 측정 위치

진동 측정 위치에 대한 일반적인 사항에 대해 다음과 같이 기술할 수 있습니다. “회전 요소가 구조물과 접촉하는 모든 부위에서 진동을 측정할 것”. 변환기가 설치된 위치에서 부가적으로 측정되는 값은 구조물과 관련된 문제를 추정하는데 도움이 될 수 있습니다. 예를 들어, 회전 기계를 지지하는 구조물의 공진 현상 또는 펌프에 연결된 파이프의 공진 현상 등이 있습니다.

일반적인 진동 센서의 설치 지침은 “ISO 10816-1:1995 기계 진동 - 비회전부에서의 진동 측정에 의한 기계의 평가, 파트 1: 일반 지침”에 기술되어 있습니다. 다음은 “3.2 측정 위치”에 기술된 지침입니다.

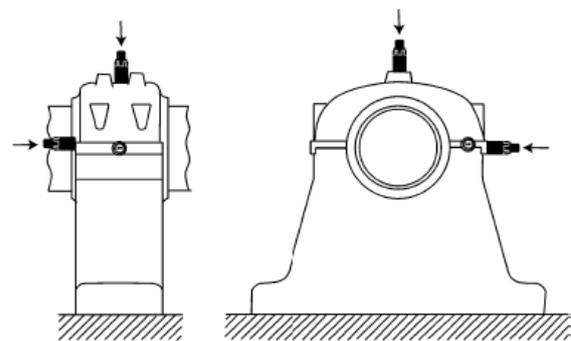
Measurements should be taken on the bearings, bearing support housing, or other structural parts which significantly respond to the dynamic forces and characterize the overall vibration of the machine.

To define the vibrational behavior at each measuring position, it is necessary to take measurements in three mutually perpendicular directions. The full complement of measurements (at each support and in three mutually perpendicular directions) is generally only required for acceptance testing. The requirement for operational monitoring is usually met by performing one or both measurements in the radial direction (i.e. normally in the horizontal-

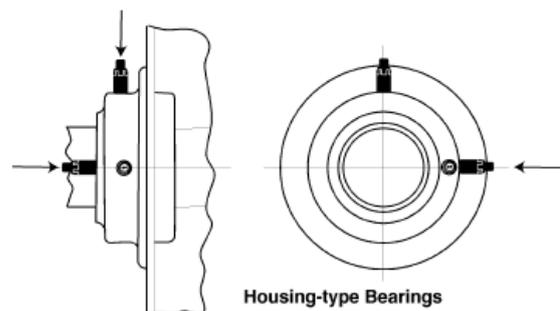
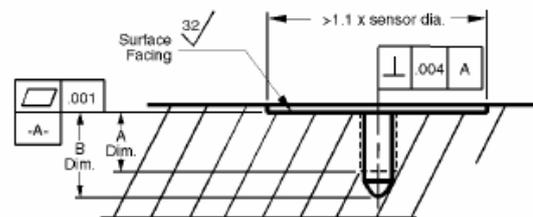
transverse and/or vertical directions). These can be supplemented by a measurement of axial vibration. The latter is normally of prime significance at thrust bearing locations where direct axial dynamic forces are transmitted.

본 지침은 회전체 진동을 베어링에서 90° 간격을 두고 반경 방향으로 2개소와 축 방향 1개소를 측정하도록 명시하고 있습니다. 이것은 또한 대부분의 진동 분석 장치 제작사와 진동 교육 과정에서도 동일하게 권고하고 있습니다.

다음 도해는 각 측정 위치에서 영구적으로 진동 센서를 설치하는 경우 완벽한 설치 위치에 대한 예를 나타냅니다.



Pedestal Bearings



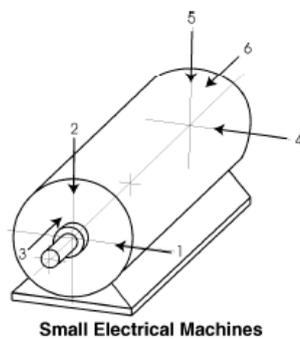
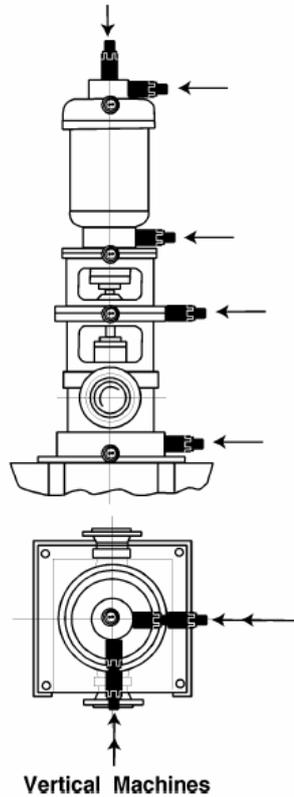
Housing-type Bearings

또한, 기계에 설치되는 센서가 최적의 상태 될 수 있도록 하는 설치 표면에 대한 가공 정도를 표시하고 있습니다.

설치 지점에 대한 표면 가공과 나사 가공용 구멍 가공은 Wilcoxon사의 **ST101, Spot-face tool**을 이용하여 동시에 가능합니다. **ST101**은 1.25 인치의 센서 설치 표면 가공과 동시에 1/4-28 나사산 생성용 구멍을 쉽게 가공할 수 있습니다. 산업용 가속도 센서의 설치와 관련된 추가적인 정보는 **Wilcoxon Research Inc.**사의 홈페이지에 게시된 **“Technical Note 21, Mounting Considerations”**을 참고하시기 바랍니다.

가장 많이 가지는 의문점 중 하나는 “각 베어링에 세 축 모두에 대해 진동 측정 센서를 설치하는 것이 반드시 필요한가?” 하는 것입니다. 일반적인 답은 “아니오” 입니다. ISO 문서에서도 운영상 필요로 하는 하나 또는 두 방향에 대해서 센서를 설치하는 것을 허용하고 있습니다.

베어링 기초에 대해 표현된 다음 도해에서, 베어링을 지지하고 있는 구조물은 수직 방향으로 최대의 강성을 가지고 있습니다. 결론적으로, 베어링에서 발생하는 최대 진동을 측정하고자 한다면 수평 방향 (반경방향)에서 최대 진동치가 측정될 것입니다. 이유는 수평 방향의 강성이 수직 방향의 강성보다



낮기 때문입니다. 일반적으로 각 베어링당 한 개의 센서가 설치되어야 한다면 지지 강성이 가장 낮은 방향으로 설치하는 것이 권고됩니다.

수직 펌프와 같이, 수직으로 고정된 설비들은 수평 방향으로는 어느 각도로나 동일한 강성을 가집니다. 결과적으로 측정치는 동일하게 나타날 것입니다. 그러나 이것은 기계의 구조와 밀접한 관련이 있으므로 기계 지지 구조를 검토하여야 합니다. 지지 구조에서 서로 동일하지 않은 경우에는 특정 방향의 진동이 더 높게 측정될 것입니다. 이러한 경우, 센서는 가장 강성이 약한 방향으로 설치되어 높은 진동치를 측정할 수 있도록 하는 것을 권고드립니다.

축 방향에 대한 진동 측정에 대해서도 의문이 있을 수 있습니다. 각 베어링 위치에서 진동을 측정하였을 경우, “모든 위치에서 축 방향 진동도 측정하여야 하는가?” 하는 것입니다. 이것이 절대적으로 필요한 것은 아니지만, 추력 베어링이 위치한 곳이나 축 방향 부하를 받는 곳에서 최소 한 개의 진동 측정을 하는 것을 권고드립니다. 특정 기계 문제는 반경 방향 보다는 축 방향으로 그 변화를 나타내는 경향이 있습니다. 이러한 진동 에너지는 축 방향 부하를 받는 베어링을 통해 기계의 케이싱에 전달되며, 이 지점이 최적의 측정 지점이 될 수 있습니다.

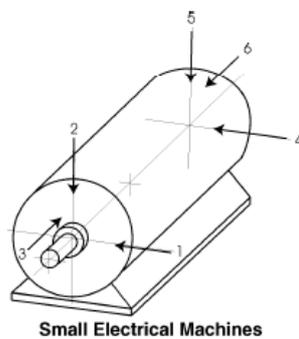
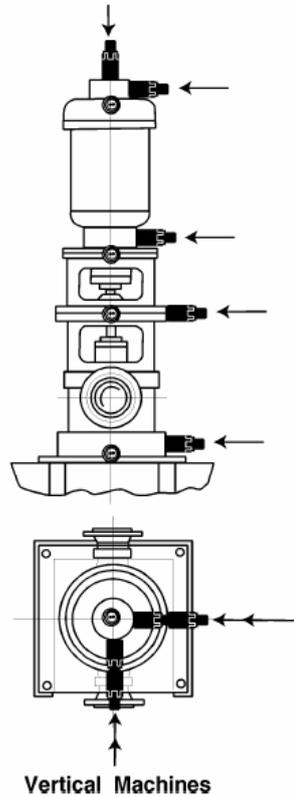
진동 측정 위치에 대한 또 다른 지침은 기계의 실제 정비 작업을 통해서 얻을 수 있습니다. 특정 기계 또는 동일한 종류의 기계가 특정 문제를 겪었던 이력이 있다면, 이러한 문제를 가장 잘 측정할 수 있는 지점에 센서를 설치하는 것을 권고드립니다. 예를 들어, 특정 모델의 펌프에서 펌프의 구동부 측 베어링에서 지속적인 문제가 발생하였다면, 구동부 측 베어링에서 반경방향의 진동을 측정하는 것이 가장 좋은 위치가 될 수 있습니다. 한 개의 센서만 설치할 수 있는 경우, 기계의 고장을 가장 잘 나타내는 위치에 설치하는 것이 최선의 선택입니다.

또한, 기계에 설치되는 센서가 최적의 상태 될 수 있도록 하는 설치 표면에 대한 가공 정도를 표시하고 있습니다.

설치 지점에 대한 표면 가공과 나사 가공용 구멍 가공은 Wilcoxon사의 **ST101, Spot-face tool**을 이용하여 동시에 가능합니다. **ST101**은 1.25 인치의 센서 설치 표면 가공과 동시에 1/4-28 나사산 생성용 구멍을 쉽게 가공할 수 있습니다. 산업용 가속도 센서의 설치와 관련된 추가적인 정보는 Wilcoxon Research Inc.사의 홈페이지에 게시된 “**Technical Note 21, Mounting Considerations**”를 참고하시기 바랍니다.

가장 많이 가지는 의문점 중 하나는 “각 베어링에 세 축 모두에 대해 진동 측정 센서를 설치하는 것이 반드시 필요한가?” 하는 것입니다. 일반적인 답은 “아니오”입니다. ISO 문서에서도 운영상 필요로 하는 하나 또는 두 방향에 대해서 센서를 설치하는 것을 허용하고 있습니다.

베어링 기초에 대해 표현된 다음 도해에서, 베어링을 지지하고 있는 구조물은 수직 방향으로 최대의 강성을 가지고 있습니다. 결론적으로, 베어링에서 발생하는 최대 진동을 측정하고자 한다면 수평 방향(반경방향)에서 최대 진동치가 측정될 것입니다. 이유는 수평 방향의 강성이 수직 방향의 강성보다



낮기 때문입니다. 일반적으로 각 베어링당 한 개의 센서가 설치되어야 한다면 지지 강성이 가장 낮은 방향으로 설치하는 것이 권고됩니다.

수직 펌프와 같이, 수직으로 고정된 설비들은 수평 방향으로 어느 각도로나 동일한 강성을 가집니다. 결과적으로 측정치는 동일하게 나타날 것입니다. 그러나 이것은 기계의 구조와 밀접한 관련이 있으므로 기계 지지 구조를 검토하여야 합니다. 지지 구조에서 서로 동일하지 않은 경우에는 특정 방향의 진동이 더 높게 측정될 것입니다. 이러한 경우, 센서는 가장 강성이 약한 방향으로 설치되어 높은 진동치를 측정할 수 있도록 하는 것을 권고드립니다.

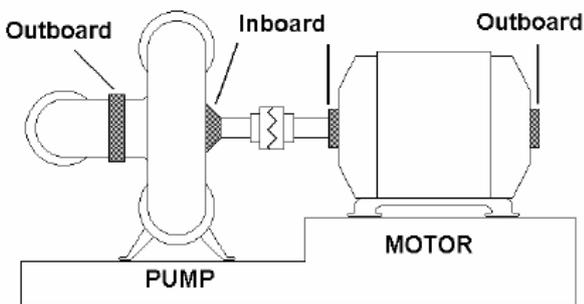
축 방향에 대한 진동 측정에 대해서도 의문이 있을 수 있습니다. 각 베어링 위치에서 진동을 측정하였을 경우, “모든 위치에서 축 방향 진동도 측정하여야 하는가?” 하는 것입니다. 이것이 절대적으로 필요한 것은 아니지만, 추력 베어링이 위치한 곳이나 축 방향 부하를 받는 곳에서 최소 한 개의 진동 측정을 하는 것을 권고 드립니다. 특정 기계 문제는 반경 방향 보다는 축 방향으로 그 변화를 나타내는 경향이 있습니다. 이러한 진동 에너지는 축 방향 부하를 받는 베어링을 통해 기계의 케이싱에 전달되며, 이 지점이 최적의 측정 지점이 될 수 있습니다.

진동 측정 위치에 대한 또 다른 지침은 기계의 실제 정비 작업을 통해서 얻을 수 있습니다. 특정 기계 또는 동일한 종류의 기계가 특정 문제를 겪었던 이력이 있다면, 이러한 문제를 가장 잘 측정할 수 있는 지점에 센서를 설치하는 것을 권고 드립니다. 예를 들어, 특정 모델의 펌프에서 펌프의 구동부 측 베어링에서 지속적인 문제가 발생하였다면, 구동부 측 베어링에서 반경방향의 진동을 측정하는 것이 가장 좋은 위치가 될 수 있습니다. 한 개의 센서만 설치할 수 있는 경우, 기계의 고장을 가장 잘 나타내는 위치에 설치하는 것이 최선의 선택입니다.

진동 분석 전문가들이 직면하는 가장 큰 두 가지 문제는 얼마나 많은 센서를 어느 위치에 설치하여야 하는 것입니다. 일반적인 규칙은 한 개의 센서만 설치하여야 하는 경우에는 추력 베어링에 설치하여 반경방향과 축 방향에 대한 베어링 손상을 동시에 감시하는 것입니다. 축 방향의 진동 에너지가 더 낮게 관측되지만 분석에서는 효과적입니다. 그 외 추가적인 센서를 어디에 설치할 것입니까?

최적의 센서 수량은 몇 개입니까? 축 방향 측정이 한 가지이며, 반경 방향이 다른 한 가지입니다. 일반적인 한 개의 구동기와 한 개의 피구동기 구조를 가진 기계는 (예, 전동기 구동 수평 펌프) 4개의 베어링이 있으며, 한 개는 추력 베어링 역할을 합니다. 이러한 경우 5개의 센서를 설치하는 것이 최적입니다.

예를 들어, 도해에 표시된 모터 구동 펌프를 고려해 봅시다. 여기에는 모터에 2개, 펌프에 2개로 총 4개의 베어링이 축을 지지하고 있습니다. 펌프의 구동부 측 베어링은 추력 베어링 역할과 반경방향 베어링 역할을 동시에 하고 있습니다. 이 경우, 최적의 센서 수량은 5개입니다. 각 베어링의 수평 방향으로 1개씩의 센서를 설치하고 펌프 구동부 측 베어링에 축 방향으로 1개의 센서를 설치합니다.



8. 결론

진동 변환기는 산업 현장에 진동을 다른 변수와 같이 PLC 또는 DCS에서 감시할 수 있도록 해 줍니다. 진동은 유량, 압력 또는 온도와 달리 생산 공정과 직접적인 관련을 가지고 있지 않습니다. 진동 스크린이나 믹서 등은 직접적인 연관이 있어 일정 수준 또는 직접적으로 생산과 관련을 가지고 있습니다.

공장의 설비 관리자들은 어떤 수준의 진동 경보치를 설정하여야 할 지를 결정하여야 합니다. 기존에 수집된 진동 데이터를 통해 수용 가능하거나 경보를 발생시켜야 하는 제한치를 얻을 수도 있습니다. 과거 수집된 데이터가 없는 경우에는 ISO 10816 규격을 이용하여 적절한 진동 경보치를 설정할 수 있습니다. 이 규격은 진동 경보치를 설정함에 있어 필요한 추가적인 정보를 제공하고 있습니다. 본 지침서에서는 기준 수준, 증가 비율 및 데이터 가중치 등에 대해 소개하였습니다. ISO 10816을 사용하여 몇 개의 센서를 설치하고 어느 위치에 설치하여야 하는가에 대해서도 설명하였습니다.

그러나, 진동을 감시하여야 하고, 어느 위치에 센서를 설치하며, 허용 가능한 진동 수준이 얼마이고 언제 정비 작업을 수행하여 하는지를 결정하는 것은 공장의 설비 관리자가 가져야 하는 기본적인 책무입니다. 본 지침은 이러한 결정에 도움을 주기 위해 작성되었으며, 경험 많은 정비 전문가의 지식을 대체하기 위한 목적은 아닙니다. 운전 요원과 정비 전문가들은 관리 대상 설비들에 대해 가장 좋은 상태가 어떤 것인지 잘 알고 있습니다.

진동 감시가 관련된 어떤 상황에서도 가장 최선의 지침은 일반적인 상식과 최선의 판단입니다.

9.2 4-20mA를 이용한 공기 냉각기 및 냉각탑에 대한 진동 감시

냉각탑, 공정 냉각기 및 HVAC 냉각 장치는 기존 PLC의 4-20mA 아날로그 입력 채널을 이용하여 진동 상태를 감시할 수 있습니다.

제어 시스템으로의 데이터 입력

대부분의 공기 냉각기 및 냉각 시스템은 PLC와 같은 공정 제어 시스템으로 통해 운전되고 있습니다. PLC는 4-20mA 아날로그 입력 신호를 수용할 수 있는 능력이 있습니다. 운전용 PLC를 활용하여 4-20mA 아날로그 진동 신호를 PLC에 직접 연결함으로써 매우 경제적인 온라인 진동 감시 시스템을 구축할 수 있습니다.

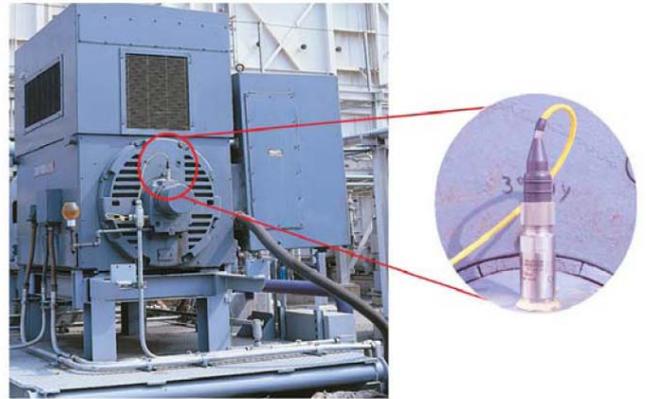
표준 가속도계는 동적 진동 신호를 출력하며, 이는 PLC로 입력하기에는 너무 복잡한 데이터를 포함하고 있습니다. 그러나 PLC에서 수용할 수 있는 4-20mA 진동 신호로 변환하는 두 가지 방법이 있습니다.

전통적으로 사용되어온 전자회로 내장 압전 가속도계 (Integrated Electronic Piezo-electric, IEPE)는 4-20mA 출력을 생성하는 진동 변환기를 이용하여 결선할 수 있습니다. 또 하나의 방법은 신호 변환기가 내장된 변환기를 사용하여 필요로 하는 4-20mA 출력을 직접적으로 생성하는 것입니다. 월콕슨사의 Loop Powered Sensor (LPS)가 이런 종류의 센서입니다.

300RPM 이상으로 회전하는 송풍기 감시

소형 냉각 장치 또는 많은 HVAC 냉각 시스템용 송풍기는 300RPM 이상의 회전수를 가지고 있습니다. 센서 내에서 직접 동적 진동 데이터를 4-20mA 신호로 변환하여 PLC로 직접 결선하며, 추가적인 감시 장치가 필요하지 않습니다. 월콕슨사

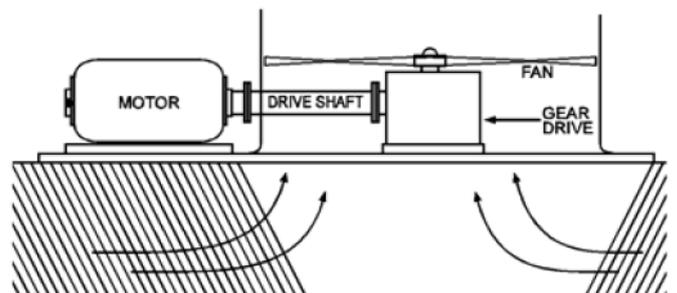
의 PC420VR-10 및 PC420VP-10 모델은 300RPM 이상으로 회전하는 송풍기를 감시하는데 최적의 선택이 될 수 있습니다.



300RPM 이하로 회전하는 송풍기 감시

대형 냉각 장치, 냉각탑 및 공기 냉각기는 통상 300RPM 이하의 낮은 회전수로 운전됩니다. 낮은 회전수에서는 진동 신호가 매우 작아지는 경향이 있습니다. 저속으로 회전하는 기계에서 측정된 작은 진동 신호는 불평형, 균열 및 풀림 현상 등을 정확히 감지하기 위해서는 특별한 고려가 필요합니다.

월콕슨사의 799LF 센서는 저속 기계의 감시에 사용할 수 있는 최고의 저주파용 가속도계입니다. 그러나 799LF 센서는 IEPE 형식의 가속도계이므로 직접적으로 4-20mA 신호를 생성할 수 없습니다. 월콕슨사의 iT122 진동 변환기를 799LF 가속도계와 같이 사용하여 제어 시스템에서 입력 받을 수 있는 4-20mA 신호를 생성할 수 있습니다.



9.2 4-20mA를 이용한 공기 냉각기 및 냉각탑에 대한 진동 감시

냉각탑, 공정 냉각기 및 HVAC 냉각 장치는 기존 PLC의 4-20mA 아날로그 입력 채널을 이용하여 진동 상태를 감시할 수 있습니다.

제어 시스템으로의 데이터 입력

대부분의 공기 냉각기 및 냉각 시스템은 PLC와 같은 공정 제어 시스템으로 통해 운전되고 있습니다. PLC는 4-20mA 아날로그 입력 신호를 수용할 수 있는 능력이 있습니다. 운전용 PLC를 활용하여 4-20mA 아날로그 진동 신호를 PLC에 직접 연결함으로써 매우 경제적인 온라인 진동 감시 시스템을 구축할 수 있습니다.

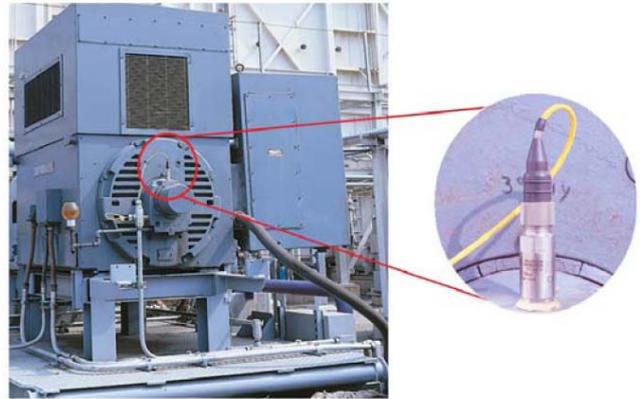
표준 가속도계는 동적 진동 신호를 출력하며, 이는 PLC로 입력하기에는 너무 복잡한 데이터를 포함하고 있습니다. 그러나 PLC에서 수용할 수 있는 4-20mA 진동 신호로 변환하는 두 가지 방법이 있습니다.

전통적으로 사용되어온 전자회로 내장 압전 가속도계 (Integrated Electronic Piezo-electric, IEPE)는 4-20mA 출력을 생성하는 진동 변환기를 이용하여 결선할 수 있습니다. 또 하나의 방법은 신호 변환기가 내장된 변환기를 사용하여 필요로 하는 4-20mA 출력을 직접적으로 생성하는 것입니다. 윌콕슨사의 Loop Powered Sensor (LPS)가 이런 종류의 센서입니다.

300RPM 이상으로 회전하는 송풍기 감시

소형 냉각 장치 또는 많은 HVAC 냉각 시스템용 송풍기는 300RPM 이상의 회전수를 가지고 있습니다. 센서 내에서 직접 동적 진동 데이터를 4-20mA 신호로 변환하여 PLC로 직접 결선하며, 추가적인 감시 장치가 필요하지 않습니다. 윌콕슨사

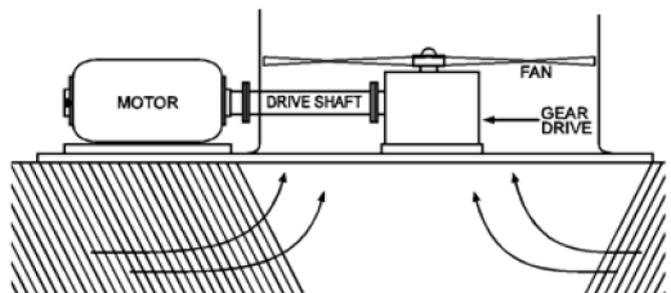
의 PC420VR-10 및 PC420VP-10 모델은 300RPM 이상으로 회전하는 송풍기를 감시하는데 최적의 선택이 될 수 있습니다.



300RPM 이하로 회전하는 송풍기 감시

대형 냉각 장치, 냉각탑 및 공기 냉각기는 통상 300RPM 이하의 낮은 회전수로 운전됩니다. 낮은 회전수에서는 진동 신호가 매우 작아지는 경향이 있습니다. 저속으로 회전하는 기계에서 측정된 작은 진동 신호는 불평형, 균열 및 풀림 현상 등을 정확히 감지하기 위해서는 특별한 고려가 필요합니다.

윌콕슨사의 799LF 센서는 저속 기계의 감시에 사용할 수 있는 최고의 저주파용 가속도계입니다. 그러나 799LF 센서는 IEPE 형식의 가속도계이므로 직접적으로 4-20mA 신호를 생성할 수 없습니다. 윌콕슨사의 iT122 진동 변환기를 799LF 가속도계와 같이 사용하여 제어 시스템에서 입력 받을 수 있는 4-20mA 신호를 생성할 수 있습니다.



또한, 기계에서 측정된 동적 데이터도 이용 가능하여 추가적인 기계 분석에 활용할 수 있는 장점이 있습니다. 799LF 가속도계와 iT122 진동 변환기를 조합하여 60RPM 정도의 매우 저속의 송풍기도 정확히 감시할 수 있습니다.

센서 위치

냉각 장치에서 가장 중요한 고려 사항은 송풍기 조립체의 형상입니다. 송풍기 조립체의 손상은 일반적으로 냉각 구조물과 주변의 구조물에 심각한 손상을 초래하며, 심각한 경우 냉각 장치 주변의 작업자에게 상해를 입힐 수도 있습니다.

LPS 또는 799LF/iT122 센서를 사용하는 경우, 그림에서 보는 것과 같이 센서를 기어박스의 측면에 설치하십시오. 이러한 설치 방법은 송풍기 조립체의 불평형을 감시함과 동시에 기어박스 또는 지지 구조물의 풀림 현상의 진행을 동시에 감시할 수 있습니다.



하부에서 본 대형 냉각탑.

799LF 저주파용 가속도센서가 기어박스의 측면에 설치되어 있음.

콘넥터와 케이블

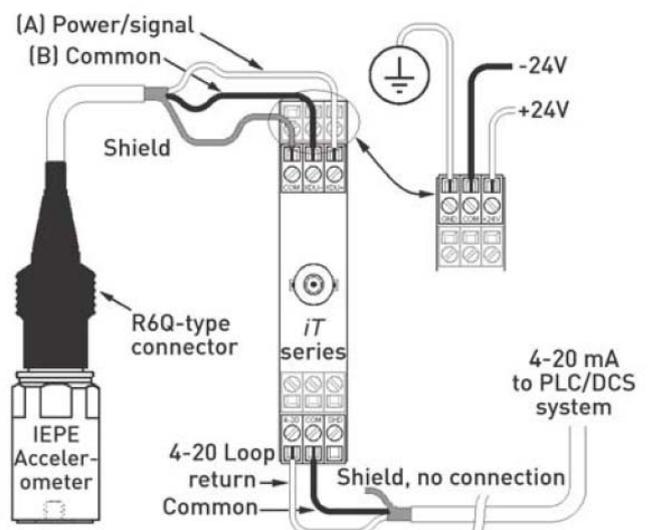
습기와 물방울이 지속적으로 접촉되는 냉각기 및 냉각탑의 외부 환경에서 센서의 설치에는 최상의

성능을 가진 케이블과 콘넥터를 사용하여야 합니다. 윌콕슨사의 6Q 보호부트 콘넥터는 수중에 설치되는 경우까지 고려하여 시험되었으며, 냉각탑, 냉각기 및 HVAC 시스템에 설치하는데 최상의 선택이 될 것입니다. PLC에 결선되는 케이블이 접지되는 경우 센서에서의 접지 연결은 통상 절연되도록 사용합니다.

최상의 케이블 피복은 테플론 (Teflon)인데, 이유는 화학 물질에 대한 내성이 매우 높기 때문입니다. 윌콕슨사의 J9T2A 케이블은 화학 물질과 자외선에 매우 우수한 내성을 가지고 있어서 실외의 습한 환경에 최적의 제품입니다.

케이블 결선

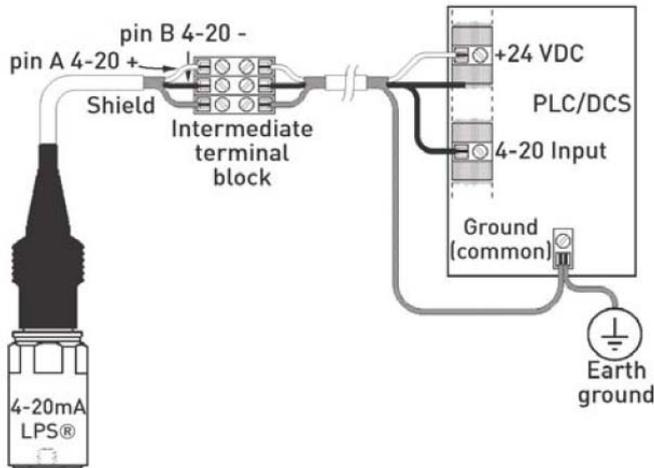
다음 도해는 각 센서의 형식에 따라 기본적인 케이블 연결 방법을 표시한 것입니다. 그림 1은 788LF 저주파용 가속도계가 iT122 진동 변환기로 결선되는 것을 표현한 것입니다. 신호 입력, 4-20mA 신호 출력 및 전원공급에 대한 케이블 단자가 표시되어 있습니다. iT122 진동 변환기의 4-20mA 출력 신호는 PLC로 직접 연결될 수 있습니다.



도해 1. 799LF와 iT122 진동 변환기의 연결

J9T2A 케이블은 799LF 저주파용 가속도계와 iT122 진동 변환기 사이의 결선에 사용됩니다.

도해 2는 PC420VR-10 또는 PC420VP-10 센서를 J9T2A 케이블을 이용하여 PLC로 직접 연결하는 방법을 나타낸 것입니다.



도해 2. 4-20mA LPS 센서와 PLC 연결

결론

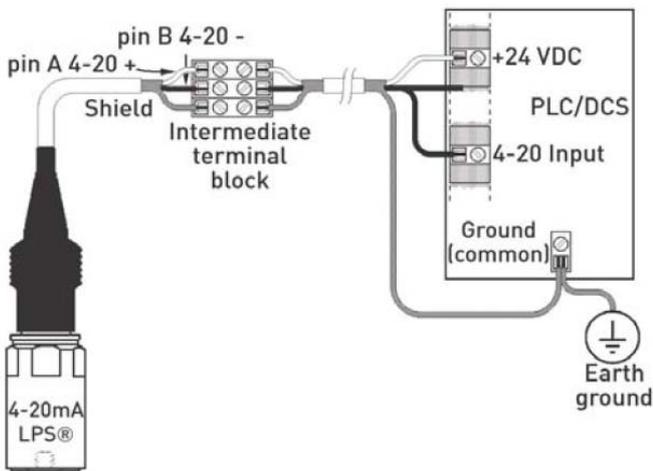
냉각탑, 공정용 냉각기 및 HVAC 냉각 장치는 기존의 PLC의 4-20mA 아날로그 입력 채널을 이용하여 진동을 감시할 수 있습니다.

송풍기가 300RPM 이하로 회전되는 경우에는 저주파용 가속도계와 진동 변환기를 이용하여 진동을 감시하는 것이 최상의 방법입니다. 이러한 조합은 저속 회전 기계에 대한 최적의 측정 감도와 주파수 응답을 제공합니다.

송풍 장치가 300RPM 이상으로 회전하는 경우에는 PC420VR-10 또는 PC420VP-10 LPS 센서를 사용하여 간단히 진동을 온라인으로 감시할 수 있습니다.

J9T2A 케이블은 799LF 저주파용 가속도계와 iT122 진동 변환기 사이의 결선에 사용됩니다.

도해 2는 PC420VR-10 또는 PC420VP-10 센서를 J9T2A 케이블을 이용하여 PLC로 직접 연결하는 방법을 나타낸 것입니다.



도해 2. 4-20mA LPS 센서와 PLC 연결

결론

냉각탑, 공정용 냉각기 및 HVAC 냉각 장치는 기존의 PLC의 4-20mA 아날로그 입력 채널을 이용하여 진동을 감시할 수 있습니다.

송풍기가 300RPM 이하로 회전되는 경우에는 저주파용 가속도계와 진동 변환기를 이용하여 진동을 감시하는 것이 최상의 방법입니다. 이러한 조합은 저속 회전 기계에 대한 최적의 측정 감도와 주파수 응답을 제공합니다.

송풍 장치가 300RPM 이상으로 회전하는 경우에는 PC420VR-10 또는 PC420VP-10 LPS 센서를 사용하여 간단히 진동을 온라인으로 감시할 수 있습니다.

9.3 헬리콥터 베어링 건전성

주요 헬리콥터 제작사에서는 환경조건이 좋지 않은 헬리콥터에서도 그리스유로 윤활 되는 동력전달 장치의 베어링 건전성을 감시할 수 있는 가속도 센서가 필요합니다. 가속도계는 로터 회전경사판과 꼬리 날개 구동용 베어링 하우징에 설치됩니다. 회전경사판에 설치되는 센서는 헬리콥터가 운항할 때 매우 강한 바람에 노출됩니다. 또한, 꼬리 날개의 동력 전달 계통에 설치되는 센서들은 그리스유의 온도와 유압 작동유에 노출됩니다.

솔루션

초기에는 진동을 측정하고자 하는 경우에 한해서 센서를 설치하고 일반적인 경우에는 취

외하여 운영하였습니다. 이런 과정의 목적은 센서의 손상을 방지하고 양호한 신호 취득을 보장하기 위함이었습니다.

헬리콥터 제작사의 시험 엔지니어는 다음과 같이 언급하고 있습니다. “측정된 진동 신호는 매우 강하며, 실제 사용할 진동 신호는 헬리콥터가 가지고 있는 강한 노이즈의 영향을 제외하여야 하였습니다. 처음으로 선정된 윌콕슨사의 센서를 진동 가진 장치에 설치하고, 고온과 저온 상태를 반복적으로 가하면서 가진 하였습니다. 이러한 극한 상황에서도 센서는 정상적으로 동작하였습니다.” 이 시험 후에 헬리콥터 제작사는 더 이상 센서 영구적으로 설치하도록 하였으며, 이후로는 센서의 외부적인 손상도 감소하게 되었습니다.

베어링이 설치된 곳은 청결한 환경이 아닙니다. 베어링은 그리스유나 다른 형태의 액체 또는 습기에 노출됩니다. 센서를 영구적으로 설치하기 전에

헬리콥터 제작사의 엔지니어는 이러한 환경이 센서에 미치는 영향을 시험하였습니다. 먼저 그리스유와 유압 작동유 등을 혼합한 용기에 센서를 설치하고, 온도 시험용 챔버에서 1주일간 시험을 진행하였습니다. 센서는 외부 색깔만 변하였을 뿐 진동의 측정은 정상이었습니다.

윌콕슨사의 908TS-1과 908TS-2 케이블 일체형 진동 센서는 특별히 헬리콥터 제작사의 규격을 만족하도록 개발되고 제작되었습니다. 이후 윌콕슨

연구소에서는 모든 센서를 극한의 환경에서 사용할 수 있도록 개발하였습니다. 이러한 센서들은 매우 가혹한 설계 규격을 만족시킵니다.

다른 헬리콥터 제작사에서는 자체적으로 개발한 센서를 사용하였는데 이는 전자기파에 대한 보호

(Electromagnetic Interference, EMI) 기능이 없었습니다. 공중에서 감지되는 전파들은 잘못된 진동 값을 측정하는 원인이 되었습니다. 윌콕슨사의 908TS-1과 908TS-2 센서는 EMI에 대한 보호 기능을 내장하고 있어, 전파에 의한 노이즈 영향이 없습니다.

장점

- EMI에 의한 노이즈 영향이 없음
- 화학물질이나 유체에 대한 강건한 구조
- 센서를 영구 설치 하여 중요한 측정치를 항상 이용 가능
- 전기적, 기계적 목적에 부합하는 센서 설계



9.4 신문 인쇄기의 제본 장치

미국 동부 지역의 주요 신문 인쇄공장의 신문 접는 기계는 열 개의 개별 인쇄기로부터 신문이 공급됩니다. 제본기는 최대 분당 1,000면을 접을 수 있습니다. 접이용 기구는 한번의 신문 접는 과정에서 1회씩 회전하며, 유성 기어에 체결되어 있습니다.

기어박스의 베어링이 손상되는 경우 쉽게 동작을 멈추게 되고 신문 접는 공정이 정지합니다. 이러한 고장이 한번 발생하면 수리에 소요되는 비용은 약 \$150,000에 달하였습니다. 계획 정비를 통해 제본기를 분해/정비 하는 경우에는 약\$15,000가 소요됩니다.

솔루션

월콕슨사의 797T-1 진동 및 온도 측정용 가속도계가 베어링의 진동과 온도를 감시하는 용도로 사용되었습니다.

단순히 진동만 측정할 필요가 있는 곳에는 월콕슨 793 가속도계가 사용되었습니다.

선도적인 신문사의 진동 분석 전문가는 다음과 같이 말하였습니다. “유성 기어박스와 베어링은 제본 장치에서 가장 중요한 부분이며, 이 곳을 감시하는 것은 매우 이상적입니다. 그러나 움직임이 너무 빠릅니다. 월콕슨사의 797T-1과 793 가속도계를 중앙 주축 베어링 하우징에 설치하였으며, 분석에 충분한 양질의 데이터를 제공하고 있습니다.”

월콕슨사의 797T-1은 진동과 온도를 동시에 측정함으로 과열, 축의 오정렬, 불균형 및 베어링의 손상 등을 진단할 수 있습니다.

최초 설치된 센서를 통해 효과적인 기계의 관리가 가능하였고, 이 신문사는 다른 도시에 있는 제본 장치에도 동일한 형태로 센서를 설치하였습니다.

장점

- 유성 기어박스의 상태 진단 가능
- 설비 관리자들의 근심을 불식
- 예지 보전 프로그램에 대한 매우 높은 투자 환수 (Return on Investment)
- 계획되지 않은 정비 작업 예방
- 센서 가격의 10~100배의 비용 절감
- 신문 인쇄 일정에 영향이 없는 신뢰성 있는 제본장치 운전



9.4 신문 인쇄기의 제본 장치

미국 동부 지역의 주요 신문 인쇄공장의 신문 접는 기계는 열 개의 개별 인쇄기로부터 신문이 공급됩니다. 제본기는 최대 분당 1,000면을 접을 수 있습니다. 접이용 기구는 한번의 신문 접는 과정에서 1회씩 회전하며, 유성 기어에 체결되어 있습니다.

기어박스의 베어링이 손상되는 경우 쉽게 동작을 멈추게 되고 신문 접는 공정이 정지합니다. 이러한 고장이 한번 발생하면 수리에 소요되는 비용은 약 \$150,000에 달하였습니다. 계획 정비를 통해 제본기를 분해/정비 하는 경우에는 약\$15,000가 소요됩니다.

솔루션

윌콕슨사의 797T-1 진동 및 온도 측정용 가속도계가 베어링의 진동과 온도를 감시하는 용도로 사용되었습니다.

단순히 진동만 측정할 필요가 있는 곳에는 윌콕슨 793 가속도계가 사용되었습니다.

선도적인 신문사의 진동 분석 전문가는 다음과 같이 말하였습니다. “유성 기어박스와 베어링은 제본 장치에서 가장 중요한 부분이며, 이 곳을 감시하는 것은 매우 이상적입니다. 그러나 움직임이 너무 빠릅니다. 윌콕슨사의 797T-1과 793 가속도계를 중앙 주축 베어링 하우징에 설치하였으며, 분석에 충분한 양질의 데이터를 제공하고 있습니다.”

윌콕슨사의 797T-1은 진동과 온도를 동시에 측정함으로 과열, 축의 오정렬, 불균형 및 베어링의 손상 등을 진단할 수 있습니다.

최초 설치된 센서를 통해 효과적인 기계의 관리가 가능하였고, 이 신문사는 다른 도시에 있는 제본 장치에도 동일한 형태로 센서를 설치하였습니다.

장점

- 유성 기어박스의 상태 진단 가능
- 설비 관리자들의 근심을 불식
- 예지 보전 프로그램에 대한 매우 높은 투자 환수 (Return on Investment)
- 계획되지 않은 정비 작업 예방
- 센서 가격의 10~100배의 비용 절감
- 신문 인쇄 일정에 영향이 없는 신뢰성 있는 제본장치 운전



Notes:



인코스시스템즈

[463-741]

경기도 성남시 분당구 구미동 18
시그마2빌딩 C동 314호

전화: 031) 719-9830

팩스: 031) 719-9832

전자 메일: hybae@incosys.co.kr



21 Firstfield Road,
Gaithersburg, MD 20878 USA

T (1) 301-330-8811

F (1) 301-330-8873

E sensors@wilcoxon.com

www.wilcoxon.com



Farrs House Cowgrove
Wimborne Dorset BH21 4EL

T (44) 1202 847847

F (44) 1202 842478

www.meggitt.com

