초음파 LEVEL 측정 SYSTEM

교육용 GUIDE BOOK

(주) 서진 인스텍

1. 개　요

초음파 Level 측정 System은 비접촉 방식의 Level 측정 방법으로 오래전부터 사용되어 왔으나, 피측정물의 다양한 종류와 환경 조건, User의 욕구 등을 충족시킬 수 있는 System은 그리 많지 않다고 할 수 있다. 그러나 MILLTRONICS 社는 초음파 방식의 Level 측정 System의 제작 전문 Maker로써, 50여년의 축적된 경험과 기술을 바탕으로 User들의 욕구를 충족시킬 수 있는 새롭고 다양한 최첨단의 기능을 갖춘 System을 개발하여 이미 전세계 40여개 선진 공업국에서 호평받고 있는 명실상부한 세계 제일의 초음파 Level 측정 System 제작 회사이다. MILLTRONICS 社가 이처럼 세계적으로 호평을 받는 이유는 Echo-Enhancement Program<세계특허>이라는 완벽한 Computer 정보 처리 System의 실현과 제질 및 제작상의 음향 Matching System<세계특허>이라는 노하우에 의해 현장에서 발생할 수 있는 모든 조건을 만족시킬 수 있는 Transducer의 개발이 이루어졌기 때문이다.

2. 초음파의 기초 이론

(1) 초음파의 정의와 응용

개인적인 차이는 있으나 일반적으로 30~20,000Hz(20KHz) 사이를 가청주파수라 하며, 30Hz 이하의 음을 초저주파수라 하고 20KHz 이상의 음, 즉 인간의 귀로 들을 수 없는 영역의 음을 초음파라고 한다.

초음파는 우리의 귀에 들리지 않을 뿐, 보통 음파와 같다고 생각하면 접근이 조금은 쉬울 것이다. 모든 음향적 특성이나 물리적 성질도 같고 귀에 들리는 세상의 모든 소리보다 오히려 더 많은 초음파가 공기중을 날아다니고 있다고 생각하면 더욱 쉬울 것이다.

이러한 인간의 감지 영역을 벗어난 무성의 초음파는 이미 동력적, 정보적 응용 분야에서 이루 열거할 수 없을 만큼 널리 사용되고 있다.

초음파 응용 기술은 전자 산업의 발달과 활발한 국제적 교류, 현실적인 요구 등에 힘입어 최근에는 첨단 기술로써 각광을 받으며 의료, 군사, 시험 기기는 물론 주변의 산업 기기로도 응용되어 가공, 탐지, 위치 제어, 세척, 용접, 집진기, 검사, 계량 계측 기기 심지어는 목욕, 세수, 양치질, 맛사지에 이르기까지 매우 다양한 분야에서 그 실용도가 넓어지고 있다.

대표적인 응용 예로는 배나 잠수함의 위치 또는 바다의 깊이를 측정하는 데 사용되는 음향 탐지기, 배와 배 사이의 통신, 손이 미치지 않는 구석의 세척이나 살균, 플라스틱 접착, 초음파 계량 계측 제어 기기 그리고 의학적인 진단 기술로 쓰이는 초음파 소노그래피(Ultrasonography : 뇌나 간장, 신장 등의 신체 내부에 초음파를 발사한 후, 거기서 반사되어 오는 반사파를 분석하는 기술) 등이 있다.

(2) 초음파의 발생 원리

플레밍의 왼손 법칙과 오른손 법칙을 기초적 원리로 하여 전류 신호를 음파로, 음파를 전류 신호로 변환하는 예가 Microphone과 Speaker이다. 이것을 전화기의 송수신 수화기에 비유한다면 Interphone은 위의 두 기능을 하나의 Speaker로 해결한 예이다. 이 응용예를 다시 응용한 것이 초음파 송수신용 장치이다.

어떤 물질에 압력을 가하면 전압이 발생되고 반대로 전압을 가하면 압력이 발생되는데 이를 압전 효과(Piezoelectricity)라 하며 어려 물질 중에 압력이 발생할 때 그 두께가 변하는 것을 압전 소자(Piezoelectric Element)라고 한다. 초음파 기술은 이 압전 소자(전기 음향 변환 소자)의 개발에 의해 본격화, 실용화되었다고 할 수 있으며, 이 소자에 의한 송수신 장치를 Transdu-cer(진동자, 탐촉자)라고 통칭한다. 송수신용 Transducer는 Pulse 전압에 의해 구동되어 초음파 Pulse를 발생시키고, 측정 물체에 맞고 되돌아온 Echo Pulse를 다시 수신하여 Pulse 전압으로 변환시킨다.

** <u>플레밍의 왼손 법칙</u> : 왼손의 세 손가락, 즉 엄지, 검지, 중지를 서로 직각이 되게 벌리고 검지를 자기의 방향으로, 중지를 전류의 방향으로 향하게 할 때 전류에 작용하는 힘은 엄지 손가락 방향으로 향한다.

<u>플레밍의 오른손 법칙</u> : 오른손의 엄지와 검지를 서로 직각이 되게 펴서 엄지를 운동 방향, 검지를 자장의 방향이 되게 하면 중지는 유도기전력의 방향을 나타내게 된다.

(3) 초음파 LEVEL 측정 SYSTEM

초음파 Level 측정 System은 Transceiver, 즉 Control Unit와 송수신용 Transducer로 구성된다. Transceiver는 대개 Transducer와 분리되어 설치되며 송수신용 Transducer로 Pulse Signal을 출력시키고, Transducer에 내장된 압전 소자에 의해 발신된 초음파가 측정 물체에 반사되어 되돌아온 Echo Pulse를 다시 수신한 Transducer로부터 정보를 받아 연산 처리하며 이 과정에서 인위적으로 입력된 Parameters에 의해 Control 및 Indicating 한다.

이 때, Transceiver는 크게 다음과 같은 과정을 거친다.

① 증폭 : Transducer에서 수신된 전압을 신호 처리와 표시에 적당한 형태로 증대시키는 것.

② 보상 : 반사체의 깊이차에 따라 돌아오는 Echo Pulse의 진폭의 차를 균등화, 평준화시키는 것.

③ 압축 : 최소치의 전압 진폭과 최대치의 전압 진폭의 차를 감소시키는 과정.

④ 부조 : Transceiver에 도달한 Signal을 전압의 형태로 변환하는 과정.

⑤ 제파 : 신뢰성이 없는 반사체(난반사포함)로부터의 약한 전압의 Echo Pulse를 제거하는 것.

초음파 Level 측정 System은 반사법을 이용하고 있으며 상기에 기술한 일련의 과정을 순간적으로 거치며 수신된정보를 연산, 필요한 수치나 정보를 제공한다.

최근에는 EPROM의 개발에 힘입어 전용 Program의 개발은 물론 Display까지의 시간 절약과 정보 처리 능력의 증대, 정밀도의 향상이 급속도로 이루어지고 있으며 분야별로 요구하는 다양한 Software의 개발 그리고 이에 따라 수반되는 복잡한 기능과 주변 기기의 Computer화에 의해 광범위한 응용과 제어를 실현하게 되었고 기존의 타 관련 기기들과의 손쉬운 연결로 FA(공장 자동화), OA(사무 자동화)에도 큰 효과를 제공하고 있다.

3. 초음파 LEVEL 측정 계기 선정시 고려 사항

(1) 환경적인 고려 사항

측정물의 명칭, 형태, 정도, 비중, 온도, 압력, 유체와 유입 방향 및 속도 등

(2) 기계적인 고려 사항

설치 위치, Size & Rating(규격), 대관 길이 등

(3) 전기적인 고려 사항

사용 전원(전압, 전류, 주파수), Relay Contact, Signal, 허용 오차 등

4. 초음파 LEVEL 측정 계기 설치 방법 및 주의 사항

(1) TRANSCEIVER의 설치

① 설치 위치

☞ 밀폐되어 있지 않고 -20℃~50℃를 늘 유지할 수 있는 장소.

☞ Transceiver의 앞면 덮개를 열고 닫기가 용이한 장소.

☞ Operator나 전자 장치가 외부 환경에 노출되지 않는 장소.

☞ Cable의 길이를 최소화할 수 있는 장소.

☞ 설치 표면의 진동이 없는 장소.

※ 일반적으로 직사광선이 있는 곳, 높은 전압이나 전류선이 있는 곳, Connector 혹은 SCR Control Drives 등이 가까이 있는 장소는 피한다.

② 취부 방법

설치하기 전에 모든 Case와 포장상태를 점검하여 운송 도중에 손상을 입었는지를 확인한다.

☞ Case 뚜껑에서 6개의 나사를 풀고 뚜껑을 연다.

☞ 나사를 풀고 회로 기판의 Assembly를 꺼내 놓는다.

☞ 드릴로 배선 작업에 필요한 구멍을 뚫는다.

☞ Case를 취부할 장소에 부착한다.

☞ 배관 및 배선 연결부를 Case에 부착한다.

☞ 회로 기판의 Assembly를 다시 설치한다.

③ 배선 및 배관 공사시 주의 사항

Cable의 수는 다음 사항에 의해서 결정된다.

☞ Transducer의 갯수

☞ 온도 보상 센서의 사용 여부

☞ 주변 접속 기기의 사용 여부.(AO-10, SAM-20, BIC-Ⅱ 등)

☞ mA 출력 및 Relay를 사용할 때

☞ Synchronization(Level System의 동기화)이 필요할 때.

(2) TRANSDUCER의 설치

① 설치 위치

☞ 예상되는 최고 Level(100%)의 상부에 Transducer의 모델별로 감안되는 불감대 거리만큼 떨어진 곳에 설치한다.

☞ Transducer가 깨끗하고 정확한 음통로를 가질 수 있도록 액체 용도에서는 측정물의 표면에 수직이 되도록 정확하게 평행으로 설치해야 하며, 분체 용도에서는 Tank의 출구쪽을 향하도록 Transducer의 각도와 방향을 조절하여 설치한다.
안식각이 큰 분체의 경우에는 되도록 측정면에 수직으로 설치해야 한다.
(Easy Aimer(초음파용 각도 조절기)를 사용하면 각도를 용이하게 조절할 수 있다.)

☞ 실제 Echo가 아닌 거짓 Echo에 의한 수신 신호를 피하기 위해 Transducer의 취부 위치는 Tank 바닥면을 장애물없이 볼 수 있는 위치이어야 하며, 측정물 투입구와의 교차나 거친 벽면 그리고 사다리 등이 Transducer의 Beam 각도 내에 들어오지 않도록 설치해야 한다.

☞ 액체 용도일 경우, Transducer의 설치 위치는 Tank의 중앙이 가장 이상적이며, 현장 사정상 그렇게 설치하지 못하는 경우는 다음 표와 같이 모델별로 Tank의 벽면에서 떨어뜨려야 할 최소한의 거리를 감안하여 설치해야 한다.

TRANSDUCER MODEL	BEAM ANGLE	이격거리
ST-25, XRS-5, XKS-6, XPS-10, XCT-8	10。 ~ 12。	0.11 × H (수직 거리)
ST-50, XPS-15, XCT-12, LR-21FM, LR-13FM, XPS-30, XPS-40, XLS-30, XLS-60, XLT-30, XLT-60	6。 ~ 5。	0.055 × H (수직 거리)

(예) Tank의 높이가 10m이면 ST-25의 경우 0.11×10(m) = 1.1(m)이므로 벽면에서 약 1.1m를 떨어지게 설치해야 하고, XPS-15의 경우는 0.055×10(m) = 0.55(m)이므로 0.55m(55cm)를 벽면에서 떨어지게 설치해야 한다.

② 기타 주의 사항

☞ Transducer 설치시 Cable 배선은 승인된 도관 및 부속품을 사용해야 한다.
(Control Unit와 Transducer의 분리 구간에 사용할 Cable은 반드시 RG-62A/U Coaxial Type을 사용해야 한다. 일반적인 Signal 用 Cable(CVV-SB 등)을 사용할 경우에는 아주 짧은 구간인 경우를 제외하고는 음파의 송 수신 강도가 매우 약하고 전기적인 Noise에 대한 Shield(차폐) 효과가 떨어져 원활한 측정이 어렵다.)

☞ 모든 Transducer의 배선 및 배관은 Noise의 영향을 받지 않도록 다른 동력선들과 분리시켜 단독으로 해야 하며, 지하 금속 도관 내에 깔아야 한다.
(그렇지 못할 경우, Noise의 영향으로 인해 측정값이 Haunting을 하거나 전혀 신뢰하지 못하는 지시값이 나타나게 된다.)