

도움이 되는 계장지식

MS TODAY 2014년



히스테리시스와 불감대

자동제어의 분야에서 사용되는 용어, 히스테리시스와 불감대에 대해서 설명합니다. [분해능], [히스테리시스], [불감대] 또는 이와 같은 용어는 과학기술 분야에서 넓게 사용됩니다. 예를들면, 각종 센서에는 분해능으로써 출력의 정밀함을 나타내고 있는 것이 많습니다. 변압기등의 코어재료의 자기히스테리시스는 철손실^{주1)}의 원인중 한가지가 됩니다. 또한, 자동차의 엑셀페달이나 핸들에는 일반적으로 불감대와 같은 현상이 있습니다.

어떤것이나 입력의 연속적(아날로그)변화에 대해 출력의 변화도 연속적인 경우에 발생하는 현상입니다. 이런 용어의 정의는 각 분야에 있어서 정해져 있지만, 이번회에는 자동제어의 분야에서 사용되는 용어으로써의 히스테리시스와 불감대에 대해서 설명합니다.

분해능, 히스테리시스, 불감대의 정의

자동제어의 분야에서는 분해능이나 히스테리시스, 불감대는 어떻게 정의 되어 있는 것일까요. 규격의 한 예로써 JIS B 0155(공업프로세스 계측제어용어 및 정의)에서의 정의를 소개 하면 분해능(Resolution)^{주2)}을 [상호간에 식별가능한 근접 2개값의 최소간격]라고 나타냅니다. 히스테리시스(Hysteresis)에 대해서는 [인가된 입력값의 방향성에 따라서 출력값이 다른기기의특성]이라고 정의 하고 있습니다. 또한, 불감대(Dead band 또는 Dead zone)은 [출력값의 변화로써 감지가능한 변화를 전혀 발생하지 않는 입력의 유한범위]로 정의되어 있습니다.

히스테리시스차(Hyseresis error)란 용어도 정의되어 있어서 [전체 레인지에 걸쳐 측정량을 상승, 하강시키는 것에 의해 얻어지는 2개의 교정곡선 사이에 불감대분을 뺀 최대편차]로 나타냅니다. 상기의 정의로 알 수 있듯이 이런 용어로 설명되는 현상은 계측제어기기의 정도를 악화시키는 요인이 되기 때문에 없는 편이 바람직하다고 생각됩니다. 실제로 온도변환기 등에서는 히스테리시스, 불감대는 측정불능이나 무시가할 정도의 작은 값입니다. 그러나 이런 현상(특히, 불감대)이 제어계의 안정성을 확보하기 위해 필요한 경우도 있습니다.

불감대의 영향

제어대상이 기계적인 동작인 경우 불감대가 필요한 경우가 발생합니다. ^{주3)} 예를들면, 공업프로세스용 조절밸브에 갖춰진 밸브 액츄에이터의 경우 가령 불감대가 전혀 없다면 헌팅^{주4)}을 반복하여 불안정하게 됩니다. 이것은 기계적인 동작을 제어 대상으로 하는 경우 습성의 영향을 받아 오버슈트^{주5)}로 과한 수정을 반복하게 되기 때문입니다.

실제로는 마찰등의 요인에 의해 불감대를 완전히 없애는 것은 불가능합니다. 이 자연에 발생한 불감대만으로 제어가 안정된다면 문제없지만, 그렇지 않은 경우는 의도적인 불감대를 만듭니다. 상기 JIS규격에서는 이와 같은 경우 [중립대(Neutral zone)]라고 지칭한 적이 있습니다.

히스테리시스의 영향

엄밀하게는 불감대의 크기와 히스테리시스는 관계가 없습니다. 상기 규격에서도 히스테리시스차를 전체 레인지에 걸쳐 측정량을 상승, 하강시키는 것에 의해 얻어지는 2개의 교정곡선 사이에 불감대분을 뺀 최대편차]라고 정의하고 있습니다.

그러나 그림1을 보면 명확하게 기기자체에 히스테리시스가 없다고 가정하여도 불감대를 만드는 것에 의해 같은 입력 I_1 에 대하여 입력증가의 경우는 출력의 최소값으로써 O_A , 감소의 경우 최대값으로써 O_B 로 될 것입니다.

결국, 불감대에 비례한 히스테리시스가 있는 것과 같은 결과가 됩니다.

분해능의 영향

입력신호를 증감(감소)시켜 I_1 로 한 경우, 출력축이 목표값에 대한 불감대 $O_A(O_B)$ 에 도달 후 출력레인지의 0.1%이하의 오버런후에 정지하는 밸브액츄에이터를 가정하여 불감대폭을 0.2%이상으로 설정하면 입력이 0.1%증감(감소)하는 것으로 출력축도 추종합니다.

결국, 불감대의 크기에 관계없이 분해능은 0.1%로 일정하게 됩니다. 다만, 기기의 제어방식에 따라서는 분해능이 불감대의 크기에 비례하는 경우가 있으므로 주의하여 주십시오. ^{주6)}

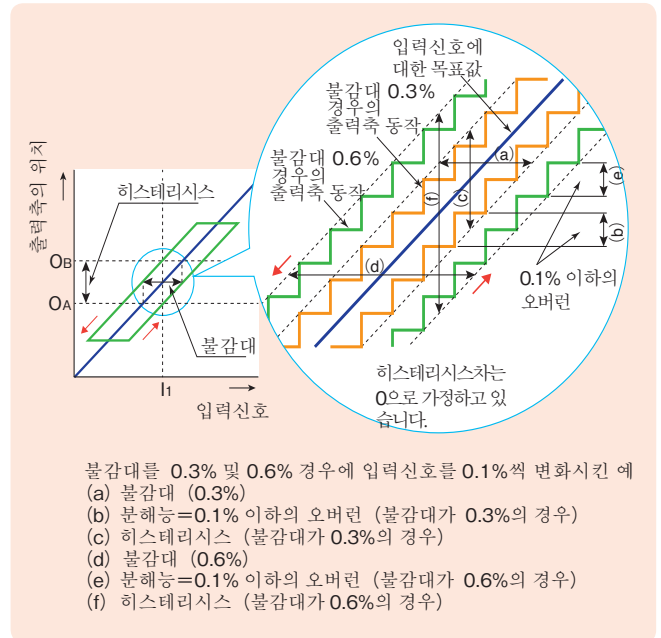


그림 1 불감대의 히스테리시스, 분해능에의 영향

주1) 외부 자계강도에 대한 자성재료의 내부자속밀도 강도가 자계의 변화 방향에 따라 다른 것이 원인이 되어 자기에너지의 손실이 발생합니다. 이것을 히스테리시스 손실이라고 부릅니다. 철손실의 원인으로는 다른 과전류손실이 있지만, 이 자료에서는 설명을 생략합니다.

주2) 영어표기는 IEC 60050-351(International Electrotechnical Vocabulary - Part351: Control technology)등과 동일합니다.

주3) 일정 한계값을 경계로 한 ON 또는 OFF의 경보에 대해서도 불감대가 필요합니다. 다만, 국내의 계장기기업체에서는 히스테리시스라고 불리고 있는 경우가 많으므로 M-SYSTEM의 사양서에서도 히스테리시스라고 기재하고 있습니다.

주4) 헌팅이란, 오버슈트한 후 출력을 원래로 돌릴 때, 출력이 너무 감소하여(이것을 언더슈트라고 부르는 경우도 있습니다.) 더욱이 오버슈트와 언더슈트를 반복하는 것과 같이 현상을 가리킵니다.

주5) 오버슈트란, 스텝응답에 있어서 출력이 최종정상값을 넘는 것과 같은 현상을 가리킵니다.

주6) M-SYSTEM의 서보톱 II, 미니톱등의 전동액츄에이터는 불감대폭과 관계없이 불감대의 중앙(입구신호값)을 목표로 정지하기 때문에 분해능은 불감대에 비례하여 변화합니다.

* 서보톱 II, 미니톱은 M-SYSTEM의 등록상표입니다. ■