

XY Recorder 에 있어 Noise

기술해설
20~5~3

XY Recording

김 은 배*
(Eun Bae Kim)

電子式計器의 출현은 1950 년대 말로 간주된다. 지금까지 自動平衡式計器가 空氣式計器와 더불어 공업계기의 중심적 존재이였으나, 大規模化하는 計裝과 集中管理方式의 隆盛은 計器의 小型化, 信號傳送能力, 應答性, 互換性等, 計裝 system 의 積成能力이 强하게 요구됨에 따라 各種波形觀測記錄裝置의 高感度, 精密度가 요구됨은 당연하게 된다. 다수의 自動平衡式記錄計 등이 晝夜操業狀況을 記錄하며, 電子機器의 공장, 연구실에서 XY recorder 의 一役은 他記錄計에 비하여 特殊性을 겸한 것이라 하겠다.

알려지고 있는 것과 같이 XY recorder 는 10 어니전 부터 廣히 사용되어 오는 記錄計로 2개의 自動平衡電位差計로 X, Y 軸方向에 arm 과 pen 의 結合으로 兩者의 座標軸의 交點에서 pen 이 平衡靜止하는 狀態에 記錄紙自體가 servo motor 로 移動되어 記錄이 가능하게 된다. 특히 他記錄計에 비하여 高感度(Ex. 0.5V/cm), 高精度(Ex. 0.3%)임은 勿論 $y=f(x)$ 인 x, y 의 函數關係가 記錄되어 他記錄計에서는 던기 어려운 特徵이 있어, analog computer 의 解의 記錄計로서, 또한 各種檢出變換器를 前設置하여 vacuum tube 혹은 diode

transistor 의 特性曲線, 電氣鐵板 등의 磁性材料의 磁化曲線, 回轉機의 回轉數-電壓·電流·出力·效率曲線, 金屬材料의 온도 혹은 引伸張曲線, pipe valve 의 流量-壓力曲線等 電氣·電子·機械·材料·物理·化學 등의 多角度用途로서 研究實驗은 물론 生産現場에 있어서의 試驗·調整·監視 등의 治用이 환발히 급진하는 경향에 비추어 이 記錄計 사용에 고려 되어야 할 noise 除去의 한 방법을 소개하고자 한다.

XY recorder 자체는 전술한 바와 같이 高感度·高精度이며 그 自體高利得增幅器를 內藏하였으므로 雜音對策은 극히 중요문제이며, common mode noise rejection 이 충분히 고려되어야 할 과제로 등장하게 된다.

외부에서의 誘導雜音은 lead-in wire 등에 유도되어, 入力電壓에 重量하는 normal mode noise 와 被測定回路와 大地間에서 들어 오는 common mode noise 로 區別할 수 있다. 이는 商用周波數의 誘導가 大部分이며, 增幅器를 通하여 平衡電動機에 不必要한 torque 發生의 原因이 된다.

後者は 또한 그림 2-(a)와 같이, thermo couple 로 溫度를 測定할 때 被測定物이 earth 되지 않기 때문에

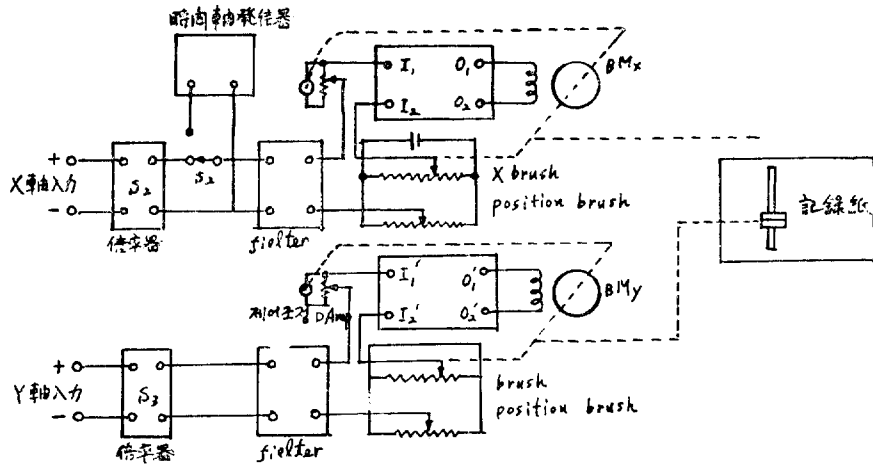
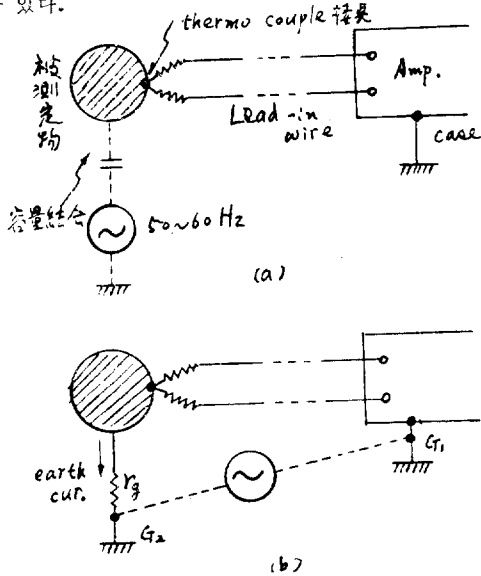


그림 1. XY recorder 의 原理構成

*정회원 : 단국대학교 공과대학 조교수

靜電誘導에 의하여 發生한 電壓이 recorder의 入力에 들어 가는 경우이며, 그림 2-(b)와 같이, earth 電流에 의하여 發生하는 電壓이 들어오는 경우로 區別할 수 있다.



(a): 被測定物이 earth 되지 않은 때, 靜電容量結合에 의한 誘起商用周波電壓
 (b): 被測定物이 earth 된 때, earth 電流에 의하여 接地點(G₂)와, 物體間(혹은 接地點 G₁, G₂間)에서 發生하는 商用周波電壓

그림 2. Common mode noise 발생

또한 接地된 그 點間에 接地電流에 의한 電壓이 존재하여 入力에 들어오는 경우도 고려 된다. 이는 역시 그림 2-(b)에 준하여 생각하면 된다.

Common mode noise는 그림 3과 같이 入力回路와 大地間에 들어오는 誘導電壓이며, 大部分 50~60Hz의 電壓으로 그 크기 역시 수 V~수 10V에 달하는 경우도 적지 않다.

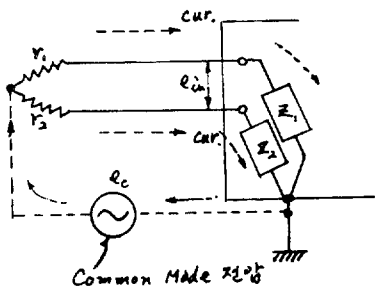


그림 3. Common mode noise와 이에 따른 전류

그림 3과 같이 이 電壓은 Lead-in wire에서 入力端子를 통하여 入力回路器內的 對地 impedance를 거쳐 earth에 흐르며, 이 對地 impedance란 實際에는 絶緣

抵抗과 對地容量의 並列回路이므로 대략 후자로 생각하게 된다.

여기서 增幅器의 入力端子에는

$$e_{in} = \left(\frac{r_1}{Z_1} - \frac{r_2}{Z_2} \right) \cdot e_c \quad (1)$$

인 電壓이 걸리게 될 것이다.

지금 $r_1=r_2$, $Z_1=Z_2$ 혹은 $r_1/Z_1=r_2/Z_2$ 이면 $e_{in}=0$ 로써 問題될바 아니지만, 실제는 이런 조건은 고려될 수 없다.

이 r_1/Z_1 과 r_2/Z_2 의 약간의 차가 common mode noise로서 入力에 걸릴 그차가 예컨대 1/1000일 경우라도 $e_c=10V$ 이면 $e_{in}=10mV$ 가 되어 XY recorder의 平衡電動機는 이에 應答하게 된다.

이러 內部에서의 雜音의 原因에는 電源 trans의 shield가 不完全한 경우에 發生하기 쉽고 또한 配線間의 直接容量에서 電源周波數가 增幅의 入力側에 雜音으로 혼입하여 오는 경우도 무시 못하게 된다.

이들 各種雜音이 平衡電動機를 電源周波數로 振動시키게 된다.

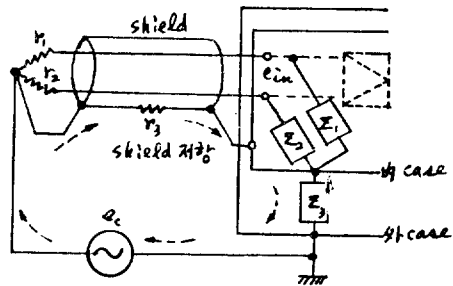


그림 4. 2重 case에 의한 guard 기구

현재 高利得增幅器에서 common mode noise를 減쇄하는 방법의 하나로 그림 4의 2重 case guard機構를 설명하면, 이 경우 增幅器의 內外 case間은 容量과 絶緣 저항의 並列回路인 Z_3 로 結合된 형이며, e_c 는 最初에 r_3 와 Z_3 로 分壓되어 그중의 r_3 에 分壓된 것이 再次 r_1 , r_2 와 Z_1 , Z_2 로 分壓되기 때문에 增幅器의 入力端子는

$$e_{in} = \frac{r_3}{Z_3} \left(\frac{r_1}{Z_1} - \frac{r_2}{Z_2} \right) \cdot e_c \quad (2)$$

이 되어 그림 3에 비하여 ($r_3 \ll Z_3$) e_{in} 는 극히 적게 된다.

式 (1)과 (2)에서 e_{in} 과 e_c 의 比를 同相除去比(common mode noise rejection(CMR))로서

$$CMR = 20 \log \left(\frac{e_{in}}{e_c} \right) [dB] \quad (3)$$

이는 common mode noise가 들어 와도 增幅器 入力端子에서 어느 정도 減쇄되는가를 表示하는 것으로 增幅器 特性을 表示하는 중요한 요소의 하나이다.

끝으로 Trans. 2重 shield의 略圖를 제시하여 shield에 의한 直接容量除去의 理解와, 구입시 入力模造가 common mode noise를 고려하여 設計한 것인가를 확인하는데 참고 하고져 한다.

10 μ V 以下에 까지 감쇄하게 되므로 이 程度의 雜音이 測定上 별로 문제되지 않을 것으로 고려되고 있다.

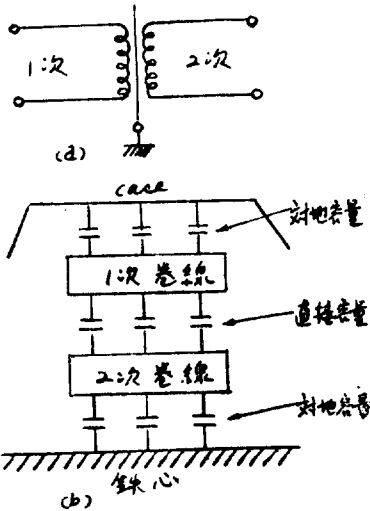


그림 5.

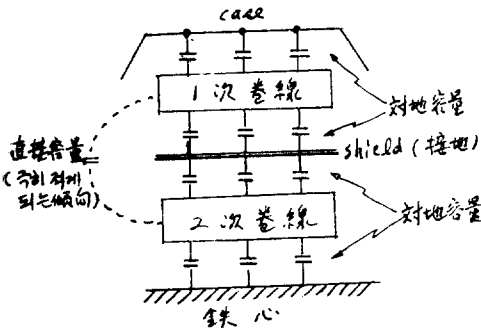
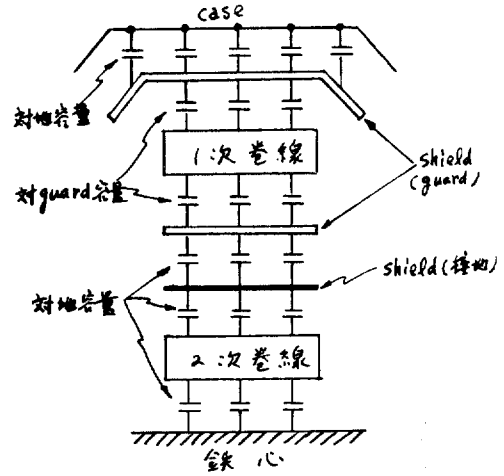
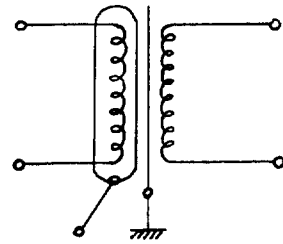


그림 6. Shield에 의한 直接容量의 제거

최근에 Moseley Co. 제의 7030型 超高感度 XY recorder(最高感度 0.04mV/cm)와 같은 最高感度 range로서 對商用周波數 CMR 120[dB] 以上이 있으며, 이는 例컨데 10V의 common mode noise가 들어 와도



(a) 2重 shield의 効用



(b) 2重 shield Trans의 記号

그림 7. 1次·2次的 直接容量은 물론 2次·大地間의 용량 역시 적게 된다.

참고 문헌

『電子式計器의 現狀과 將來』

오—도멘손 : Vol. 11 No. 4 pp. 48~50

『XY recorder』 東京電機大學出版局