

自動制御設備의 理論과 實際

裴 承 煥*

4. 自動制御裝置의 分類와 特性

自動制御裝置는 그 目的에 따라서 여러가지로 分類할 수 있다. 即 目標値가 一定한 定値制御, 目標値가 時間과 함께 變化하는 追値制御가 있으나 追値는 實際는 追從制御, 푸로그래프制御, 比率制御를 포함한다.

空調用 自動制御裝置는 空調의 目的에 따라서 그것에 맞는 것으로 選擇을 하여야 한다. 그러므로 一般商業建物の 商業空調(快適空調)와 工場이나 恒溫恒濕裝置를 對象으로 하는 産業空調(製品空調)에서 푸로세스(Process) 變數는 같지만 거기에 許容되는 조건이 달라진다. 그러므로 一般의 商業空調에도 商業用 空調機器(Commercial Controls)가 使用되고 産業空調에는 工業用 푸로세스 自動機器 또는 工業計器(Industrial Instrument)가 使用된다. 여기서는 商業用 自動機器만을 취급하기로 한다.

商業用 行動機器는 크게 나누어서 自力式, 他力式의 2 種類가 있다. 보통 自力式은 한정된 用途에만 使用되며, 他力式에서도 電氣式, 空氣式 및 電子式의 것이 가장 넓게 쓰여지고 있다.

4.1 自力式 制御裝置(Self Operated Control)

制御機器의 操作에 必要한 動力을 外部로 부터 받지 않고 動作하는 것으로서 例를 들면 直接膨脹式코일에 쓰여지고 있는 感熱膨脹밸브가 代表的인 機器이다. 이것은 溫度를 檢出하는 部分이 媒體를 통해서 直接으로 밸브나 모터를 움직이도록 되어 있는 構造가 많다. 自力式은 他力式에 比해서 구조가 간단하고 값이싸며 보수가 쉬운 반면에 操作力이 적어서 精密度가 나쁘며, 操作部와 檢出部와의 距離가 짧은 곳에서만 使用할 수 있기 때문에 그리 쓰여 지고 있지 않다.

4.2 他力式 制御裝置(Power Actuated Control)

4.2.1 油壓式 制御裝置

油壓과 같은 壓力液體를 써서 操作을 하는 것으로서

強한 作動力을 必要로 하는 경우에 적합하다.

4.2.2 電氣式 制御裝置

動力源으로서 電氣를 使用해서 制御量의 變化를 바이메탈(Bimetal), 벨로우즈(Bellows)等으로서 物理的 變位로서 檢出해서 이것을 水銀스위치, 마이크로스위치等의 스위치 動作이나 포텐쇼미터(Potentiometer)의 抵抗值變化라는 電氣的 偏位로 變換시켜서 이 變位를 操作部에 傳達하여 電氣式 모모터나 릴레이를 制御한다. 이것은 간단한 푸로세스의 制御나 그리 精密度를 要求하지 않는 個所의 各種 制御에 使用된다. (例로서 $\pm 2^{\circ}\text{C}$, $\pm 5\%$ R.H. 以上)

電氣式의 利點으로서는 다음과 같은 것이 있다.

가. 電氣源은 항상 쉽게 얻을 수 있다.

나. 設置가 간단하고 쉽다.

다. 弱한 信號로서 장치의 운전에 릴레이를 使用할 수 있다.

라. 원거리조절을 할 수 있다.

그리고 電氣式은 低壓系統과 線電壓系統으로 나눌 수 있다.

(i) 低壓系統

이형의 系統은 25V나 그 以下の 電壓으로서 動作하며 降壓變壓器를 장치한다.

低壓系統의 長點으로서는

1. 보통 線電壓보다 設置費가 싸다.

2. 低壓調節器는 部品이 작아지고 應答速度가 좋다.

(ii) 線電壓系統

線電壓系統은 보통 100V 或은 220V의 供給電壓이며 감수성이 要求되지 않는 모모터 壓縮等과 같은 重機의 조절의 응용에 使用된다.

電氣式의 制御方式으로서는 (A) 그 位置式 (B) 單速度式 (C) 比例式이 있으며 이것을 간단히 說明하면 다음과 같다.

(A) 2位置式

ON-OFF 또는 正動作제어라고도 하며 動作信號가 0 이나 或은 100%이며 따라서 操作部의 움직임은 밸브에서는 全閉 또는 全開, 冷凍機에서는 停止 또는 全負荷運轉, 電氣히이터에서는 ON-OFF의 動作만이 있다.

* 正會員, 現代設備株式會社 技術部

(a) 2線方式

操作部가 電磁밸브, 電氣히이터 등과 같은 것은 그림 11과 같이 調節器가 單極單投(Single Pole Single

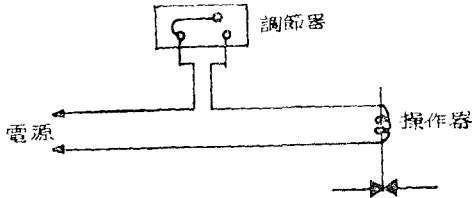


그림 11. 2線式 回路

Throw)의 스위치機構를 가진 것이 사용된다. 이 스위치기구는 바이메탈, 벨로우즈(Bellows), 毛髮 등이 制御量의 變化로서 物理的 變位를 하는 것을 마이크로 스위치, 水銀스위치 등에 접속한 것이다. 使用電壓으로는 線電壓과 低電壓에 使用된다.

(b) 3線方式

電動밸브나 電動단퍼 등과 같은 모오터를 制御할 때는 그림 12와 같이 單極雙投(Single Pole Double Throw)의 調節器를 使用해서 모오터와 3線으로 結線하는 방식이다. 모오터는 보통 一方方向 回轉式의 單極콘덴서모오터로서 처차(기어)에 의해서 減速되어 驅動軸을 回轉한다.

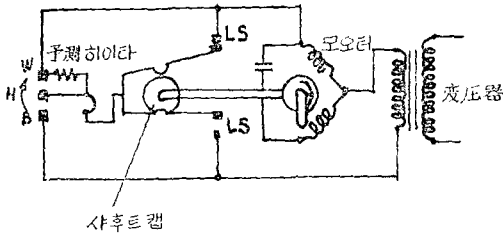


그림 12. 3線式 回路

制御量이 設定點으로 부터 벗어나 調節器의 接片 R이 W側에 붙으면 모오터卷線에 電壓이 가해져서 모오터 驅動軸은 한쪽方向으로 回轉한다. 모오터는 리미트스위치(Limit Switch)를 內藏하고 있으므로 驅動軸이 一定角度를 回轉하면 調節器로 부터의 動作信號가 있어도 停止하도록 되어 있다. 即 모오터는 180° 回轉하면 停止한다.

또한 調節器의 接片 R이 B側에 붙으면 다시 卷線에 電壓이 가해져서 모오터는 같은 方向으로 회轉한다. 또한 調節器와 모오터의 結線이 3線으로서 모오터가 可逆回轉으로 구동축이 160°를 단위로 해서 動作하는 것도 있다.

(c) 基本回路의 應用

리미트(Limit)제어에는 上限(High Limit)과 下限(Low Limit)제어에 있으며 이것은 보통의 調節器(主調節器) 이외에 제어량을 직접 左右할 수 있는 곳에 리미트用 調節器를 장치해서 그 部分이 미리 設定한 值以上 또는 以下가 되었을 때는 主調節器의 指令에는 관계없이 리미트用 調節器의 指令으로서 操作部를 作動시킨다.

[應 用 例]

(i) 下限(Low Limit)제어

中央式 空氣調和裝置에서 蒸氣用 加熱器에 設置된 電磁밸브를 室內用 溫度調節器로서 ON-OFF할 때 별도로 給氣덕트內에 插入式 溫度調節기를 設置하면, 이 部分의 溫度가 設定點 以下가 되었을 때는 室內溫度와는 관계없이 蒸氣用電磁밸브를 열어서 蒸氣를 보내어 加熱을 할 수 있다. 이 경우에 給氣덕트內의 溫度調節기는 下限제어用이다. 그림 13.은 2線方式의 下限제어이고 그림 14.는 3線式의 下限제어이다.

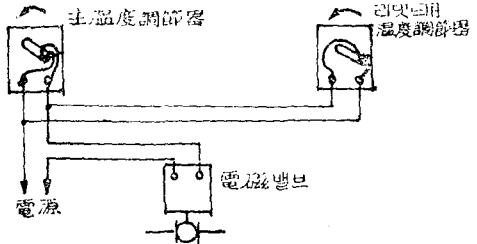


그림 13. 下限(Low Limit)制御回路

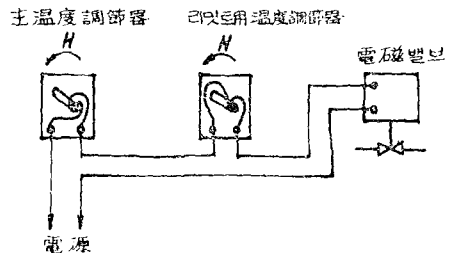


그림 14. 上限(High Limit)

(ii) 上限(High Limit)제어

그림 15.는 上限제어의 回路로서 給氣덕트에 設置한 上限제어用 插入式 溫度調節기는 室內온도가 適定온도에 유지되었더라도 給氣덕트內의 溫度가 어느 限度 以上으로 오르면 電磁밸브를 닫는다.

(B) 單速度式

調節器가 單極雙投(S.P.D.T)의 스위치를 가지고 있으며 어느 接點에도 붙지 않은 中立의 位置를 취할 수

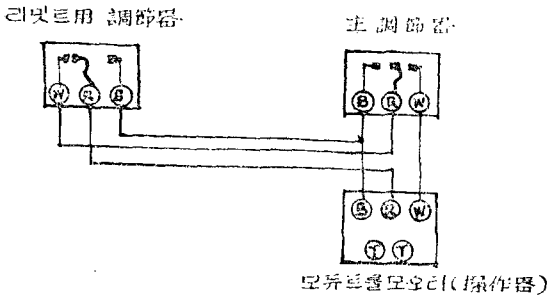


그림 15. 下限制回路(3線式)

(Timing)을 갖는 可逆式 單極콘덴서 모모터가 사용된다.

그림 16.에서 調節器의 ㉑-㉒가 接點 되면 모모터는 한쪽 方向으로 回轉하지만 ㉑-㉒가 떨어지면(接片 ㉑가 ㉒와 ㉓의 中間에 온다) 모모터는 그 位置에서 停止하며 다음에 調節器의 接片 ㉑가 ㉒나 或은 ㉓에 붙을 때까지는 그 位置에 멈춘다. ㉑나 ㉒에 接點함에 따라

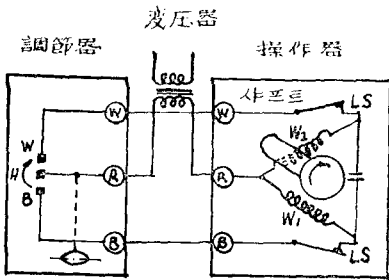


그림 16. 플로우팅식 回路

있는데 사용한다. 操作部는 特殊한 種類의 타이밍서 回轉方向이 달라진다.

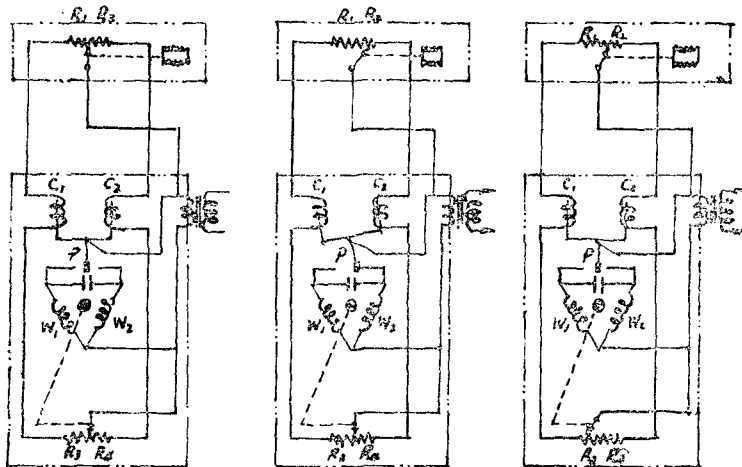
(c) 比例式

(a) 基本回路

그림 17은 電氣式 比例動作의 作動原理를 표시한 것이다. 調節器內의 포텐쇼미터(Potentiometer)와 모모터內의 포텐쇼미터의 電氣的 對應關係에 의해서 발란싱 릴레이의 코일 C_1 과 C_2 에 흐르는 電流가 變하므로써 接點 P가 動作해서 모모터를 回轉시킨다.

C_1 과 C_2 에 흐르는 電流는 變壓器→ R_1 → C_1 → R_3 →變壓器→ R_2 → C_2 → R_4 →變壓器의 回路에 따라서 각각 決定된다. C_1 과 C_2 의 임피던스는 같게 했으므로 그림 17-1와 같이 $R_1=R_2$, $R_3=R_4$ 일 때는 $R_1+R_3=R_2+R_4$ 가 되며 C_1 과 C_2 에 흐르는 電流는 같게 됨으로 릴레이 接點 P는 平衡狀態의 位置에 있게 되어 모모터는 回轉하지 않는다. 다음에 制御量이 變해서 調節器의 포텐쇼미터의 와이퍼(Wiper)가 그림 17-2와 같이 右側으로 移動하면 $R_1+R_3 > R_2+R_4$ 가 되며 C_1 側의 電流는 감소되고 C_2 側의 電流는 增加한다. 이때문에 발란싱릴레이 接點 P가 W_2 側으로 붙으면 모모터는 한쪽 方向으로 回轉한다. 모모터의 回轉에 따라서 이것과 連動되어 있는 발란싱포텐쇼미터의 와이퍼가 壓側으로 移動해서 다시 $R_1+R_3=R_2+R_4$ 의 狀態로 되어 릴레이는 平衡狀態로 되고 모모터는 停止한다. (그림 17-3)

이와 같이 해서 調節器의 포텐쇼미터의 움직임이 적으면 모모터는 조금 回轉한 位置에서 平衡을 유지하고, 變化量이 많으면 모모터는 變化量에 比例한 位置까지 回轉해서 比例動作을 한다.



(a) 平衡狀態

(b) 制御量이 變환 不平衡狀態

(c) 再平衡狀態

그림 17. 位置比例式 回路

(b) 基本回路의 應用

i) 上限制御(High Limit Control)와
下限制御(Low Limit Control)

그림 18은 上限制御 그림 19은 下限制御의 基本回路를 표시한다. 리미트調節器의 利用目的은 二位置式의 경우와 같다.

리미트用 調節器의 設定點은 定常運轉狀態일 때 이 것이 없을 때의 回路가 되도록 눈금을 맞춘다. 即 上限에서는 調節器의 와이퍼(Wiper)가 W端子 쪽에 있도록 한다. 그리하여 리미트用 調節器의 設定點을 넘게 되면 포텐쇼미터의 와이퍼는 B端子 쪽으로 이동하여 이동한 分만단클 抵抗이 增加해서 발란싱 릴레이가 움직여서 抵抗增加分 만큼 모터를 回轉시킨다.

[應用例]

中央式 空氣調和裝置에서 給氣덕트에 下限用 溫度調節器를 設置하고 室內에는 主溫度調節器를 設置해서 室溫의 制御를 할 경우 양쪽의 調節器가 加熱器의 蒸氣밸브를 制御한다고 할 때 手動으로서 外氣뎀퍼를 열어서 찬 外氣가 급격하게 供給되면 給氣덕트의 下限調節器가 즉시 이것을 感知해서 蒸氣밸브를 열게 한다.

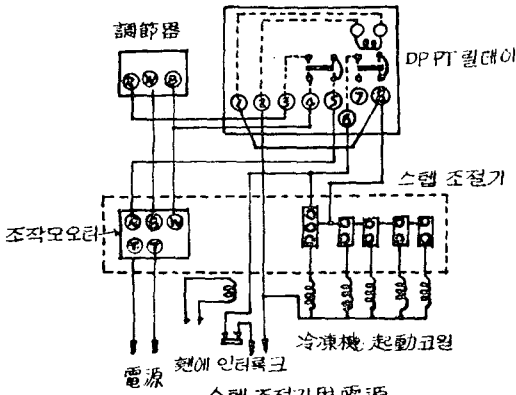


그림 18. 上限制御回路

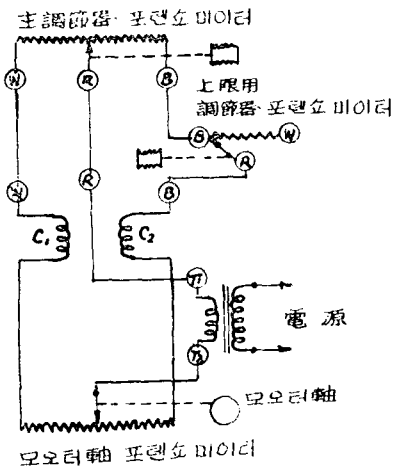


그림 19. 下限制御回路

브를 制御한다고 할 때 手動으로서 外氣뎀퍼를 열어서 찬 外氣가 급격하게 供給되면 給氣덕트의 下限調節器가 즉시 이것을 感知해서 蒸氣밸브를 열게 한다.

ii) 同時制御(Unison Control)와
連續制御(Sequence Control)

모두트를모터(밸브 또는 閥의 操作器)에는 포텐쇼미터를 2個 內藏하고 있는 듀얼(Dual)型이 있으며, 그중 한개는 調節器의 포텐쇼미터의 움직임에 따라서 움직이는 것이 있고 나머지 한개의 포텐쇼미터는 電氣回路에서는 前者와는 격리되어 있지만 움직임은 同一하다. 그러므로 이것과 다른 한개의 모터를 調節器와 모터를 結線하는 것과 같게 接續하면 2개의 모터를 똑같이 움직일 수 있다. 即 1개의 調節器의 指令으로서 2개의 모터를 同時に 움직일 수 있다. 이것을 同時制御라고 한다.

또한 모터軸에 補助포텐쇼미터를 붙여서 듀얼型과 같은 기능을 낼 수 있다. 補助포텐쇼미터에는 2개가 1組로 된 것도 있다. 그러므로 이것을 모터軸의 前後側に 각각 1組씩 붙이면 同時に 4개의 모터를 움직일 수 있다.

이들 補助포텐쇼미터의 움직임을 調整해서 始發點을 엇갈리게 늦출 수 있다. 即 1개의 모터가 어느 位置까지 回轉하면 다음에는 다른 모터가 回轉하도록 이와 같이 여러개의 모터를 連動시킬 수 있다. 이것을 連續制御라고 한다.

配線方法은 그림 20과 같이 同時制御나 連續制御 모두 같으나 調整하는 방식에 따라서 變한다.

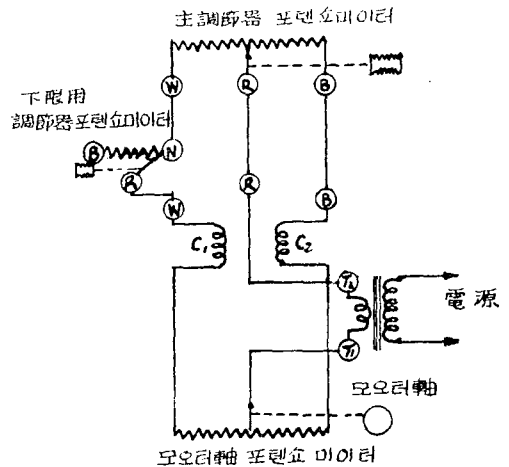


그림 20. 同時(또는 連續)制御回路

[應用例]

中央式 空氣調和裝置에서 外氣用 選氣用 및 排氣用 各뎀퍼를 連動하는 경우나 2個 以上の 밸브를 同時に

또는 連續的으로 開閉를 要하는 경우에 사용한다.

iii) 最少開度制御(Minimum Position Control)

外氣用 暖房制御에서 新鮮空氣의 最低量을 供給하여야 할 때 外氣用暖房이 全閉로 되지 않도록 調節하는데 그 目的이 있으며 回路圖는 그림21과 같다. 이 原理는 리미트制御의 경우와 같으며 포텐쇼미터의 한쪽에 一部分의 抵抗을 삽입해서 그 抵抗分만큼 모오터가 全行程을 作動하지 않도록 한다. 포텐쇼미터의 저항이 135Ω인 調節器와 모오터에서 手動用 포텐쇼미터의 저항이 135Ω이면 이 때의 指令度는 50%이고 100%의 指令度를 줄려면 280%의 저항을 갖은 포텐쇼미터를 使用하여야 한다.

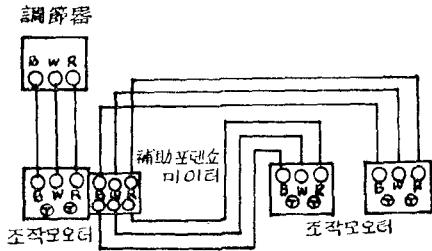


그림 21. 最少開度設定用 回路

〔應用例〕

暖房의 最少開度 유지 以外에 밸브를 全閉로 시키지 않을 경우에도 利用한다.

iv) 리사이클링 制御(Recycling Control)

大容量의 空氣調和裝置에서 2臺 以上의 小形冷凍機로 서 冷房을 할 경우를 例로 들자. 이 경우에 負荷가 變動함에 따라서 冷凍機도 負荷의 變化에 따라 起動 및

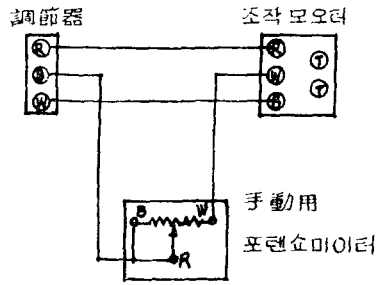


그림 22. 리사이클링 스텝制御의 回路

停止하게 하면 좋은 制御結果를 얻을 수 있다. 이와 같이 起動 및 停止動作을 하는 것이 스텝調節器(Step Controller)로서 이것은 캠과 스위치의 組合을 몇개의 組로 하여 이것을 操作모오터의 延長軸上에 연결한다. 모오터는 調節器로 부터의 指令에 따라서 回轉하게 되며 回轉軸上에 角度가 다르게 配列된 캠은 스위치를 順次的으로 作動시킨다.

이 例의 경우에서 負荷가 最大일 때 停電이 되면 同時に 冷凍機 全體가 停止되고 다시 電源이 復歸하면 먼저 運轉되고 있던 全冷凍機가 同時に 起動하게 됨으로 서 始動電流가 커져서 過負荷가 될 염려가 있다. 이와 같은 動作을 防止하기 위해서는 電源이 一時遮斷되었다 가 다시 復歸할 때는 負荷가 零(Zero)인 狀態까지 操作 모오터를 元狀態로 만든 다음에 여기서 부터 順次的으로 回轉해서 遮斷前의 負荷狀態까지 冷凍機를 運轉시켜야 한다. 이와 같은 回路를 리사이클링(Recycling)回路라고 한다. 그림 22는 리사이클링 스텝制御의 回路이다. (次號繼續)