

MV 모우터의 制御와 應用

千 熙 英

〈高麗大學校教授〉

1. 序 論

MV모우터는 사이리스터(thyristor)에 의한 交流 1次電壓制御裝置와 誘導電動機를 組合한 可變速系統을 말한다. 一般的으로 交流의 速度制御는 直流器보다 어려우나 이 方式은 直流機의 速度制御에 못지 않은 良好한 制御性을 가지며 또 價格도 低廉하다.

이 方式에서는 電動機의 速度制御에 誘導電動機의 電壓制御方式을 擇하고 있기 때문에 쉽게 使用할 수 있으며 中, 小容量의 可變速電動機로서 그 使用이 漸次 增加하고 있다. MV 모우터의 特徵은 다음과 같다.

(1) 誘導電動機가 가지고 있는 큰 長點 즉 堅固하고 補修가 容易한 點 등을 그대로 지니고있으며 특히 籠形誘導電動機의 경우는 定格負荷內에서는 補修없이 半永久的으로 使用할 수 있다.

(2) 制御應答이 빠르고 直流機에 가까운 制御特性을 얻을 수 있다.

(3) 制動토크를 얻을 수 있고 또 連續的으로 制御할 수 있으므로 加速과 減速時 다같이 追從

制御가 可能하다. 그리고 價格도 低廉하며 直流機의 高級制御에 遜色이 없는 制御特性을 얻을 수 있다.

(4) 一般的으로 큰 起動토크를 얻을 수 있고 후라이 轉效果(GD²)가 큰 負荷에 適用하는 경우에는 다른 可變速電動機보다 定格出力이 적은 것으로 된다.

MV 모우터는 위와 같은 長點을 살릴 수 있는 用途에 使用하면 價格面에서나 特性面에서도 다른 可變速電動機에 對抗할수 있고 可變速電動機 裝置로서 活用할 수 있다.

2. MV모우터의 制御

2-1. MV모우터의 制御方式과 特性

MV 모우터는 制御方式과 電動機特性의 組合에 따라 여러 가지 特性을 얻을 수 있다. 制御方式에는 P形(相制御方式)과 L形(Line制御方式)이 있으며 그의 構成과 特性은 그림 2-1과 같다.

MV 모우터의 小容量機種에는 高슬립特性으로 한 籠型電動機를 使用하지만 中容量機 以上에서

는 特殊한 用途를 除外하고는 捲線型電動機를 使用한다. MV 모우터의 變速範圍는 1:10系列과 1:3系列이 있다.

制御方式	P 形	P B 形	L B 形	L P R 形
回路構成				
토크특성				
制動方式	発電	発電	発電	유력정

그림 2-1 制御方式와 토크특성

2-2. 사이리스터에 의한 交流電壓制御

MV 모우터의 1차는 사이리스터에 의하여 交流電壓이 制御되므로 여기에서는 交流回路의 制御에 대하여 그 基本原理만을 略述한다.

(1) 交流回路의 位相制御

두개의 사이리스터를 逆並列로하고 Gate 電流를 펄스狀으로하여 사이리스터의 陽極電壓에 대하여 α 角度만큼 늦은 位相으로 Gate에 印加하면 그림 2-2와같이 負荷電壓은 斜線과 같이 減少한다. α 의 값을 零에서 180° (電氣角)까지 連速的으로 變化시키면 그의 出力電壓實効值도 그림과 같이 變化한다.

그림에서는 低抗負荷의 경우를 나타냈지만 誘導性負荷의 경우에는 α 의 增加에 대하여 出力電壓은 急激하게 減少한다. 이와같이 Gate 펄스의 位相制御에 의하여 交流回路의 出力을 連續的으로

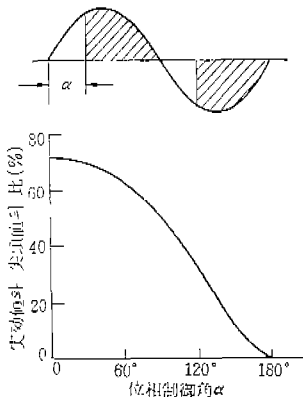


그림 2-2 電壓과 位相制御角과의 關係

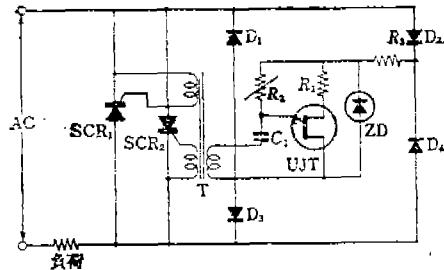


그림 2-3 位相制御基本回路

로 調整할 수 있다.

(2) 基本回路

그림 2-3의 基本回路는 UJT(Unijunction Transistor)를 使用한 位相制御回路를 應用한 것으로

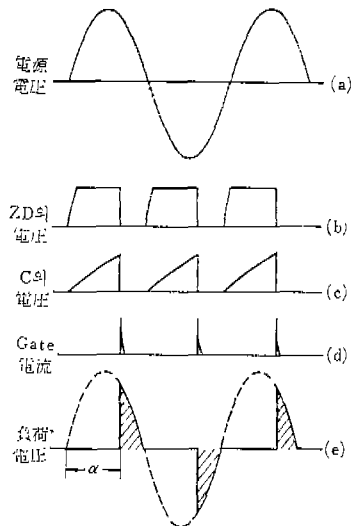


그림 2-4 基本回路의 各部波形

그의 펄스는 變壓器 T를 거쳐 逆並列로 接續된 사이리스터 SCR₁, SCR₂의 Gate에 印加된다. 그

림 2-4는 이 회로의 동작을 나타내는 각부의波形이다. 그림에서 (a)는 電源電壓波形을 나타낸다. 이 電壓은 定電壓다이오우드 ZD의 作用에 의하여 그림 (b)와 같은 方形波狀이 된다. 이 電壓에 의하여 C_1 은 R_2 를 거쳐 充電된다. 이것을 그림 (c)에 나타낸다. C_1 의 電壓이 UJT의 尖頭電壓을 넘었을 때 UJT는 turn on되어 C_1 은 放電하여 그림 (d)에 나타낸 펄스를 發生한다. 이 電流펄스는 變壓器 T를 지나 사이리스터(그림에서 SCR로 表示됨)의 Gate에 印加된다. 이 펄스로 사이리스터가 turn on되면 ZD의 端子電壓은 사이리스터의 順電壓降下에 維持되므로 그림 (b)와 같은 斷切部가 생기고 이 期間에는 C_1 의 充電도 이루어지지 않는다. 사이리스터의 turn on에 의하여 負荷의 端子電壓은 그림 (e)와 같은 波形이 된다. 前述한 바와 같이 位相制御角 α 는

充電抵抗 R_2 를 加減하여 調整할 수 있다. 이 回路에서는 電源電壓이 變化하여도 ZD에 의하여 R_2 와 C_1 의 充電經過가 變化하지 않으므로 α 는 거의 變하지 않은 特徵이었다.

이와 反對로 電源電壓이 低下하면 이것에 따라 R_2 를 變化시키지 않고도 自動적으로 α 가 減少하여 出力電壓低下를 補償하는 方式도 있다. 이런 回路가 그림 2-5이다. 이 回路에서는 UJT의 Base간 電壓이 電源電壓의 變動에 따라 같이 變化하도록 되어 있다. 한편 C_1 의 充電은 ZD에 의하여 電源電壓의 變動에 關係없이 一定한 充電曲線을 가지므로 UJT의 尖頭電壓이 電源電壓의 低下에 따라 내려가면 그만큼 UJT의 turn on 時期가 앞서 α 가 減少하게 된다. 이와 反對로 電源電壓이 上昇하는 경우에는 α 가 增加한다. 이의 經過를 그림의 右側에 나타낸다. 그러므로

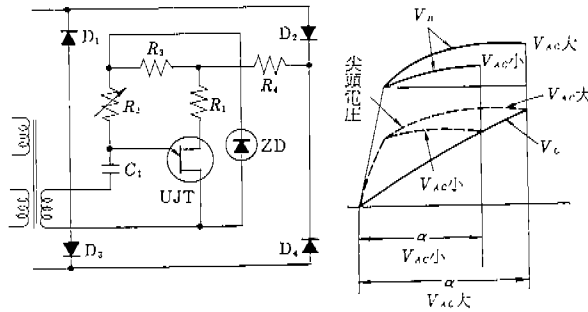


그림 2-5 電源電壓補償回路

R_3, R_4 를 適當히 選定하면 電源電壓의 變動에 關係없이 負荷電壓을 一定하게 할 수 있다.

그림 2-6이다. 그림에서 다이오드로 부리지 회로를 構成하고 그 直流回路에 사이리스터를 挿入한 것이다. 이 回路에서는 사이리스터가 한꺼이므로 Gate回路도 簡單化된다.

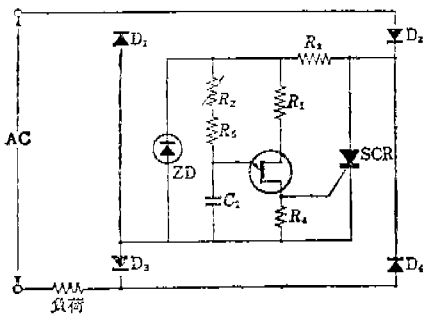


그림 2-6 싸이리스터 한개로 位相制御하는 回路

(3) 사이리스터 한개로 位相制御하는 回路가

싸이리스터(그림에서 SCR로 表示됨)에 흐르는 電流는 半波整流된 直流이므로 位相制御를 하려면 半波마다 사이리스터가 完全히 turn off 되어야 한다. 이렇게 하기 위해서는 直列로 電流를 흘리는 다이오우드 2개와 사이리스터의 順電壓降下가 數볼트이므로 隣接한 半波 사이에 電流가 쏠리는 期間이 생기지만 그 期間이 사이리스터 turn off의 時間보다 길어야 한다는 條件이 必要하다.

이 回路의 利點은 사이리스터가 한 개이므로 交流負荷電流가 減少하여 사이리스터의 保持電流에 가까운 값이 되어도 正負의 電流에 不平衡이 생기지 않는데 있다. 사이리스터 2개의 回路에서는 保持電流의 差異로 不平衡現象이 생기기 쉽다.

3. MV모터의 應用例

3-1 昇降機制御에의 應用

昇降機(elevator)는 過酷한 特性이 要求되는 荷役機械의 하나로서 要求되는 設計特性은 다음과 같다.

(1) 高頻度運轉週期에 전달것

즉, 時間當 200회 以上の 運轉에 전되어야 한다.

(2) 制御性이 良好할 것.

즉 乘客에게 昇降時 不安을 주지 않고 平安하게 하기 위하여 圓滑한 加速, 減速運轉이 이루어져야 한다.

(3) 正確한 運轉特性을 가질것

負荷나 電源變動에 關係없이 無調整으로 恒常 正確한 着床精度를 가지며 또 安定해야 한다.

다음에 昇降機制御에 관한 한 例를 그림 3-1의 블록線圖로 나타내어 그 概要를 說明한다.

昇降機는 乘客用 昇降室의 重量과 平衡錘의 差로 走行토오크가 定해지며 走行중 制動토오크를 要하는 動作期間이 있다. 또 減速時에는 큰 制動

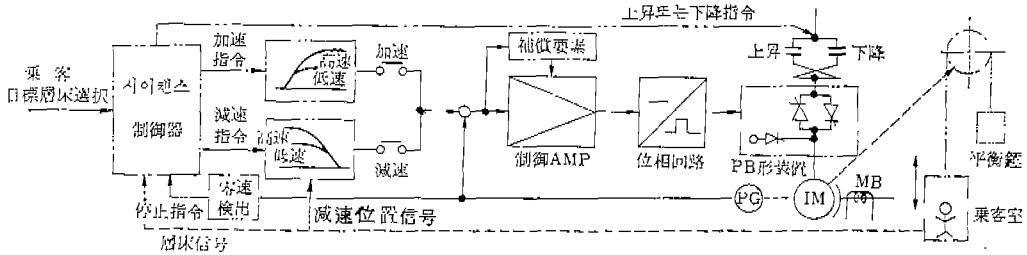


그림 3-1 昇降機制御블록線圖

토오크가 必要하므로 制御方式에는 高速時에도 큰 制動토오크를 내는 PB形을 使用하고 있다.

乘客의 層床選擇스위치의 부름에 應하여 시이퀀스 제어器가 動作하여 加速패턴發生回路에 指令을 내려 그 패턴에 따라 加速→走行시키고 昇降機가 目標層床에 到達하면 또다시 시이퀀스 제어器가 動作하여 減速패턴發生回路에 指令을 내려 昇降機를 減速시켜 昇降機速度가 거의 零이 되는 時點에서 機械的制動裝置를 움직여 停止位置를 維持시킨다.

減速하기 始作하여 目標位置에 停止시키려고 할 때 負荷變動 등으로 着床位置가 달라지는 것을 防止하기 위하여 減速중에 몇개의 位置를 檢出하여 그 位應에 對應한 速度指令을 發生하도록 되어 있다.

3-2 伸線機用 捲取機에의 應用

銅線 또는 鐵線 등의 伸線速度는 捲取機의 捲取速度에 따라 定해지는 性質이 있다. 그러나 捲取速度가 伸線機의 理論的伸線速度보다 너무 빨라지면 引張에 의한 斷線이 생기고 또 너무 늦어지면 슬립에 의하여 線機에 나쁜 影響을 주며 또 伸線用다이스의 壽命을 크게 短縮시키는 등의 弊가 생긴다. 이와 같은 負荷에 대하여서는 다음과 같은 捲取制御를 한다.

(1) 捲取보빙의 감은 굵기에 關係없이 恒常 目標의 一定線速度와 一定張力으로 捲取를 한다.

(2) 伸線機의 速度變化에 대하여서도 恒常 一定한 狀態로 捲取速度를 追從시킨다.

(3) 停止時에도 伸線機의 減速에 追從하여 捲取速度도 追從 減速시킨다.

(4) 負荷 GD^2 가 크므로 큰 加速토오크를 가 지도록 한다.

MV 모우터를 適用하여 위의 要求條件을 滿足하는 制御系에 대한 블록線圖가 그림 3-2에 나타내며 이 制御系에서 아주 좋은 結果를 얻고있다.

MV 모우터는 停止時 急速減速시키는 경우에는 制動토크가 큰 PB形을 使用하며 緩減速으로도 좋은 경우에는 P形을 使用하고 있다.

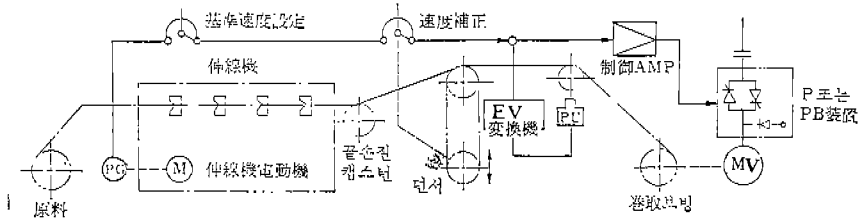
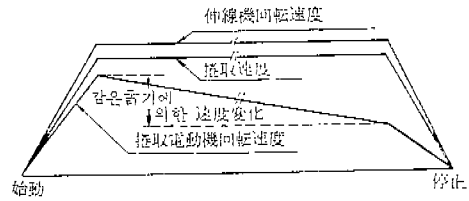


그림 3-2 捲取制御系統圖

伸線機電動機에 附着한 速度檢出TG의 出力을 捲取速度의 指令으로 하여 線速檢出호일에서 檢出한 捲取速度가 恒常 一定比率이 되도록 制御한다. 이 경우 一定 張力特性을 얻기 위하여 또 起動과 停止時 등의 過渡의 速度變化에 對處하기 위하여 던서를 두고 던서에 連動하여 捲取速度 指令을 補正하고 있다.

線速檢出에는 極細線의 線速檢出도 할 수 있게 低GD²로 線速檢出을 할 수 있는 필스피칩 방식을 취하고 있다.

3-3 사시模擬裝置用엔진 冷却送風機에의 應用

自動車の 一般性能, 排氣가스分析, 耐久性이나 燃料 등의 試驗에 使用되는 사시模擬裝置의 엔진冷却送風機에 適用한 例를 그림 3-3에 나타낸다.

사시模擬裝置는 自動車の 走行性能試驗을 室內에 行하는 裝置로 道路代身에 回轉드럼을 使用하고 드럼 위에 驅動輪을 얹혀놓고 走行시켜 實際 走行에 되도록 等價의인 狀態로 만들어 各種 試驗을 行한다.

엔진冷却送風機는 車速에 對應하는 風速을 發生시킬 必要가 있고 드럼回轉速度를 基準으로한 速度追從制御를 하고 있다. 送風機回轉數는 複

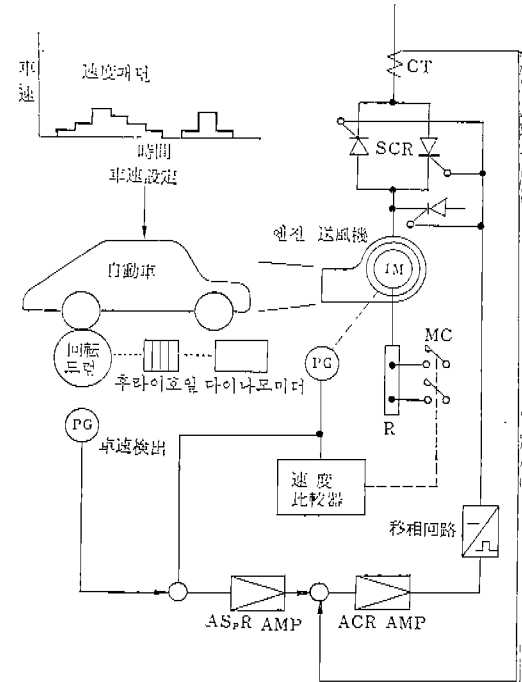


그림 3-3 엔진冷却送風機制御系統圖

雜한 速度패턴運轉에 迅速하게 追從하여야 하며 高速에서도 큰 發電制御토크(dynamic Braking torque)을 가지는 PB形 制御裝置를 使用한다.

送風機의 負荷特性은 回轉數의 3 乘에 比例하므로 電動機의 速度를 低下시켜도 發生損失은 그다지 增加하지 않고 1次電壓制御電動機에 適合한 負荷이다.

籠型誘導電動機를 使用하던 브러시, 滑動環이

없고 거의 補修, 點檢이 必要치 않다.

捲線型誘導電動機를 使用하면 2次抵抗을 速度에 따라 自動的으로 調整하여 토크効率, 力率 등 가장 좋은 狀態에서 運轉할 수 있다.

위와 같은 用途에 使用되는 誘導電動機容量은 2kw~15kw程度이다.

3-4 코우크스押出機走行에의 應用

코우크스押出機의 走行에 適用한 走行制御系統圖를 그림 3-4에 나타낸다.

코우크스押出機는 製鐵에 必要한 코우크스를 만들기 위하여 石炭을 長時間 煎 것을 爐 밖으로 押出하는 機械이다.

코우크스押出機의 主된 動作은 走行과 押出에 있다. 走行은 目的地인 코우크스爐로 押出機를 移動하는 것과 爐前清掃를 하기 위한 操作이다.

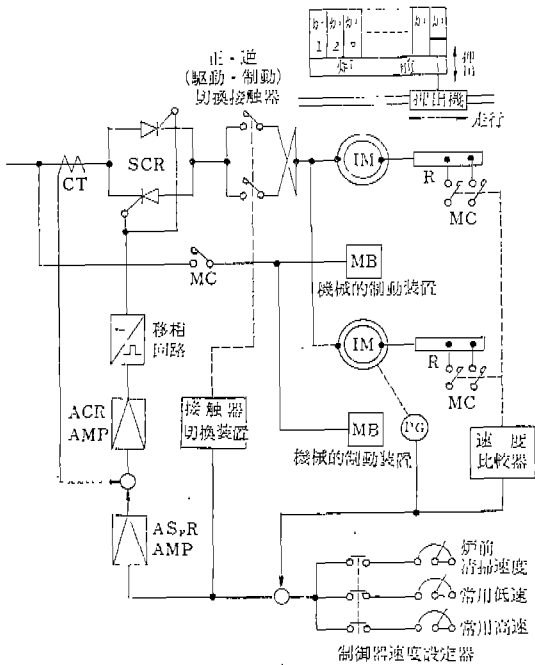


그림 3-4 코우크스押出機走行制御系統圖

捲線型誘導電動機에 사이리스터 1次電壓制御方式을 採用하여 比較器로 速度를 檢出하고 2次抵抗을 自動的으로 調整하여 過電流制限을 考慮하면서 圓滑한 加速과 安定된 運轉을 하고 있다. 또 減速과 停止時에는 全速度範圍에서 制動토크가 큰 플러킹(plugging) 制動(LPR形)을 採用하며 2次抵抗의 調整 無負荷走行, 機械的制動裝置의 動作을 比較器로 最適하게 組合하여 停止距離를 짧게 하고 또 圓滑한 停止動作을 하게 한다.

위와 같은 動作 때문에 爐에 대한 中心마찰動作이 매우 容易하며 또 從來의 手動作業代身 安定한 低速一定制御로 爐前清掃를 自動的으로 할 수 있다.

押出은 막힘없이 爐壁을 損傷시키지 않고 破碎가 적은 큰 덩어리의 코우크스를 만들기 위하여 押出開始時點에서는 寸寸히 押出을 하고 中間에서는 全速力으로, 그리고 押出 끝端에서는 또 다시 寸寸히 느리게 停止하여 自動的으로 드러가는 操作을 한다.

現在 捲線型誘導電動機와 渦電流 制動裝置를 組한 方式을 採用하고 있지만 將次 押出에도 사이리스터 1次電壓制御方式의 適用이 바랄질하다.

4. 結 言

위에서 MV 모터의 制御와 應用例를 紹介하였지만 MV 모터는 誘導電動機의 電壓制御方式에 의한 速度制御를 擇하고 있으며 價格이 低廉하고 直流機에 못지 않은 制御性이 있으므로 中, 小容量의 可變速電動機로서 그 需要가 漸次 增加할 것으로 期待된다.

“本技術解説은 UDC 621, 313, 13을 參考로 補完한 것이다”

간첩잡아 애국하고 유신으로 번영하자