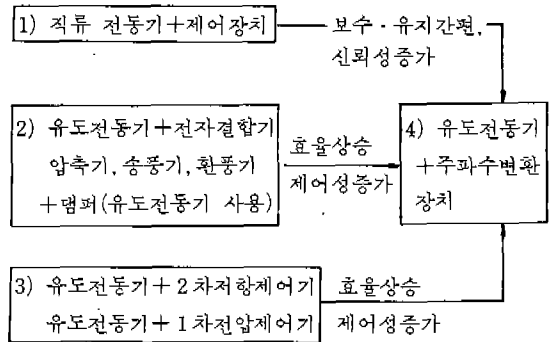


誘導電動機 電子 制御裝置 開發

Development of Induction
Motor Drive System

1. 序 論

産業 設備의 動力源인 電動機는 電氣의 Energy를 機械的 Energy로 變換하여 負荷를 回轉하게 하는 Energy 變換機로써 여러가지 種類가 있으나 대표적으로 誘導電動機와 直流電動機가 있다. 誘導電動機는 直流電動機에 比하여 輕量이며 堅固하고 低廉하며, 維持·保守가 쉬운 반면에 高効率 變速이 어렵다. 따라서 速度의 變化가 必要하지 않는 곳과 큰 起動 토크를 要求하지 않는 곳에는 誘導電動機를 單獨으로 使用하며, 變速이 필요하나 效率이 큰 問題가 되지 않는 곳에는 誘導電動機에 電磁結合機를 使用하거나 變壓器를 使用하며, 큰 起動 토크와 高效率이 필요한 處는 制御裝置를 갖춘 直流電動機를 使用하여 왔다. 그러나 直流電動機는 高價이며, 維持·保守가 힘들고 브러시에서 불꽃이 發生하므로 可燃性이나 爆發性 物質을 취급하는 現場에는 特別한 保護裝置가 要求된다. <그림 1>은 各種 가변속 제어장치의 변화형태를 보인다.



<그림- 1> 가변속 동력원의 변화 형태

最近 電力電子 技術의 發達에 힘입어 誘導電動機의 速度를 바꿀 수 있는 電子制御裝置를 開發하게 되었으며 여기서는 當 研究所에서 開發한 방식을 토대로하여 誘導電動機의 可變速 電子 制御裝置를 몇 분야로 나누어 記述하고자 한다.

元 峻 喜

韓國電氣研究所 研究委員

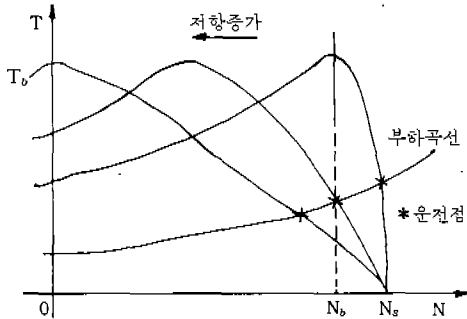
2. 誘導電動機의 可變速制御

誘導電動機의 速度를 變化 시킨다는 것은 誘導電動機의 運轉 特性 曲線을 바꾸는 것인데 그 대표적

인 것으로 ①二次 抵抗 制御 ② 一次 電壓 制御 ③ 一次 周波數 制御의 세가지 方式이 있다.

가. 二次 抵抗 制御

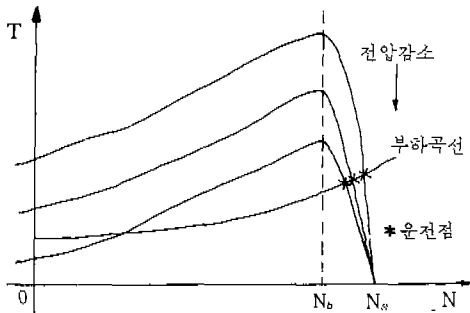
권선형 유도전동기는 二次 권선이 外部에 나와있으므로 저항을 연결하며 그 값을 변화시켜 電動機의 速度를 바꾼다. 最大 토크로 起動이 可能하고 制御範圍는 비교적 넓으나 速度 低減時 效率이 상당히 나빠진다. 그 運轉 特性 曲線은 <그림 2>와 같다.



<그림-2> 2차저항 제어시의 특성곡선

나. 一次 電壓 制御

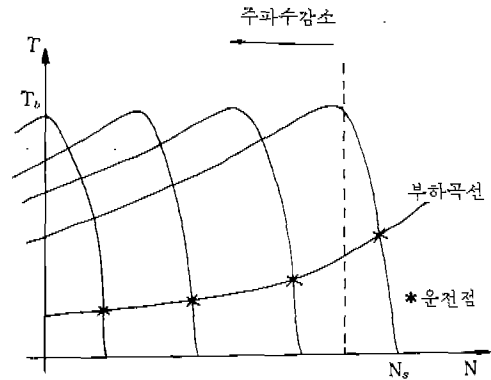
誘導電動機의 一次電壓制御는 誘導電動機의 토크가 一次電壓의 2 乘에 比例하는 것을 利用해서 모타의 1次電壓을 制御해서 發生 토크를 바꾸어 速度를 制御하는 方式이다. 回路가 비교적 簡單하며 電動機의 起動 補償을 위해 널리 쓰이나 低速運轉時 效率이 나쁘다. <그림 3>은 一次電壓制御時의 特性 曲線의 變化를 보이는 데, 卷線形의 誘導電動機의 경우 二次抵抗制御와 組合해서 그 制御範圍를 넓혀 使用하기도 한다.



<그림-3> 1차전압 제어시 특성 곡선

다. 一次 周波數 制御

常用 電源의 周波數와는 다른 周波數源을 만들어 電動機에 供給하는 方式으로서 보통은 1次 電壓制御 方式과 兼한다. 즉 一次 電壓과 周波數를 同時에 마음대로 바꿀 수 있으며, 이를 VVVF (Variable Voltage Variable Frequency) 制御라고 한다. VVV F 制御는 誘導電動機內 空隙의 磁束 密度를 一定하게 하며(이를 定磁束 運轉이라 부른다) 이때 誘導電動機의 運轉 特性 曲線은 <그림 4>와 같다. 最大 토크로 起動할 수 있으며 起動 電流가 적고, 高效率로 減加速을 行할 수 있다.



<그림-4> 정자속 운전시 특성곡선

3. V. V. V. F 制御

VVVF 制御는 여러가지 方式으로 構成할 수 있는데 그 대표적인 것으로 사이클로 콘버터(Cyclo-Converter)와 인버터(Inverter)가 있다. 사이클로 콘버터는 어떠한 周波數의 交流 電源을 任意의 周波數와 電壓을 갖는 交流 電源으로 바꾸는 裝置이고 인버터는 直流 電源으로부터 任意의 周波數와 電壓을 가진 交流 電源을 얻는 裝置이다. 誘導電動機의 變速을 위하여 여러가지 方式의 인버터가 있으며 그 各各의 特性을 <표 1>에서 간단히 보여준다.

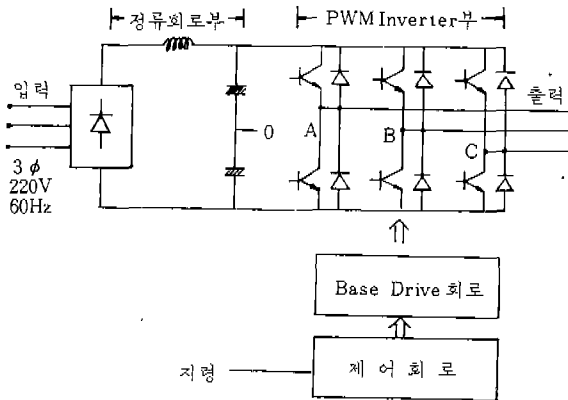
以下 當 研究所에서 開發한 電壓型 P. W. M (Pulse Width Modulation) 인버터 方式에 관하여 기술한다.

〈표-1〉 各種인버터의 特性表

種,類 項 目	電 流 形	電 壓 形	
		PAM 制 御 方 式	PWM 制 御 方 式
基本構成 (點線은 回生運轉)			
電壓電流 波形			
適 用 素 子	사이리스터 (中速)	高速사이리스터 트랜지스터 GTO	左 同
電源입력연속	大	小	小
系의 安 定 度	輕부하시 높은 주 파수에서 안정도가 낮음	比較的 安 定	左 同
電 源 力 率	低速時 低下 (85%)	左 同(SCR) (85%)	比較的 높음(95%)
백동토오크	높은편임	電流形에 비해 小	小
効 率	良		
電 流 制 限	容 易	곤란	容 易(高調波chopping)
騒 音	낮다	낮다	높다(高調波 잡음)

4. 電壓形 P.W.M. 制 御

電壓形 P.W.M 인버터의 基本構成은 〈그림 5〉 ㉑



(a) V.V.V.F 시스템의 기본구성

에 보이는데 入力으로 常用電源(60Hz, 3 ϕ 交流電源)을 사용하며, 電源 後端에 整流回路部를 설치하여 直流電源을 構成하였다.

인버터 出力의 電壓 波形은 〈그림 5〉 ㉒ 와 같으며, 이 P.W.M 신호는 低次 高調波를 제거하는 일과 電壓과 주파수를 制御한다. P.W.M 인버터部에서 直列로 連結된 上下의 트랜지스터가 서로 交代로 ON/OFF 되며, 이 ON/OFF信號는 指令받은 回轉數에 따라, 適當한 電壓과 周波數를 出力한다.

〈그림 6〉은 全體 回路圖를 개략적으로 보인다. 그림에서 보는 바와 같이 電壓 檢出과 電流 檢出받은 값들과 入力 指令값이 各各 適當한 周波數의 펄스로 바뀌며, 이 펄스가 P.W.M 波形 發生 I.C로 入力된다. 이 入力된 信號로부터 나오는 P.W.M 波形은 Base Drive 回路를 통하여 Power Transistor에 印加 된다.

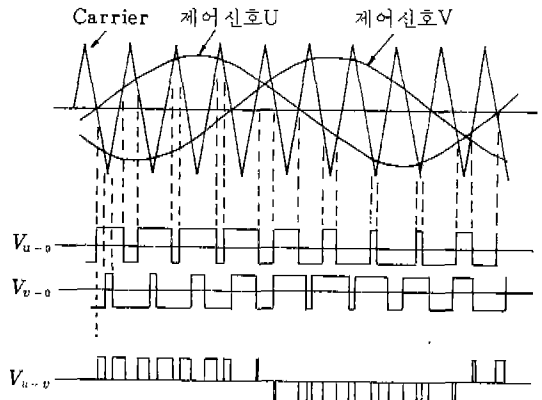
當 研究所에서는 5Hp급과 50Hp급의 두 종류의 인버터를 개발하였는데 그 각각의 定格은 표 2와 같다.

〈그림 7〉와 〈그림 8〉은 5Hp급 및 50Hp급의 出力 電壓과 出力 電流의 波形을 보인다.

5. 期 待 效 果

1) 에너지 節約 效果

從來에는 一定 速度 運轉을 하거나 變速이 필요할 경우, 대수제어, 댐퍼 또는 벨브를 使用하였던



(b) P.W.M 전압파형

〈그림-5〉 V.V.V.F 시스템의 기본구성 및 P.W.M 파형

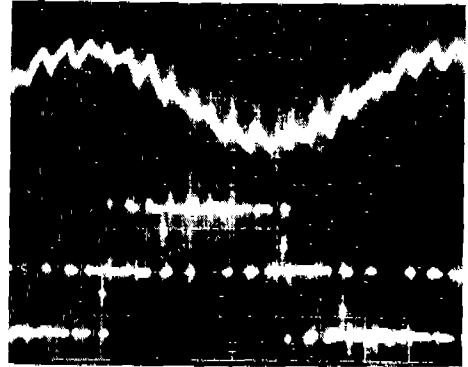
〈표-2〉 5Hp용 및 50Hp용 시제품 정격

項 目		定 格	
最大適用電動機出力(Kw)		3.7	37
定 格 容 量 KVA		5	50
出 力 電 流 (A)		15	150
入 力 電 源	電 壓 周 波 數	3상200/220V 50/60Hz	
	許 容 變 動	電壓±10%, 周波數±5%	
制 御 仕 樣	制 御 方 式	正弦波Pwm制御	
	出 力 電 壓	3상200/220V(最高)	
	出 力 周 波 數	3~60Hz(3~120Hz)	
	出 力/周波數 比 率	0.5~60Hz : V/F一定, 60~120Hz : V一定	
	過 負 荷 耐 量	150%~30초, 110%~連續	
	周 波 數 精 度	最高周波數에 대하여 =0.5% (at 25°C ± 10°C)	
運 轉 方 式		正 逆 運 轉 寸 動 運 轉 非 常 停 止 機 能	
保 護 機 能		過電流 制限 過電壓 制限 過電流 遮斷 過電壓 遮斷 過負荷 遮斷 瞬時停電, 停電, 不足電壓 停止	
加 減 速 時 間		1~20Sec(精度=20%)加 速, 減速은個別調整可	
構 造		壁封式유니트形	
塗 裝 色			
使 用 環 境	設 置 場 所	屋 內	
	周 圍 溫 度	-10~40°C	
	周 圍 濕 度	90% 以下	
	標 高	1,000m以下	

펌프, 팬, 블로어등의 二乘 抵減 토크 負荷의 驅動用으로서 使用狀態 逐 季節別, 時間別로 負荷의 要求하는 特性에 따라서 그 效果는 다르나 대체로 20~30%정도 效率의 向上으로 에너지 節約 效果를 얻을 수 있다.

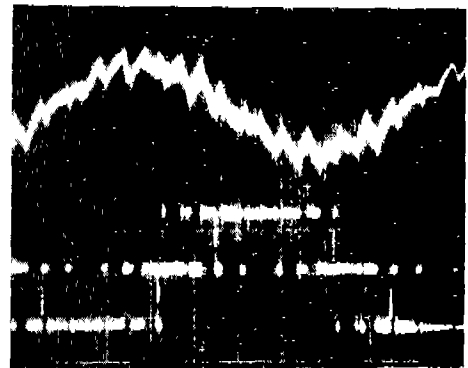
2) 産業 設備의 性能 向上

精密한 速度制御가 要求되는 産業設備에는 直流



전류 20A/div 전압200V/div 시간 2ms/div

〈그림-7〉 220V 20A에서의 출력전압 및 출력전류파형



전류200A/div 전압200V/div 시간 2ms/div

〈그림-8〉 220V 150A 의 출력전압 및 출력전류파형

機를 使用하여 왔으나 直流機는 誘導電動機에 比해 여러가지 결점을 갖고 있음은 이미 普及한 바와 같다.

따라서 값싸고 튼튼한 誘導電動機를 使用하여 産業設備에 適用할 수 있는 범위를 넓혀 高品質 및 均一한 製品을 만들 수 있으며 다른 시스템과 連系 使用하여 設備의 自動化도 容易하게 한다.

3) 輸入 對替 效果

V. V. F 관련 시스템이 年間 20億원 정도 輸入되고 있으며 매년 그 수요가 增加될 것으로 보인다.

〈5 페이지로 계속〉

는 단기적으로 限界油田의 變動生産費 및 代替燃料費에 따라 결정되며, 장기적으로는 限界油田의 總生産費(投資費+變動費), OPEC의 生産能力 및 稼働率, 石油代替燃料 使用의 總費用, 그리고 石油需要의 價格彈力性과 GNP에 따라 결정되게 될 것이다.

따라서 油價는 우선 石油價와 石炭價가 等價를 이루는 18달러수준까지 하락하여 市場테스트를 통해 10~18달러수준에서 동락을 계속할 것으로 예상된다.

과거의 경험을 보면 原油價는 OPEC의 가동율이 80%이하일 때는 동락을 계속하다가 80%를 상회하면서 안정적 상승을 계속해 왔다. 이를 근거로 原油價格의 長期展望을 해 보면, OPEC의 가동율이 80%를 상회하여 가격이 상승하는 시점은 90년대 초 반일 것이다.

DRI의 油價展望에 따르면 1989년까지는 16~18달러수준을 유지한 후 1990년에는 20달러, 1995년

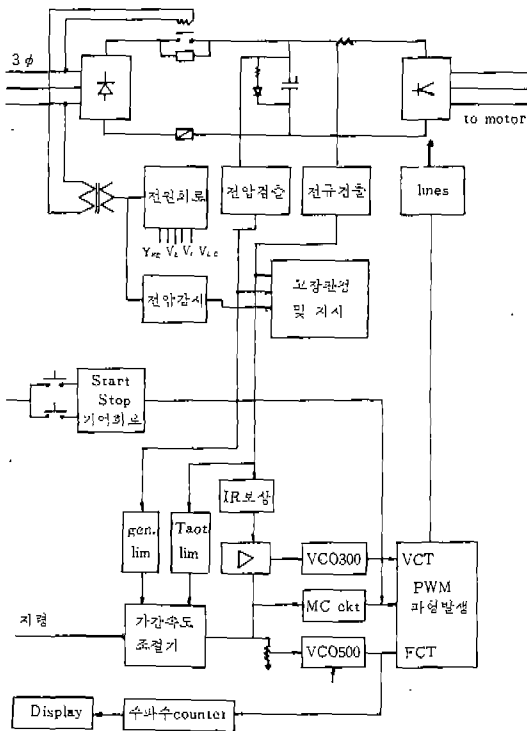
33달러, 그리고 2000년에는 68달러로 상승하는 것으로 되어 있으며, 自由消費는 1986년이후 연평균 2%씩 증가하여 1990년에 50백만b/d에 달하고 OPEC의 공급량은 23백만b/d로 증가하는 반면 非OPEC공급량은 1986년의 22.7백만b/d수준을 유지할 것으로 전망하고 있다.

한편 WEFA에서는 油價가 1986년과 1987년에 15달러 수준을 유지한 후, 1988년부터 계속 상승하여 1991년에는 25달러로 상승할 것으로 전망하고 있다

결론적으로 國際石油事情은 1980년대에는 價格과 需給面에서 약세를 보이게 되나, 늦어도 1990년대 중반이후는 供給이 「타이트」해지고, OPEC의 영향력도 강화될 것이다. 그러나 이란·이라크간의 전쟁이 어떠한 방향으로 전개될 것이며 어느 때 종식되느냐에 따라 石油情勢는 단기적으로 큰 영향을 받게 될 것이나 장기적인 추세에는 변함이 없을 것이라는 점에서 이에 대한 영향은 제외하였다.

*

(25페이지에서 계속)



(그림-6) V.V.V.F 시스템 전체 개략도

6. 結 論

以上에서 살펴본 바와 같이 誘導電動機는 그 自體의 堅固性과 輕量 및 維持·保守등의 편리함 때문에 오래전 부터 많이 사용되어 왔다. 그러나 高効率 變速이 어려운 變速이 要求되는 곳은 效率이 나쁜 機器들을 使用하여 왔다.

最近 電子電力 分野 技術의 發達로 半導體 素子 産業의 發達 特히 高速, 高耐壓, 大電流의 트랜지스터가 비교적 싼 가격으로 보급됨에 따라서 中·小 容量級의 高効率 트랜지스터 인버터의 開發을 보게 되었다.

日本이나 美國의 경우 約10여年 前부터 開發이 되었으며 現在에는 多樣한 方式의 인버터를 開發하고 있으며 또한 주변장치와의 정보교환이 可能하게 하는 등의 性能 向上을 위하여 노력하고 있다.

一般産業에서 自動化, 性能向上, 效率向上 設備의 Maintenance-free 등의 信賴性向上을 追求하고 있으므로 誘導電動機의 可變速 制御裝置의 技術은 계속 發展되어 나갈 것이다.

*