

인버터의 電動機回路에의 適用과 留意點

인버터는 電動機의 電源周波數를 변화시킴으로써 용이하게 표준 誘導電動機 回轉數의 제어가 가능하기 때문에 각종 산업설비의 電動機 速度制御 또는 流量制御에 의한 에너지節約을 목적으로 하고 또한 최근의 低價格化도 수반되어 그 보급이 현저하다.

그런데 인버터 사용시에는 통상의 電動機 운전시와는 다른 여러가지 현상이 나타난다. 따라서 적용할 때에는 이와 같은 상황을 잘 이해하여 적절하게 적용해야 된다. 여기서는 인버터의 電動機 回路에의 적용상황의 개요와 사용할 때의 유의사항에 대하여 해설한다.

1. 인버터의 電動機 回路에의 적용

(1) 인버터의 종류

인버터에는 方式, 用途 등에 따라 여러가지의 것이 있으며 그 분류방법도 多岐에 걸쳐 있다. 다음에 몇가지의 주요 분류와 그 특징을 든다.

(a) 開閉素子에 의한 分類

인버터내의 主回路用 스위칭素子로서 트랜지스터 또는 GTO 사이리스터를 사용한 것과 사이리스터를 사용한 것이 있다. 前者는 自己消弧機能을 가지고 있으므로 半導體 轉流用 回路가 불필요하다. 따라서 後者에 비하여 小形, 經濟的이라는 등의 특징이 있으므로 일반적으로 小, 中容量分野에 적합하다. 한편 後者는 轉流用 回路가 필요한데 耐電壓, 耐電流를 크게 할 수 있기 때문에 일반적으로 大容量分野에 적합하다.

(b) 인버터電源의 종류에 의한 分類

인버터를 出力端子面에서 볼 경우 그것이 電壓源으로 되어 있는 電壓形 인버터와 電流源으로 되어 있는 電流形 인버터가 있다. 일반적으로 電壓形 인

버터는 速應制御性에 우수하여 小, 中容量分野에 적합하며 통상의 트랜지스터인버터는 이 방식이다. 電流形 인버터는 電力回生動作에 유리하며 大容量分野에 적합하다.

(c) 出力制御方式에 의한 분류

PWM (Pulse Width Modulation) 制御方式과 PAM (Pulse Amplitude Modulation) 制御方式이 있다. PWM 制御란 出力의 크기를 펄스幅으로 제어하는 것이며 PAM 制御란 方形波의 波高值로 제어하는 것이다. 前者는 應答性, 力率, 効率面에서 우수하며 後者는 低騒音性 등에서 우수하다. 또한 PWM 制御方式에는 펄스幅이 모두 균일한 方波形 PWM 制御方式과 出力을 보다 正弦法에 접근시키기 위해 펄스幅을 位相에 따라 변환한 正弦波 PWM 制御方式이 있으며 현재는 後者쪽이 主流가 되어 있다. 또한 일반적으로 電壓形 인버터에서는 PAM 制御方式이 주로 채용되고 있다.

(2) 인버터의 適用用途

인버터의 적용용도에는 크게 나누어 일반 산업분야와 에너지節約分野가 있다. 前者에 있어서는 주

로 일반 산업분야의 간소화, 自動化에 적용하고 後者에 있어서는 팬, 펌프, 블로어 등 流体機器의 에너지 節約化에 적용한다.

표 1에 각 분야에서의 適用例를 들었다.

〈표-1〉 인버터의 適用 用途例

一般 産業 分野	에너지 節約 분야
● 食品工業 피더, 콘베이어, 製缶, 인쇄기, 製袋機	● 팬, 블로어 에어컨, 排煙팬, 換氣팬, 보일러팬, 乾燥팬, 에어攪拌, 콜링타워 집진팬
● 荷役機械 콘베이어 工業	● 펌프 冷温水送水, 給水펌프, 循環펌프, 藥液펌프, 排水펌프
● 纖維工業 撚糸機, 精紡機, 염색기, 捲取機	
● 工作機械 主軸, 移送裝置, 工業 피더研削盤	
● 木工工業 製材機, 合板製造機, 루터	
● 印刷工業 捲取機, 인쇄기, 製本機	
● 製紙工業 捲取機, 段board 製造機커터抄紙機	
● 電線工業 捲取機, 撚線機, 伸線機, 絕緣製線機	
● 化學工業 混合機, 攪拌機, 押出機, 成形機	
● 金屬工業 捲取機, 콘베이어 피더	
● 기 타 容積形의 블로어 펌프	

(3) 구체적인 適用例

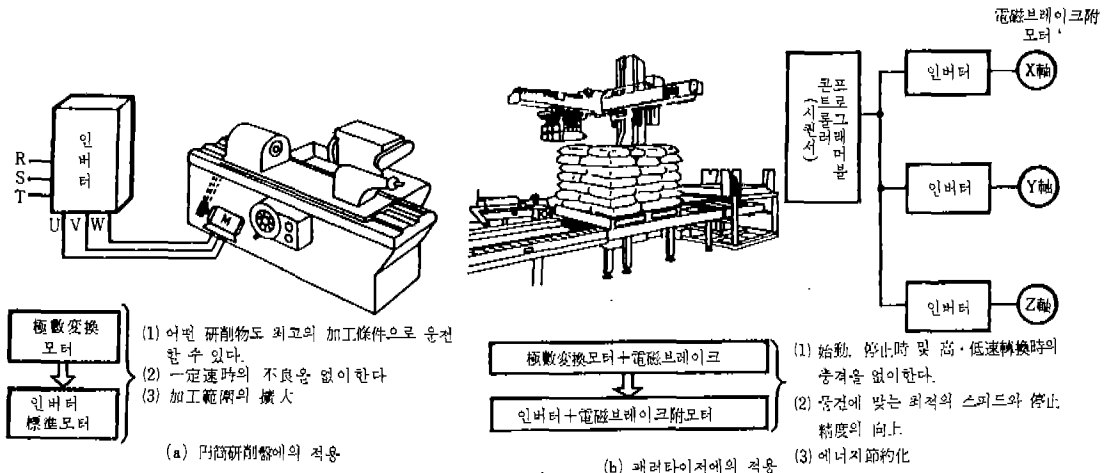
일반산업분야 및 에너지 절약분야에서의 구체적인 適用例를 그림 1, 2에 들었다.

2. 인버터가 系統에 미치는 영향과 그 對策

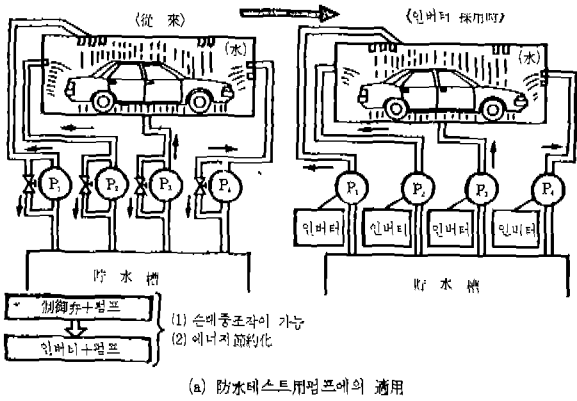
(1) 力率에의 영향

인버터로 電動機를 운전할 경우에는 인버터主回路內的 平滑用 콘덴서가 力率改善用 콘덴서의 작용도 겸하기 때문에 인버터 入力의 基本波電壓과 基本波電流의 位相差는 거의 零으로 되어 있다. 따라서 인버터의 入力側 力率は 基本波에서만 보면 거의 1이 된다. 그러나 인버터의 入力電流는 平滑用 콘덴서를 充電하기 때문에 그림 3과 같은 脈流가 된다. 따라서 실제의 力率は 脈流의 高調波成分에 의한 歪電流를 고려한 力率로 봐야 되며 이 값은 상당히 저하된다.

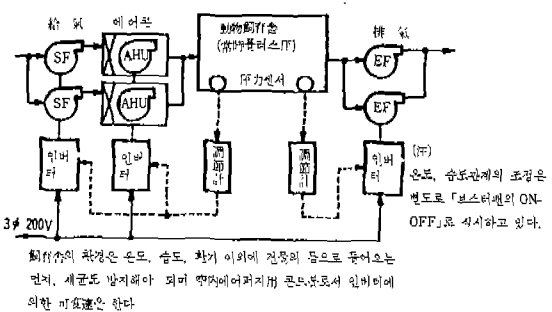
이같은 高調波 成分을 포함한 脈流의 力率改善은 高調波를 제거함으로써 가능하다. 이를 위해서는 力率改善用 리액터를 인버터 入力側 또는 인버터의 整流回路와 平滑用 콘덴서 사이에 접속하여 이 脈流를 平滑하게 해야되며 이에 의하여 최대 0.9~0.95 정도까지의 改善이 가능하다. 또한 인버터 回路에 있어서 力率改善用 콘덴서를 電動機에 병렬로 접속하는 것은 콘덴서가 손상되는 등의 우려가 있으므로



〈그림-1〉 인버터의 일반産業分野에의 구체적 適用例

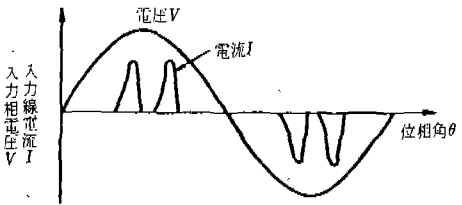


(a) 防水テスト用ポンプへの適用



(b) 動物實驗飼育舎への 적용

(그림-2) 인버터의 에너지節約分野에서의 구체적 適用例



(그림-3) 인버터의 入力相電壓과 入力線電流

사용이 불가하다 (2(3)(b) 참조).

(2) 노이즈發生에의 영향

인버터는 内部의 半導體素子에 의하여 整流 및 高速스위칭動作을 하고 있기 때문에 각종의 高調波가 발생하여 周邊의 計測器나 制御機器에 노이즈에 의한 誤動作 등의 誘導障害를 미치는 경우가 있다. 誘導障害에는 空中을 傳搬하는 放射障害와 電源 라인을 경유하여 전달되는 傳導障害의 두가지가 있다.

前者에 대해서는 障害를 받을 우려가 있는 機器를 인버터에서 가급적 이격시킨다. 또한 인버터의 入出力케이블을 鐵파이프에 넣고 극력 接地 抵抗을 작게하여 어드하는 등의 대책이 유효하다. 또한 이 같은 대책만으로는 불충분한 경우에는 인버터를 鐵網이나 金屬板으로 밀폐하여 완전한 실드타이프로 하기도 한다.

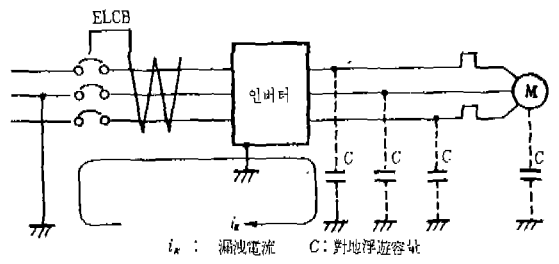
또한 後者의 대책으로서로는 障害를 받을 우려가 있는 機器의 電源은 인버터의 電源變壓器의 2次側에서 極力 취하지 않는다. 또한 인버터 入力側에 필터를 삽입하는 등의 방법이 유효하다.

(3) 周邊機器에의 영향

(a) 漏電遮斷器에 대하여

인버터의 出力에는 主回路半導體의 스위칭動作에 의하여 급격한 電壓變化(dv/dt)에 의하여 電流에 高調波가 포함된다. 일반적인 回路狀態에서는 이 高調波分은 하등의 문제가 되지 않는데 그림 4의 對地浮遊容량(c)가 특히 큰 回路에서는 (c)의 임피던스가 低下하여 漏洩電流($i_0 = C dv/dt$)가 커져 그 결과 누전차단기가 오동작하는 경우가 있다.

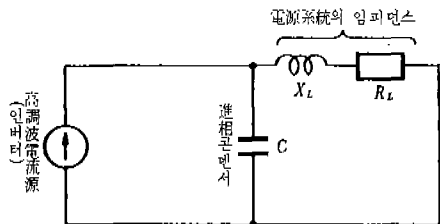
이 오동작을 피하기 위해서는 2次側配線을 짧게 한다. 또는 漏電遮斷器의 感度電流를 올려 선정하는 등의 대책을 강구한다. 단 최근의 누전차단기는 인버터回路에서 오동작하지 않는 特性이 있는 것이 판매되기 시작하고 있다.



(그림-4) 高調波에 의한 漏洩電流

(b) 進相콘덴서에 대하여

進相콘덴서가 系統에 접속되어 있는 경우 電源의 임피던스와 進相콘덴서는 그림 5와 같이 병렬로 접속된 상태가 된다. 따라서 回路條件에 따라서는 高調波에 의한 進相콘덴서와 電源임피던스의 並列共振에 의하여 과대한 電流가 흘러 進相콘덴서가 손상되는 경우가 있다. 대책으로서로는 進相콘덴서에直



(그림-5) 인버터가 接續된 配電系統에서의 進相콘덴서

크로 적당한 리액터를 접속하여 共振을 防止한다. 또한 인버터의 出力側에 電動機의 力率改善用 콘덴서를 접속하면 高調波에 의한 過電流가 흘러 마 찬가지로 콘덴서가 손상된다. 또는 突入電流가 흘러 인버터의 過電流保護가 동작하여 운전할 수 없다는 등의 우려가 있으므로 力率改善用 콘덴서는 사용하지 수 없다.

(c) 電磁接觸器, 릴레이에 대하여

인버터의 入力電流는 그림 3 과 같은 脈流로 되어 있기 때문에 이 서지의 영향을 받아 주변의 電磁接觸器, 릴레이가 오동작하는 경우가 있다. 따라서 일반적으로 인버터 주변의 電磁接觸器, 릴레이의 操作回路에는 스파크킬러를 삽입하도록 한다. 또한 불충분한 경우에는 인버터 入力側에의 노이즈필터의 삽입이 유효한 대책이다.

(d) 信號用 配線에 대하여

인버터 周邊의 각종 信號線은 노이즈에 의한 악 영향을 피하기 위해 투이스트실드線을 채용하고 그 길이는 최고 20m 이내로 한다. 또한 動力線에서 극력 이격시키는 등의 대책을 강구한다.

3. 인버터가 電動機에 미치는 영향과 그 對策

(1) 振動, 騒音

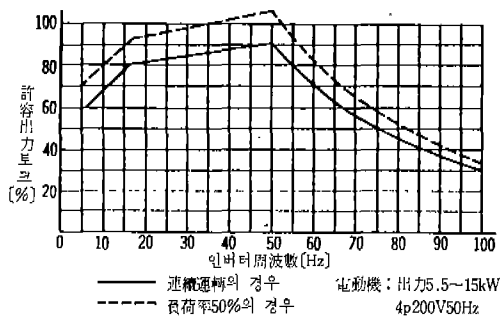
인버터電源으로 통상의 電動機를 구동할 경우 商用電源으로 구동하는 경우에 비하여 振動, 騒音이 증가하는 경향이 있다. 그 주요 원인은 인버터電源에 포함되어 있는 高調波成分에 의하여 電動機의 電磁振動, 電磁騒音이 증가한다는 것이다. 대책으로서서는 電動機에 入力되는 高調波成分의 低減과 電動

機에서 발생하는 振動, 騒音의 低減이 기본이 된다 구체적으로는 인버터와 電動機間의 騒音低減用 交流리액터를 삽입한다. 또는 電動機와 負荷側에 高彈性 커플링을 채용하여 共振防止를 하는 등의 방법이 있다.

(2) 溫度上昇과 出力토크의 低下

인버터電源으로 표준 전동기를 구동할 경우에는 高調波에 의한 1次銅損, 2次銅損, 鐵損, 漂遊 負荷損 등이 증가하여 商用 電源驅動時에 비하여 溫度上昇이 높아진다. 또한 표준전동기 回轉 速度가 저하하면 冷却風量이 감소되어 冷却效果가 저하된다. 따라서 인버터에 의한 표준전동기 구동시에는 商用 電源驅動時에 비하여 許容出力토크值를 내린다. 또는 適用電動機 枠番을 올리는 등의 대책이 필요하다.

참고로 그림 6 에 인버터驅動許容出力토크特性 가 능의 일례를 들었다. 또한 최근에는 앞의 振動, 騒音對策을 포함하여 인버터驅動時에도 충분한 出力토크를 보장한 인버터 專用 電動機가 각 메이커에서 발매되고 있다.



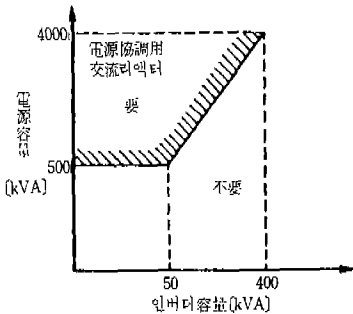
(그림-6) 溫度上昇限界에서 본 인버터驅動時的 電動機許容 出力토크特性例

4. 系統이 인버터에 미치는 영향과 그 對策

(1) 電源容量에 의한 영향

電源의 容量이 인버터容量에 비하여 큰 경우 인버터容量 換算의 電源입피던스가 작아지기 때문에 인버터 入力電流가 커져 인버터 入力側 整流다이오드

에 악영향 또는 損傷을 미치는 경우가 있다. 일반적으로 電源容量이 인버터容량의 10배 이상 있을 경우에는 인버터 入力側에 電源協調用 交流리액터를 삽입하도록 한다. 또한 그림 7에 電源協調用 리액터의 適用範圍의 가능성을 들었다.



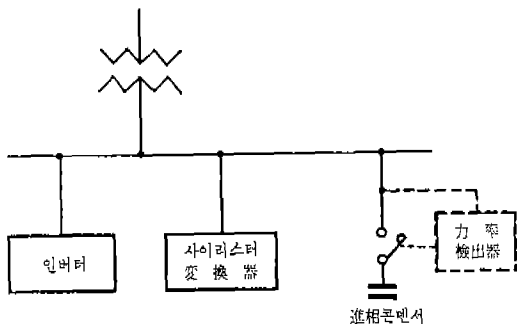
〈그림-7〉 電源協調用리액터 適用範圍가능

(2) 電源電壓의 언밸런스에 의한 영향

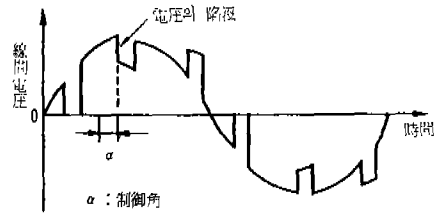
電源電壓에 언밸런스가 있으면 인버터 入力電流도 언밸런스가 되기 때문에 어떤 特定한 相의 電流負擔이 커진다. 이로 인하여 電流負擔이 커진 相의 인버터 入力側 整流다이오드가 손상될 우려가 있다. 일반적으로 電壓의 언밸런스가 3% 이상 있을 경우에는 前項과 마찬가지로 電源協調用 리액터를 삽입하도록 한다.

(3) 同一母線의 他機器에 의한 영향

인버터가 접속된 同一母線上에 그림 8과 같이 大容量 사이리스터 變換器나 進相콘덴서가 접속되어 있을 경우 電壓이 그림 9와 같은 陷沒波形이 되어 인버터 入力側 整流다이오드를 손상시키는 경우가



〈그림-8〉 인버터 同一母線上的 他機器例



〈그림-9〉 사이리스터 變換機에 의한 電壓의 陷沒波形例

있다. 이 대책으로서는 사이리스터 變換器나 進相콘덴서에 충분한 인덕턴스가 있는 專用의 리액터를 접속하여 電壓波形的 陷沒을 작게 하는 것이 기본이 된다. 그러나 인버터의 容量에 대하여 그들 同一母線上的 他機器의 容量이 數倍 이상의 크기인 경우에는 인버터의 入力側에 電源協調用 리액터를 삽입하는 등의 인버터 周邊에서의 대책을 강구하는 것이 경제적이다.

(4) 메가테스트에 대하여

인버터 本体에의 메가테스트는 고장의 원인이 되기 때문에 해서는 안된다. 또한 負荷機器, 配線機器의 메가테스트를 할 때에는 인버터와의 接續線을 해제시킨 후에 실시해야 된다.

이상 汎用인버터의 사용상의 유의점을 주제로 설명했는데 앞으로 汎用인버터의 適用範圍가 확대되어 가는 속에서 高調波를 비롯하여 인버터의 각종 특수요인에 기인되는 문제점의 파악과 그 대응책은 더욱 중요한 것이 될 것이다.

*