

타러식 인버터를 이용한 농형유도전동기의 구동

*정연택 **심재명 ***이사영 ****소용철* *신창섭
*명지대학교 **대전공업대학 ***충남전문대학 ****생산기술연구원

Driving of Induction Motor Using The Line-Commutated Inverter

*Y.T.Chung **J.M.Sim ***S.Y.Lee ****Y.C.Soh* *C.S.Shin
*Myong-Ji University **Tae-Jon National University of Technology
Chung-Nam Junior College *Korea Academy of Industrial Technology

ABSTRACT

It is impossible to drive induction motor through line-commutated inverter without the forced-commutation. Therefore, the forced-commutated circuit is proposed in this paper.

The line-commutated inverter is operated by load commutation in above a half of the rated frequency.

In this paper, the experimental result is presented by the IM driving.

1. 序 論

스위칭소자로 사이리스터를 이용한 타러인버터는 손실이 적고 소자수가 적어서 경제적이며 대용량화가 용이한 잇점이 있다. 轉流 방식으로는 크게 나누어서 電源轉流와 負荷轉流로 나누어 볼 수 있다.

전자의 경우는 계통에 전력을 희생하는 용도에 적합하며 후자의 경우에는 회전기 구동에 적용시켜 볼 수 있다. 대표적인 예로서 무정류자 전동기를 들 수 있다.^[1]

이것은 직류도 여자해서 진상역률도 운전함에 따라서 轉流에 필요한 무효전력을 공급받게 된다. 농형 유도기에 적용하는 경우에는 유도기와 직렬 또는 병렬로 콘덴서를 접속해서 유도기의 여자와 轉流에 필요한 무효전력을 공급하는 방안이 있다.^[2,3] 이때에 콘덴서의 크기를 줄이기 위해서는 고주파화 해서 고속구동 분야에 응용하면 상당한 장점이 있다. 특히 Blower, Pump 구동에 유리하다.^[4]

그러나 낮은 주파수에서 콘덴서가 발생하는 무효전력이 적어서 轉流 에너지 확보가 어려워 기동이 어렵다.^[5]

본 연구에서는 직류측에 負荷轉流와 병용하는 強制轉流回路^[6,7]를 두고 농형유도기를 구동시키는데 따른 문제점을 실험적 고찰을 통하여 그에 따른 문제점들을 검토하고자 한다.

2. 本 論

本章에서는 他勵式 인버터에 의한 誘導電動機를 구동하는데 필요한 轉流에너지를 얻는 방법에 관해, 強制轉流와 負荷轉流를 혼용하기 때문에 이들 轉流 과정에 관한 제반문제를 알아 본다.

2.1 強制轉流

強制轉流方式에는 여러 가지가 있으나 本 研究에서는 負荷轉流와 병용하기 위하여 그림 2.1과 같이 強制轉流回路를 구성하였다.

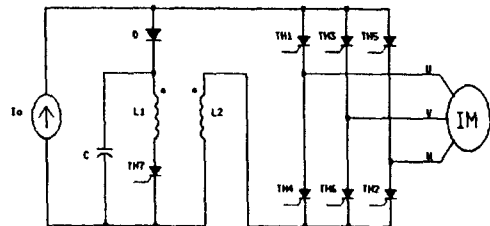


그림 2.1 強制轉流 回路

Fig. 2.1 Force-commutated circuit

그림 2.1의 強制轉流回路는 처음에 D를 통하여 C에 TH7을 轉流하기 위한 전압이 충전되고, 주회로의 TH3, TH4가 점호중에 TH5, TH4를 점호하기 위하여 TH7를

턴온하면 C의 충전전류와 DC전류는 TH7와 L1을 통하여 By-pass될 때 L2의 역기전력이 주 사이리스터에 역바이어스 전압을 인가하여 주 사이리스터는 턴오프 되고 C의 충전전류는 C에 역으로 충전되어 強制轉流 회로의 TH7에 역전압을 인가하여 TH7이 턴오프 된다.

그리고, 콘덴서 C는 電源轉流가 다이오드 D를 통하여 정극성으로 충전된다. 다음에 TH5와 TH4의 gate 신호가 인가되어 轉流가 달성된다. TH7의 턴온타입은 주 사이리스터를 턴오프 하기 위하여 충분한 시간이야 한다.

따라서 TH7를 전 사이리스터의 轉流에 걸쳐 on, off 동작하여야 하므로 TH7의 gate점호신호와 인버터 출력 전류는 그림 2.2와 같이 되는 것을 알 수 있다.

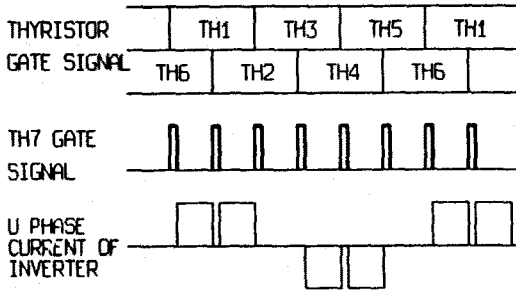


그림 2.2 Thyristor 점호순서
Fig. 2.2 Sequence of thyristor-triggering pulse

2.2 負荷轉流

負荷轉流式 電流型 인버터는 進相운전이 가능한 同期電動機 구동에 용이하나, 이 경우에도 強制轉流로 통한 운전법이 THOMAS A. LIPO에 의해 발표 된바 있다. [7] 본 연구에서는 유도전동기 구동에 이용 하려고 한다. 負荷轉流가 가능하기 위한 조건은 인버터의 負荷가 容量性 즉, 負荷가 進相力率이어야 한다.

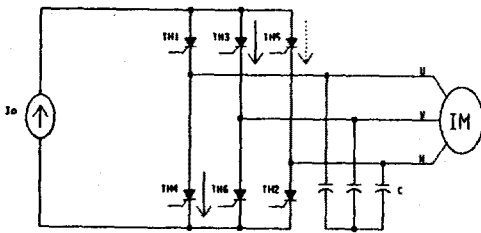


그림 2.3 負荷轉流 回路
Fig. 2.3 Load-commutated circuit

그러므로 負荷가 그림 2.3와 같이 誘導性인 경우 負荷와 並列로 Capacitor를 접속하여 容量性으로 전환 되어야 한다.

인버터는 矩形 電流波를 공급하기 위하여 Thyristor를 120° 동안 교대로 도통하게 한다. 負荷電壓波形은 正弦波에 가깝고 위상은 電流보다 뒤진다. 그림 2.3에서 TH3, TH4가 도통이 되고 있는 상태에서 TH5에 gate 신호를 인가하면 TH3은 負荷轉流가 되며 負의 負荷電壓(Vv/Vw)이 걸린다.

3. 實驗 및 考察

3.1 實驗條件

本 論文은 強制轉流를 부가한 負荷轉流型 인버터로서 誘導電動機 驅動 實驗을 하였다. 驅動實驗에 使用한 誘導電動機의 規格은 다음과 같다.

- 相數 : 3相 定格周波數 : 60 Hz
- 定格出力 : 1 Hp 定格電壓 : 220 V
- 極數 : 4 極 定格電流 : 3.6 A
- 定格回轉數 : 1656 rpm DC Link 인덕터 : 469 mH
- 出力캐피터 : 50 μF
- 強制轉流回路 캐피터 : 7 μF
- 強制轉流回路 인덕터 : 0.15 mH

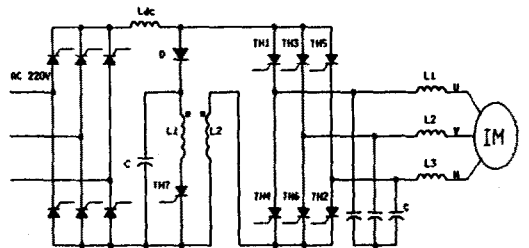


그림 3.1 主 回路
FIG. 3.1 Main Circuit

그림 3.1의 같이 主 回路를 구성하여 3相交流電源을 CONVERTER에서 위상 제어하여 DC Link Ldc를 거쳐 인버터에서 120° 電流波形을 만들어 誘導電動機에 3相 電力을 공급한다. CONVERTER는 電流 feed back신호를 받아 PI제어하여 電源關 위상과 동기시켜 SCR을 0~120° 까지 점호각을 제어할 수 있도록 gate pulse를 발생하여 CONVERTER를 구동하도록 구성하였다.

INVERTER는 fr_{sc}를 받아 pulse G.를 거쳐 120° gate pulse를 SCR에 공급하여 120° 電流波形을 만들도록 구성하였다. 誘導電動機의 회전수를 feed back하여

기동에서 一定周波數 이하까지는 強制轉流를 하기 위하여 強制轉流回路가 동작하고 一定周波數 이상에서는 負荷轉流에 의해 구동하도록 제어 시스템을 구성 하였다.

強制轉流回路의 도통순서를 동작모드 별로 살펴 보면, 그림 3.2과 같이 된다.

각 동작모드별 파형은 그림 3.3에서 그림 3.9와 같다.

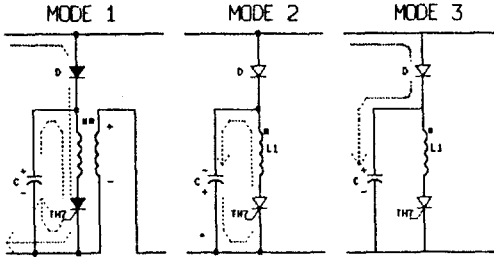
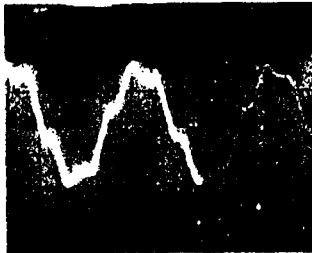
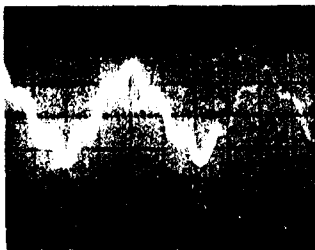


그림 3.2 각 동작모드
Fig. 3.2 Each operation mode

3.2 實驗結果 및 考察



100[V]/DIV 10[ms]/DIV
그림 3.3 인버터 출력전압 (25 Hz)
FIG. 3.3 Output voltage of inverter



0.2[V]/DIV 10[ms]/DIV
그림 3.4 인버터 출력전류 (25 Hz)
Fig. 3.4 Output current of inverter

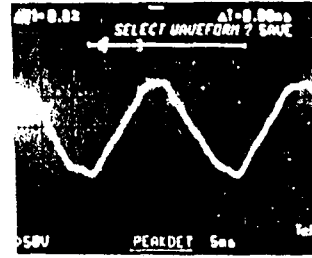


그림 3.5 인버터 출력전압 (40 Hz)
Fig. 3.5 Output voltage of inverter

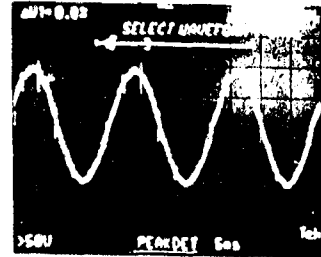


그림 3.6 AC 입력 전압
Fig. 3.6 AC Input voltage



100[V]/DIV 10[ms]/DIV
그림 3.7 Converter DC 전압
Fig. 3.7 Converter DC voltage

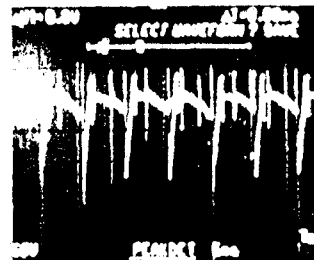


그림 3.8 強制轉流回路의 L1 전압
Fig. 3.8 L1 voltage of Force-commutated circuit

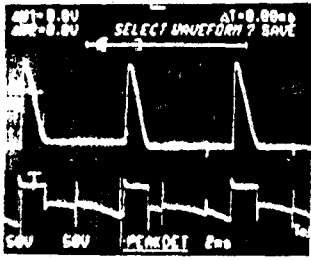


그림 3.9 強制轉流回路的 콘덴서와 다이오드 전압
Fig. 3.9 Capacitor and Diode voltage of forced-commutated circuit

이상의 誘導電動機의 구동실험에서 LC 공진회로를 이용한 強制轉流回路에서는 고조파 및 부하측 LC공진 현상의 영향으로 V_{dc} 가 부로 내려가면 동작이 불가능 하지만 本 研究에서는 SCR를 이용한 새로운 強制轉流回路를 제안하므로써 $V_{dc} < 0$ 인 상태, 즉 고조파 및 부하측 LC공진의 영향에 관계없이 동작하는 것을 알 수 있다.

4. 結 論

負荷轉流型 인버터를 이용하여 誘導電動機를 구동하였을 때 強制轉流를 사용하지 않을시 콘덴서 용량을 상당히 크게 키워야 전압이 되지만, 저주파에서 전압확보가 어려워 구동이 불가능하다.

그래서 本 論文에서는 強制轉流가 필요함을 검토하였고 強制轉流時 轉流조건 $V_{dc} > 0$ 의 필요성을 제시하였다. 그러나 120° 矩形波 구동시 高調波(5, 7, 11차)의 영향으로 直流側 端子電壓이 負로 내려가 인버터 구동이 불가능하고 電動機 속도를 올릴 수 없었다.

그 해석방법으로는 PWM을 사용하는 것과 直流側 電壓 $V_{dc} < 0$ 에서 轉流가 가능한 強制轉流回路가 제안되어야 하므로, 本 論文에서는 直流側 電壓 $V_{dc} < 0$ 의 조건에서도 轉流가 가능한 새로운 強制轉流回路를 제안하여 실험을 한 바 어떤 영역에서도 轉流가 가능하다는 실험결과를 얻었다.

電動機를 고속으로 운전할 때 높은 周波數로 되어, PWM 제어가 효율적이지 못한 점을 고려해서 強制轉流를 이용한 120° 도통형 電流型 인버터의 장점을 살리면서, 전동기측에 L을 삽입하여 고조파를 억제하고, 전동기 입력전류 파형을 개선하여 誘導電動機 구동이 가능하였다. 앞으로 좀더 연구되어야 할 부분으로는 구동시에 낮은 주파수에서의 고조파 문제와 誘導機 구동에 따른 전반적인 안정도 문제에 관해서도 규명해 볼 필요가 있다고 본다.

參 考 文 獻

- [1] 정 언 택, 성 세 진, 심 재 명, "GTO 강제전류를 병용한 타어식 INVERTER의 PWM 제어," 전기학회지 38권 제8호 pp.610-616, 1989. 8
- [2] B.K.Bose, "POWER ELECTRONICS AND AC DRIVES," pp.29-52, 166-206.
- [3] H.L.Hess and D.M.Divan, "A Method to Extend the Low Frequency Operation of Load Commutated Inverters," PESA '90 21th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conf. Vol.1, pp.461-468, 1990.
- [4] I.D.Hassan, "A Guide for Selection and Application of Large Adjustable Speed Drives," Conf. Rec. IEEE CH2499-2/87., pp.468-476.
- [5] S.Martinez and F.Aldana, "Current-Source Double DC-Side Forced Commutated Inverter," IEEE Trans. Ind. Appl., IA-14, No. 6, pp. 581-593, Nov. Dec. 1978.
- [6] James D.Warwick and John L.Ascherl, "A Variable Frequency Drive for Existing Medium Induction Motors," Proceeding of the American Power Conference, pp.473-480, April 1985.
- [7] Robert L.Steigerwald and Thomas A.Lipo, "Analysis of a Novel Forcd Commutation Starting Scheme for a Load-Commutated Synchronous Motor Drive," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. IA-15, pp.14-24. Jan./Feb. 1979.