

펀칭머신의 속도제어를 위한 인버터 제어기 개발

조현섭¹, 유인호^{2*}

Development of Inverter Control System for Speed Control Punching Machine

Hyun-Seob Cho¹ and In-Ho Ryu^{2*}

요약 생산 공정라인에서 발생하는 제어 시스템의 편차는 전체의 생산라인에 심각한 문제를 발생시킬 수 있다. 공정 라인중 TG(Tacho Generator) 피드백 방식을 이용한 제어 시스템은 매우 고가(高價)이며, 외산 TG임에도 불구하고 구동 모터의 발열로 인한 전압 검출부(Carbon Brush)의 잦은 마모로 소모적 제약 조건을 갖는다. 또한 이로 인한 오동작으로 작업현장의 문제점이 표출되어 생산성이 저하되고 품질 불만 및 불량품 발생으로 생산성에 큰 손실을 입고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 새로운 인버터 제어 시스템을 개발하고자 한다. 여기에 따른 파급 효과는 제품의 생산성 향상과 소모성 부품의 수입 대체 및 부분적 제어시스템의 국산화 효과를 확보 할 수 있을 것으로 사료된다. 본 논문에서는 위에서 제시한 인버터 제어시스템의 최적설계를 수행하여 개발된 결과를 실제 산업현장에 적용하여 성능을 입증하였다.

Abstract A company needs to maintain its machines always workable in order to keep the manufacturing time minimal. If any troubles occur, they should be fixed as soon as possible. But, the complexity of modern machines make the trouble shooting difficult. So, it is important that the monitoring system for automated production system to fix every trouble easily. In this paper new, inverter control system for TG feedback a formula Control was developed. The motor control system with TG feedback controller as an effect of load disturbance, it is very difficult to guarantee the robustness of control system. The function of the implementation are TG feedback type, and temperature scheme. The Inverter Control System approach is based on master-slave control concept. To show validity of the developed new inverter control system, several experiments are illustrated.

Key Words : TG feedback, inverter control system, Punching M/C

1. 서론

20C에 시작된 부직포 산업은 100년간 발전을 거듭하면서 이제는 천연섬유 대체라는 섬유측면을 초월하여 다양한 기능과 특성을 가진 신소재로서 개발되었고 최근에는 각종 첨단산업의 원료에 까지 이르렀다[1,2]. 부직포는 기계적인 기술과 화학적인 기술이 합성되어 열적 또는 물리적인 결합방법에 의해 생산되는 합성섬유로써 그 용도를 보면 우리 몸과 가장 밀접하게 관련된 의복, 신발용 자재, 생활용품, 마이크로 화이버[데니아(900m/g)미만의 초극세사 또는 초극세사 제품, 화공, 전자산업 등의 각

종 첨단 산업재료와 환경공정에 쓰이는 필터 등 모든 분야에 이용되고 있다[3,4]. 현재 국내에서는 니들 펀칭법을 이용하여 각종 섬유관련 첨단 제품을 생산하고 있으며, 니들 펀칭이란 코를 갖는 바늘을 이용하여 웹내의 섬유를 서로 얽히게 하는 방법으로 3차원적인 펠트를 형성하는 공정으로 완성된다[5,6]. 하지만 기존 공정 라인중 TG(Tacho Generator) 피드백 방식을 이용한 제어시스템은 매우 고가(高價)이며, 외산 TG임에도 불구하고 구동 Motor의 발열로 인한 전압 검출부(Carbon Brush)의 잦은 마모로 소모적 제약 조건을 갖는다. 또한 이로 인한 오동작으로 작업현장의 문제점이 표출되어 생산성이 저하되고 품질 불만 및 불량품 발생으로 생산성에 큰 손실을 입고 있다. 특히 펀칭 머신의 오동작의 경우 트러블 위치를 정확히 파악하기 어려워 같은 트러블이 재발할 가능성이

¹청운대학교 디지털방송공학과

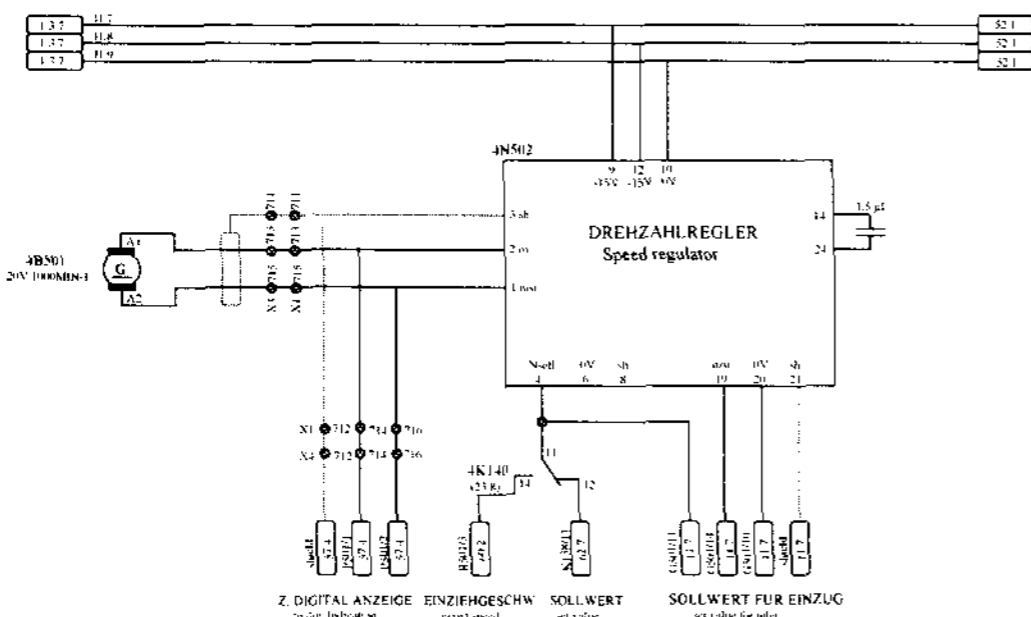
²전북대학교 공과대학 응용시스템 공학부

*교신저자: 유인호(toto00@chonbuk.ac.kr)

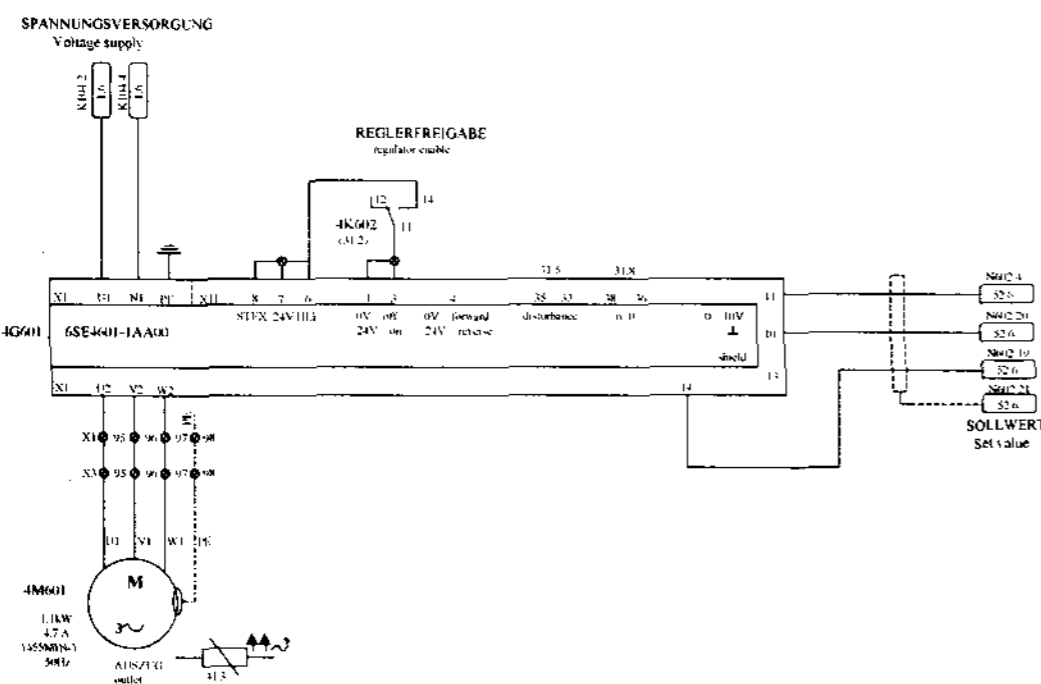
높고, 트러블 Shooting 소요 시간이 많이 필요로 한다. 이러한 동적인 자동화 문제점을 철저히 분석하여 제어의 용이성을 확보하였다. 전체 제어기 실험을 위한 환경은 다음과 같다. 합성섬유의 종류 및 규격 설정, 시스템의 제원, 사양 및 크기 설정, 작업환경과 일기상태, 작업시간 설정, 시스템에서 일어나는 장비의 Fault설정 등이다. 또한 파라미터 설정 항목으로는 변위 및 하중에 대한 리미트를 설정할 수 있는 기능과 횡수 및 종료시간 설정에 따라 자동 종료기능, 제어모드 및 제어결과에 따라 각각을 구분하여 설정할 수 있도록 구성하였다. 또한 사용자가 파라미터를 설정한 후에 파라미터를 시험기 제어장치로 전송할 수 있는 기능을 포함 시켰으며, 현재 설정된 파라미터의 설정 상태를 확인할 수 있도록 파라미터 설정 리스트를 보여주도록 구성하였다.

2. 편칭 머신의 인버터제어기 설계

본 연구에서 사용되어지는 제작물은 [그림 1]의 편칭 머신의 INLET 시스템과 [그림 2]의 OUTLET Drive Circuit 으로 구성된다.

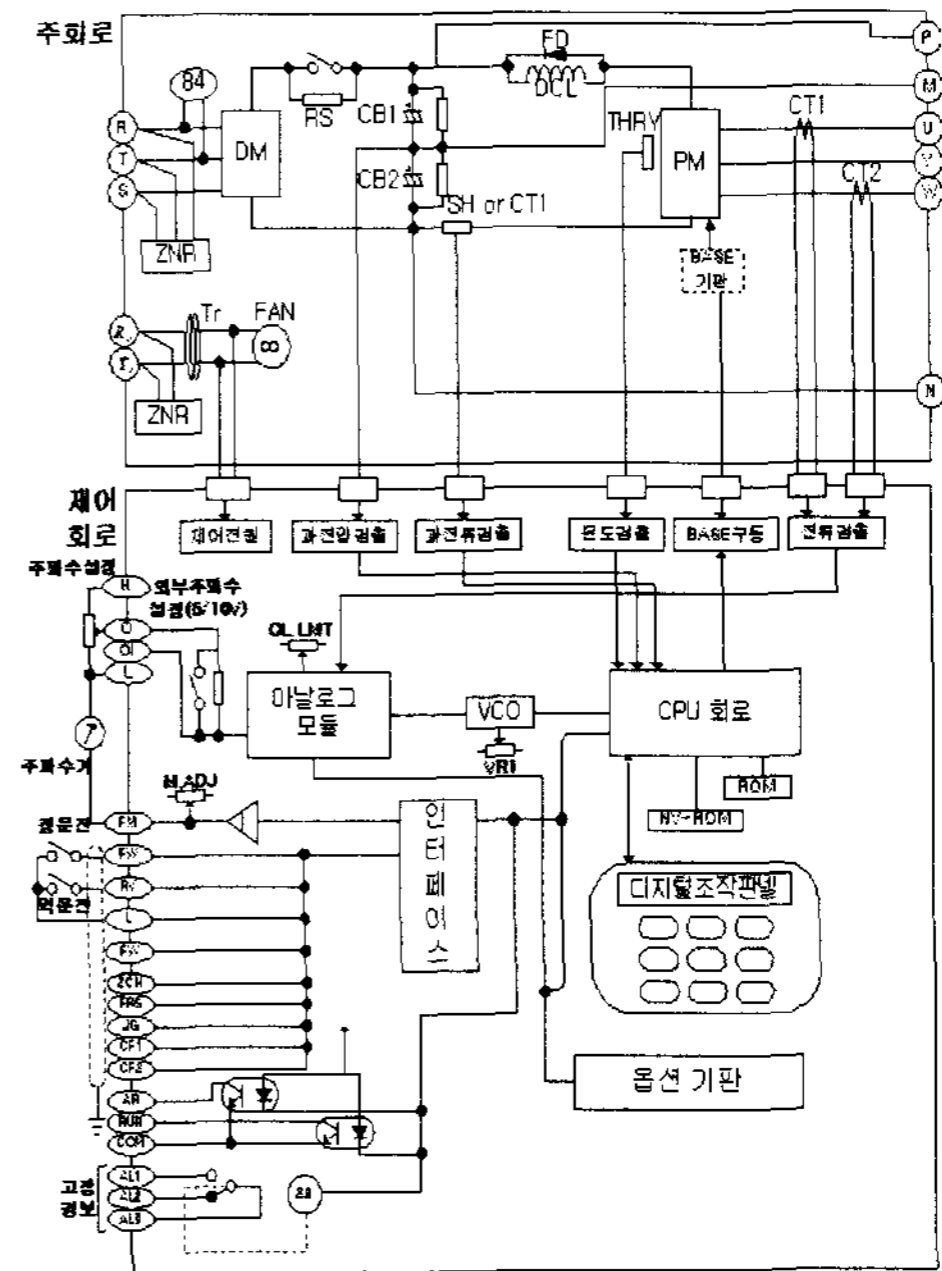


[그림 1] Punching M/C의 INLET 시스템 회로



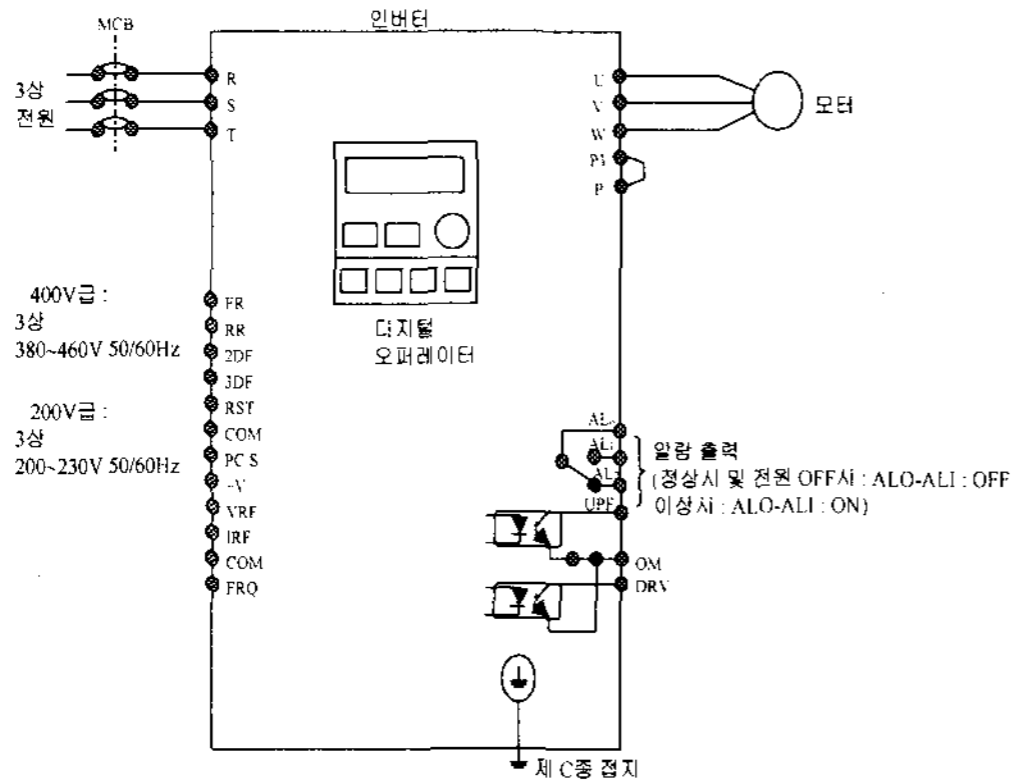
[그림 2] Punching M/C의 OUTLET Drive Circuit Diagram

니들 편칭 생산 설비의 편칭 머신의 INLET, OUTLET 롤러구동 드라이브 시스템에서의 기존 제어 방법인 TG System에 대한 불합리한 피드백 방식을 개선하기 위해서 인버터 자체에서 검출한 Signal로 제어할 수 있는 새로운 인버터 제어기 개발을 위해 다음과 같은 방식으로 설계하였다[7,8]. 먼저 ① 시스템의 동적 특성을 파악하여 ② Motor에 장착될 속도제어기의 특성 및 구동 드라이브 설계하였으며, ③ 인버터에서 검출된 신호를 제어할 수 있는 제어기 설계하였다. 특히, 중요한 공정변수는 편칭의 회수, 편칭밀도, 바늘의 밀도, 편칭 각 등이며 이러한 데이터에 접근하여 ④ 속도제어기의 개발 및 인버터 제어를 제작하였다. 그리고 ⑤ Synchronization Set에 적용 실험을 하여 제안된 제어기의 성능을 검증하였다. 아래 [그림 3]은 인버터 제어기를 개발하기 위한 설계 회로도를 보여준다.



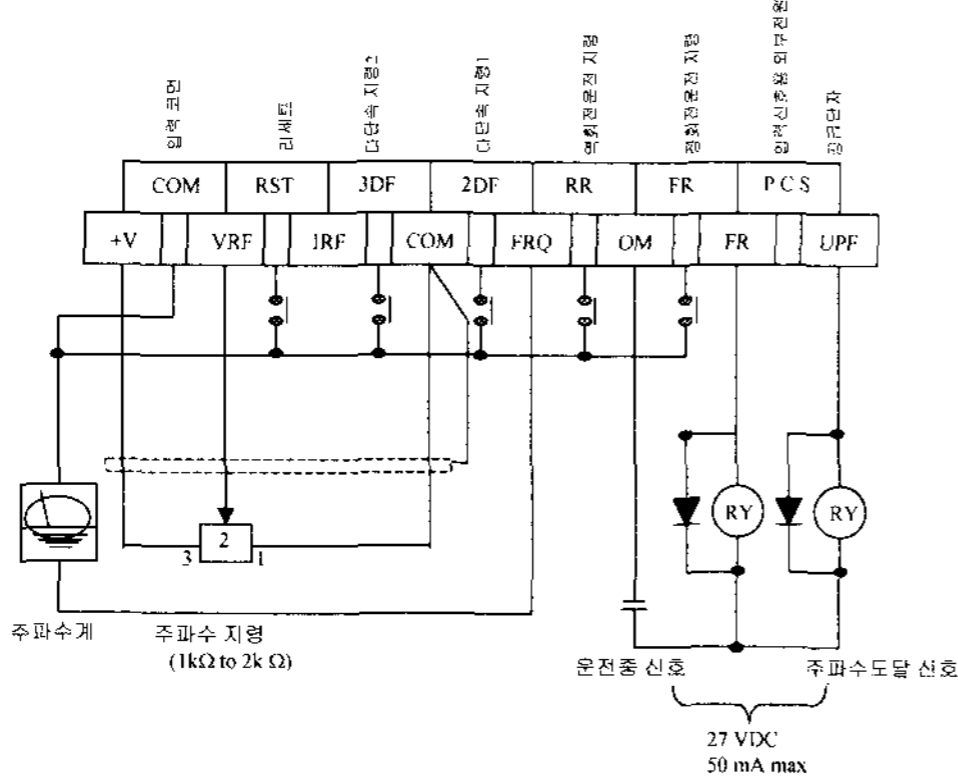
[그림 3] 인버터 제어기를 개발하기 위한 설계회로도

Synchronization set value를 자체 인버터에서 검출된 전압과 지시된 값으로 이를 증폭 변환하는 스피드제어기를 개발하여 이를 시스템에 적용하고자 하며 아래 [그림 4]와 같이 새로운 인버터 제어기로 개선하였다. 또한 [그림 5]는 인버터 제어기의 결선도를 보여준다.



[그림 4] 인버터 제어기

제어회로 단자대의 배선에

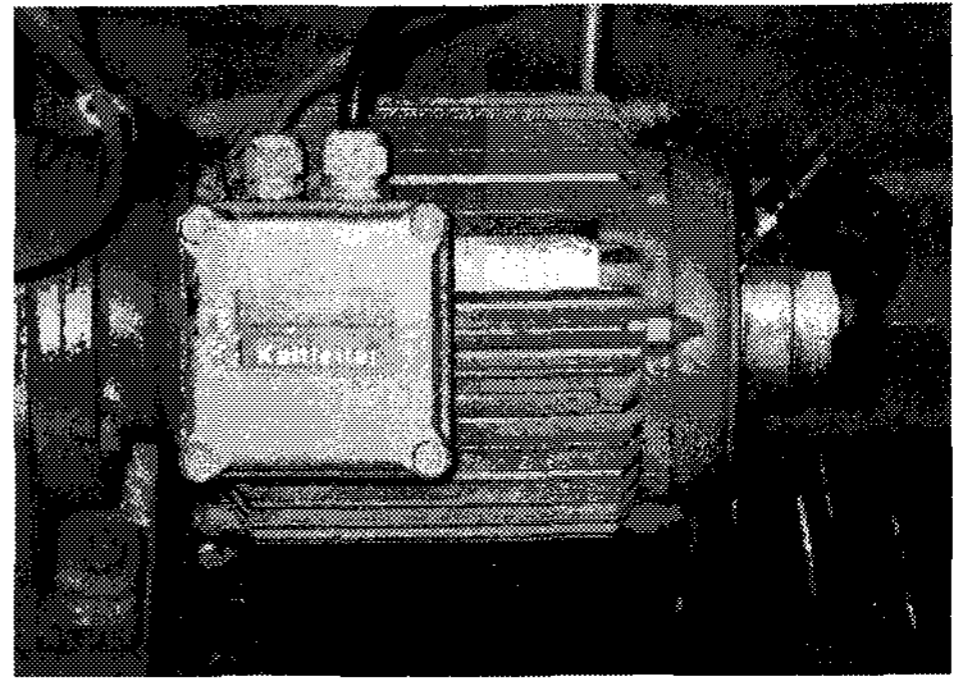


[그림 5] 인버터 제어기 결선도

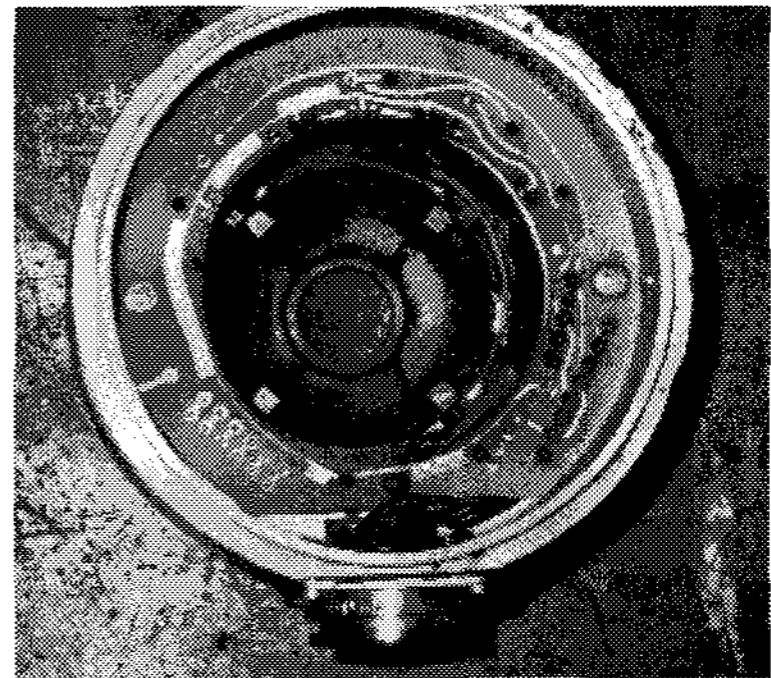
3. 전체 제어기 실험 및 적용

생산 공정라인에서 발생하는 제어 시스템의 편차는 전체의 생산라인에 심각한 문제를 발생시킬 수 있다. 특히 편칭머신의 오동작의 경우 트러블 위치를 정확히 파악하기 어려워 같은 트러블이 재발할 가능성이 높고, 트러블 Shooting 소요 시간이 많이 필요로 한다. 이러한 동적인 자동화 문제점을 철저히 분석하여 제어의 용이성을 확보하였다. 전체 제어기 실험을 위한 환경은 다음과 같다. 합성섬유의 종류 및 규격 설정, 시스템의 제원, 사양 및 크기 설정, 작업환경과 일기상태, 작업시간 설정, 시스템에서 일어나는 장비의 Fault 설정 등이다. 또한 파라미터 설정 항목으로는 변위 및 하중에 대한 limit를 설정할 수 있는 기능과 횟수 및 종료시간 설정에 따라

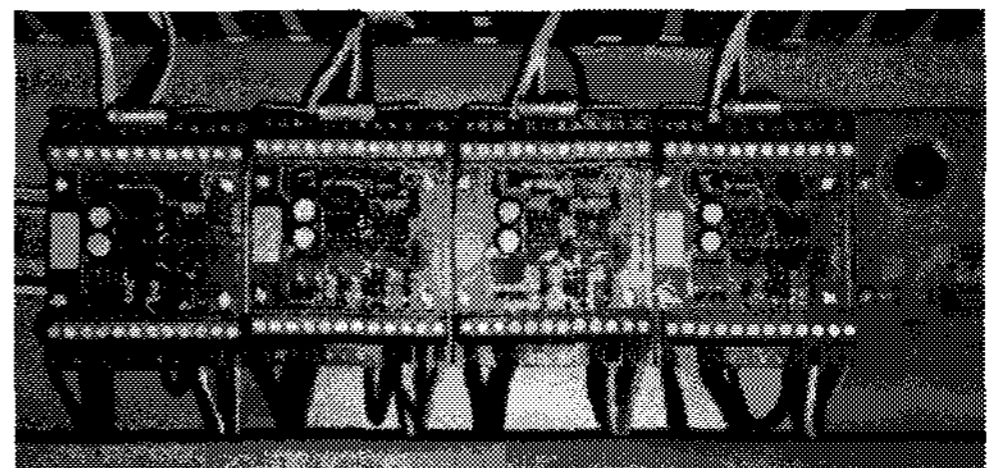
자동 종료기능, 제어모드 및 제어결과에 따라 각각을 구분하여 설정할 수 있도록 구성하였다. 또한 사용자가 파라미터를 설정한 후에 파라미터를 시험기 제어장치로 전송할 수 있는 기능을 포함시켰으며, 현재 설정된 파라미터의 설정 상태를 확인할 수 있도록 파라미터 설정 list를 보여주도록 구성하였다. [그림 6]은 기존 기존 TG (Tacho Generator) System을 보여주며, [그림 7]은 TG 브러시를 보여준다. 또한 [그림 8]은 시스템에 적용된 인버터 제어기를 보여준다.



[그림 6] 기존 TG 시스템



[그림 7] Tacho Generator 브러시



[그림 8] 개발된 인버터 제어기

4. 결론

생산 공정라인에서 발생하는 제어 시스템의 편차는 전체의 생산라인에 심각한 문제를 발생시킬 수 있다. 특히, 부직포 생산 설비의 편칭머신 IN, OUT Roller구동 드라이브 시스템에서의 기존 제어 방법인 TG 시스템에 대한 불합리한 피드백 방식으로 인한 생산성 저하 및 품질 불만 그리고 불량품 발생으로 생산성에 큰 손실을 입고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 새로운 인버터 제어기를 개발하였다. 여기에 따른 기대 효과는 정대 시간 및 생산품 불량 감소화로 인한 생산성 향상 및 수출증대에 기여하고, 수입 고가장비(TG)에 대한 국산화 대체 효과와 기존 설비의 보강으로 생산성 향상에 크게 기여할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] Harold.W.L, William.S.G, Harold.A.E, Noise Control For Engineers, McGraw-Hill Book Company, pp 73-74, 2001
- [2] B. C. Kuo, Automatic Control Systems, Prentice-Hall, 1991
- [3] C. Canudas De Wit, N. Fixot, "Robot Control Via Robust State Estimated Feedback," IEEE Trans, Automatic Control, Vol.36, No.12, pp.1497-1501, Dec, 1991.
- [4] Robert H. Bishop, Modern Control Systems Analysis and Design Using MATLAB Addison-Wesley Publishing Company
- [5] Witold Pedrycz, Fuzzy Control and Fuzzy Systems, Research Studies Press Ltd.
- [6] Peter Norten, "C++ Programming", 1993
- [7] S. R. Ahuja, et al., "The Rapport Multimedia Conferencing System: A Software Overview", Proc. of 2nd IEEE Conference on Computer Workstations, pp.52-58, March, 1988.
- [8] W. Reinhard et al., "CSCW Tools: Concepts and Architecture", IEEE Computer, Vol. 27, No. 5, pp.28-36, May, 1994.

조 현 섭(Hyun-Seob Cho)

[종신회원]



- 1990.2 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업
- 1992.2 원광대학교 공과대학 전기공학과(석사)
- 1996.2 원광대학교 공과대학 전기공학과(박사)
- 1996.1~1997.6 Department of Electrical and Computer Engineering, University of California Irvine(UCI) 연구원
- 1998.1~현재 한국전력기술인협회 고급감리원(전력감리)
- 1998.10~현재 중소기업청 기술경쟁력 평가위원
- 1997.3~현재 청운대학교 부교수

<관심분야>

전기공학, 공장자동화, 응용전자

유 인 호(In-Ho Ryu)

[정회원]



- 1984년 : 원광대학교 전기공학과 공학사
- 1986년 : 건국대학교 전기공학과 공학석사
- 1999년 : 원광대학교 전기공학과 공학박사
- 1993년 ~ 2008년 2월: 국립 익산대학 전기과 교수
- 2008년 3월 - 현재 : 전북대학교 공과대학 응용시스템 공학부 교수

<관심분야>

제어공학, 공장 자동화, 컴퓨터통신 제어