

산업용 전동기 구동장치의 고장진단 시스템

송 승호*, 조 원준, 박 일영, 박 기원, 이 창원, 김 경환, 최 창호
(주) 포스콘 기술연구소

Fault Diagnosis System for Industrial Motor Drives

S.H. SONG*, W.J. CHOI, I.Y. PARK, K.W. PARK, C.W. Lee, K.H. KIM, C.H. CHOI
POSCON Co. R&D Center

Abstract— To meet the requirements of high performance and reliability as a industrial motor drive, we developed an integrated on-line fault diagnosis and monitoring system which consists of DSP-based controller and PC-based MMI(Man-machine interface) program. The dedicated controller performs real-time fault detections and protections. The MMI program monitors the on-line fault status of the drive system and offers full explanations of the fault name(WHAT?), deducible causes of the fault operation(WHY?),and check points (HOW?) based upon the experiences of the expert. Also the TRACE data which was stored just before and after the accident can be scrutinized using MMI tools.

1. 서론

산업용 디지털 전동기 구동시스템은 지난 10여 년간 전력전자 및 반도체 기술의 발전에 힘입어 획기적인 성능 개선과 시장성장을 이루고 있다. 특히 제철 플랜트와 같은 대규모 연속공정에 적용되는 전동기 구동시스템의 고장발생은 전체 공정의 생산성과 안정성에 큰 악영향을 미치게 되므로 고장이 발생하지 않도록 예방하는 것은 물론, 고장 발생시 정확하게 현상 및 원인을 파악하여 가장 빠른 시간 안에 회복될 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다. [1]

일반적으로 어느 시스템의 고장을 검출, 그 원인을 진단하고, 복구조치를 취하기 위해서는 그 시스템의 구성, 동작 원리, 고장 패턴, 수리 절차등 방대한 지식의 체계적 적용이 요구된다. 이러한 Knowledge-intensive한 특성으로 인해 고장 진단 및 복구 분야는 전문가 시스템 기술의 가장 큰 응용분야로 인식되어 왔다.[2]

본 논문에서는 폐사가 다년간의 시운전 및 정비

경험을 바탕으로 자체 개발하여, 자동차용 스프링장을 생산하는 대경특수강의 Bar Mill Line에 적용한[3] 고성능 DC전동기 제어 장치용 고장진단 시스템의 구성과 기능에 대하여 소개한다.

2 시스템의 구성

본 논문에서 소개하는 고장진단 전문가 시스템은 크게 두 부분으로 구성되어 있다. 첫째로 DC 전동기 구동시스템에 적합하도록 자체 설계 제작된 제어모듈에는 고성능 DSP(TMS320C31)를 중심으로 각종 Analog, Digital I/O 및 HOST 컴퓨터와 통신 기능이 내장되어 있어 과전류, 과전압 차단기능을 포함하여 40여 가지의 H/W, S/W적인 고장 진단 및 처리기능을 담당한다. 둘째로 범용 IBM-PC 상에 구현된 MMI(Man-Machine Interface) Program에서는 제어모듈과 직렬통신하여 On-line으로 고장 감시, 고장 파악 재생, 그리고 고장 내용 및 고장 대처방법 등에 대한 설명기능을 제공하므로 사용자가 쉽고 빠르게 시스템의 이상상태를 파악하고 데이터베이스에 저장되어 있는 선배 전문가의 경험을 바탕으로 분석하여 최적의 해결책을 제시할 수 있게 해준다.

그림1.은 당사가 개발한 DC전동기 제어장치인 PERISTOR-3000의 전체 구성도이다.

2.1 주요 고장진단 항목 및 알고리즘

표1.은 DSP 제어모듈의 고장진단항목 및 검출시간을 나타낸다. 이 중에서 몇 가지 주요 항목의 고장진단 Algorithm을 살펴보겠다.

■ 과부하(Over Load) 고장

어떤 원인에 의하여 시스템에 과부하가 걸렸을 때 사용자가 초과전류분율 계속 누적하여 계산하고 있다가 정해놓은 특성곡선과 만나면 과부하 고장으로 검출한다. 과부하 검출 특성곡선은 제어모듈 내부의 불휘발성 메모리(EEPROM)에 기억되어있는 제어코드를 변경하는 것에 의해 사용자가 임의로 지정할 수 있다.

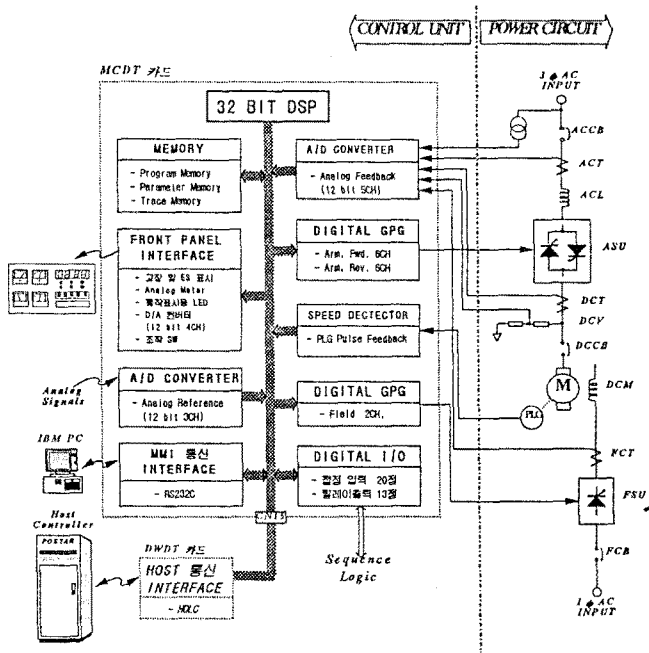


그림 1. PERISTOR-3000 시스템 구성도

■ 속도 센서 고장 및 V/Hz합리성 체크
 속도센서는 다른 센서들과는 달리 현장(모터측)에 설치되어 있으므로 노이즈의 영향을 받거나 단선, 단락, 접촉불량 등 사고의 위험이 높다. 기존의 전동기 구동시스템에서는 보통 이러한 속도센서 고장 발생시에 전동기가 무구속 상태로 돌게되는 문제점이 있었으나, 개발된 시스템에서는 고장이 체크된 순간 ASR(Automatic Speed Regulation)

운전모드에서 AVR(Automatic Voltage Regulation) 운전모드로 전환되어 곧바로 회복되는 기능을 갖추고 있다. 또한 정상상태 운전중에도 출력전압과 전동기속도의 상관관계를 계속 감시하여 그 차이가 사용자가 정한 기준을 넘어서면 고장으로 판단한다.

■ 게이트 펄스 전달경로 이상
 출력전류를 순시로 감시하므로 전류 트레이스 파형 관찰에 의하여 어느 스위칭 소자의 게이팅 전달 경로에 문제가 있는지 쉽게 알아낼 수 있다.

고장번호	고장 진단 항목	고장번호	고장 진단 항목
1	HP 게자결환중 모터정지 실패	62	리퍼터 냉각팬 고장
4	전기자 전류 게이트 결환 실패	63	카미리스터 냉각팬 고장
7	3상 주전원 공급 이상	64	과전압(OV) (H/W)
8	A/D변환기 OFFSET이상고	65	과전압(OV) (S/W)
10	전원부품서 정수계산 ERROR	67	과부하(OL) 검출
11	주전원 주기 이상	71	FL(Field Loss) 검출 (H/W)
12	주전원 피크 이상	72	FL(Field Loss) 검출 (S/W)
13	HOST 컴퓨터와 제어전송 이상	73	FOC 검출 (S/W)
17	정지중 전압센서 이상	76	속도 급변 고장
18	정지중 전류센서 이상	78	과속도(O/S) 검출
34	A/D변환기 OFFSET이상고장	79	속도센서 이상
35	프로그램 메모리(EPROM) 이상	84	운전중 전원피크 이상
36	트레이스 메모리(SRAM) 이상	85	A/D 진폭터 이상
37	데이터 메모리(EEPROM) 이상	86	운전중 전원 주기 이상
38	HOST 통신카드 이상	91	37F 주전원 FUSE 용단
39	제어전송 메모리(DPRAM) 이상	92	게이트 차단
45	전원부품서 전원위상순서 이상	95	IIP 결환중 게자전류제로 실패
46	전원부품서 전원주기 이상	105	HP 게자전류 무효만대
47	전원부품서 전원피크 이상		프로그램버블 점침입시 고장
48	전원부품서 전원OFFSET 이상		모터 고장
51	경고장 알람		

표 1. PERISTOR-3000의 고장진단 항목

2.2 고장해석 및 처리 시퀀스

DSP 제어모듈에는 32K워드의 RAM이 장착되어 있어 사용자가 지정한 8개 항목의 최근 3000개 TRACE DATA를 계속 저장하고 있다. 윌 절에서 설명한 것과 같은 고장이 발생하면 자동적으로 지정된 시간 후에 저장을 중지하므로 이러한 트레이스파형을 재생해보면 고장발생 전후의 상황을 자세히 관찰할 수 있다. 이러한 데이터는 그림 또는 숫자 화일로 저장가능하여 사후 고장해석 및 원인 분석에 큰 도움이 될 뿐만아니라 고장사태 데이터베이스를 구축하여 Drive System의 Version-up 및 사고해결 참고자료로서 가치가 높다.

MMI 프로그램에서 On-line고장감시 도중 고장이 발생하면 고장번호와 이름이 표시된다. (그림 2.) 이 때 원하는 고장번호를 입력하면 그림 3.과 같이 해당고장의 내용설명과 원인분석 및 대책등이 상세히 표시된다.

그림 4는 91번 고장(Thy. 보호용 퓨즈 OPEN) 발생시 TRACE와형이며 첫번째 그래프의 점선부분이 고장발생 시점을 표시한다. 그림 5는 일정 알파각에 게이팅 발생 시험을 수행하면서 순시전류와 게이팅 모드를 함께 관찰한 것으로 전류가 흐르지 못하는 Forward 1번 Thy. 측의 소자나 게이팅 전달경로에 이상이 생긴 것을 알 수 있다.

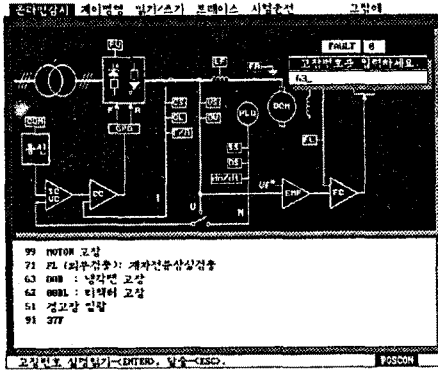


그림 2. On-line 고장감시 화면

On-line fault monitoring screen showing a list of faults and a table of data.

(91) 377 수신된 Fault 중단

< 내용 >
수전선 입력부의 Thyristor 보호용 차단용도가 급어인 경우 Indicator가 동작하여 고장발생

< 확인 사항 >
1) Fuse 용량은 맞은가?
2) Open된 Fuse 확인, 사고시 Damager가 발생하므로 전체 Fuse 용 교체하는 것이 현치이다.

< 원인 분석 >
1) High power breaker 투입순서 주의
2) Motor 전선소손, 송전단 short 등 부하측 원인
3) 정격이상 Load측 정보

DATE	TIME	THY. 명 (P/F)
1	8	1 2 3 4 5
2	10	2 3 4 5
3	11	2 3 4 5
4	12	4 5 X W Y
5	13	5 1 1 W Y U
6	14	6 1 1 Y U

그림 3. 고장설명 화면

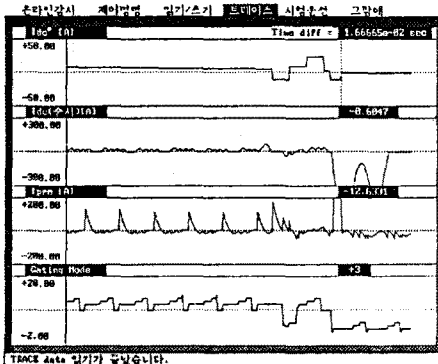


그림 4. FUSE OPEN시 TRACE 화면

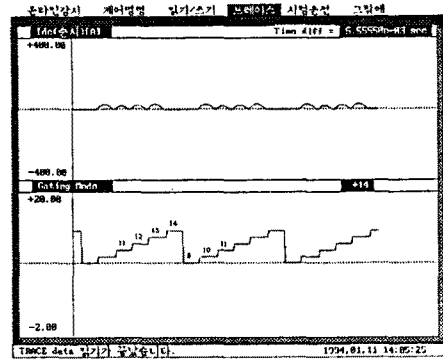


그림 5. 순시전류 파형과 게이팅 고장판단

3. 결론

본 논문에서는 Rolling Mill 구동용 DC전동기 제어장치의 고장진단 시스템에 대하여 소개하였다. 본 시스템은 스프링강을 생산하는 Bar Mill Line에 실제로 적용되어 효과적으로 운전중이다.

이 시스템의 특징은

- 사용자 편리성 (GUI, Pull-down Menu, 한글처리)
- 범용성 (일반 범용 IBM-PC 사용)
- 전문가의 경험을 토대로 신속, 정확한 대응방안 제시 등

이러한 시스템을 구현함으로써 얻는 효과는

- 전동기 고장에 관한 데이터 베이스 구축
- 사용자(운전자)의 시스템 이해도 증가
- 고장시 정비시간(Down Time)단축 등

앞으로 수많은 현장 경험 데이터를 취합, 정리하고 필요한 때 손쉽게 찾아볼 수 있도록 검색, 추론 기능을 더욱 보강한 전문가 시스템으로 발전시켜 나갈 예정이다.

4. 참고문헌

- [1] K. Debebe & V. Rajagopalan, "Diagnosis and monitoring for AC Drives", IEEE IAS Annual meeting, pp.370-377, 1992
- [2] 김호근, "유도전동기 구동시스템의 고장진단", 서울대학교, 석사학위논문, 1994년 2월
- [3] 김경환, "제철 PLANT의 고성능 DC DRIVES", 대한전기학회지, Vol.43, No.2, pp. 111-119, FEB. 1994.
- [4] "PERISTOR-3000 사용자 Manual", POSCON 기술연구소, Vol.2, 1994
- [5] "PERISTOR-3000 레퍼런스 Manual", POSCON 기술연구소, Vol.2, 1994
- [6] "PERISTOR-3000 시험운전 Manual", POSCON 기술연구소, Vol.2, 1994