

제어용 계전기의 원격감시시스템 구현

장용훈¹ · 남재현^{2*}

An Implementation of Remote Monitoring System for Control Relay

Yong-Hoon Chang¹ · Jae-hyun Nam^{2*}

¹Department of Emergency Medical Technology, Dongju College, Busan 49318, Korea

²Department of Computer Education, Silla University, Busan 46958, Korea

요 약

자동화시스템은 PLC를 사용하여 생산제품의 제조 공정상태를 감시하고 센서에서 전달되는 센서정보를 처리한다. 본 연구에서는 자동화시스템에 사용되고 있는 제어용 계전기의 상태를 감시하는 원격감시시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 제어 릴레이모듈, 원칩프로세서 모듈, 컴퓨터 모니터링시스템과 제어용 계전기의 내역을 입력하고 관리하는 데이터베이스시스템으로 구성한다. 컴퓨터 모니터링시스템은 제어용 계전기의 작동상태와 수명을 모니터링할 수 있도록 구성하였고, 데이터베이스는 제어용 계전기의 투입 일자를 입력하고 수정이 가능하게 구성하였으며, 제어용 계전기의 작동상태의 정보를 자동으로 프린트할 수 있도록 구성하였다. 원격감시시스템에서 제어용 계전기의 고장상태를 실시간으로 파악하고, 고장부품을 신속하게 교체하여 정상가동에 소요되는 시간을 최소화할 수 있도록 하였다.

ABSTRACT

The automation system uses PLC to monitor the manufacturing process status of the production product and processes the sensor information transmitted from the sensor. In this paper, we propose a remote surveillance system to monitor the status of control relay used in automation system. The proposed system consists of a control relay module, a one-chip processor module, a computer monitoring system, and a database system that inputs and manages the details of the control relay. The computer monitoring system is configured to monitor the operating condition and life time of the control relay. The database is configured so that the input date of the control relay can be input and corrected, and the operating state information of the control relay can be automatically printed. In the remote monitoring system, the failure status of the control relay is recognized in real time, and the time required for normal operation can be minimized by quickly replacing faulty parts.

키워드 : 자동제어, 제어릴레이, 원칩 프로세서, 원격, 데이터베이스, 실시간 모니터링

Key word : Automatic control, Control Relay, One-chip, Remote, Data-Base, Real-time monitoring

Received 30 October 2016, Revised 31 October 2016, Accepted 07 November 2016

* Corresponding Author Jae-hyun Nam(E-mail:jhnam@silla.ac.kr, Tel:+82-51-999-5627)

Department of Computer Education, Silla University, Busan 46958, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.11.2100>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

자동화기술의 발달은 정보사회에서 더욱 발전하였으며 가까운 시일에는 인공지능의 능력을 탑재한 인공지능자동화시스템으로의 발전 가능성이 기대되고 있다. 현재 자동화기술은 산업의 모든 분야에서 주도적으로 생산공정을 담당하고 있는 실정이며, 생산 공장에서 제품을 제조하고 생산하는 자동 생산공정을 진행하는 자동화시스템으로 적용되고 있다. 자동화시스템은 PLC라는 산업 제어용시스템을 사용하여 시스템을 제어하고, 자동화시스템의 생산 공정상태를 확인하기 위해 시스템에 부착된 센서에서 전달되는 센서정보를 처리하여 생산성을 향상시킨다. 자동화시스템의 구성은 제어정보 처리를 담당하는 분야와 기계를 작동하는 분야로 나뉘며, 정보신호에 상응하는 전기신호를 인가하여 제어용 계전기가 작동하면 기계가 가동되는 원리로 구성된다. 자동화시스템에서 가동이 중단되는 시스템의 고장에 관한 원인 중에서 제어용 계전기의 고장이 많이 발생하여 가동이 중단되는 현상이 자주 발생하여 생산성 저하로 이어지고 있다. 그러나 현장에서 제어용 계전기의 관리와 점검은 관리자의 주관적인 방법에 의해 실시되므로 객관적인 시스템의 관리와 가동 시 발생하는 고장에 대해 신속한 대처가 곤란한 실정이다[1-4].

본 연구에서는 제어용 계전기의 작동상황을 실시간으로 감시하는 원격감시시스템을 개발하여 제어용 계전기의 고장여부를 판단하고, 고장발생을 감지하여 자동화시스템의 정상가동을 원활하게 하고자 한다. 이러한 원격감시시스템은 제어용 계전기를 실시간으로 감시하는 하드웨어시스템과 데이터의 보관과 관리를 위한 데이터베이스시스템을 구축한다. 제안한 원격감시시스템의 하드웨어시스템은 제어용 계전기의 작동상태를 파악하기 위한 ON/OFF 상태와 기계적 수명과 전기적 수명을 감시할 수 있도록 구성하였다. 그리고 데이터베이스시스템은 제어용 계전기가 투입되는 최초 투입일자의 입력과 수정을 용이하게 하였고, 제어용 계전기의 작동상태의 정보를 자동 프린트할 수 있게 구성하였다. 따라서 자동화시스템의 제어용 계전기의 고장상태를 실시간으로 파악하고, 고장 난 시스템을 수리하여 정상적인 가동에 소요되는 시간을 최소화할 수 있도록 하였으며, 시스템의 예방정비를 가능하게 하여 자동화시스템의 고장을 미연에 방지하여 원활한 정상가동으로 생산성을 향

상시키고자 한다.

II. 계전기

2.1. 계전기의 구조

계전기(Relay)는 1824년 영국의 Sturgcon에 의해 최초로 발명되어 전신·전화교환기의 자동접속에 사용되었으며, 최근에는 산업전반에 대한 자동화시스템과 선박, 항공기, 컴퓨터, 통신기기 등의 전자제품에도 널리 사용되고 있는 필수적인 부품이다[2]. 계전기는 전자회로의 내·외부에 연결되어 있는 모터 등의 기기를 구동할 경우에 전자회로의 정보신호에 의해 기기를 작동하기 위한 전기입력신호의 조작정보로 사용되며, 코일에 전기조작신호를 ON/OFF함에 따라 계전기의 물리적인 전기적 접점을 개폐하는 기구를 말한다[5]. 그림 1은 산업용에 많이 사용되고 있는 시퀀스 제어용 계전기를 나타낸다.



Fig. 1 A control relay for sequence

2.2. 계전기의 특성

계전기는 접점의 개폐를 통하여 독립된 회로의 구성 및 ON/OFF의 스위칭 역할을 하고, 비교적 작은 입력으로 큰 전기적 회로를 동작시킬 수 있지만, 기계적으로 작동하기 때문에 고속으로 작동하기는 어려우며 계전기의 특징은 다음과 같다[2].

- ① 입·출력 각 회로 간의 전기적 절연과 내전압이 높다.
- ② 접점 회로의 ON/OFF가 매우 우수하며 ON시 과부하 내력도 좋다.
- ③ 하나의 입력을 통하여 여러 개의 출력이 감지되어 출력회로 간의 간섭이 적다.
- ④ 일반 제어용 릴레이에서는 각종 접점 절환 회로의 실현이 손쉽게 가능하다.

Table. 1 The performance of a control relay

Item	Type	Standard With in operation display ramp(G2A-□-N)	Diode With in operation display ramp(G2A-□-N1)
Contact resistance		100mΩ below	
Operation time		15mΩ below	
Return Time		15ms below	30ms below
Max. On/Off frequency	Mechanical life	18,000t/h	
	Rated load	1,800t/h	
Insulation Resistance		100MΩ above	
Withstand Voltage	Between contact & coil	AC 1,500V 50/60Hz 1min	
	Between opposite-pole	AC 1,500V 50/60Hz 1min	
	Between same-pole	AC 700V 50/60Hz 1min	
Oscillation	Durability	10-55-10Hz	
	Incorrect operation	10-55-10Hz	
Vibration	Durability	1,000m/s ²	
	Incorrect operation	100m/s ²	
Durability	Machinery	≤ 100,000,000	
	Electric	≤ 500,000	
Failure rate		DC 100mV 1mA	
Ambient temperature		-10 ~ +40 °C	
Ambient humidity		5 ~ 85%RH	
Mass		About 38g	

- ⑤ 반도체 소자와 비교하여 가격이 저렴하다.
- ⑥ 동작시간이 1~30ms로 빠르다.
- ⑦ 동작에 필요한 정격전력 0.05~5W 정도로 작다.

2.3. 계전기의 내구성 및 고장원인

계전기의 주요 성능 항목으로는 접촉저항, 절연저항, 내전압, 온도상승, 내한성, 내열성, 내습성, 내진동성, 내충격성, 내구성 등이 있다. 계전기의 내구성에는 기계적 내구성과, 전기적 내구성이 있다. 기계적 내구성은 점접에 통전 없이 코일에 정격전압을 가하여 지정된 일정한 개폐빈도로 고장 없이 동작하는 것을 말한다. 그리고 전기적 내구성은 코일에는 정격전압을 가하여 가동 부를 개폐시키고, 점접에는 지정된 전류를 인가하여 지정된 동작횟수동안 일정 수준의 동작상태를 유지하는 것을 말한다. 기계적 동작에는 관련부품의 내구성과 밀접한 관계를 가지며, 전기적 동작에는 통전 가능한 부하전류가 성능지표라 할 수 있다. 전기적 내구성은 코일에는 정격전압을 가하여 가동 부를 개폐시키고, 점접에는 지정된 전류를 인가하여 지정된 동작횟수동안 일정 수준의 동작상태를 유지하는 것을 말한다. 기계적 동작에는 관련 부품의 내구성과 밀접한 관계를 가지며, 전기적 동작에는 통전 가능한 부하전류가 성능지표라 할 수 있다. 또한 주위 온도에 따라 동작성능이 변할 수 있다[1,2,6].

Table. 2 The trouble factor of a relay

Trouble type	Trouble factor
Disconnection	<ul style="list-style-type: none"> • Coil disconnection • Contact abrasion • Decrease of a coil magnetic force • Elasticity abrasion of a plat spring
Short circuit	<ul style="list-style-type: none"> • Contact coagulation • Increase of a contact temperature • Plating faulty of a contact material • Contact metastasis • Pressure different of a plat spring
Contact resistance increase	<ul style="list-style-type: none"> • Arc occurrence of a contact pole • Contact resistance occurrence of a contact space • File resistance occurrence • Disorder of a Humidity increase • Magnetic force decrease by a coil temperature increase
Operation & reset time increase	<ul style="list-style-type: none"> • Coil temperature increase • Contact abrasion • Elasticity abrasion of a operation coil
Chattering	<ul style="list-style-type: none"> • charisma mismatch between a operation spring & armature • Different material of a contact space • Armature • Different material between a cores

표 1은 산업용에 사용되는 시퀀스 제어용 계전기의 성능을 나타낸다. 계전기의 고장형태는 코일의 단선, 단락, 접촉저항의 증가, 동작 및 복귀시간의 증가와 채터링 현상에 의해 발생하고 고장원인으로는 점접마모, 기자력 감소, 점접의 저항 증가에 의한 온도상승, 코일의 온

도상승 등이 있다. 표 2는 계전기의 고장형태와 고장원인을 나타낸다.

III. 시스템의 구성

3.1. 시스템 개요

산업현장에서는 기계적인 작동을 위하여 사용되는 제어용 계전기들은 작동하는 기기들과 유선으로 연결되어 전장패널 내에 위치하고 있다. 제어용 계전기들 중 고장이 발생했을 때 고장 난 제어용 계전기의 위치를 찾기까지 많은 시간이 소요된다. 그래서 고장 난 부품을 교환하여 시스템의 정상적인 운영을 시작하기까지 막대한 손실이 발생한다. 따라서 제어용 계전기의 작동상황을 실시간으로 모니터링하여 시스템의 고장발생에 대한 진단을 실시간으로 감지하여 시스템의 정상적인 가동을 원활하게 처리하고, 제어용 계전기의 기계적 내구성과 전기적 내구성을 실시간으로 모니터링하여 시스템의 고장을 미연에 방지할 수 있는 진단 모니터링시스템을 설계한다[7].

그림 2는 진단 모니터링시스템을 구성하는 블록 다이어그램으로 RELAY 모듈, ONE-CHIP PROCESSOR 모듈과 COMPUTER MONITORING SYSTEM으로 구성된다.

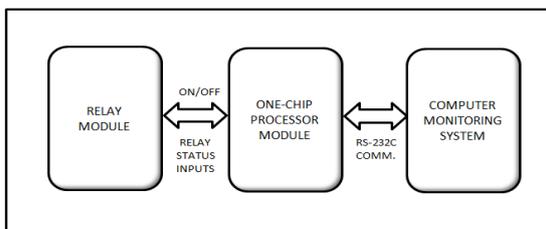


Fig. 2 The block diagram of a remote monitoring system

본 논문에서는 COMPUTER MONITORING SYSTEM에서 구성한 모니터링프로그램은 보조계전기의 고장과 수명의 정도를 나타내기 위하여 계전기를 작동하는 INPUT STATUS, RELAY STATUS와 INPUT ALL ON/OFF와 같이 3개의 작동부분으로 구성한다. 첫 번째 INPUT STATUS부분은 제어용 계전기를 작동하기 위하여 개별적으로 ON/OFF 스위치를 구현하여 전기적 입력상태를 나타내기 위하여 모니터링 화면에 작동램프를

구성하여 적색은 전기적 입력인 ON상태, 청색은 전기적 입력을 해제하는 OFF상태를 나타낸다. 두 번째 RELAY STATUS부분은 보조계전기의 작동상태와 전기적 수명인 접촉시간과 기계적 수명인 접촉 횟수를 나타내며 적색은 보조계전기가 작동하는 ON상태이고 청색은 제어용 계전기의 접촉이 해제되는 OFF상태를 나타낸다. 마지막으로 INPUT ALL ON/OFF부분은 모든 전기적인 스위치를 ON/OFF할 수 있는 기능을 나타낸다.

ONE-CHIP PROCESSOR 모듈은 COMPUTER MONITORING SYSTEM에서 작동하는 스위치의 ON/OFF상태의 신호를 통신으로 전달받아 계전기를 작동시키고, RELAY 모듈의 작동상태를 파악하여 COMPUTER MONITORING SYSTEM에 작동상태를 통신으로 전송한다.

3.2. 계전기의 고장 진단

그림 3은 제어용 계전기의 고장을 진단하는 진단 흐름도를 나타내며, 제어용 계전기의 수명을 비교하기 위하여 제품의 기계적 수명인 접촉횟수와 전기적 수명인 접촉시간을 데이터베이스에 입력하여 제어용 계전기의 수명을 나타내는 기초자료로 활용한다.

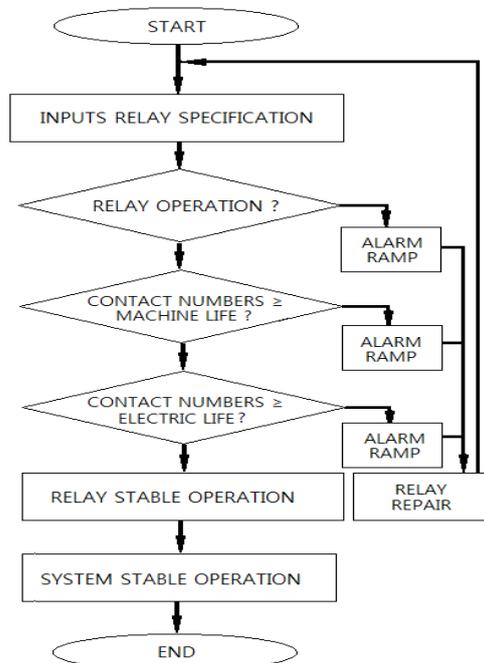


Fig. 3 The flowchart for a trouble check in a relay

먼저 COMPUTER MONITORING SYSTEM에서 작동을 시작하면 제어용 계전기의 정상적인 작동상태와 단선, 단락 등의 고장상태를 파악하여 정상적인 작동상태인 경우 기계적인 수명인 접촉횟수를 비교하기 위해 다음 동작상태로 진행하지만, 고장상태인 경우에는 ALARM RAMP를 동작시켜 고장 난 보조계전기의 위치를 통보하여 제어용계전기를 교체하여 정상적인 작동을 위한 단계로 진행하게 한다.

다음으로 제어용 계전기의 기계적인 수명을 진단하여 정상적인 작동이 가능한 범위 내에 있으면 전기적인 수명을 비교하기 위하여 다음 단계로 진행하지만 정상적인 작동범위에 근접하면 ALARM RAMP를 동작시켜 제어용 계전기의 위치를 통보하여 제어용 계전기를 교체한 후 정상적인 작동이 가능하게 한다. 마지막으로 전기적인 수명인 접촉시간을 비교하여 정상적인 작동범위에 근접하면 ALARM RAMP를 동작시켜 제어용 계전기의 위치를 통보하여 제어용 계전기를 교체한 후 정상적인 작동이 가능하게 하여 예방정비가 가능하게 하여 자동화시스템의 고장을 미연에 방지하는 기능을 가능하게 한다.

IV. 시스템 구현

원격감시시스템은 ONE-CHIP PROCESSOR 모듈과 RELAY 모듈의 하드웨어와 모니터링을 위한 프로그램으로 구성된다. ONE-CHIP PROCESSORS는 ATMEL의 AT89C51을 사용하였고 RELAY는 산업용에 사용하는 시퀀스 제어용 계전기를 사용하여 RELAY 모듈을 구성하였으며, 모니터링을 구현하는 소프트웨어는 Visual Basic을 사용하였다.

4.1. 하드웨어시스템 구현

그림 4와 같이 원격감시시스템을 위한 하드웨어를 구현하였다.

그림 4에서 1은 ONE-CHIP PROCESSOR 모듈을 나타내고, 2는 RELAY 모듈을 나타내며, 3은 RELAY의 동작상태를 파악하여 동작상태를 전달하기 위한 연결 케이블을 나타내며, 마지막으로 4는 모니터링시스템과 ONE-CHIP PROCESSOR 모듈간에 데이터를 전송하기 위한 RS-232C 통신포트를 나타낸다.

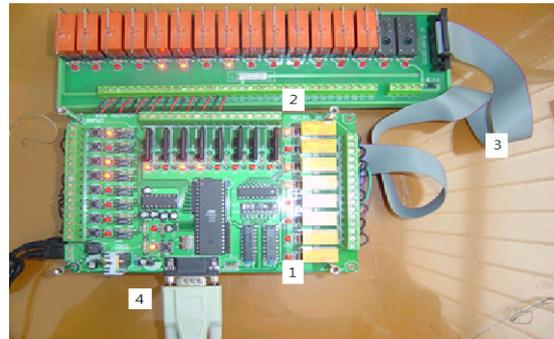


Fig. 4 The hardware system for a diagnostic monitoring system

4.2. 모니터링시스템 구현

보조계전기가 기계적 전기적 내구성과 단선, 단락 등으로 인하여 작동 불능상태에 이르면 수명이 다하여 부품을 교체하여야한다. 따라서 모니터링시스템은 제어용 계전기의 수명을 결정하는 기계적 내구성인 접촉횟수, 전기적 내구성인 접촉시간 그리고 작동상태인 3가지 요인을 가지고 제어용 계전기를 진단하는 모니터링 시스템을 구현하였다. 그림 5는 제어용 계전기의 고장과 수명의 정도를 나타내는 모니터링시스템을 나타내며 INPUT STATUS, RELAY STATUS와 INPUT ALL ON/OFF와 같이 3개의 작동부분으로 구성하였다.

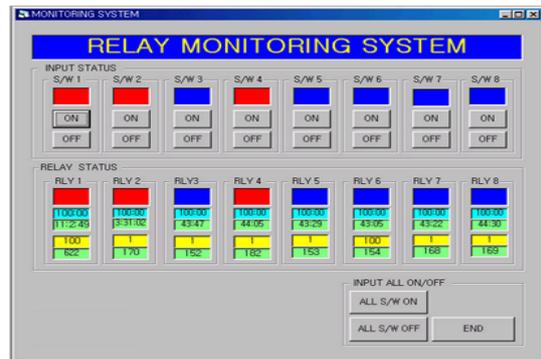


Fig. 5 The program for a monitoring system

INPUT STATUS부분은 제어용 계전기를 작동하는 ON/OFF스위치와 작동여부를 나타내는 램프로 구성하였고, 적색은 입력의 ON상태이고 청색은 OFF상태를 나타낸다. RELAY STATUS부분은 제어용 계전기의 작동상태와 전기적수명인 접촉시간 그리고 기계적수명

인 접촉횟수를 나타내며 적색은 보조계전기가 작동하는 ON상태이고 청색은 OFF상태를 나타낸다. INPUT ALL ON/OFF부분은 모든 S/W를 ON/OFF할 수 있는 기능으로 제어용 계전기의 전체를 작동시켜 고장여부를 판별할 수 있도록 구성하였다.

4.3. 데이터베이스 구축 및 리포트 작성

제어용 계전기는 생산 공장에서 제품출하 시 기계적인 수명인 접촉횟수와 전기적인 수명인 접촉시간을 명기하여 수명에 대하여 품질을 보증한다.

본 논문에서는 생산 공장에서 보증하는 기계적인 수명인 접촉횟수와 전기적인 수명인 접촉시간을 데이터베이스시스템의 초기입력으로 하여 모니터링시스템에서 실시간으로 처리하여 감시하는 제어용 계전기의 수명을 비교하는 데이터로 사용한다. 그리고 교체한 제어용 계전기의 수명을 재입력할 수 있는 수정기능과 이전의 제어용 계전기의 수명을 삭제할 수 있는 기능도 있으며, 각 제어용 계전기의 입력 상태를 파악할 수 있도록 구성하였다. 그림 6은 제어용 계전기의 수명을 입력하고 수정하며 삭제할 수 있는 데이터베이스시스템의 입력화면을 나타내었다. 그림 7은 사용 중인 제어용 계전기의 수명을 표시하기 위하여 그래픽으로 나타내었으며, 데이터베이스시스템에 입력한 기계적인 수명인 접촉횟수와 전기적인 수명인 접촉시간 그리고 사용하고 있는 접촉횟수와 접촉시간을 나타내었다.

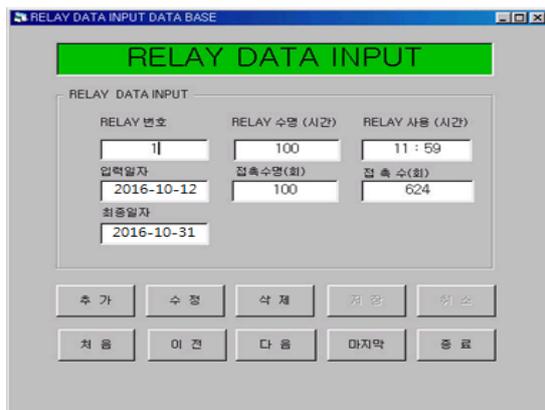


Fig. 6 The input part for a control relay specification

그림 8은 자동화시스템에서 사용 중인 제어용 계전기의 작동상태를 리포트로 출력할 수 있게 구성하였다.

리포트시스템에서는 제어용 계전기를 사용하기 위해 자동화시스템에 투입한 최초 입력일자와 작동 중인 상태의 최종 일자를 나타낼 수 있게 하였으며, 최초입력한 제어용 계전기의 수명인 접촉횟수, 접촉시간과 작동 중인 제어용 계전기의 접촉횟수와 접촉시간을 출력할 수 있도록 구성하여 작업자가 수시로 확인 가능하게 하였다.

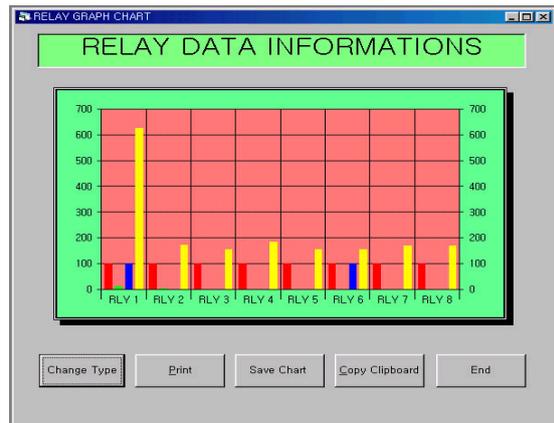


Fig. 7 The real-time graphic screen for a control relay life

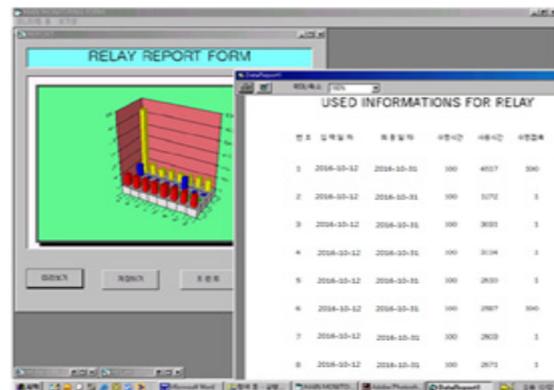


Fig. 8 The report for a control relay life

V. 결론

생산을 담당하는 산업현장에서 가동되고 있는 자동화시스템에 사용되는 제어용 계전기의 고장으로 생산시스템의 가동이 중단되어 생산제품에 대한 생산성을

저하시키고 있다. 자동화시스템에는 많은 산업제어용 부품이 사용되고 있지만, 제어용 계전기는 모든 생산공정에 많이 사용되고 있다. 자동화시스템의 고장원인 중에서 제어용 계전기의 고장이 많이 발생하여 가동이 중단되는 현상이 자주 발생하여 생산성 저하로 이어지고 있다. 현실적으로 현장에서 제어용 계전기의 관리와 점검은 현장 관리자의 주관적인 방법에 의해 실시되므로 객관적인 관리와 고장에 대해 신속한 대처가 곤란하다. 따라서 원격감시시스템을 구현하여 제어용 계전기의 고장을 실시간으로 파악하여 시스템을 수리하고, 정상 가동시키는 시간을 최소화하여 생산성을 향상시키고자 한다. 원격감시시스템은 하드웨어, 소프트웨어 그리고 데이터베이스시스템으로 구현하였다. 하드웨어시스템은 RELAY 모듈과 ONE-CHIP 프로세서로 구성하여 현장에서 발생하는 정보를 실시간으로 전송할 수 있게 하였으며, 컴퓨터모니터링 시스템은 현장에서 발생하는 정보를 원격으로 감시할 수 있도록 하여 제어용 계전기의 작동상태, 고장여부와 예방정비를 위한 정보로 사용할 수 있도록 구현하였다. 그리고 데이터베이스시스템은 제어용 계전기의 수명을 비교하기 위해 접촉횟수와 접촉시간을 입력하여 수명을 나타내는 기초자료로 활용하였다. 제어용 계전기의 수명을 그래픽으로 나타내어 작업자가 쉽게 확인할 수 있도록 구성하였으며, 작업 중 발생한 정보를 자동으로 프린트할 수 있게 하여 객관적으로 관리할 수 있게 구성하였다. 이러한 원격감시시스템을 산업현장에 적용하면 생산성 향상을 원활하게 할 수 있으리라 생각된다.

REFERENCES

- [1] Y. I. Kwon, and I. S. Han, "Mechanical Life Prediction of a Relay by Accelerated Life Tests," in *Proceedings of the Korean Reliability Society Conference*, vol. 9, pp.75-82, June 2005.
- [2] K. B. Lee, "Electrical Life Estimation of Electromagnetic Relays by Accelerated Test(ALT)," Master Thesis, Dept. of Safety Engineering Graduate School of Industry and Engineering, Seoul National University, Feb. 2010.
- [3] S. H. Ji, S. H. Kim, S. W. Heo, and D. S. Rho, "Evaluation Algorithm for Coordination Protection Between Substation Relay and Recloser," in *Proceedings of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society Fall Conference*, vol. 29, pp.17-20, 2011.
- [4] C. K. Kim, I. K. Lee, and S. H. Cho, "Study for Failure Examples of Solenoid Valve, Relay and Idle Control Actuator in Liquid Petroleum Gas vehicle Engines," *Journal of the Korean Institute of Gas*, vol. 15, no. 3, pp.47-52, June 2011.
- [5] KSC 4520, "Hinge Type Electronic Relay," Korean Standards Association, 1992.
- [6] I. S. Han, "Mechanical Life Prediction of a Relay by Accelerated Life Tests," Master Thesis, Department of Industrial Engineering Graduate School, Chongju University, Feb. 2004.
- [7] Y. H. Chang and J. H. Nam, "Implementation of Diagnostic Monitoring System for Auxiliary Relay," in *Conference on Korea Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 2, pp.709-711, 2016.



장용훈(Yong-Hoon Chang)

1986년 동아대학교 전기공학과 학사
 1990년 동아대학교 전기공학과 석사
 1998년 동아대학교 전기공학과 박사
 1994년 ~ 현재 동주대학교 부교수
 관심분야 : 영상처리, 데이터통신



남재현(Jaehyun Nam)

1989 부산대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1992 부산대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2002 부산대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 1993 ~ 2002 동주대학교 조교수
 2002 ~ 현재 신라대학교 컴퓨터교육과 교수
 ※ 관심분야 : 무선센서네트워크, VANET