

## PLC에 리용한 알루미늄전해로조종반구성의 한가지 방법

김명일, 배혁

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새로운 과학기술분야를 개척하기 위한 사업도 전망성있게 밀고나가야 합니다. 나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우자면 발전된 과학기술을 받아들이는것과 함께 새로운 과학기술분야를 개척하고 그 성과를 인민경제에 적극 받아들여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 138~139페이지)

세계적으로 알루미늄전해로에 대한 측정과 조종을 실현하는 전해로조종반을 구성하기 위한 여러가지 방안들이 제기되였다.[1, 2]

현재까지 제기된 조종반의 구성방식을 보면 단일CPU방식과 다중CPU방식이 있다. 최근에 현장조종요소로서 PLC(Programmable Logical Controller)가 급속히 발전하면서 PLC를 리용하기 위한 연구들이 진행되고있다.

한편 알루미늄전해로의 전해질이 강한 부식성을 가지고있는것으로 하여 세계적으로 현재까지 알루미늄전해로에서 리용할수 있는 수감부들이 개발되지 못하고있다. 그런것으로 하여 알루미늄전해로의 기술적지표들은 간접측정과 복잡한 연산을 진행하여 얻는다. 그런데 PLC용프로그램개발은 Ladder언어로 작성되는것으로 하여 복잡한 연산을 실현하기가 힘들다. 이러한 리유로부터 PLC를 리용한 조종반보다도 다중CPU형의 조종반이 많이 리용되고있다.[1, 2]

그러나 다중CPU조종반은 개발과 제작비용이 매우 비싸고 리용측면에서 알루미늄전해로에 대하여 전용화되어있는것으로 하여 조종반의 기능확장이 매우 힘든 결함을 가지고있다.

우리는 현재 공업조종분야에서 많이 리용되고있는 PLC를 리용하여 알루미늄전해로에 대한 종합적인 측정과 조종을 실현할수 있는 알루미늄전해로 조종반을 구성하는데서 나서는 과학기술적문제들을 제기하고 해결하였다.

일반적으로 알루미늄전해로 조종반의 기본기능은 다음과 같다.

- ① 전극조종(극간거리조종)을 실현하는것이다.
- ② 알루미늄농도조종(원료투입조종)을 실현하는것이다.
- ③ 알루미늄전해로의 상태를 종합적으로 분석진단하는것이다.
- ④ 상위컴퓨터와의 통신을 보장하는것이다.

PLC를 리용한 알루미늄전해로 조종반은 조종부, 측정부, 현시부, 통신부, 수동조작부, 수행부로 구성되어있다.

조종반에서 PLC는 핵심을 이루며 PLC에 의하여 전해로에 대한 측정감시 및 조종이 실현된다.

론문에서 리용한 PLC는 Siemens계열의 S7-224XP CN으로서 이것의 입출구통로배치는 그림 1과 같다.

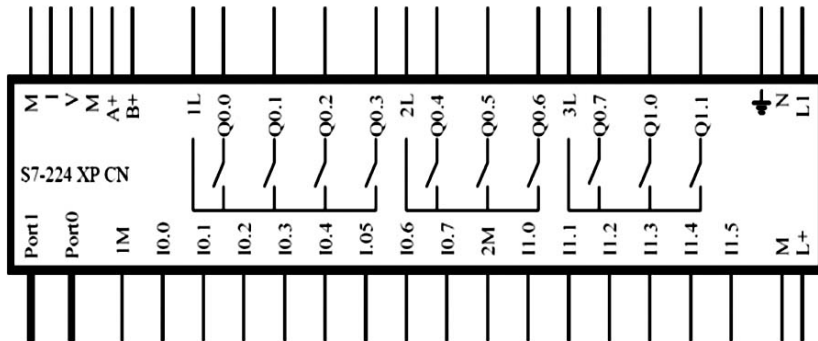


그림 1. PLC(S7-224XP CN)의 통로구성

그림 1에서 보는바와 같이 PLC는 2개의 상사입구(AI)통로와 14개의 수자입구(DI)통로, 10개의 수자출구(DO)통로를 가지고있다.

PLC에는 전해로감시조종프로그램이 내장되며 전해로번호에 따라 망주소가 유일하게 할당되게 된다.

측정부는 상사입구모듈로 구성된다.

PLC는 상사입구통로로 로전압을 측정하며 수자입구통로를 통하여 전동기의 기동/정지 상태, 조종반의 비상정지상태, 자동/수동상태를 입력받는다.

한편 현시부는 전해로의 상태량, 운전, 조종과 관련되는 값들을 현시한다. 즉 전해로전압, 전해공정계렬전류, 전해로온도, 공업전원주파수와 여러가지 상태값들이 현시된다. 그리고 표준적으로 정상로전압과 현재시간도 현시한다.

정상로전압은 다음과 같이 계산된다.

전해로운전에서는 로전기저항이 기본운전지표로 되지만 로전기저항과 정상로전압이 선행관계에 있는 조건에서 로전기저항을 정상로전압으로 표현한다.

로전기저항은 다음과 같은 간단한 공식을 리용하여 직접 계산할수 있다.

$$R_0(n) = \frac{U(n) - B}{I(n)} \quad (1)$$

여기서  $R_0(n)$ 은  $t_n$  시각의 전해로 전기저항,  $U(n)$ 은  $t_n$  시각의 전해로전압측정값,  $I(n)$ 은  $t_n$  시각의 계렬전류측정값,  $B$ 는 표현역기전력(설정상수)으로서 알루미늄전해의 실지역기 전력의 통계평균값이다. 이 값은 로의 상태와 기술조건에 따라 서로 다르지만 선택범위는 1.6~1.7V사이이다.

여기로부터 정상로전압은 다음과 같이 계산된다.

$$U_0(n) = R_0(n)I_b + B = \frac{U(n) - B}{I(n)} I_b + B \quad (2)$$

여기서  $U_0(n)$ 은  $t_n$  시각에서 정상로전압(원시값),  $I_b$ 는 표준계렬전류(100kA)이며 기타변수들의 의미는 식 1에서와 같다.

통신부는 PLC Ethernet통신모듈인 CP231-1과 54Mbps무선통신기 TL-WA501G+로 구성된다. 일반적으로 수십대 또는 수백대의 알루미늄전해로들이 밀집되어 배치되는것으로 하

여 망을 형성하려면 망선들을 많이 늘여야 하는데 이렇게 망을 구성하면 망선의 단절에 의하여 망통신이 끊어지는 현상들이 자주 나타나게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 무선통신기를 리용하여 WLAN(Wireless LAN)을 형성하였다.

CP231-1모듈은 PLC를 Ethernet망과 연결하는 기능을 수행하며 무선통신기 TL-WA501G+는 PLC통신모듈을 Ethernet망을 무선으로 연결하기 위한 기능을 수행한다.

통신부의 구성을 그림 2에 보여주었다.

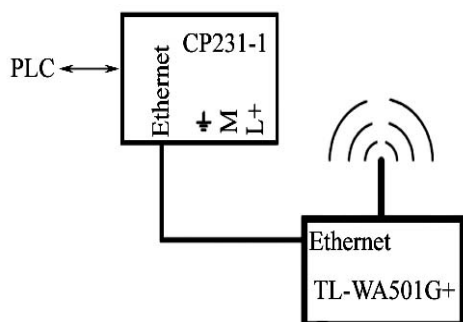


그림 2. 통신부의 구성

수동조작부는 운전공의 수동조작을 실현하기 위한 부분이다.

수동조작부에는 수동/자동절환스위치, 전동기 1-4선택스위치, 양극상승누름스위치, 양극하강누름스위치, 비상정지스위치, 전동기강제기동스위치들이 있으며 수동표시등, 자동표시등, 전동기 1-4표시등, 양극상승표시등, 양극하강표시등, 비상등이 있다. 또한 원료공급과 관련되는 공기변스위치, 분배변스위치, 공기변표시등과 분배변표시등이 있다.

수동/자동절환스witch는 조종반의 수동상태와 자동상태를 절환하기 위한 스위치이다.

수동상태인 경우에는 앞면의 스위치들에 의하여 수동적으로 전해로의 전극조종과 알루미늄분배를 진행할수 있다.

자동상태인 경우에는 PLC의 조종프로그램에 의하여 전극조종과 알루미늄분배를 자동적으로 진행할수 있다.

비상정지스위치의 동작이 비정상적인 경우에 리용하는 스위치이다.

만일 전동기조작을 하였는데 전동기가 멎지 않고 계속 돈다든가 알루미늄분배를 하였는데 분배가 멎지 않고 계속 된다든가 등 비정상적인 동작이 계속될 때 즉시 동작을 멈추기 위하여 이 스위치를 누른다.

수행부는 조작공의 수동조작이나 PLC프로그램에 의한 자동조작때에 전동기나 알루미늄공급을 위한 전자변을 동작시키기 위한 계전기와 접촉기요소들로 구성된다.

## 맺 는 말

최근에 급속히 발전하고있는 PLC기술을 리용하여 알루미늄전해조종반을 구성하는데서 나서는 과학기술적문제들을 제기하고 해결하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 6, 66, 주체98(2009).
- [2] 刘业翔 等; 现代铝电解, 冶金工业出版社, 320~450, 2008

주체104(2015)년 2월 5일 원고접수

## **A Method of the Control Board's Configurations of Aluminum Electrolytic Furnace using PLC**

*Kim Myong Il, Pae Hyok*

We presented and solved scientific and technical problems in the control board's configurations of aluminum electrolytic furnace using PLC technology.

Key words: PLC, aluminum electrolytic furnace