

소수력 발전시스템 무인화 개발

박 봉일¹⁾, 박 완순²⁾, 박 준식³⁾

Bongil Park, Wansun Park, Joonsik Park

Key words: Automatic Control(자동제어), Remote Control(원격제어), Small Hydro Power Plant(소수력)

Abstract : 1. 소수력 발전시스템의 자동화 및 고장진단 알고리즘
2. 종합 제어 시스템의 성능 실험과 원격제어 시스템의 개발
3. 소수력 발전 시스템의 무인 종합 제어시스템 개발

subscrip

- 1) PLC : programmable logic controller
- 2) Wicket Gate : Guide Vane이라고도 하며 수차로 유입되는 유량을 조절하는 장치.
- 3) AD : analog signal to digital signal
- 4) DA : digital signal to analog signal
- 5) RTU: remote terminal unit
- 6) OS : operating system
- 7) EWS: engineering work station
- 8) RCS : remote control system

1. 서 론

소수력 발전 개발에 있어 최적 효율 유지와 인건비 등 운영비 절감은 운전관리 기술을 통해 해결할 수 있다. 발전설비의 최적 상태를 유지하기 위한 감시제어와 자동제어기술을 이용해 설비의 유지관리에 효율성을 기하고, 부적절한 운전으로 인한 운영비용의 증가를 미연에 막을 필요가 증가되었다.

수차 발전 설비의 운전 도중에 발전기나 수차의 고장, 가이드 베인, 밸브 등 조절부의 손상, 베어링 등의 손상 등 문제가 발생할 수 있다.

이러한 시스템의 고장이 발생하면 원하는 성능이 나올 수 없을 뿐만 아니라 심한 경우 수차발전기는 물론 계통에까지 문제가 발생할 수 있다.

설비의 안정성 및 신뢰도의 향상을 위하여 이러한 고장이 발생하였을 경우 신속하게 고장을 검출하여 운전자에게 처리를 할 수 있도록 하고 수차발전기를 정지 시킬 수 있도록 하는 고장 감

시 제어가 필요하다.

소수력 발전설비에 감시 제어 및 고장 검출 시스템을 도입함으로써 시스템을 최적으로 운영할 경우 다음과 같은 이익을 얻을 수 있다.

1) 최적의 효율 유지

: 시스템의 고장 및 노후화에 따른 성능 저하와 시스템의 부적절한 작동 등 비효율적인 요인을 초기에 발견하여 효율을 최적으로 유지할 수 있다.

2) 설치비, 운전 보수비의 절감

: 상태 파악을 위한 실제로 필요한 측정점만을 선택하여 과도한 측정장비로 인한 비용 낭비를 막을 수 있으며 빠른 고장부위의 발견 및 성능 저하 부위의 예측에 의해 운전, 보수 작업을 효율화 시킬 수 있다.

3) 안정성 확보 및 재해방지

: 초기에 설비의 이상을 미리 발견하여 이로 인해 파급될 수 있는 성비의 손상 및 인명 피해를 미연에 방지할 수 있다.

2. 무인운전 Basic Algorithm의 구축

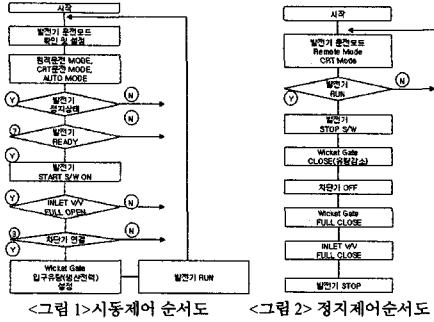
자동제어 및 감시체계는 무인운전의 기본이다. 무인 운전을 위한 Basic Algorithm의 구축을 통해 소수력 발전설비 무인화의 기본 운전 개념을 확보하였다.

2.1 Basic Algorithm의 구성

무인운전 Basic Algorithm은 시동, 정지의 순차제어로 구성하였다.

순차제어의 구성

구분	제어방식	비고
시동제어	정상시동제어	
정지제어	정상정지제어	



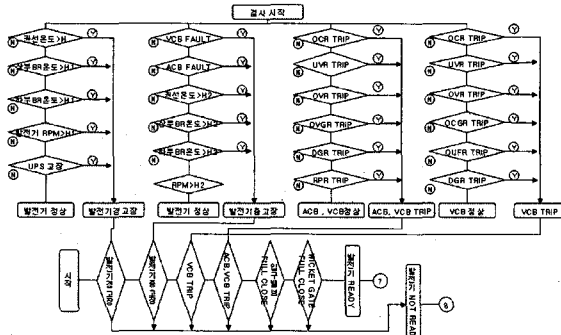
<그림 1>시동제어 순서도 <그림 2> 정지제어순서도

3. 통합 운전 시스템 구축

통합 운전 시스템의 구축을 통해 소수력 발전설비의 감시 및 제어의 개념을 확보하였다.

3.1 통합 운전 시스템의 구성

- 감시: 발전기의 기계적, 전기적 고장의 감시
- 통보: 비정상 상황 발생 시 운영자에게 통보
- 차단: 계통의 보호를 위한 계통 차단
- 정지: 발전기의 보호를 위한 발전기 정지

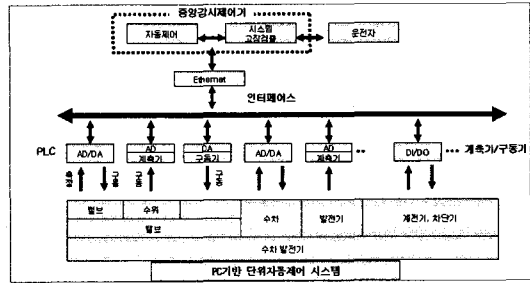


<그림 3> 통합운전 알고리즘 순서도

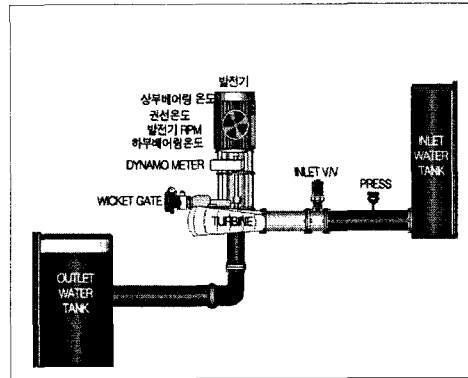
4. 무인운전 및 감시 시스템의 구축

자동제어시스템은<그림 4>와 같이 중앙제어 컴퓨터와 PLC¹⁾, 계측기, 계전기, 차단기, Wicket gate²⁾와 입구밸브의 자동 구동부로 구성하였다.

상태 파악을 위한 수차, 발전기의 계측 신호는 AD³⁾를 통해 중앙제어부 및 PLC¹⁾로 전송되고 중앙 제어부 및 PLC¹⁾에서 제어를 위한 신호는 DA⁴⁾를 통해 입구밸브와 Wicket gate²⁾로 전송되도록 하였다.



<그림 4> 무인운전 및 감시시스템 계통도

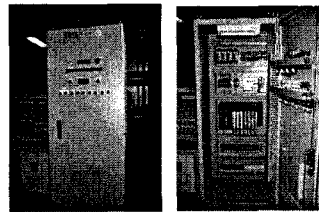


<그림 5>소수력 발전 시스템 구성도

3. 비상호출 시스템 및 RTU

RTU⁵⁾는 PLC¹⁾를 기반으로 하여 OS⁶⁾와 결합하여 내, 외부로 송출되는 신호를 수신하여 해당 모듈에 적절히 제어함으로써 하부설비에 전달하거나 고장 유무를 자동 검출하여 OS⁶⁾로 전송한다.

- 기능: 기동/정지(개/폐)
- Set Point 제어: 발전기 출력 제어

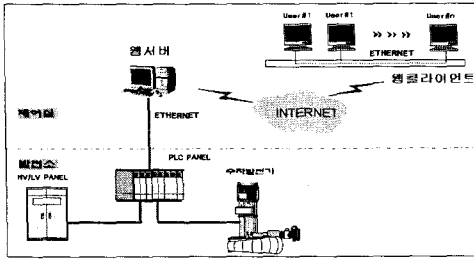


<그림 6> RTU 패널

4. 양방향 감시제어시스템

인터넷 기반의 양방향 감시 제어시스템의 구축으로 인터넷 망만 연결이 되면 어디서나 수차발전기를 제어, 감시할 수 있도록 하였다.

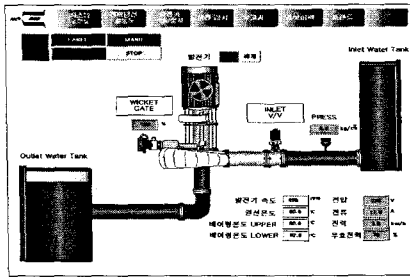
4.1. 시스템의 구성



[그림 7] 전체 시스템 구성도

본 시스템은 HMI S/W를 이용하여 구성하였다.

이와 같이 구성된 수차발전기의 무인화운전은 다음과 같이 가능하게 된다.



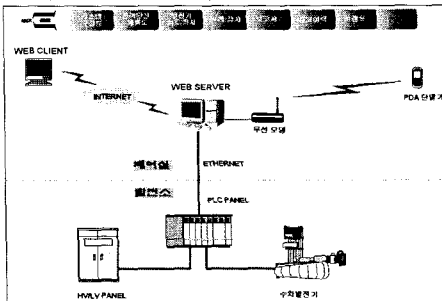
<그림 8> 소수력 발전 설비 운전화면

<그림8>은 수차발전기의 운전 상태를 웹기반으로 감시하는 모습이다.

5. 무인 원격 제어 시스템

무인원격 제어시스템은 인터넷뿐만 아니라 휴대전화의 데이터 통신을 이용하여 휴대전화 가능한 모든 지역에서 수차발전기를 감시 제어할 수 있도록 구성하였다.

5.1 무인 제어 시스템의 구성



<그림 9> 무인 원격제어시스템 구성도

5.2. 주장치의 S/W 및 기능

5.2.1. 운영환경: Windows 2000이상 운영체제.

5.1.2. 보안기능

Main server에서 연결 가능한 PDA를 설정가능

접속된 PDA의 고유번호를 인식하여 Log 저장
PDA 접속시 사용자 및 암호를 확인해야만 접속
데이터 암호화를 통해 해킹 및 조작 불가

5.1.3. 동기화 기능

USB포트를 통해 각종 정보 및 이력을 동기화

5.1.3. 제어기능

PDA에서 수차발전기를 제어
제어 진행 내용은 메인서버에 Display된다.

5.1.4. 제어이력 관리

단말기별 제어기록을 모두 저장하여 관리.

5.1.5. 이벤트/경보 전송

주 장치에서 경보 및 이벤트 발생시 PDA로 자동
송신하여 관리자가 현장에서와 동일한 관리가
가능토록 함.

5.1.6. 기능제한

PDA별 등급설정으로 감시, 제어, 계측 등의
기능을 제한. 등급별 차별화된 정보 제공.

5.1.7. 문자메세지 전송

주 장치의 상황별 메시지를 설정하여 이벤트
발생시 문자메세지 발송.

5.2. PDA용 S/W 및 기능

5.2.1. 운영환경: MS Windows CE, CDMA

5.2.2. 동기화: USB포트를 통해 접속 시 자동
동기화.

5.2.3. 제어기능:

현장원격시스템용 감시화면을 통해
수차발전기의 상태 파악 및 제어
제어시 암호 설정을 통해 오동작 방지.

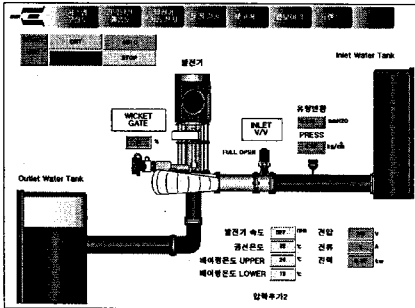
5.2.4. 보안기능: 접속 후 일정시간이상 사용을
안할 경우 접속해제.

5.2.5. MMI구성: 주장치의 MMI와 유사한
구성으로 쉽게 사용가능.

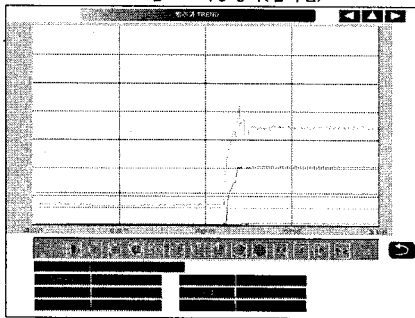
6. 결론

소수력 무인 원격 제어시스템은 소수력 운영
실의 감시 제어시스템인 OS⁶⁾, EWS⁷⁾, RCS⁸⁾로 감
시제어가 가능하다. 또한 Web Server의 Ethernet
을 통해 Internet으로 감시, 제어할 수 있으며
또한 PDA시스템을 이용한 PDA로 운영자는 시간과
장소에 구애받지 않고 감시제어가 가능하다. 자
동화 및 고장진단 알고리즘 완성에 따른 종합제
어시스템의 성능실험 및 원격제어시스템 개발과
신뢰성 향상으로 본 시스템은 소수력 발전소에
도입이 가능할 것으로 판단되며, 이의 도입을 통
하여 소수력 발전소의 인건비 절감 등 유지관리
비의 저감으로 경제성 향상과 동일 수계에 여러
개의 소수력 발전소의 중앙제어가 가능하다. 또

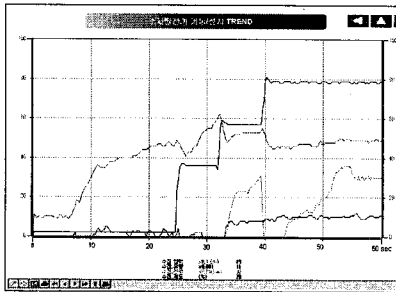
한 소수력 발전설비의 운영관리 신뢰성 향상 제고로 부품의 수명연장이 가능할 것이다.



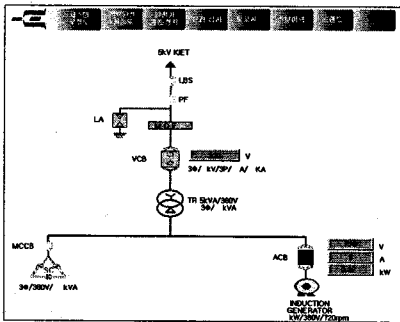
<그림 10> 기동정지(웹기반)



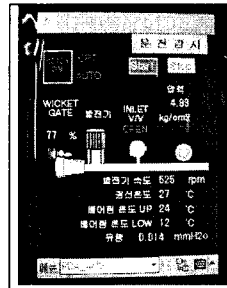
<그림 11> 발전기 감시<웹기반>



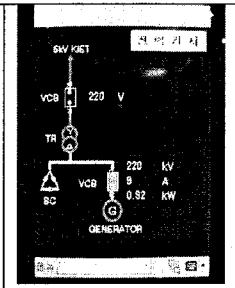
<그림 12> 수차발전기 가동/정지<웹기반>



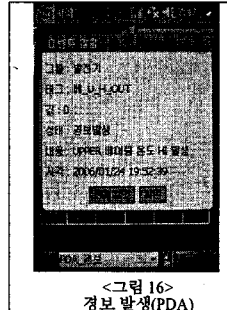
<그림 13> 전력감시



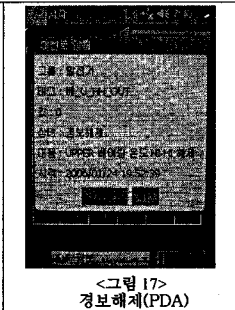
<그림 14> 수차운전감시(PDA)



<그림 15> 전력감시(PDA)



<그림 16> 경보 발생(PDA)



<그림 17> 경보 해제(PDA)

상기와 같이 소수력 발전설비의 무인화 및 원격 제어 시스템의 개발은 현재 완료가 되었다고 볼 수 있다.

그러나 현재 개발된 무인화 설비는 실험실 내에서만 적용을 했을 뿐 다양한 변수가 존재하는 현장에서의 실험은 아직까지 구현하지 못했다.

안정성과 신뢰성을 확보하기 위해서는 현장에서 장기간의 실증과 다양한 상황을 통한 보완이 필요할 것이다.

또한 현행법상 소수력 발전소에는 전문가(전기기사 1급) 1명 이상이 상주하도록 되어 있다. 기술개발을 통한 비용절감의 노력도 필요하지만 이와 함께 관계법의 개선도 필요하다.

후기

본 연구는 산업자원부에서 시행한 에너지·자원 기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.