(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0080611
(43) 공개일자 2025년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03B 11/00 (2006.01) *F03B 15/04* (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F03B 11/008 (2013.01)
F03B 15/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0168551
(22) 출원일자 2023년11월28일
심사청구일자 2024년01월03일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
노대석
충청남도 천안시 서북구 봉서산1길 35, 111동 301호(쌍용동, 파크밸리동일하이빌)
김지명
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1636, 명품에덴빌 201호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김민태

전체 청구항 수 : 총 6 항

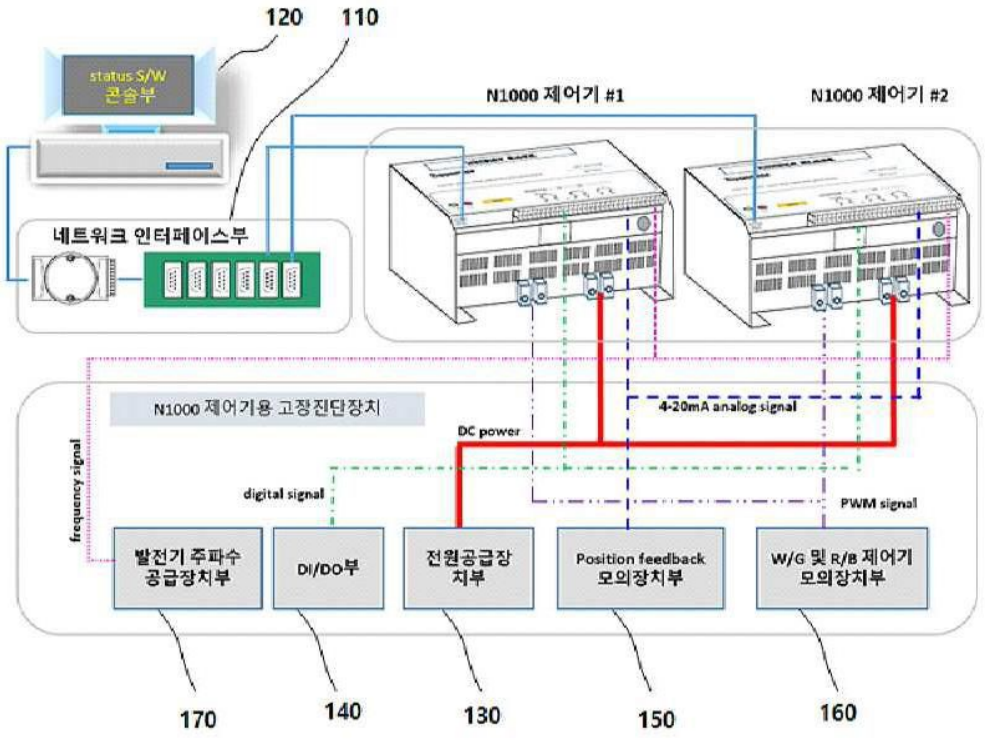
(54) 발명의 명칭 **디지털 조속기 제어기용 고장진단장치**

(57) 요 약

수력발전소 또는 양수발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기의 고장 여부를 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 등과 같이 다양한 운용모드에 기반하여 오프라인으로 시험할 수 있는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치가 개시된다. 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는, 기관의 회전속도를 일정하게 유지해 주는 디지털 조속기의 동작

(뒷면에 계속)

대 표 도



을 제어하는 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 디지털 및 아날로그 신호와 제어 연산용 파라미터에 대한 모니터링 기능을 수행하는 상태 소프트웨어 콘솔부; AC/DC 컨버터를 통해 상기 디지털 조속기 제어기의 정격 입력전압을 공급하는 전원공급 장치부; 상기 디지털 조속기 제어기에 기동 및 각종 명령을 전달하기 위한 입력과 상태 및 결함을 확인할 수 있는 출력으로 구성된 디지털 입/출력부; 및 상기 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 수량을 조절하는 위키트 게이트의 개도 및 분배 밸브의 스풀 포지션을 아날로그 신호로 수신하는 포지션 피드백 모의장치부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G05B 23/02 (2013.01)

F05B 2260/80 (2023.08)

Y02E 10/20 (2020.08)

(72) 발명자

김경화

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1634-15, 3동 402호

최성문

충청북도 청주시 서원구 1순환로633번길 51-1 (사창동)

이진호

경기도 수원시 영통구 에듀타운로 101, 104동 404호 (이의동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415188415
과제번호	20224000000160
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지인력양성사업(에특)
연구과제명	DC 그리드 에너지 혁신연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한양대학교에리카산학협력단
연구기간	2023.04.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	22131
과제번호	CPS22131
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	국가과학기술연구회
연구사업명	신통합 이지바로
연구과제명	VPL 플랫폼 운영기술 및 비즈니스 모델 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간	2022.12.01 ~ 2023.11.30

청구범위유예 : 있음

임시명세서출원 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

기관의 회전속도를 일정하게 유지해 주는 디지털 조속기의 동작을 제어하는 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 디지털 및 아날로그 신호와 제어 연산용 파라미터에 대한 모니터링 기능을 수행하는 상태 소프트웨어 콘솔부;

AC/DC 컨버터를 통해 상기 디지털 조속기 제어기의 정격 입력전압을 공급하는 전원공급 장치부;

상기 디지털 조속기 제어기에 기동 및 각종 명령을 전달하기 위한 입력과 상태 및 결함을 확인할 수 있는 출력으로 구성된 디지털 입/출력부; 및

상기 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 수량을 조절하는 위키트 게이트의 개도 및 분배 밸브의 스풀 포지션을 아날로그 신호로 수신하는 포지션 피드백 모의장치부를 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 디지털 조속기 제어기는 수력발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고,

상기 수력발전 디지털 조속기 제어기와 연동할 수 있도록 구성된 네트워크 인터페이스부를 더 포함하고,

상기 상태 소프트웨어 콘솔부는 상기 네트워크 인터페이스부를 경유하여 상기 수력발전 디지털 조속기 제어기에 연결된 것을 특징으로 하는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 디지털 조속기 제어기는 수력발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고,

상기 수력발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 위키트 게이트 및 러너 블레이드의 개도를 측정하는 위키트 게이트 및 러너 블레이드 모의장치부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 디지털 조속기 제어기는 수력발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고,

상기 수력발전 디지털 조속기 제어기에 발전기 출력주파수를 전달하는 발전기 주파수 공급장치부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 디지털 조속기 제어기는 양수발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고,

상기 양수발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트의 개도를 측정하는 위키트 게이트 제어기 모의장치부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 디지털 조속기 제어기는 양수발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고,

상기 양수발전 디지털 조속기 제어기에 계통주파수와 발전기 출력주파수를 전달하는 계통/발전기 주파수 공급장치부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수력발전소 또는 양수발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기의 고장 여부를 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 등과 같이 다양한 운용모드에 기반하여 오프라인으로 시험할 수 있는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 조속기는 기관의 회전속도를 일정하게 유지해 주는 장치이다. 수력 및 양수발전소의 핵심 제어설비인 디지털 조속기는 대부분 해외에서 설계/제작된 것이다. 디지털 조속기의 제품이 생산되고 일정 기간이 경과하여 부품의 단종 및 서비스 지원이 중단되면, 예비품 확보 및 유지보수가 불가능한 상황이 되며, 한 개의 모듈에서 문제가 발생해도 시스템 전체를 교체해야 하는 상황이 발생한다.

[0003] 또한, 조속기 제어기의 진단을 위한 온라인 시험은 위키트 게이트(wicket gate)(W/G)가 열리므로 위험부담이 매우 크고, 디지털 및 아날로그 신호의 공급에 의하여 모듈을 진단할 수 없으며, 입력에 대한 출력 값과 서보기구를 드라이브하는 신호에 대한 해석이 매우 어려운 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2201996호(2021. 01. 12.)

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1765859호(2017. 08. 23.)

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-2500578호(2023. 02. 20.)

(특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-2169666호(2020. 10. 26.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에 착안한 것으로, 본 발명의 목적은 수력발전소 또는 양수발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기의 고장 여부를 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 등과 같이 다양한 운용모드에 기반하여 오프라인으로 시험할 수 있는 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위하여 일 실시예에 따른 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는, 기관의 회전속도를 일정하게 유지해 주는 디지털 조속기의 동작을 제어하는 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 디지털 및 아날로그 신호와 제어 연산용 파라미터에 대한 모니터링 기능을 수행하는 상태 소프트웨어 콘솔부; AC/DC 컨버터를 통해 상기 디지털 조속기 제어기의 정격 입력전압을 공급하는 전원공급 장치부; 상기 디지털 조속기 제어기에 기동 및 각종 명령을 전달하기 위한 입력과 상태 및 결함을 확인할 수 있는 출력으로 구성된 디지털 입/출력부; 및 상기 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 수량을 조절하는 위키트 게이트의 개도 및 분배 밸브의 스풀 포지션을 아날로그 신호로 수신하는 포지션 피드백 모의장치부를 포함한다.

[0007] 일 실시예에서, 상기 디지털 조속기 제어기는 수력발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고, 상기 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 상기 수력발전 디지털 조속기 제어기와 연동할 수 있도록 구성된 네트워크 인터페이스부를 더 포함하고, 상기 상태 소프트웨어 콘솔부는 상기 네트워크 인터페이스부를 경유하여 상기 수력발전 디지털 조속기 제어기에 연결될 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 상기 디지털 조속기 제어기는 수력발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고, 상기 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 상기 수력발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 위키트 게이트 및 러너 블레이드의 개도를 측정하는 위키트 게이트 및 러너 블레이드 모의장치부를 더 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 디지털 조속기 제어기는 수력발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고, 상기 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 상기 수력발전 디지털 조속기 제어기에 발전기 출력주파수를 전달하는 발전기 주파수 공급장치부를 더 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 디지털 조속기 제어기는 양수발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고, 상기 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 상기 양수발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어, 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트의 개도를 측정하는 위키트 게이트 제어기 모의장치부를 더 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 상기 디지털 조속기 제어기는 양수발전 디지털 조속기 제어기를 포함하고, 상기 양수발전 디지털 조속기 제어기에 계통주파수와 발전기 출력주파수를 전달하는 계통/발전기 주파수 공급장치부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 이러한 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치에 의하면, 상태 소프트웨어 콘솔부를 통해 디지털 및 아날로그 신호와 제어 연산용 파라미터에 대한 모니터링하고, 디지털 입/출력부를 통해 기동 및 각종 명령을 전달하기 위한 입력과 상태 및 결함을 확인하고, 포지션 피드백 모의장치부를 통해 위키트 게이트의 개도 및 분배 밸브의 스풀 포지션을 수신하므로써, 수력발전소 또는 양수발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기의 고장 여부를 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 등과 같이 다양한 운용모드에 기반하여 오프라인으로 시험할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 조속기용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 전기적 시스템 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 조속기용 양수발전 디지털 조속기 제어기의 전기적 시스템 구성을 나타낸 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 디지털 조속기의 기계적 제어기 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 위키트 게이트의 운용 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치를 설명하기 위한 구성도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치를 설명하기 위한 구성도이다.

도 7은 위키트 게이트용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 액츄에이터 구동펄스 출력특성을 나타낸 도면이다.

도 8은 4-20mA 피드백 신호에 대한 위키트 게이트 동작특성을 나타낸 도면이다.

도 9는 러너 블레이드용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 오프닝 동작 운용특성을 나타낸 도면이다.

도 10은 러너 블레이드용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 클로징 동작 운용특성을 나타낸 도면이다.

도 11은 양수발전 디지털 조속기 제어기의 터빈모드 운용특성을 나타낸 도면이다.

도 12는 양수발전 디지털 조속기 제어기의 펌프모드 운용특성을 나타낸 도면이다.

도 13은 양수발전 디지털 조속기 제어기의 수동모드 운용특성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0015] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0016] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0017] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단

계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 또한, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0019] 디지털 조속기는 수력 및 양수발전소의 핵심장치로 위키트 게이트(wicket gate)를 통해 수량을 조절하여 수차발전기의 회전을 제어하는 역할을 수행한다. 그러나, 이러한 디지털 조속기는 주로 해외에서 설계/제작된 제어기가 사용되고 있다.

[0020] 도 1은 조속기용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 전기적 시스템 구성을 나타낸 도면이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 카플란 수차를 사용하는 7MW급 수력발전용 조속기의 전기적 제어기는 위키트 게이트용 수력발전 디지털 조속기 제어기, 러너 블레이드(runner blade)(R/B)용 수력발전 디지털 조속기 제어기 및 통신 변환장치를 포함한다.

[0022] 위키트 게이트용 수력발전 디지털 조속기 제어기는 디지털 토글 신호에 따라 설정치 만큼 일정 시간 동안 오프닝과 클로징 동작 펄스를 출력한 후 홀딩 동작 펄스를 유지시킨다.

[0023] 러너 블레이드용 수력발전 디지털 조속기 제어기는 서보모터(피스톤)와 밸브 포지션의 연산을 통해 펄스 폭을 제어한다.

[0024] 통신 변환장치는 RS232를 통해 감시제어기(상태)용 소프트웨어와 연결되고, 다른 수력발전기의 디지털 조속기와 연동된다. 조속기 제어기의 통신방식은 RS485 시리얼 통신방식과 유사한 GANP 네트워크가 적용된다.

[0025] 도 2는 조속기용 양수발전 디지털 조속기 제어기의 전기적 시스템 구성을 나타낸 도면이다.

[0026] 도 2를 참조하면, 디지털 조속기의 전기적 시스템은 상부와 하부 위키트 게이트용 양수발전 디지털 조속기 제어기와 스피드 타코미터(speed tachometer)를 포함하고, 국내의 250MW급 양수발전소에서 사용되고 있다.

[0027] 카플란 수차에 적용되는 수력발전 조속기와 달리, 양수발전 디지털 조속기 제어기는 두 개의 이중 프란시스 수차에 사용되므로 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트에 적용된다. 또한, 양수발전 디지털 조속기 제어기는 프로세서 모듈(UCT)의 RS232를 통해 상태용 소프트웨어 콘솔과 연결되며, 액츄에이터 제어용 신호를 통해 상부와 하부 위키트 게이트를 제어한다.

[0028] 스피드 타코미터는 발전기 로터에서 측정되는 두 개의 리던던시(redundancy) 주파수 신호를 통해, 스피드 접점 신호를 제공하고 4~20mA의 아날로그 신호로 전송한다.

[0029] - 디지털 조속기 제어기의 기계적 구성 및 운용 메커니즘

[0030] 수력발전소용 디지털 조속기 제어기의 기계적 구성은 도 3a와 같고, 양수발전소용 디지털 조속기 제어기의 기계적 구성은 도 3b와 같다.

[0031] 도 3a 및 도 3b는 디지털 조속기 제어기의 기계적 구성을 나타낸 도면이다. 특히, 도 3a는 수력발전 디지털 조속기 제어기의 기계적 운용 메커니즘을 나타내고, 도 3b는 이중 터빈구조의 양수발전 디지털 조속기 제어기의 기계적 운용 메커니즘을 나타낸다.

[0032] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 디지털 조속기는 펄스 폭 제어방식에 의하여 액츄에이터를 통해 메인 분배 밸브(main distributing valve, DIST V/V)를 제어하며, 메인 분배 밸브의 스풀(spool) 위치에 따라 서보모터의 속도 및 위치를 제어한다.

[0033] 한편, 서보모터 동작에 의한 위키트 게이트의 운용 메커니즘을 나타내면 도 4와 같다.

[0034] 도 4는 위키트 게이트의 운용 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 4를 참조하면, 두 개의 서보모터(피스톤)는 각각 반대 방향으로 설치되어 개폐 동작을 수행하고, 위키트 게이트용 포지션 센서는 어느 하나에만 설치하여 위키트 게이트의 개도를 측정한다.

[0036] 수력발전소 또는 양수발전소에 사용되는 수력발전 디지털 조속기 제어기는 통신 변환장치를 이용하여 마스터-슬

레이브 구조의 양방향 통신을 수행한다. 하지만, 부품의 단종 및 서비스 지원이 중단 등의 이유로 통신 변환장치의 예비품이 공급되지 않기 때문에, 본 발명에서는 이를 대체하여 디지털 조속기를 평가할 수 있는 고장진단장치를 제안한다.

[0037] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치를 설명하기 위한 구성도이다. 특히, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치가 도시된다.

[0038] 도 5를 참조하면, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 네트워크 인터페이스부(110), 상태 소프트웨어 콘솔부(120), 전원공급 장치부(130), 디지털 입/출력부(140), 포지션 피드백 모의장치부(150), 위키트 게이트 및 러너 블레이드 모의장치부(160) 및 발전기 주파수 공급장치부(170)를 포함하고, 수력발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기(또는 수력발전 디지털 조속기 제어기)의 고장 여부를 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 등과 같이 다양한 운용모드에 기반하여 오프라인으로 시험한다.

[0039] 네트워크 인터페이스부(110)는 하나 이상의 수력발전 디지털 조속기 제어기와 연동할 수 있도록 구성된다. 본 실시예에서, 수력발전 디지털 조속기 제어기는 Alstom 사의 N1000 제어장치를 예시적으로 채용한다. 본 발명에서는 네트워크의 통신방식으로 아래의 표 1과 같이 RTS 지원 RS485 컨버터를 적용한다. 여기서, RTS 기능을 지원하는 RS485 컨버터는 상태 소프트웨어 콘솔부(120)에 접속하여 모니터링 기능을 수행할 수 있다.

[0040] 표 1은 수력발전 디지털 조속기 제어기인 N1000의 네트워크 인터페이스 구현을 위한 통신방식을 나타낸다.

[0041] [표 1]

네트워크 통신방식	모니터링	비 고
일반 RS485/422 converter	×	
MOD Bus Master	×	
profibus DP master	×	
RTS 지원 RS485 converter	◎	
SL1000/LD1000	△	예비용 없음

[0042]

[0043] 상태 소프트웨어 콘솔부(120)는 네트워크 인터페이스부(110)를 경유하여 수력발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어, GANP 네트워크를 통해 디지털 및 아날로그 신호와 제어 연산용 파라미터에 대한 모니터링 기능을 수행한다.

[0044] 전원공급 장치부(130)는 AC/DC 컨버터를 통해 디지털 조속기의 정격 입력전압인 DC 125V를 수력발전 디지털 조속기 제어기에 공급한다.

[0045] 디지털 입/출력부(140)는 수력발전 디지털 조속기 제어기를 경유하여 조속기에 기동 및 각종 명령을 전달하기 위한 입력과 상태 및 결함 등을 확인할 수 있는 출력으로 구성된다.

[0046] 포지션 피드백 모의장치부(150)는 위키트 게이트의 개도 및 분배 밸브의 스풀(spool) 포지션을 0~20mA(4mA~20mA)의 아날로그 신호로 수력발전 디지털 조속기 제어기에 공급한다.

[0047] 위키트 게이트 및 러너 블레이드 모의장치부(160)는 수력발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어 위키트 게이트 및 러너 블레이드의 개도를 측정한다.

[0048] 한편, 아래의 표 2는 수력발전 디지털 조속기 제어기의 출력터미널과 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치와 연결되는 단자의 입/출력 상태 및 기능을 나타낸다.

[0049] [표 2]

터미널번호	신호명	내 역
1	ETOR0	validation of the external analog setpoint
2	ETOR1	startup order
3	ETOR2	operation in positioner mode
4	ETOR3	pre-positioning validation(optional)
5	ETOR4	+ speed / load
6	ETOR5	- speed / load
7	ETOR6	circuit breaker open.
8	ETOR7	pre-positioning 2 (optional).
10	+12v	supply of TOR logic inputs
11	STOR0	major fault
12	0v	com
13	STOR1	threshold I
14	STOR2	threshold II
15	+12v	supply of external governor relays.
16-17	EFREQ	unit frequency input
18-19	SANA1	analog output 1
20-21	SANA2	analog output2 (optional)
22-23	EANA1	external setpoint I
24-25	EANA2	external opening limitation or pressure head
26	+12v	supplies for sensor input No.1
27	EANA3	sensor input No.1
28	-12v	supplies for sensor input No.2
30	EANA4	sensor input No.2
31	-12v	supplies for sensor input No.2
32-33	EANA5	measure power or level
39	+12v	supplies for sensor input No.2
BN1	125Vdc	조속기 입력전원공급
BN2	PWM	W/G 모의장치부에 연결 (TR10 actuator 구동펄스 출력)

[0050]

[0051] 여기서, ETOR은 디지털 입력 신호로 조속기의 각 장치에 지령을 내리고, STOR은 디지털 출력 신호로 조속기의 상태를 나타낸다. 또한, 센서 input No.1은 서보모터의 포지션(SM 포지션)을 의미하고, 4~20mA의 아날로그 신호를 입력받으며, 센서 input No.2는 분배 밸브 포지션을 의미하고, 0~20mA의 아날로그 신호를 입력받는다.

[0052] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치를 설명하기 위한 구성도이다. 특히, 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치가 도시된다.

[0053] 도 6을 참조하면, 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 상태 소프트웨어 콘솔부(210), 전원공급 장치부(220), 디지털 입/출력부(230), 포지션 피드백 모의장치부(240), 위키트 게이트 모의장치부(250) 및 계통/발전기 주파수 공급장치부(260)를 포함하고, 양수발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기의 고장 여부를 터빈 모드, 펌프모드, 수동모드 등과 같이 다양한 운용모드에 기반하여 오프라인으로 시험한다. 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 도 5에서 설명된 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치와 유사하지만, 프로세서 모듈에 RS232로 통신을 수행할 수 있으므로 네트워크 인터페이스부가 포함되지 않는다.

[0054] 상태 소프트웨어 콘솔부(210)는 양수발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어 디지털 및 아날로그 신호와 제어 연산용 파라미터에 대한 모니터링 기능을 수행한다. 본 실시예에서, 양수발전 디지털 조속기 제어기는 Alstom 사의 N1500 제어장치를 예시적으로 채용한다.

[0055] 전원공급 장치부(220)는 AC/DC 컨버터를 통해 디지털 조속기의 정격 입력전압인 DC 125V를 양수발전 디지털 조속기 제어기에 공급한다.

[0056] 디지털 입/출력부(230)는 양수발전 디지털 조속기 제어기를 경유하여 조속기에 기동 및 각종 명령을 전달하기 위한 입력과 상태 및 결함 등을 확인할 수 있는 출력으로 구성된다.

[0057] 포지션 피드백 모의장치부(240)는 위키트 게이트와 분배 밸브의 포지션에 따라 아날로그 신호를 양수발전 디지털 조속기 제어기에 전달한다.

[0058] 위키트 게이트 모의장치부(250)는 양수발전 디지털 조속기 제어기에 연결되어 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트의 개도를 측정한다.

[0059] 계통/발전기 주파수 공급장치부(260)는 양수발전 디지털 조속기 제어기에 계통주파수와 발전기 출력주파수를 전달한다.

[0060] 표 3은 양수발전 디지털 조속기 제어기와 본 발명에서 구현한 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치에 연결되는 신호의 종류와 기능을 나타낸다.

[0061] [표 3]

ESB1 모듈			ESB2 모듈		
BC1 터미널			BC1 터미널		
19-20	ETOR2	circuit BRK open	19-20	ETOR2	lower opening limiter setting
17-18	ETOR1	turbine mode	17-18	ETOR1	raise opening limiter setting
15-16	EFRQ	TAC1 (FG.)	15-16	EFRQ	TAC2 (FR)
BC2 터미널			BC2 터미널		
12-13	STOR1	major fault	10-11	ETOR8	lower load/freq. setting
2-3	ETOR4	pump mode	8-9	ETOR7	raise load/freq. setting
BP1 터미널					
7-8	BAT P.S	battery P.S			
5-6	VS1	PUI1 module output (TR10 actuator 구동펄스 출력)			
3-4	VS2	PUI2 module output (TR10 actuator 구동펄스 출력)			
BN1 터미널					
4	POS+	manual control + direction			
3	24V pos	24V postioner			
2	POS-	manual control - direction			
BN2 터미널					
8-9	SM1	servomotor pos 1			
6-7	DIST1	main distribution v/v 1			
BN3 터미널					
8-9	SM2	servomotor pos 2			
6-7	DIST2	main distribution v/v 2			

[0062]

[0063] 표 3을 참조하면, ESB 모듈과 연결되는 ETOR은 디지털 입력 신호로 조속기의 각 장치에 지령을 내리고, STOR은 디지털 출력 신호로 조속기의 상태를 나타내며, EFRQ는 계통/발전기 주파수를 공급한다.

[0064] 또한, 양수발전 디지털 조속기 제어기 서브랙 우측 하단부에 위치한 BP1 터미널에 전원공급장치부(BAT P.S)가 연결되고, VS1, VS2에 위키트 게이트 모의장치부(250)가 연결된다.

[0065] 한편, BN1 터미널에 수동조작을 위한 신호가 연결되며, BN2와 BN3 터미널의 SM1과 SM2는 각각 상부 및 하부 위키트 게이트의 서보모터 포지션을 나타내며, DIST1과 DIST2는 상부 및 하부 분배 밸브 포지션으로, 4~20mA의 피드백 신호를 제어기에 전달한다.

[0066] 이하에서, 본 발명에 따른 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치에 대한 시험결과 및 분석에 대해서 설명한다.

[0067] - 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치의 시험조건

[0068] 수력발전 디지털 조속기 제어기를 진단하기 위한 시험조건은 표 4와 같다.

[0069] 표 4는 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치의 시험조건을 나타낸다.

[0070] [표 4]

항 목	내 역
네트워크 인터페이스부	통신방식 - RTS 지원 RS485
position feedback 모의장치부	feedback 신호 - 4~20[mA]
DI/DO부	W/G 동작모드 - ETOR1 토글
	R/B 동작모드 - ETOR1 턴-온
전원공급장치부	조속기 정격 입력전압 - 125[V_{dc}]

[0071]

[0072] 여기서, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치의 통신방식은 RTS 지원 RS485 컨버터이며, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 센서 No.1의 피드백 신호를 일정하게 공급하고 센서 No.2의 피드백 신호

를 4~20[mA]으로 인가하여 액츄에이터 구동펄스 출력특성을 확인한다. 또한, 조속기 제어기의 동작모드는 디지털 입/출력부의 ETOR1을 통해 결정되며, 조속기 정격 입력전압은 전원공급 장치부를 통해 125[Vdc]로 공급된다.

[0073] - 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치의 시험조건

[0074] 표 5는 양수발전 디지털 조속기 제어기를 진단하기 위한 시험조건을 나타낸다.

[0075] [표 5]

[0076]

항 목		내 역
position feedback 모의장치부	upper W/G SM position	8.40[mA]
	lower W/G SM position	6.55[mA]
	upper DIST V/V position	9.25[mA]
	lower DIST V/V position	7.40[mA]
DI/DO부	터빈모드	ETOR1 턴-온
	펌프모드	ETOR4 턴-온
	수동모드	MANU1 턴-온
	upper W/G	MANU2 턴-오프
	lower W/G	MANU2 턴-온
발전기주파수 공급장치부	발전기 주파수	0~61[Hz]
전원공급장치부	조속기 정격 입력전압	125[Vdc]

[0077] 여기서, 양수발전 디지털 조속기의 액츄에이터 구동펄스는 상부 및 하부 위키트 게이트의 SM 포지션, 상부 및 하부 분배 밸브 포지션과 발전기 주파수에 따라 출력된다.

[0078] 즉, 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 상부 위키트 게이트 SM 포지션을 8.40[mA], 하부 위키트 게이트 SM 포지션을 9.25[mA], 상부 분배 밸브 포지션을 6.55[mA], 하부 분배 밸브 포지션을 7.40[mA]로 상정하여, 발전기 주파수를 변화시켜 액츄에이터 구동펄스 출력특성을 확인한다.

[0079] 여기서, 각각의 포지션 피드백 신호는 상태 소프트웨어 콘솔부에서 0으로 인식되는 수치이며, SM 포지션과 분배 밸브 포지션의 값이 일정 범위 이상이 되면 디지털 조속기의 메인 결함이 발생할 수 있다.

[0080] 또한, 조속기 제어기의 동작모드는 디지털 입/출력부의 입출력 신호에 따라 결정되며, ETOR1이 턴-온되면 터빈모드, ETOR4가 턴-온되면 펌프모드, MANU1이 턴-온되면 수동모드를 나타낸다. 또한, 디지털 입/출력부의 MANU2가 턴-온되면 하부 위키트 게이트, 턴-오프되면 상부 위키트 게이트가 선정된다.

[0081] 이하, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치의 운용특성으로서 위키트 게이트 및 러너 블레이드 각각의 운용특성에 대해 설명한다.

[0082] 먼저, 위키트 게이트의 운용특성에 대해 설명한다.

[0083] 도 7은 위키트 게이트용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 액츄에이터 구동펄스 출력특성을 나타낸 도면이다. 특히, (a)는 양의 펄스폭과 음의 펄스폭이 같은 홀딩 포지션 상태를 나타내고, (b)는 음의 펄스폭이 양의 펄스폭보다 큰 오프닝 포지션 상태이며, (c)는 양의 펄스폭이 음의 펄스폭보다 큰 클로징 포지션 상태를 나타낸다. 먼저, 액츄에이터 구동펄스는 초기에 홀딩 포지션을 유지한다.

[0084] 도 7을 참조하면, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 센서 No.1의 피드백 신호를 4[mA]로 일정하게 유지하고, 센서 No.2의 피드백 신호를 변화시킨다.

[0085] 또한, 4-20mA 피드백 신호에 대한 위키트 게이트 제어기의 동작 특성은 도 8과 같이 나타낼 수 있다.

[0086] 도 8은 4-20mA 피드백 신호에 대한 위키트 게이트 동작특성을 나타낸 도면이다.

[0087] 도 8을 참조하면, 센서 No.2의 피드백 신호를 4, 8, 12, 16, 20[mA]에서 ETOR1을 토글하면, 액츄에이터 구동펄스는 오프닝 포지션을 수 초간 유지하고 홀딩 포지션 상태로 돌아간다.

[0088] 또한, 피드백 신호가 셋 포인트에 도달하면 더 이상 오프닝 포지션을 수행하지 않고 홀딩 포지션 상태를 유지한다. 한편, 센서 No.2의 피드백 신호를 16, 12, 8, 4[mA] 에서 ETOR1을 토글시키면, 액츄에이터 구동펄스는 클로징 포지션을 수 초간 유지하고 홀딩 포지션 상태로 돌아간다.

[0089] 그러면, 러너 블레이드의 운용특성에 대해 설명한다.

[0090] 러너 블레이드 제어기의 오프닝 동작에 대한 액츄에이터 구동펄스 출력특성은 도 9와 같다.

[0091] 도 9는 러너 블레이드용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 오프닝 동작 운용특성을 나타낸 도면이다.

[0092] 도 9를 참조하면, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 센서 No.1의 피드백 신호를 20[mA]으로 일정하게 유지하고, 센서 No.2의 피드백 신호를 4[mA]에서 20[mA]으로 증가시킨다.

[0093] 도 9(a)는 센서 No.2의 피드백 신호를 4[mA]에서 14[mA]까지 증가시킨 경우의 출력특성으로, 액츄에이터 구동펄스는 음의 폭이 양의 폭보다 매우 크기 때문에 오프닝 포지션 상태를 나타낸다.

[0094] 도 9(b)는 센서 No.2의 피드백 신호를 15[mA]으로 인가된 출력특성으로, 액츄에이터 구동펄스는 음의 폭이 약간 감소하지만 오프닝 포지션 상태를 유지한다.

[0095] 도 9(c)는 센서 No.2의 피드백 신호가 16[mA]으로 인가된 출력특성으로, 액츄에이터 구동펄스는 음의 폭과 양의 폭이 동일하여 홀딩 포지션 상태임을 알 수 있다.

[0096] 도 9(d)는 센서 No.2의 피드백 신호가 17[mA]에서 20[mA]으로 인가된 경우의 출력특성으로, 액츄에이터 구동펄스는 양의 폭이 음의 폭보다 매우 커 클로징 포지션 상태임을 알 수 있다.

[0097] 한편, 러너 블레이드 제어기의 클로징 동작에 대한 액츄에이터 구동펄스 출력특성은 도 10과 같다.

[0098] 도 10은 러너 블레이드용 수력발전 디지털 조속기 제어기의 클로징 동작 운용특성을 나타낸 도면이다.

[0099] 도 10을 참조하면, 수력발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 센서 No.1의 피드백 신호를 4[mA]으로 일정하게 유지하고, 센서 No.2의 피드백 신호를 20[mA]에서 4[mA]으로 감소시킨다.

[0100] 도 10(a)는 센서 No.2의 피드백 신호를 20[mA]에서 11[mA]으로 감소시킨 경우의 출력특성으로, 액츄에이터 구동펄스의 양의 폭이 음의 폭보다 매우 크기 때문에 클로징 포지션 상태를 나타낸다.

[0101] 도 10(b)와 도 10(c)는 센서 No.2의 피드백 신호가 10[mA]과 9[mA]으로 인가된 출력특성으로, 액츄에이터 구동펄스의 양의 폭이 감소하지만 클로징 포지션 상태를 유지한다.

[0102] 도 10(d)는 센서 No.2의 피드백 신호가 8[mA]에서 4[mA]으로 인가된 출력특성으로, 액츄에이터 구동펄스의 양의 폭과 음의 폭이 동일하여 홀딩 포지션 상태임을 알 수 있다.

[0103] 이하, 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치의 운용특성으로서, 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 각각의 운용특성에 대해 설명한다.

[0104] 먼저, 터빈모드의 운용특성에 대해 설명한다.

[0105] 양수발전 디지털 조속기 제어기의 터빈모드 출력특성은 도 11과 같다.

[0106] 도 11은 양수발전 디지털 조속기 제어기의 터빈모드 운용특성을 나타낸 도면이다.

[0107] 여기서, 양수발전 디지털 조속기 제어기용 고장진단장치는 SM 포지션과 분배 밸브의 피드백 신호를 일정하고 유지하고, 발전기 주파수를 0에서 60[Hz]로 증가시킨다.

[0108] 먼저, 도 11(a)는 터빈모드 기동시 출력특성을 나타내며, 발전기 주파수를 0에서 50.95[Hz]까지 인가시키면, 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스는 음의 폭이 양의 폭보다 매우 크기 때문에 오프닝 포지션 상태를 유지함을 알 수 있다.

[0109] 도 11(b)는 발전기 주파수를 50.96[Hz]로 인가시킨 경우의 출력특성으로 상부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스는 양의 폭이 음의 폭보다 매우 크기 때문에 클로징 포지션 상태이며, 하부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스는 양의 폭과 음의 폭이 동일하여 홀딩 포지션 상태임을 알 수 있다.

[0110] 또한, 도 11(c)는 발전기 주파수를 59.94[Hz]로 인가시킨 경우의 출력특성을 나타내며, 상부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스는 클로징 포지션 상태를 유지하고, 하부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스는 음의 폭이 증가하여 오프닝 포지션 상태로 변화됨을 알 수 있다.

[0111] 한편, 도 11(d)는 발전기 주파수가 60[Hz]로 인가된 출력특성으로, 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스는 음의 폭이 양의 폭보다 매우 크기 때문에 오프닝 포지션 상태를 유지함을 알 수 있다.

[0112] 그러면, 펌프모드의 운용특성에 대해 설명한다.

[0113] 양수발전 디지털 조속기 제어기의 펌프모드 출력특성은 도 12와 같다.

[0114] 도 12는 양수발전 디지털 조속기 제어기의 펌프모드 운용특성을 나타낸 도면이다.

[0115] 여기서, 도 12(a)는 펌프모드 기동시 출력특성을 나타내며, 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스는 음의 폭이 양의 폭보다 매우 크기 때문에 오프닝 포지션 상태를 유지함을 알 수 있다. 또한, 도 12(b)는 펌프모드를 기동하고 약 10초 후의 출력특성으로, 상부 위키트 게이트와 하부 위키트 게이트의 양의 폭이 음의 폭보다 크기 때문에 클로징 포지션 상태로 변화함을 알 수 있다.

[0116] 그러면, 수동모드의 운용특성에 대해 설명한다.

[0117] 양수발전 디지털 조속기 제어기의 수동모드 출력특성은 도 13과 같다.

[0118] 도 13은 양수발전 디지털 조속기 제어기의 수동모드 운용특성을 나타낸 도면이다.

[0119] 여기서, 도 13(a)는 상부 위키트 게이트를 포지티브 방향(닫힘 방향)으로 제어한 출력특성으로, 상부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스가 양의 폭이 음의 폭보다 크기 때문에 오프닝 포지션 상태임을 알 수 있다.

[0120] 또한, 도 13(b)는 상부 위키트 게이트를 네거티브 방향(열림 방향)으로 제어한 출력특성으로, 상부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스가 음의 폭이 양의 폭보다 크기 때문에 클로징 포지션 상태임을 알 수 있다.

[0121] 한편, 도 13(c)는 하부 위키트 게이트를 포지티브 방향으로 제어한 출력특성으로, 하부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스가 양의 폭이 음의 폭보다 크기 때문에 오프닝 포지션 상태임을 알 수 있고,

[0122] 도 13(d)는 하부 위키트 게이트를 네거티브 방향으로 제어한 출력특성으로, 하부 위키트 게이트의 액츄에이터 구동펄스가 음의 폭이 양의 폭보다 크기 때문에 클로징 포지션 상태임을 알 수 있다.

[0123] 이처럼, 본 발명에서는 수력발전소 또는 양수발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기의 고장 여부를 오프라인으로 시험할 수 있는 고장진단장치를 제안한다.

[0124] 즉, 수력발전용 조속기 제어기와 양수발전용 조속기 제어기의 구성과 운용 메커니즘을 제시하고, 이를 바탕으로 수력발전용 조속기의 제어기용 고장진단장치와 양수발전용 조속기의 제어기용 고장진단장치를 구현하였다.

[0125] 수력발전용 조속기의 제어기용 고장진단장치의 운용특성을 분석한 결과, 여러 대의 조속기 제어기에서 정상적인 출력특성을 확인하였으며, 실제 현장에서 운용중인 7MW급 수력발전용 조속기 제어기 2기를 진단한 결과 다양한 고장상태를 정확히 파악하여, 본 발명에서 제시한 조속기의 제어기용 고장진단장치의 유효성을 확인할 수 있었다.

[0126] 또한 양수발전용 조속기의 제어기용 고장진단장치의 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 등의 시험조건에 대한 모드별 운용특성을 분석한 결과, 여러 대의 조속기 제어기에서 정상적인 출력특성을 확인하였으며, 실제 현장에서 운용중인 250MW급 수력발전용 조속기 제어기 4기를 진단한 결과 다양한 고장상태를 정확히 파악하여, 본 발명에서 제시한 조속기의 제어기용 고장진단장치의 유효성을 확인할 수 있었다.

[0127] 이상에서 설명된 바와 같이, 본 발명에 따르면, 상태 소프트웨어 콘솔부를 통해 디지털 및 아날로그 신호와 제어 연산용 파라미터에 대한 모니터링하고, 디지털 입/출력부를 통해 기동 및 각종 명령을 전달하기 위한 입력과 상태 및 결함을 확인하고, 포지션 피드백 모의장치부를 통해 위키트 게이트의 개도 및 분배 밸브의 스풀 포지션을 수신하므로써, 수력발전소 또는 양수발전소에 사용되는 디지털 조속기 제어기의 고장 여부를 터빈모드, 펌프모드, 수동모드 등과 같이 다양한 운용모드에 기반하여 오프라인으로 시험할 수 있다.

[0128] 이상에서는 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0129] 110 : 네트워크 인터페이스부 120, 210 : 상태 소프트웨어 콘솔부

130, 220 : 전원공급 장치부 140, 230 : 디지털 입/출력부

150, 240 : 포지션 피드백 모의장치부

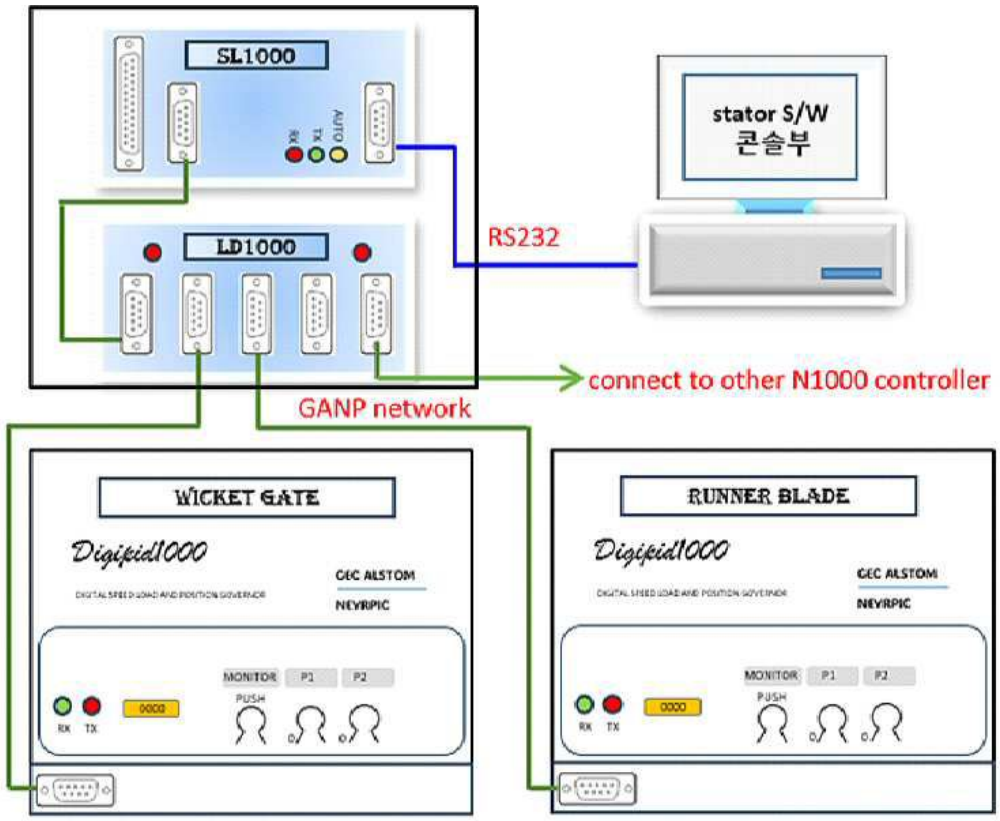
160 : 위키트 게이트 및 러너 블레이드 모의장치부

170 : 발전기 주파수 공급장치부 250 : 위키트 게이트 모의장치부

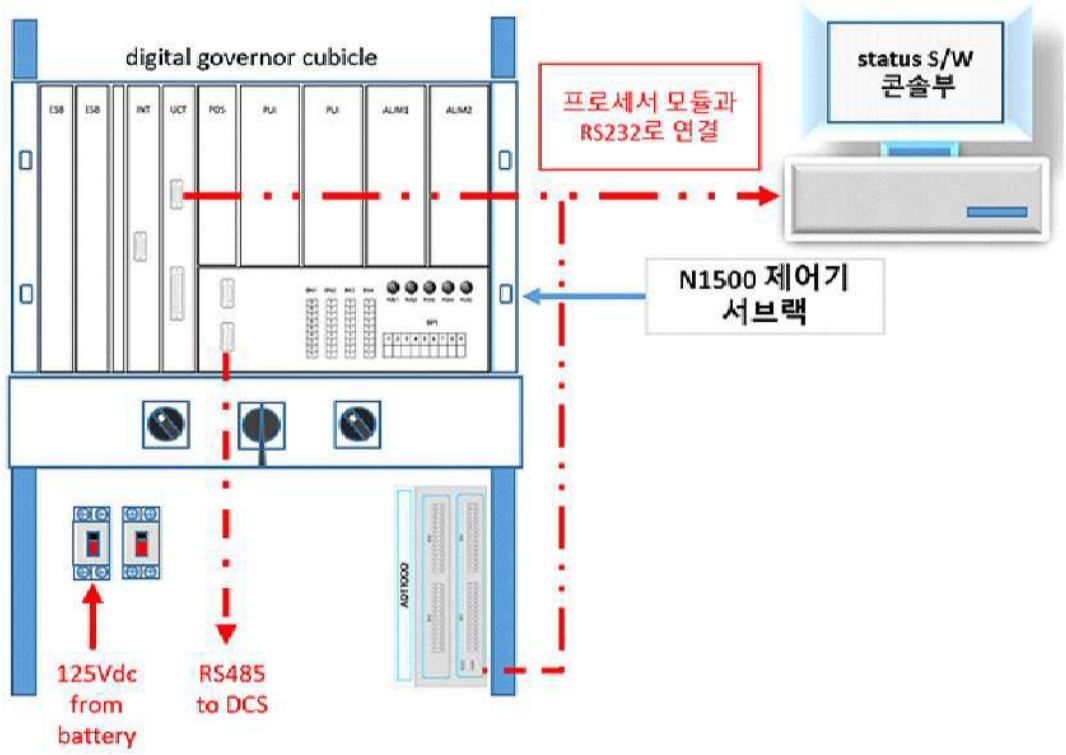
260 : 계통/발전기 주파수 공급장치부

도면

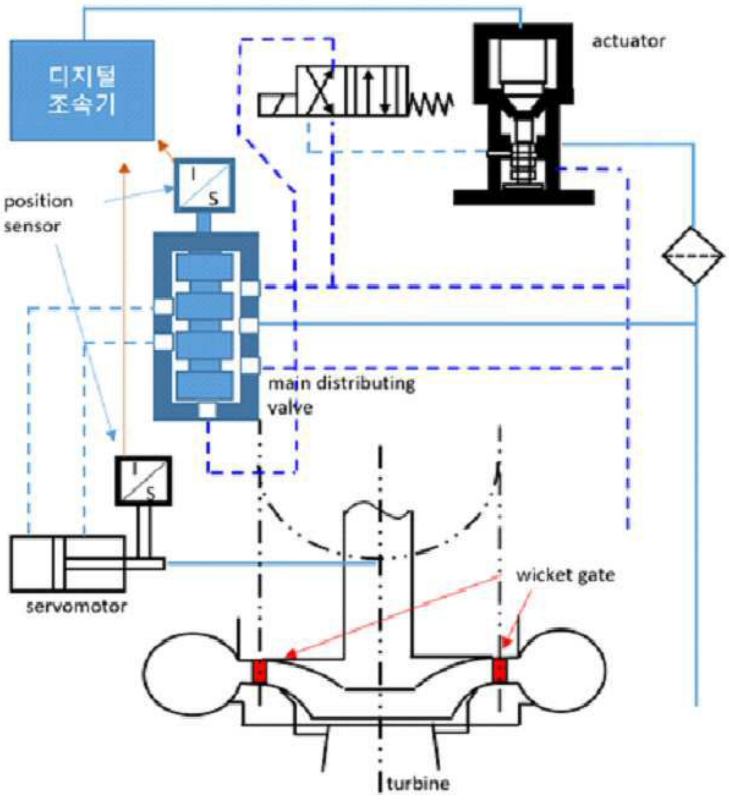
도면1



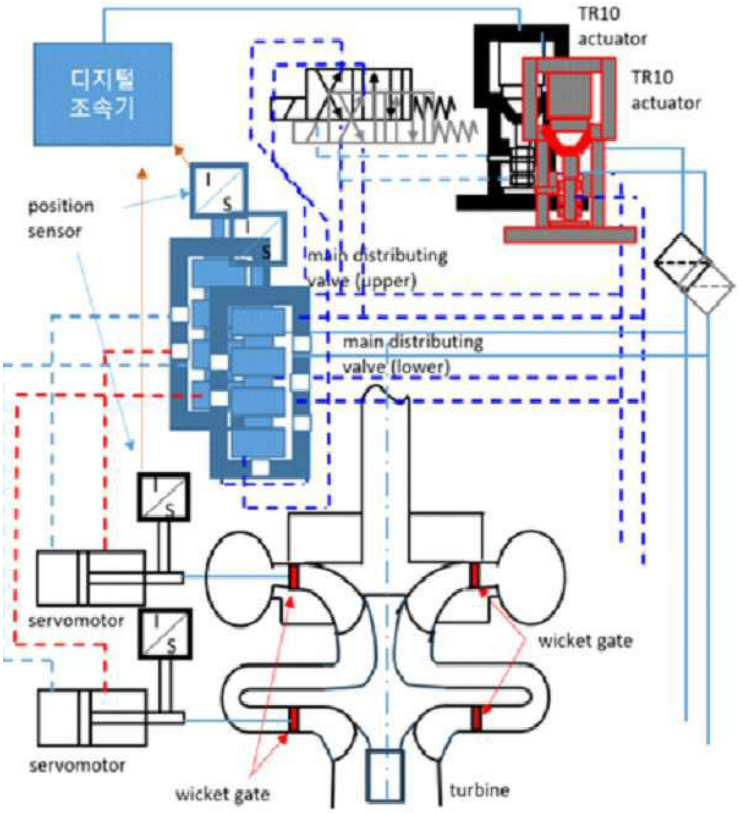
도면2


digital governor cubicle
프로세서 모듈과
RS232로 연결
status S/W
콘솔부
N1500 제어기
서브랙
125Vdc
from
battery
RS485
to DCS

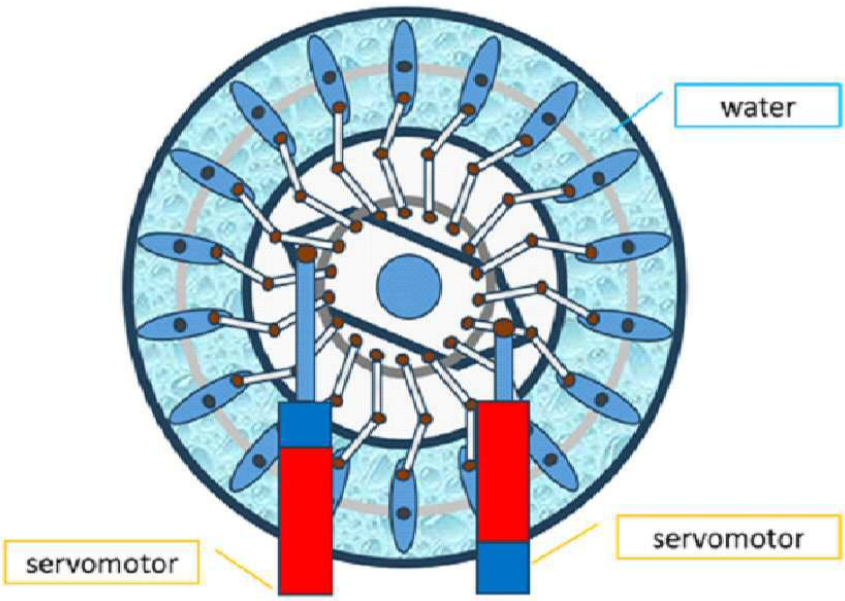
도면3a


디지털
조속기
actuator
position
sensor
main distributing
valve
servomotor
wicket gate
turbine

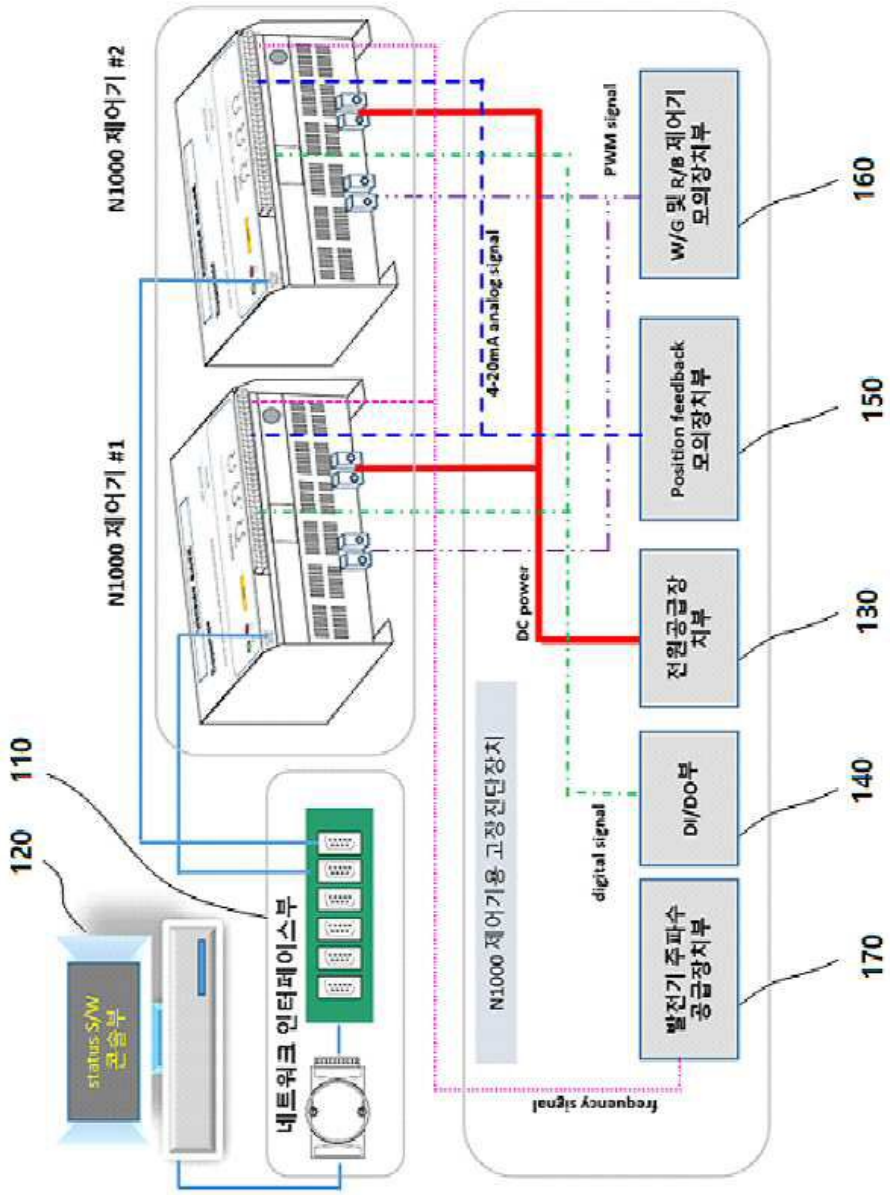
도면3b


TR10
actuator
TR10
actuator
디지털
조속기
position
sensor
main distributing
valve (upper)
main distributing
valve (lower)
servomotor
servomotor
wicket gate
wicket gate
turbine

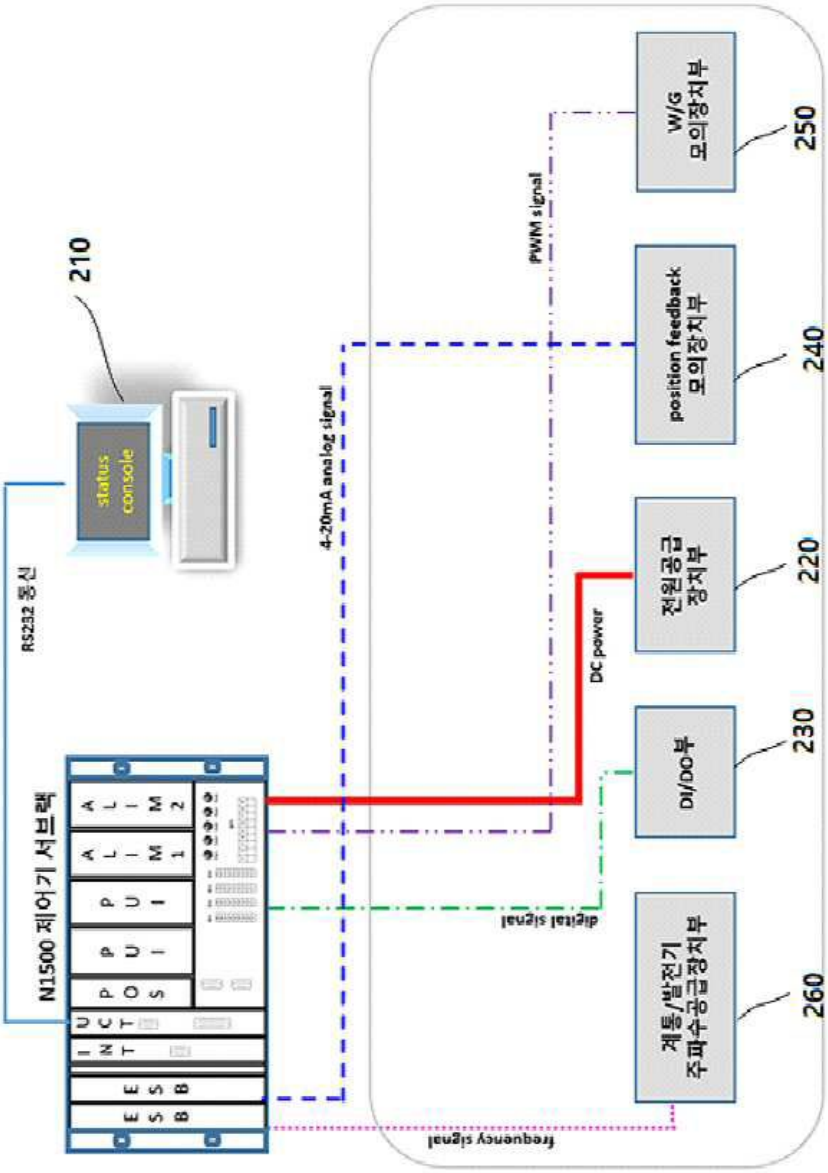
도면4


water
servomotor
servomotor

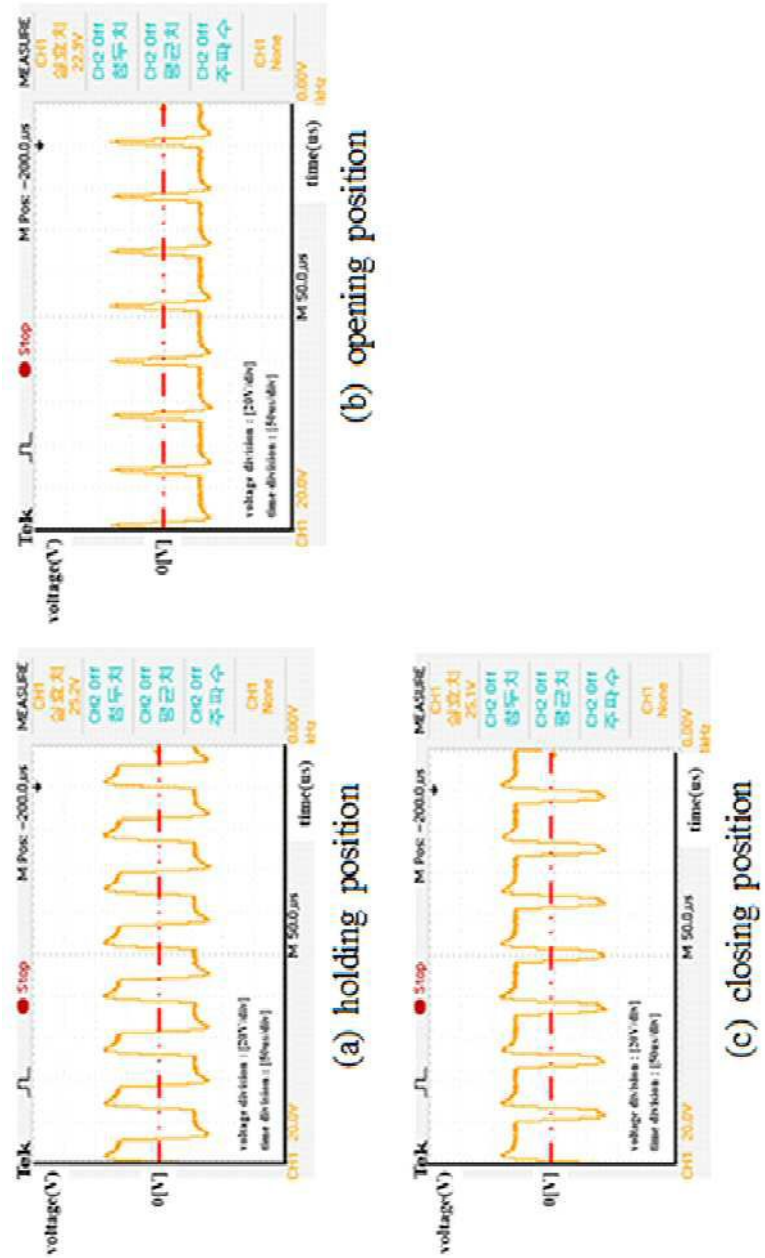
도면5


N1000 제어기 #2
N1000 제어기 #1
4-20mA analog signal
PWM signal
DC power
digital signal
frequency signal
W/G 및 R/B 제어기 모의장치부
Position feedback 모의장치부
전원공급장치부
DI/DO부
발전기 주파수 공급장치부
N1000 제어기용 고정점단장치
네트워크 인터페이스부
status S/W 콘솔부
110
120
130
140
150
160
170

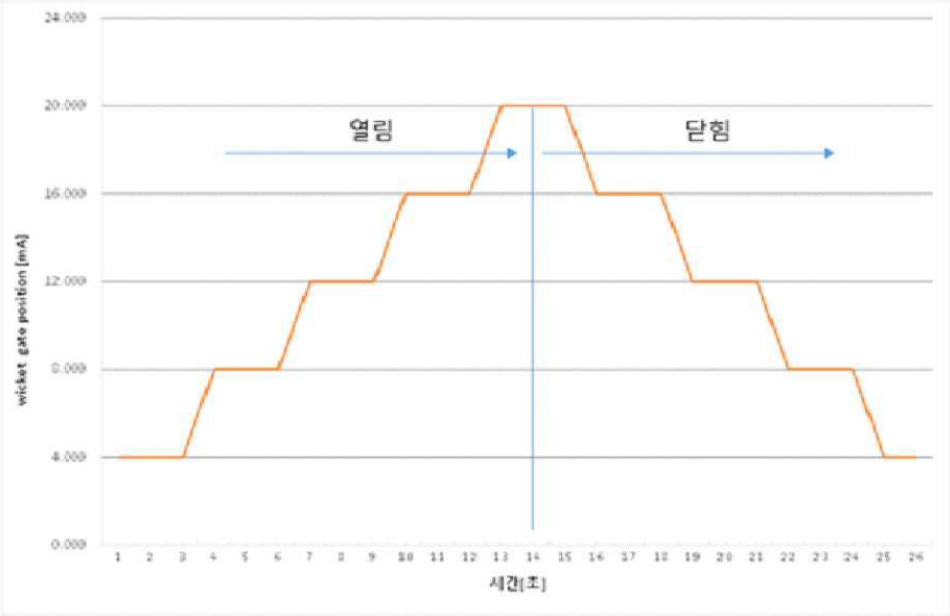
도면6


210
status console
RS232 통신
N1500 제어기 서브랙
BBSS
INTF
UCPOS
PPUI
PPUI
ALIM1
ALIM2
4-20mA analog signal
PWM signal
DC power
digital signal
frequency signal
W/G 모의장치부
250
position feedback 모의장치부
240
전원공급 장치부
220
DI/DO부
230
계통/발전기 주파수공급장치부
260

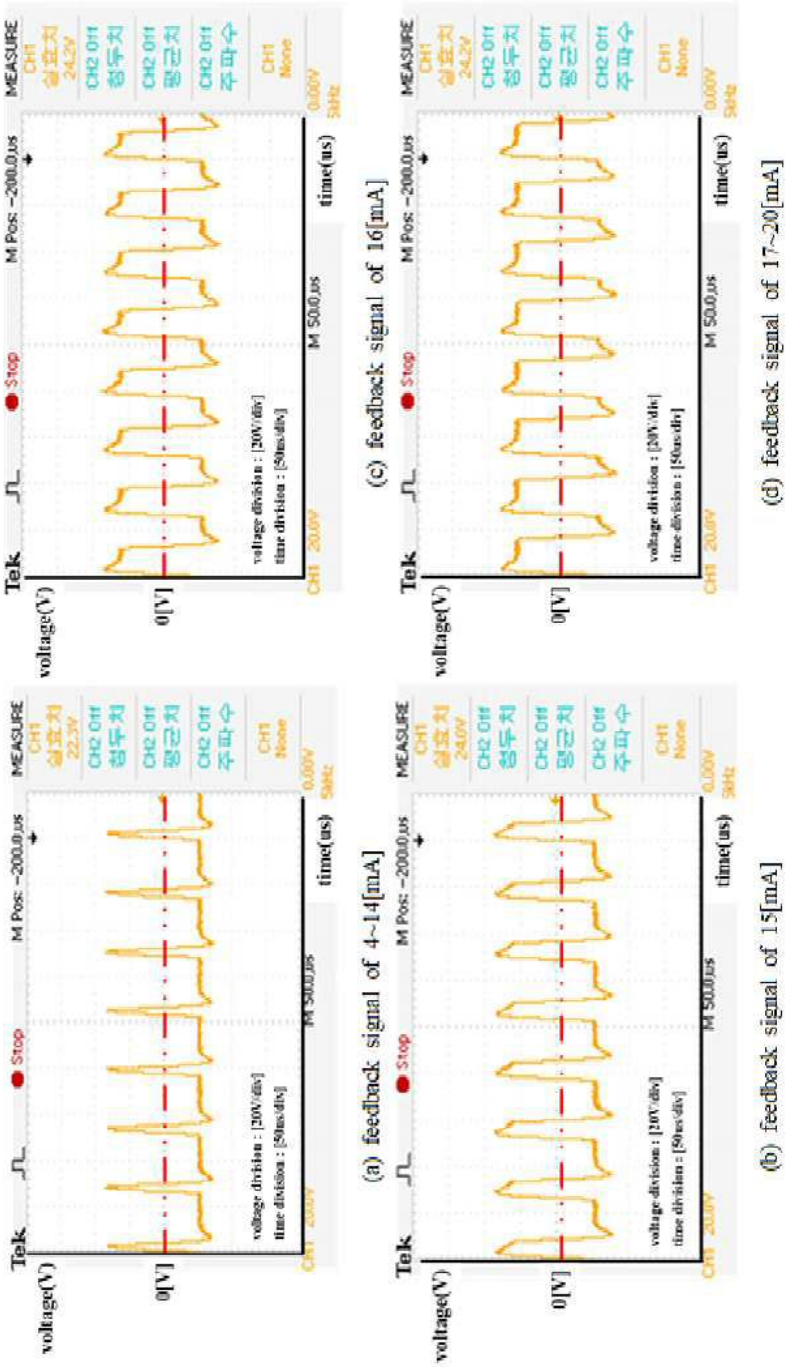
도면7


(a) holding position
(b) opening position
(c) closing position
voltage(V)
0[V]
time(us)
Tek
Stop
MEASURE

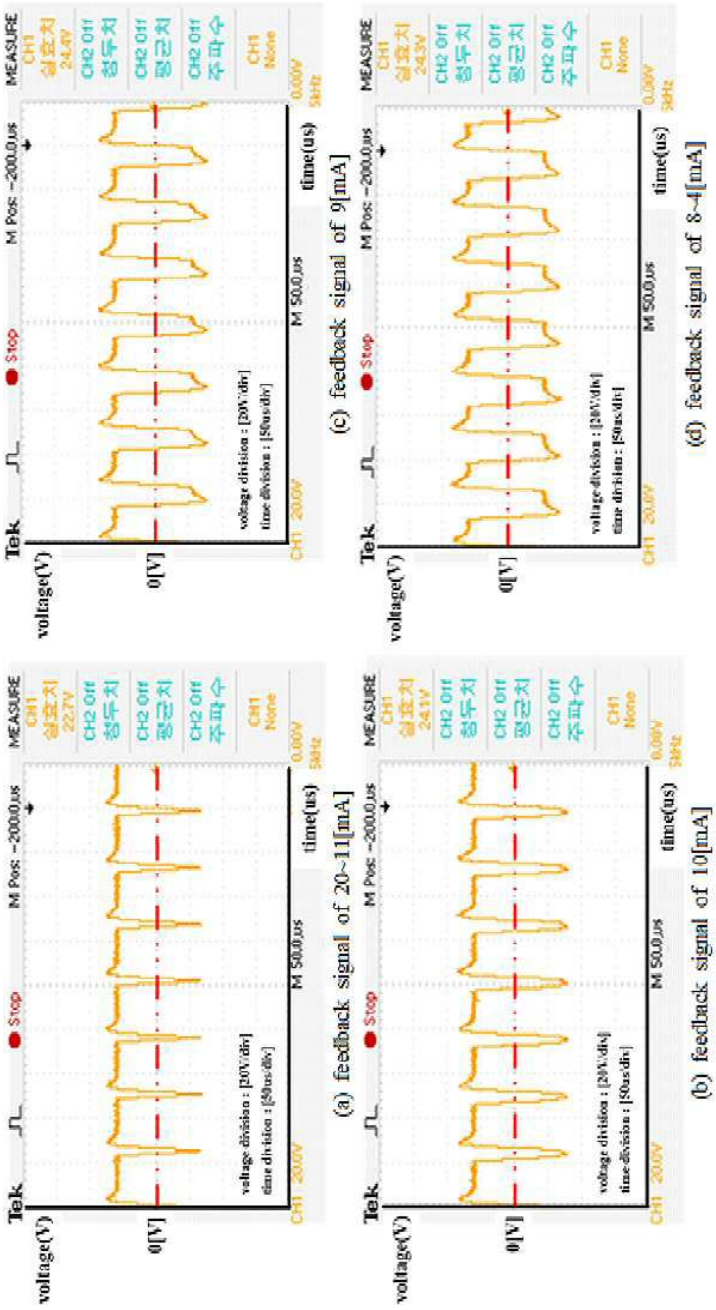
도면8


24.000
20.000
16.000
12.000
0.000
4.000
0.000
wicket gate position [mA]
열림
닫힘
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26
시간[초]

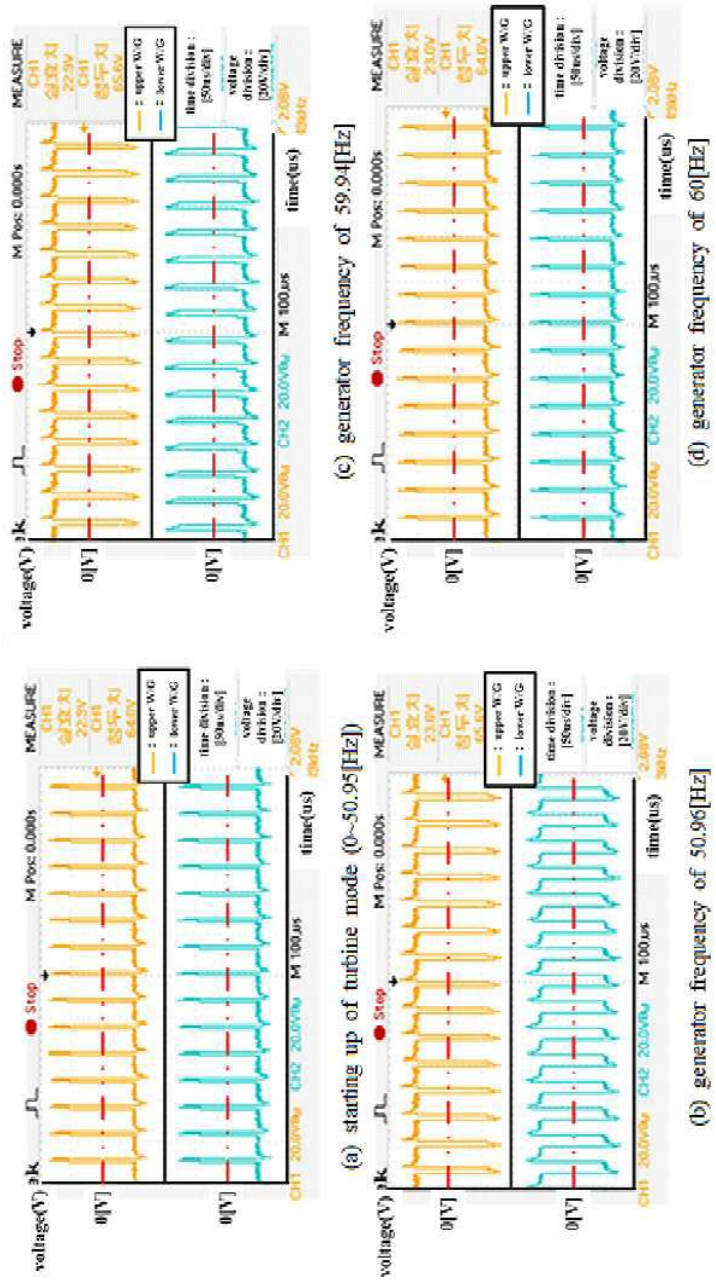
도면9


Tek
Stop
MEASURE
voltage(V)
0[V]
time(us)
(a) feedback signal of 4~14[mA]
(b) feedback signal of 15[mA]
(c) feedback signal of 16[mA]
(d) feedback signal of 17~20[mA]

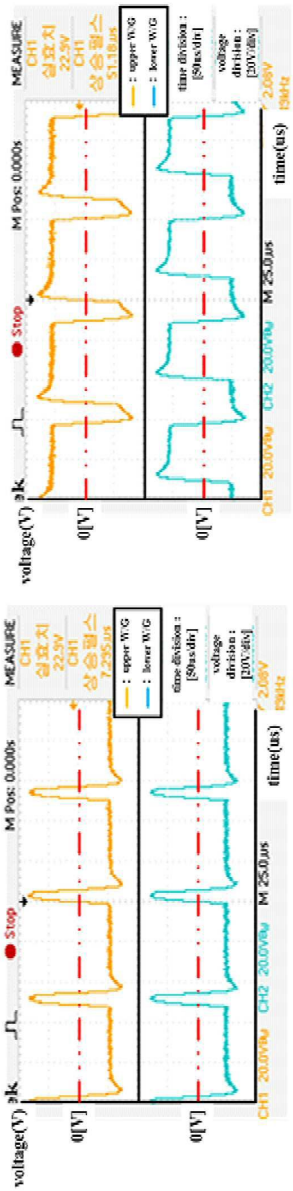
도면10


(a) feedback signal of 20~11[mA]
(b) feedback signal of 10[mA]
(c) feedback signal of 9[mA]
(d) feedback signal of 8~4[mA]
voltage(V)
0[V]
time(us)

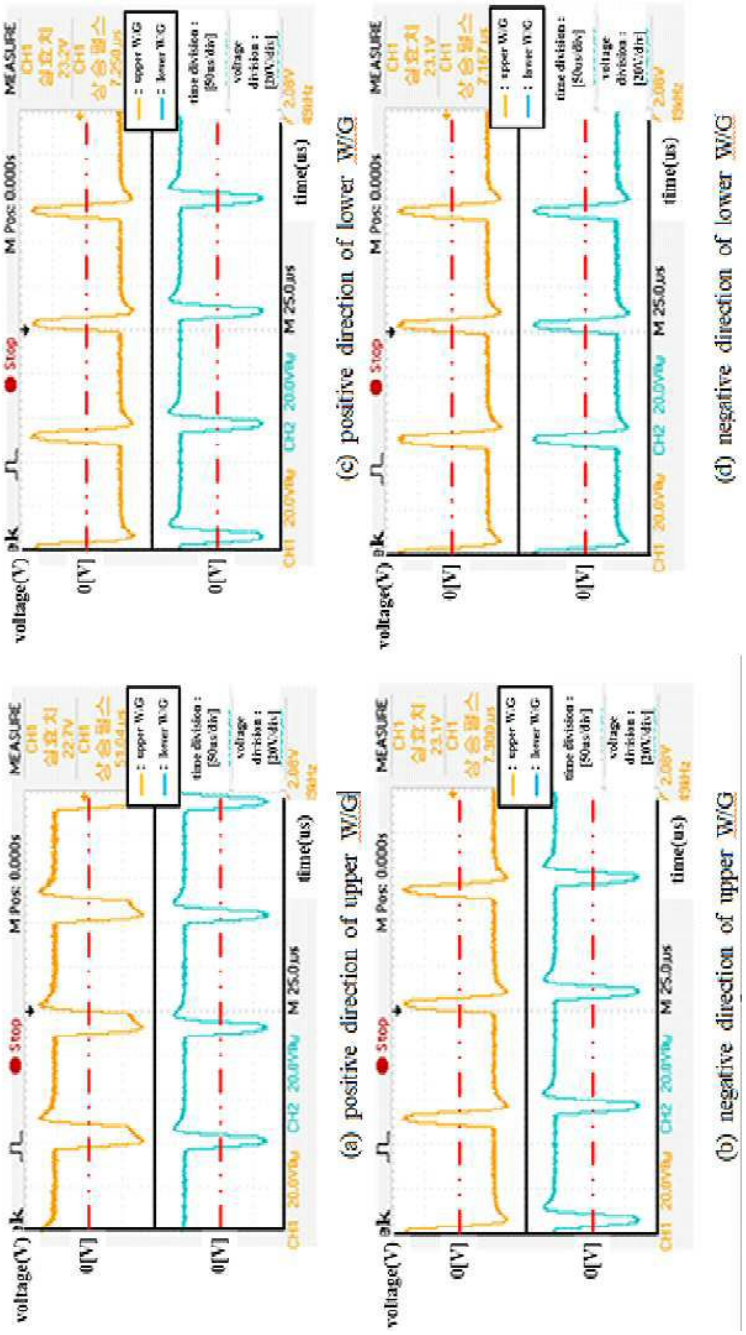
도면11


(a) starting up of turbine mode (0~50.95[Hz])
(b) generator frequency of 50.96[Hz]
(c) generator frequency of 59.94[Hz]
(d) generator frequency of 60[Hz]
voltage(V)
time(us)
0[V]
MEASURE
Stop
M Pos: 0.000s
: upper W/G
: lower W/G

도면12


MEASURE
CH1
실효치
22.9V
CH1
상승펄스
5.13us
M Pos: 0.000s
Stop
: upper W/G
: lower W/G
time division : [50us/div]
voltage division : [20V/div]
voltage(V)
3K
0[V]
0[V]
CH1 20.0V/fu CH2 20.0V/fu M 25.0us time(us)
2.08V
(a) starting up of pumping mode
(b) 10 seconds after starting up

도면13


(a) positive direction of upper W/G
(b) negative direction of upper W/G
(c) positive direction of lower W/G
(d) negative direction of lower W/G
voltage(V)
0[V]
time(us)
: upper W/G
: lower W/G
MEASURE
Stop

임시명세서(첨부)



아이콘을 더블 클릭하시면 임시명세서 파일이 열립니다.

본 공보 PDF는 첨부파일을 가지고 있습니다. Acrobat Reader PDF뷰어를 제공하지 않는 브라우저(크롬, 파이어폭스, 사파리 등)의 경우 첨부파일 열기가 제한되어 있으므로 Acrobat Reader PDF뷰어 설치 후 공보 PDF를 다운로드 받아 해당 뷰어에서 조회해주시기 바랍니다.