

발전기 계통연계를 위한 싱크로나이즈 시스템개발

레동부¹, 양지훈¹, 이정환¹, 김병각², 박성미³, 박성준⁴
지엔이피에스¹, 수자원공사², 한국승강기대³, 전남대⁴

Development of Synchronization System for Grid-Connected of Generator

Tuan Vu Le¹, Ji Hoon Yang¹, Jung Hwan Lee¹, Byeong Kak Kim², Seong Mi Park³, Sung Jun Park⁴
G&EPS¹, K-water², Korea Lift College³, Chonnam National University⁴

ABSTRACT

최근 수요관리를 통한 ‘효율적인 전력수급’ 패러다임이 한창 이루어지고 있으나 신재생에너지원과 Time shift가 가능한 ESS와 같은 최신 신설 장비를 이용한 전력운용이 대부분이다. 그러나 추가전력 설비 구축 없이 비상발전기 전력으로 에너지 수급에 적극 활용한 방안이 필요하다. 본 논문에서는 기존 비상발전기를 이용한 적극적인 전력수급이 가능한 발전기 계통연계를 위한 싱크로나이즈 시스템을 개발하였다.

1. 서론

현재 자동전환 스위치(ATS : Automatic Transfer Switch)로 구성된 비상발전기 시스템은 절체 시 수반되는 정전으로 인하여 2013년 1월 정전대비 훈련 시 전체 가동 대상 954곳 중 절반 이상인 504곳에서 무부하 운전(일부 미가동)된 것으로 조사되었다. 이로 인하여 무정전으로 발전기 측으로 절체되는 무정전 절체설비(CTTS : Closed Transition Transfer Switch)가 점차적으로 보급되고 있다. 그러나 이러한 시스템은 정전사고에만 대비한 장치로 전력수급에서 수요관리를 통한 ‘효율적인 전력수급’으로 사용은 불가능한 실정이다. 비상발전기를 이용한 적극적인 전력수급을 위해서는 발전기 계통연계 기능을 구비하여야 한다. 기존 설비를 연계형 시스템으로 변환 할 경우 가버너와 AVR을 제어하여 계통에 연계할 수 있는 싱크로나이즈 시스템이 필수적이다. 그러나 독립형 비상발전기시스템에서 원격으로 가버너와 AVR을 제어가 불가능한 구조가 많다. 따라서 기존 가버너와 AVR를 그대로 사용할 수 있는 인터페이스 보드를 통하여 계통연계를 위한 싱크로나이즈 시스템을 개발하여 수요관리에 대한 비상발전기 시스템의 적극적 대응이 필요하다.^[1]

2. 가버너와 AVR 시스템

일반적으로 독립형 발전기 시스템에서 가버너 제어 모듈은 설정된 주파수에 의해 발전주파수를 독립적으로 제어하게 되고, 여자기 제어 모듈은 발전기의 단자전압을 검출하여 설정된 전압으로 제어하게 된다. 이러한 가버너 제어 모듈과 여자기 제어 모듈은 외부에서 제어가 가능한 구조를 겸비하고 있는 제품과 외부에서 제어 불가능한 제품으로 구별된다. 현재 관공서나 아파트의 비상발전기 시스템에 장착되어 있는 다수의 발전기 시스템은 외부에서 주파수 및 전압제어가 불가능한 구조를 가

지고 있는 제품이 상당수를 차지하고 있다. 이러한 독립형 발전기시스템에서 연계형 시스템으로 변경하기 위해서는 기존 가버너 제어 모듈과 여자기 제어 모듈을 외부에서 제어가 가능한 것으로 교체하여야 한다. 이러한 가버너 제어 모듈과 여자기 제어 모듈 교체 비용은 시스템의 단가를 상승시키는 주원인이 되고 있다. 따라서 본 논문에서는 가버너 제어모듈에서 주파수 지령치 변경을 하지 않고 발전기의 주파수를 변경하기 위한 방법으로 그림 1과 같은 주파수 변환모듈을 제안한다. 제안된 변환기의 기능은 픽업센서의 주파수를 검출하여 이 주파수보다 높은 주파수나 낮은 주파수를 발생하게 하여 발전기의 주파수를 바꾸는 방식이다. 이는 발전기 시스템에서 엔진의 주파수 피드백 이득을 가변함으로써 고정 주파수 지령치 제어기에서 가변주파수 제어기로 변경할 수 있는 방식이다.

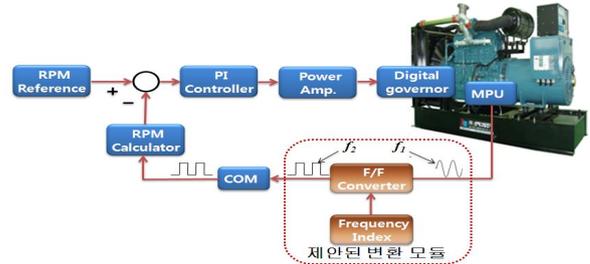


그림 1 제안된 주파수 변환모듈이 장착된 가버너 시스템
Fig. 1 The gaberiner system with the proposed frequency conversion module

제안된 방식의 이론적 배경은 그림 2와 같다. 그림 2(a)는 일반적인 발전기 주파수 제어 블록도를 나타내고 있다. 제어블록도는 발전기의 속도를 피드백 받아 비례적분제어기에 의해 발전기의 속도를 제어하게 된다. 이 블록도에서 정상상태에서는 발전기의 속도는 지령속도와 일치하게 된다. 따라서 발전기의 속도를 변동하기 위해서는 발전기 속도 지령치를 변동하여야 한다. 그림 2(b)는 발전기의 속도 피드백에 가변이득기를 삽입하므로 정상상태의 속도는 아래 식(1)과 같다.

$$\omega = \frac{\omega^*}{H} \quad (1)$$

따라서 발전기의 속도는 피드백 이득(H)를 가변하므로써 제어 가능하게 된다.

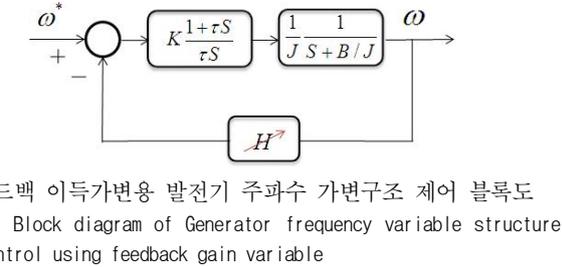
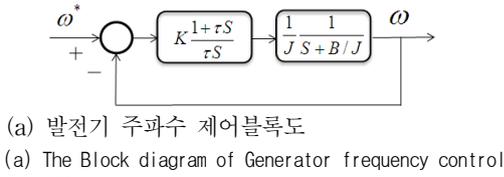


그림 2 제안된 발전기 주파수 제어 블록도
Fig. 2 The Block diagram of the proposed generator frequency control

독립형 발전기 가버너 제어 모듈의 동특성으로 연계형으로 적용할 경우 발전기 시스템의 불안운을 초래할 수 있다. 따라서 연계형 발전시스템에 적합한 가버너 제어의 동특성을 가변 할 수 있는 구조가 필요하다. 본 발명은 그림 3과 같이 발전기의 속도 피드백에 가변이득을 갖는 보상기를 삽입함으로써 이러한 문제점을 해결하였다.

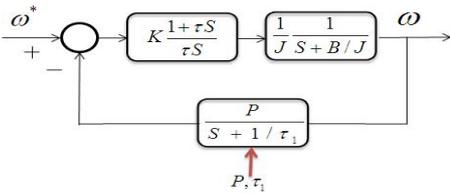


그림 2 제안된 발전기 주파수 가변구조 제어 블록도
Fig. 2 The Block diagram of the proposed generator frequency variable structure control

본 논문에서는 여자기 제어모듈에서 전압 지령치 변경 하지 않고 발전기의 단자전압을 변경하기 위한 한 방법으로 그림 4와 같은 전압 변환모듈을 제안한다. 제안된 변환기의 기능은 발전기 단자 전압을 검출하여 이 전압 보다 높은 전압이나 낮은 전압을 발생하게 하여 발전기의 단자전압을 바꾸는 방식이다. 이는 발전기 시스템에서 발전기의 전압 피드백 이득을 가변하므로 고정 전압 지령치 제어기에서 가변전압 제어기로 변경할 수 있는 방식이다. 제안된 방식의 이론적 배경은 앞 절에서 언급한 바와 동일한 방법으로 적용이 가능하다.

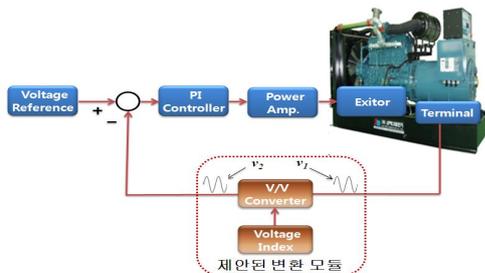


그림 4 제안된 전압 변환모듈이 장착된 여자기 시스템
Fig. 4 The excitation system with the proposed voltage conversion module

그림 4는 본 논문에서 제안한 주파수 전압의 상제 구성도를 나타내고 있다. 각 변환모듈은 정상상태 값을 맞추기 위한 이득과 제이시정수를 485통신으로 입력받아 동작한다.

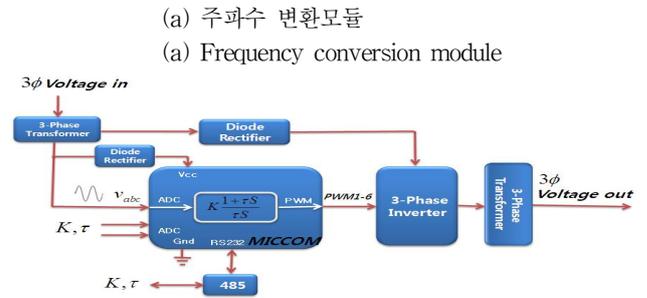
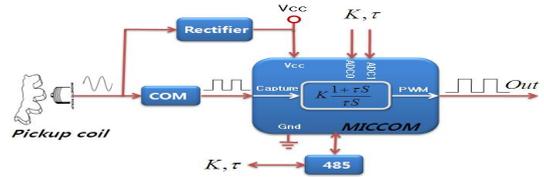


그림 4 주파수 및 전압변환 모듈 구성도
Fig. 4 Frequency and voltage conversion module configuration diagram

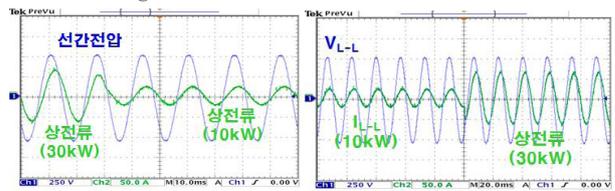


그림 5 발전기 연계특성
Fig. 5 Generator linkage characteristics

그림 5는 발전기 연계 시 부하변동에 따른 특성을 나타낸 파형으로 양호하게 제어됨을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 추가전력 실비 구축 없이 비상발전기 전력으로 에너지 수급에 적극 활용하기 위한 싱크로나이즈 시스템의 가버너와 AVR 인터페이스 회로를 제안하였다. 제안된 시스템에 의해 비상발전기 자원화 정책에 부응하여 전력피크 감소, 시간제 요금제 등 각종 비상발전기 전력으로 에너지 수급에 적극 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 중소기업청의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (중소기업기술개발지원사업, No. S2455166)

참고 문헌

[1] Byoung Wook Kang, Hui Seok Chai, Woon Ki Han, Hyun Sung Lim, Seung Ok Kwon, Jae, "Study on the Problems associated with Asynchronous Switching System during Emergency Generator Connection", Proceedings of KIIEE Annual Conference, 2014. 11, 26 26