

# Digital 자동전압조정장치(AVR)의 속응성 향상에 관한 연구

김송현\* · 이형기\* · 최연욱\* · 안영주\* · 김현수\* · 김기량\*\*

\*부경대학교 제어계측공학과

\*\*한국폴리텍 VII 대학

## A Study of Improvement on the responsiveness of Digital AVR System

Song-hyun Kim\* · Hyung-ki Lee\* · Wook-yeon Choe\* · Young-joo An\*

· Hyun-soo Kim\* · Gi-Ryang Kim\*\*

\*Dept. of Control & Instrumentation Eng., Pukyong National Univ.

\*Dept. of Electronics Eng., Korea Polytechnic VII College

E-mail : laserhera@naver.com

### 요 약

자동전압조정장치(AVR)의 종류는 Analog Type과 Digital Type으로 나눌 수 있다. 브러시리스형의 동기발전기의 자동전압조정장치는 전 부하에 대하여 전압변동을 작게 하여야 한다. 일반적인 제어기법으로는 PID 제어방식이 일반적으로 많이 사용되고 있다.

본 연구에서는 제어대상의 파라미터변동에 대하여 제어기의 파라미터를 재설정 하지 않는 iPID(intelligent PID:지적 PID)제어기를 이용하여 동기발전기 Digital 자동전압조정장치(AVR)에 적용하여 전부하시에도 전압변동이 작고, 속응성이 향상된 제어기를 연구 하였다.

### ABSTRACT

Type of Automatic Voltage Regulator (AVR) can be divided into Analog and Digital Type. Automatic Voltage Regulator (AVR) of the synchronous generators of the brushless type are to be reduced to the voltage fluctuation on the basis of the total load. The PID control method is a general control technique is commonly widely used. In this study, the control target parameter iPID does not reset the parameters of the controller for the variable (Intelligent PID) using the controller synchronous generator Digital automatic voltage to you like all applied to the adjusting device (AVR) the voltage change is small, improved responsiveness was studied in this controller.

### 키워드

intelligent PID, Transient Response, Emergency Generator, Automatic Voltage Regulator

## I. 서 론

자동전압조정장치(AVR)의 종류는 Analog Type과 Digital Type으로 나눌 수 있다. 브러시리스형의 동기발전기의 자동전압조정장치(AVR)은 전 부하에 대하여 전압변동을 작게 하여야 한다. 일반적인 제어기법으로는 PID 제어방식이 일반적으로 많이 사용되고 있다.

제어대상이 고차항인 시스템의 경우 파라미터의 조정 곤란 할 경우가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 iPID(intelligent PID)라는 제어기

법이 있다. 제어대상의 파라미터 변동에 대하여 제어기의 파라미터를 재조정 할 필요가 없다. 이러한 장점을 이용하여 기존의 PID 제어기를 대체 할 수 있는 제어기법 중 하나이다.

본 논문에서는 iPID를 이용하여 브러시리스형의 동기발전기의 자동전압조정장치(AVR)에 적용 하였다.

## II. iPID 제어방법

문헌[1]에서 제안한 iPID 제어기이론을 나타낸

다. iPID에서 제어대상을 식(1)과 같이 와 같이 모델화 한다.

$$c^{(n)}(t) = F(t) + \alpha u(t) \quad (1)$$

여기서  $n$ 는 미분계수이며 1또는 2이다. 일반적으로  $F(t)$ 는 식(1)의  $\alpha u(t)$ 이외의 모든 항을 나타내고 있는 것으로, 일반적으로  $r(t), c(t)$  및 이들의 고계미분의 비선형함수로 이루어지며  $F(t)$ 에 포함되어 있다고 볼 수 있다. 임의의 시각에 있어서  $F(t)$ 값은  $u(t)$ 와  $c^{(n)}(t)$ 를 이용하여 실시간으로 계산되어 질 수 있다.  $n = 2$ 인 경우 iPID 제어기의 제어입력  $u(t)$ 는

$$u(t) = \frac{1}{\alpha} (-F(t) + r_r^{(n)}(t) + K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + \sum_{i=1}^{n-1} K_{di} e^{(i)}(t)) \quad (2)$$

여기서  $r_r(t)$ 는 목표신호,  $e(t) = y_r - y$ 는 추종오차,  $K_p, K_i, K_d$ 는 PID 계인이다.

$$u(t) = \frac{1}{\alpha} (-\ddot{e}(t) + \alpha u(t-h) + K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \dot{e}(t)) \quad (3)$$

여기서  $\beta$ 는 응답의 속응성도를 개선하기 위하여 미분기의 이득을 조절하기 위하여 설정한 것이다. 일반적으로  $\beta > 1$  값을 인가한다.

식(3)을 이용하여 iPID 제어시스템을 구성하면 그림 1과 같다.

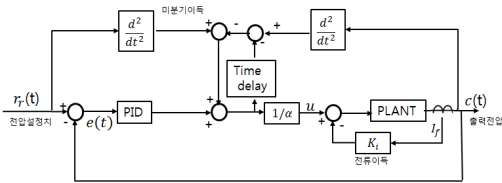


그림 1. iPID제어시스템의 구조

### III. iPID제어기를 이용한 시뮬레이션

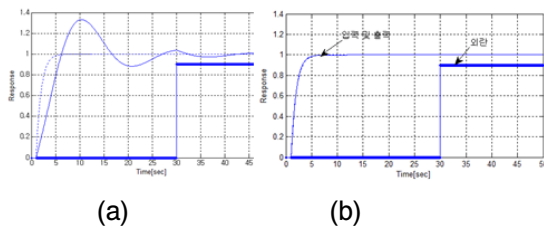


그림 2. (a) PID를 이용한 응답특성, (b) iPID를 이용한 응답특성

그림 2(a),(b)에서 PID제어기에서  $K_p = 10$ ,  $K_i = 5$ ,  $K_d = 10$ ,  $\alpha = 1.25$  및 시간 지연  $h$ 는 20[msec]를 사용하였다.

### IV. iPID제어기를 이용한 AVR

그림 1.은 iPID를 이용한 비상발전기용 AVR 시스템의 구성도를 나타낸 것이다.

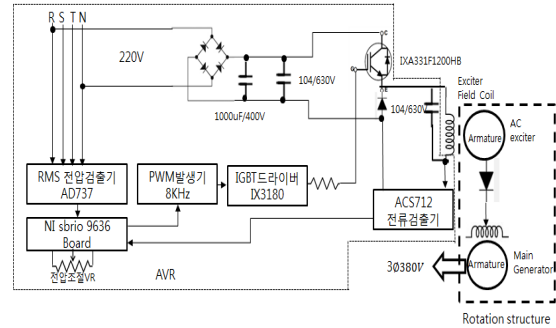


그림 3. iPID를 이용한 비상발전기용 AVR시스템의 구성도

그림 3.에서 iPID제어기는 NI sbrio-9636을 이용하여 구성하였다. iPID제어프로그램 Labview를 이용하여 sbrio-9636보드의 FPGA에 저장하여 리얼타임으로 구동할 수 있도록 하였다.

### VI. 결 론

이상의 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존의 PID 제어기를 이용한 AVR시스템 보다 iPID제어기를 이용한 AVR시스템이 전부하시에 역율의 변화에도 탁월한 제어성능을 가졌다.
2. PID 제어기의 파라미터를 적당히 설정 후 iPID 동작을 실행하면 과도응답을 줄일 수 있다.

### 참고문헌

- [1] M. Fliess and C. Join, "Intelligent PID controllers", Proceeding of the 16<sup>th</sup> Mediterranean Conference on Control and Automation, pp.326-331, 2008
- [2] Satoshi Inagaki, Ichiro Muruta and Toshiharu, "On Stabilization by Intelligent PID Controlle", SICE, vol.49, no.7, pp727-732, 2013
- [3] M. Fliess and C. Join, "Model-Free control and intelligent PID controllers : Towards a possible trivialization of nonlinear Identification, pp.1531-1541, 2009
- [4] Youngcan Lee, "A Study on Improvement of the control performance of the automatic voltage regulator of a brushless synchronous generator", pp909~910(2014)