

DC-DC 컨버터를 이용한 조류발전의 MPPT제어

김천규*, 나재두**, 김상욱**, 최정수***, 이을재***, 조규민****, 신재화*****, 김영석*
 인하대학교*, 인하공업전문대학**, 이경산전***, 유한대학*****, 인천전문대학*****

The MPPT Control Method of The Seaflow Generation by Using DC-DC converter

Cheon Kyu Kim*, Jae Doo NA**, Sang Wook Kim**, Jung Soo Choi***, Eul Jae Lee***, Kyu Min Jo****, Jae Hwa Shin*****, Young Seok Kim*
 Inha University*, Inha Technical College**, E-Kyoung Industrial Electrical***, Yuhan College*****, Incheon College

Abstract - In this paper, MPPT(maximum power point tracking) control method of the seaflow generation system using DC-DC converters is proposed. This system consists of a variable speed seaflow generation system with permanent magnet synchronous generator, diode rectifier and DC-DC converter. In this proposed seaflow generation system, diode rectifier and DC-DC converter use for converting AC to DC and maximum power generation control, respectively. Advantages of MPPT control method presented in this paper don't need to use the characteristic of the seaflow turbine at various seaflow speed and measure the seaflow speed and the rotating speed of seaflow turbine. Therefore, the proposed system has the characteristics of lower cost, lower complexity and higher efficiency. The effectiveness of algorithm is simulated and confirmed through Matlab Simulink.

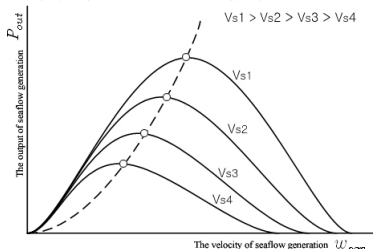
1. 서 론

조류에너지는 친환경적이고 안전한 신재생 에너지 자원으로 다른 신재생 에너지 자원을 사용한 발전에 비해 에너지 밀도가 높아 효율이 좋고 안정적인 발전 시스템으로 삼면이 바다로 이루어진 우리나라 발전 실정에 적합하다고 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 조류 속도에 관계없이 발전기의 회전 속도를 일정하게 회전시켜 발전함으로써 정해진 전력만을 얻을 수 있는 고정속 발전 시스템(the fixed-speed generation system)의 단점을 개선하여, 조류 속도의 변화에 따라 발전기의 회전 속도를 가변 시켜 최대 전력을 얻을 수 있는 가변속 발전 시스템(the variable-speed generation system)을 제안하려고 한다. 이와 같은 시스템은 발전효율이 증대되고 또한 기계적 스트레스를 감소시키므로 유지·보수시의 비용이 절감된다.

2. 본 론

2.1 조류 발전기의 특성

조류 발전 시스템에서, 조류 속도에 대한 조류 터빈의 특성은 특정한 조류 속도에 대해 조류 발전기의 출력 전력이 발전기의 회전 속도에 대해서 그림 1과 같이 2차 곡선의 형태를 가지게 된다. 즉 특정한 조류 발전기 회전 속도에서 조류 발전기의 출력 전력이 최대가 되는 지점이 존재하게 되는데 이는 조류 발전기 회전 속도의 변화에 대해 조류 발전기의 출력 전력 변화가 0이 되는 지점, 즉 $dP/d\omega_g = 0$ (여기서 P 는 조류 발전기의 출력 전력, ω_g 는 조류 발전기의 회전 속도)인 지점에서 조류 발전기 출력이 최대가 되는 것을 알 수 있다.



〈그림 1〉 조류 속도에 대한 조류 터빈의 특성 곡선

2.2 MPPT 제어 원리

위에 진술된 조류 발전 시스템의 특성에 따라, 연쇄법칙(chain rule)을 이용하여 MPPT 제어를 위한 다음과 같은 관계(표1)를 유도해 낼 수 있다.(1) 그림 1에서 보듯이 최대전력점을 중심으로 왼쪽과 오른쪽 부분으로 두가지의 동작영역이 존재하므로 최대전력을 얻기 위해 적용해야할

법칙 또한 영역에 따라서 구분해야 한다.

〈표1〉 DC-DC 컨버터에 따른 제어방법

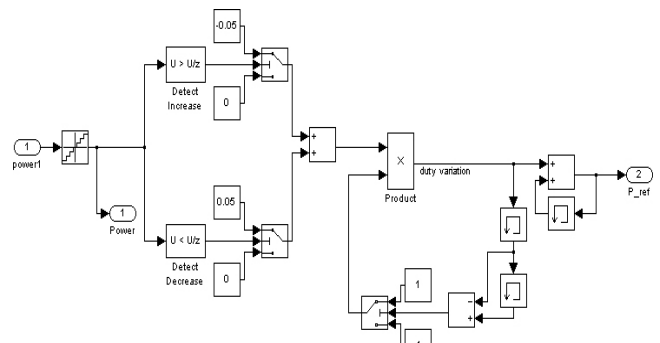
Buck Converter	Boost Converter	Buck Boost Converter
$D_{buck} = \frac{V_{out}}{V_{in}}$	$D_{boost} = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}}$	$D_{bb} = \frac{V_{out}}{V_{in} + V_{out}}$
$\frac{dD_{buck}}{dV_{in}} = \frac{-V_{out}}{V_{in}^2} < 0$	$\frac{dD_{boost}}{dV_{in}} = \frac{-1}{V_{out}} < 0$	$\frac{dD_{bb}}{dV_{in}} = \frac{-V_{out}}{(V_{out} + V_{in})^2} < 0$
$\frac{dP_{out}}{d\omega_{gen}} = \frac{dP_{out}}{dD_{ratio}} \cdot \frac{dD_{ratio}}{dV_{in}} \cdot \frac{dV_{in}}{d\omega_{gen}} = 0$		
$\frac{dV_{rec.out}}{d\omega_{gen}} > 0 \Rightarrow \frac{dV_{in}}{d\omega_{gen}} > 0$ $\frac{dP_{out}}{d\omega_{gen}} = 0 \Leftrightarrow \frac{dP_{out}}{dD_{ratio}} = 0$		
$\omega_{gen} < \omega_{P_{max}}$		$\omega_{gen} > \omega_{P_{max}}$
$\frac{dP_{out}}{d\omega_{gen}} > 0, \frac{dD_{ratio}}{dV_{in}} < 0, \frac{dV_{in}}{d\omega_{gen}} > 0$ $\Rightarrow \frac{dP_{out}}{dD_{ratio}} < 0$		$\frac{dP_{out}}{d\omega_{gen}} < 0, \frac{dD_{ratio}}{dV_{in}} < 0, \frac{dV_{in}}{d\omega_{gen}} > 0$ $\Rightarrow \frac{dP_{out}}{dD_{ratio}} > 0$

제안된 제어 방법은 조류 속도에 관한 정보를 이용하지 않고, 측정된 전압과 전류 값을 이용하여 전력 값을 구하고 현재의 전력 값을 이전 전력 값과 크기 비교하여 DC-DC컨버터의 듀티비 제어를 통해서 조류 발전기의 동작점을 변화시켜 최대 전력 값으로 섭동하면서 추종하도록 하는 MPPT 제어방법이다. 위의 결과로 얻은 제어 원리를 통해 최종적으로 DC-DC컨버터에 입력될 값을 다음과 같이 정할 수 있다.

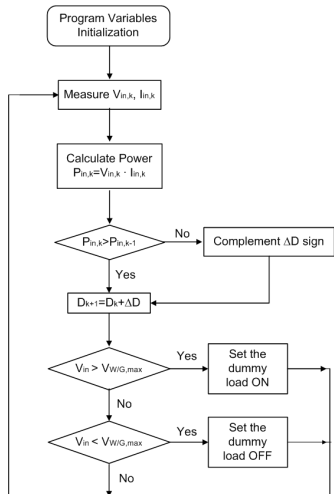
$$D_n = D_{n-1} + \Delta D_{n-1}$$

$$\Delta D_{n-1} = C \cdot \text{sign}(\Delta D_{n-2}) \cdot \text{sign}(P_{in,n-1} - P_{in,n}) \quad (1)$$

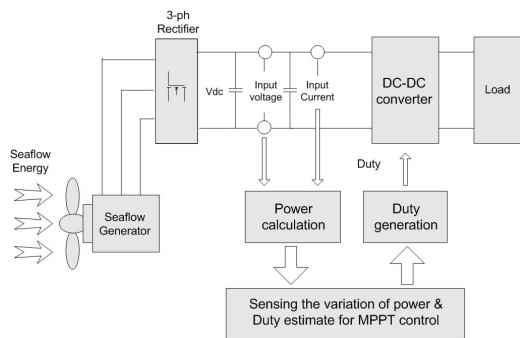
위와 같은 식을 이용해서 Matlab simulink에 적용한 것이 그림 2와 같다. MPPT 제어 알고리즘의 순서도와 조류 발전 시스템의 블록다이어그램 그림2와 그림3에 각각 나타내었다.



〈그림 2〉 듀티비 제어 블록

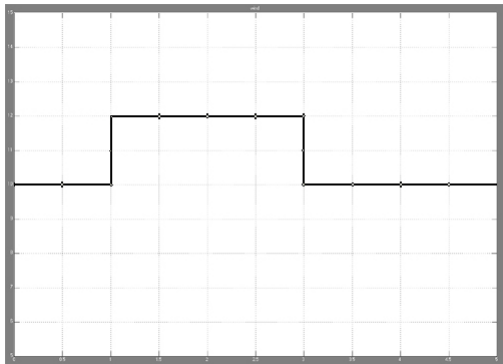


<그림 3> MPPT 제어 알고리즘의 순서도

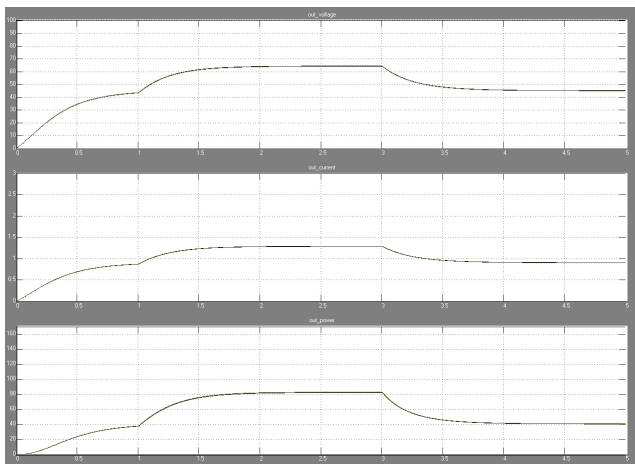


<그림 4> 조류 발전 시스템의 블록다이어그램

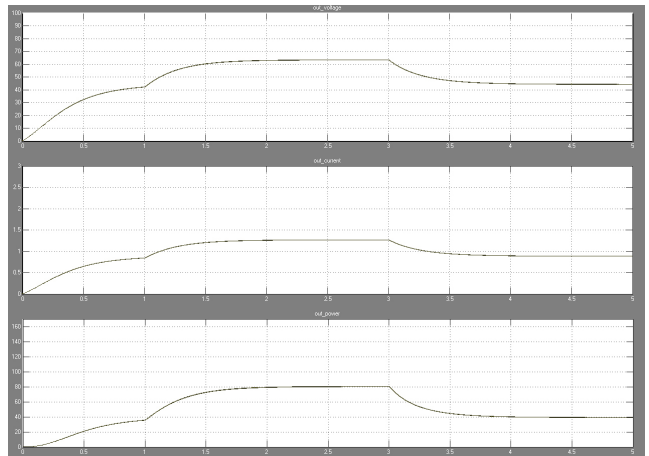
2.4 시뮬레이션 결과



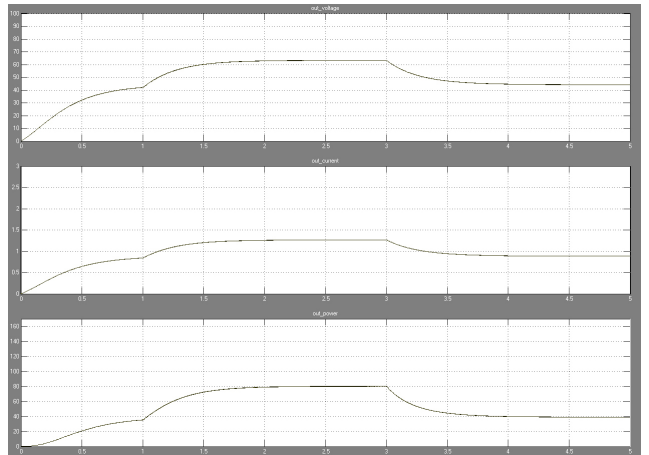
<그림 5> 시뮬레이션 입력 조류 속도



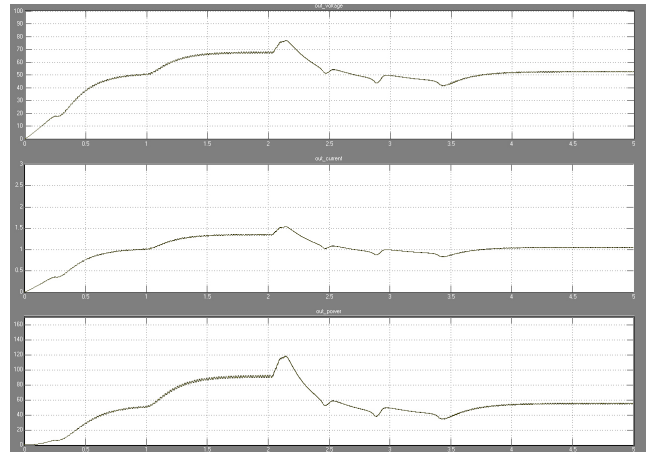
<그림 6> buck 컨버터(duty : 20%)일 때의 전압, 전류, 전력 파형



<그림 7> buck 컨버터(duty : 50%)일 때의 전압, 전류, 전력 파형



<그림 8> buck 컨버터(duty : 80%)일 때의 전압, 전류, 전력 파형



<그림 9> MPPT를 적용할 때의 전압, 전류, 전력 파형

3. 결 론

입력 조류 속도를 2초에서 14m/s로 증가시키고 3초에 10m/s로 감소시켰을 때의 결과파형은 위의 그림과 같다. buck 컨버터를 이용하여 고정-duty(20%, 50%, 80%)로 하였을 때 최대출력이 80W인데 비해 MPPT 제어를 적용하였을 때는 최대출력이 120W까지 나왔다. 이 결과로서 MPPT 제어를 이용한 발전시스템이 고정-duty에 비해 출력 전력이 높다는 것을 알 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김천규, 강형석, 김영조, 김영석, boost 컨버터에 퍼지제어를 이용한 조류 발전의 MPPT제어, 2008년도 춘계학술대회, pp131-133, 2008

감사의 글
이 논문은 2008년 산업자원부 신재생 에너지 기술사업의 고효율 부유식 조류발전시스템 개발의 지원으로 연구 되었음