

스위칭소자(MOSFET)의 선형영역을 이용한 전자조상기 개발

박인선*, 이화춘*, 박성준*, 정헌**
 전남대학교*, 초당대학교**

Design of the Electronic Condenser-Controller Using Linear Regions of MOSFET

In Sun Park*, Hwa Chun Lee*, Sung Jun Park*, Heon Jeong**
 Chonnam National Univ*, Chodang University**

ABSTRACT

본 논문에서는 영구자석 동기발전기(PMSG)의 전압 및 역률 보상을 위한 기계식 접점을 가지는 조상기의 문제점을 개선하기 위해 전자회로 방식을 채택하여 제어회로에 마이크로프로세서를 사용, 회로를 최소화하고 접점 부분은 전자적인 스위칭소자(MOSFET)를 사용함으로써 조상기의 신뢰성과 특성을 개선할 수 있는 시스템을 제안하고 시뮬레이션을 통해 그 타당성을 검증한다.

1. 서론

산업용이나 군용에 있어서 높은 신뢰성과 넓은 일정 출력/속도 영역(CPSR : Constant Power Speed Range)을 가지는 보조 발전기 시스템에 대한 요구가 높아짐에 따라 영구자석 동기발전기(PMSG)는 출력전압 및 역률 보상을 위해 콘덴서를 이용한 조상기가 사용되고 있다. 이러한 조상기의 콘덴서를 전원에서부터 개방 및 단락 시키는데 있어서 DC릴레이의 구조는 기계식 접점으로 구성되어있어 동작 빈도수가 높아지면 접점의 ON/OFF시 아크에 의한 접점의 소모가 생기고, 이것은 부품의 수명을 단축하며 조상기를 동작하는데 있어서 출력전압을 제어하는 회로에 노이즈에 대한 대책이 요구되는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이와 같은 조상기의 결점을 보완하기위해 전자회로 방식을 채택, 제어회로에 마이크로프로세서를 사용, 접점 부분은 전자적인 스위칭 소자(MOSFET)의 선형영역을 이용하여 릴레이 ON/OFF시 Impulse 작용에 의한 접점의 마모와 아크발생을 없애고, 콘덴서의 충 방전에 있어서 높은 돌입전류에 의한 전압 왜곡률 및 전기적인 노이즈를 최소화하여 시스템의 신뢰성과 특성을 개선할 수 있는 전자 조상기를 제안하고, 시뮬레이션을 통해 제안된 시스템의 타당성을 검증 하도록 한다.

2. 제안된 전자조상기

2.1 스위칭소자의 특성 및 원리

MOSFET은 게이트와 소스 사이에 인가되는 전압 V_{GS} 에 의해 드레인과 소스 사이의 저항값 $R_{DS(ON)}$ 이 변화된다. 즉, V_{GS} 를 크게 할수록 $R_{DS(ON)}$ 가 작아진다. V_{GS} 에 충분한 크기의 전압을 인가하면 $R_{DS(ON)}$ 는 수십m~수백mΩ까지 작아진위

와 같은 성질을 이용하면 그림1과 같이 V_{GS} 에 수V의 전압을 인가하거나 0V로 함으로써 스위치가 선형영역에서 동작되어 콘덴서의 충방전에 있어서 높은 돌입전류에 의한 전압왜곡 및 노이즈를 최소화할 수 있다.

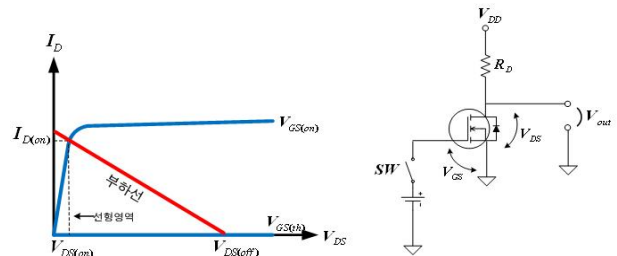


그림 1 부하선에서 스위칭 동작
 Fig 1 Switching operation of the load line

차단상태	$V_{GS} - V_{th} < 0$
선형상태	$V_{DS} < V_{GS} - V_{th}$
포화상태	$V_{DS} > V_{GS} - V_{th}$

2.2 시스템 구성 및 제안된 스위칭 회로

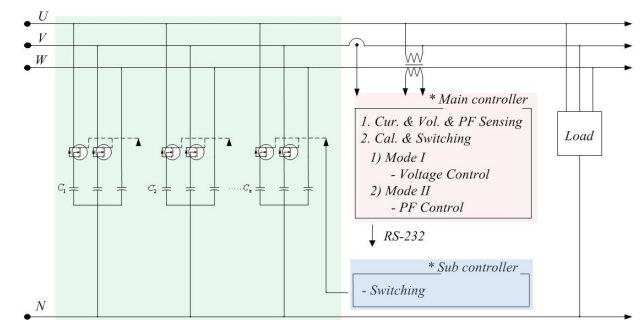


그림 2 전자조상기 시스템 구성도
 Fig 2 Electronic phase modifier system configuration

전체적인 시스템 구성은 그림2와 같고, PMSG의 출력전압 및 역률을 보상하기 위한 전자조상기는 크게 제어부(Main controller)와 스위칭부(Sub controller)로 나눌수 있다. 제어부는 전압, 전류, 역률을 센싱받아 지령치의 오차분을 계산하여 스위칭부에 신호를 전달하는 부분이고, 스위칭부는 그 전달받은 신호를 통해 진상콘덴서를 ON/OFF하는 부분이다. 제안한

전자조상기의 스위칭 회로는 그림 3에서와 같이 진상콘덴서를 ON/OFF하기 위해 기존의 점접식 릴레이 대신 스위칭 소자를 사용하였다.

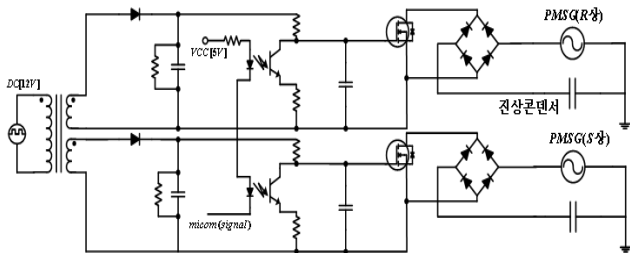


그림 3 제안된 전자조상기 스위칭 회로
Fig 3 Switching circuit of the proposed electronic phase modifier

3. 시뮬레이션 및 결과

그림 4는 본 전자조상기의 성능을 검증하기 위해서 PSIM을 통한 시뮬레이션 회로도이다. (a)의 회로는 일반 기계식 점접을 가지는 릴레이를, (b)의 회로는 제안하는 전자조상기의 회로를 나타낸 것이다.

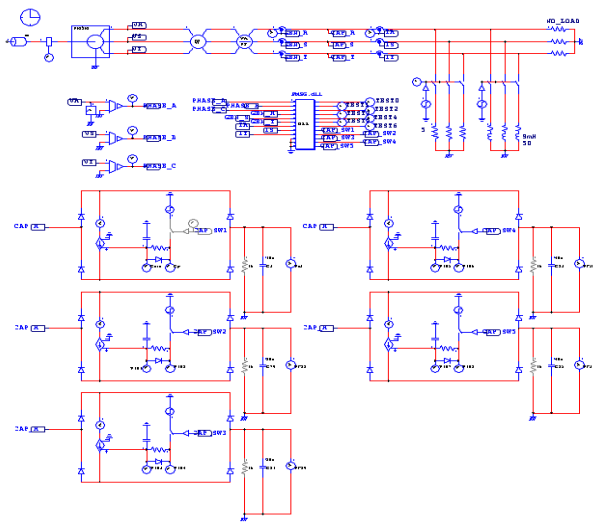
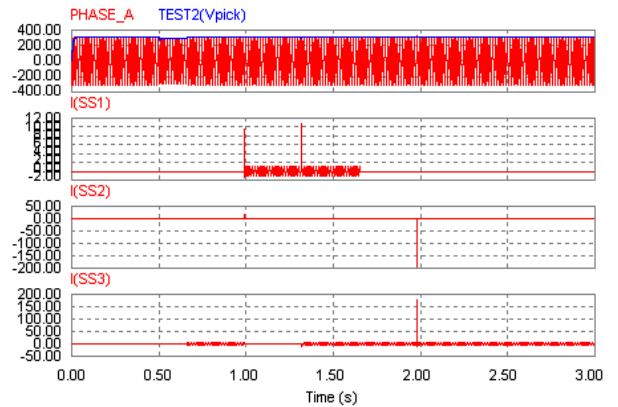
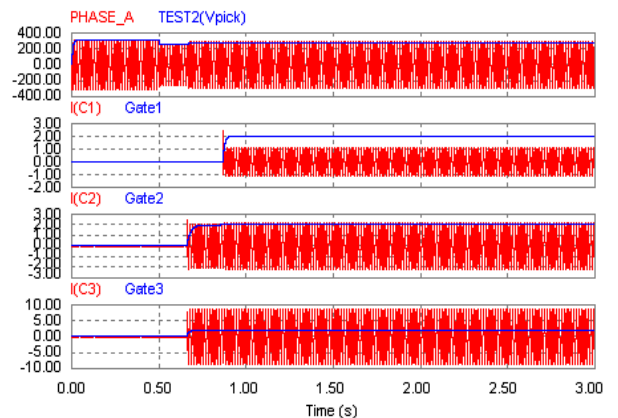


그림 4 제안된 전자조상기 시뮬레이션 회로도
Fig 4 Simulation circuit of the proposed electronic phase modifier

그림 4는 전자조상기의 전체 시스템을 구성한 시뮬레이션 회로도이다. 시뮬레이션 총시간은 2[s]이며 부하는 0.5[s]에서 투입 되도록 설정하였다. 시뮬레이션 결과를 보면 그림 5에서 1[s]에 부하가 걸리고 이때 전압강하를 볼 수 있다. 이를 해결하기 위해서 진상콘덴서의 스위치를 동작하였을 때 그림 5의 (a)는 기존 점접식 릴레이를 사용했을 때를 나타내는 파형이고 그림 5의 (b)는 본 논문에서 제안하는 스위칭 소자를 사용한 결과 파형이다. 도출된 결과 파형을 보면 부하 접속 시 발생하는 전압강하를 보상하기 위하여 콘덴서를 ON 함에 있어서 기존 점접식 릴레이의 경우 높은 돌입전류가 발생함을 알 수 있고, 제안하는 스위칭 소자를 사용한 회로에서는 돌입전류의 발생이 감소함을 확인 할 수 있다.



(a)



(b)

그림 5 시뮬레이션 결과 파형 비교
Fig 5 Waveform comparison of simulation

4. 결론

본 논문의 전자조상기는 기계적인 점접식 릴레이를 스위칭 소자를 사용하여 전자회로 방식으로 함으로써 진상콘덴서의 ON/OFF시 발생하는 아크로 인한 점접의 소손을 없애고, 또한 높은 돌입전류에 의한 전압 왜곡 및 전기적인 노이즈를 최소화하여 시스템의 신뢰성과 특성을 개선할 수 있다. 본 논문에서 제안한 전자조상기의 전자스위치는 산업분야의 전반에 걸쳐 IT화가 요구되는 제어회로에 매우 유용할 것으로 사료된다.

지역혁신인력양성사업
본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고 문헌

- [1] S. Morimito, M. Sanada, Y. Takeda, "Performance of PM assisted synchronous reluctance motor for high efficiency and wide constant power operation," IEE Transaction Industry Applications, vol. 37, no.5, pp.1234 1240, Sep Oct 2001
- [2] M.H. Rashid, Power Electronics, Circuits, Devices and Applications, Prentice Hall, 1993.