

유전자 알고리즘 기반 무결점 초고효율계통 연계형 인버터개발

(Genetic algorithm-based ultra-efficient MPP tracking in a solar power generation system)

최대섭*송민종

Dae-seub Choi, Min-jong Song

Abstract - This paper a new method which applies a genetic algorithm for determining which sectionalizing switch to poerate in order to solve the distribution system loss minimization re-configuration problem. In addition, the proposed method introduces a ultra efficient MPP tracking in a solar power generation system.

1. 서 론¹⁾

1.1. 개발기술의 중요성(필요성)

에너지 이용률 향상을 위한 고효율/지능형 인버터의 개발은 태양 PV Sell의 최대 효율이 약 15-17[%]정도로 낮고, 날씨/온도에 따라 가변되기 때문에 이 전력에 대한 최대전력 추종(MPPT)제어가 필요하며 이를구현하기 위해서는 지능형에 기반한 제어알고리즘의 도출이 필요하다. 또한 태양으로부터 얻을 수 있는 최대의 에너지를 이용하기 위해서는 중간 전력변환기의 효율을 극대화해야 하는데, 현재 국내 제품들의 경우 94[%], 해외의 경우 최대 96[%]까지 나타나지만 이들보다는 효율 특성이 더 높아야만 경쟁력을 확보하면서 전체 시스템의 효율향상을 기할 수 있다. 본 논문에서는 스위칭 방식의 개선 및 유전자 알고리즘에 기반 한 고효율/지능형 인버터의 에너지 효율의 극대화 할 수 있는 방법등을 고려하였다. 또한 모니터링시스템 전원문제는 무정전 전원 공급 장치를 설치함으로써 문제점을 해결할 수 있다.

위상오차를 최소화할 위한 강인형 PLL제어 기술의 개발 : 계통 연계시 정확한 위상동기화가 이루어지지 않을 경우 순환전류의 문제 및 빈번한 고장 등의 심각한 문제를 발생 시킬 수 있다. 현재 태양광 인버터 시장에서 유명한 독일의 SMA사에서 상전의 법적 기준 위상에 맞추어 계통연계 시 위상 변조 오차율이 ± 0.5[%]정도로

미흡한 실정이다. 따라서 위상 변조 및 연계 기술의 중요성은 사고의 위험성에 직접적인 관계가 있으므로 이를 예방하여 설비 및 계통 시스템을 보호하기 위해서는 순시적 위상검출 및 실시간 위상변조 알고리즘이 삽입되어야 한다. 따라서 디지털 논리변환에 기반한 새롭고도 강인한 PLL 제어 기술을 개발하여 위상오차를 최소화 한다.

유전자 알고리즘을 적용한 자가진단 및 연계형 보호기술의 개발 : 계통과 연계되는 전력변환 시스템의 사고는 매우 치명적인 결과를 초래한다. 계통의 사고 지점에 대한 전기 유입도 마찬가지로 더욱 큰 사고를 불러올 수 있다. 따라서 이러한 위험 요소를 최소로 줄이기 위해서는 계통의 사고를 미연에 확인 가능한 새로운 단독 운전 방지 기술, 자가진단 치료기술 및 연계형 보호기술의 개발이 반드시 필요하며 이를 위해 본 개발에서는 유전자 알고리즘에 기반한 자가동조(Auto-tuning)형 능동적 무결점 인버터 시스템을 개발하고자 한다

연에 확인 가능한 새로운 단독 운전 방지 기술, 자가진단 치료기술 및 연계형 보호기술의 개발이 반드시 필요하며 이를 위해 본 개발에서는 유전자 알고리즘에 기반한 자기동조(Auto-tuning)형 능동적 무결점 인버터 시스템을 개발하고자 한다.

유전자 알고리즘을 적용한 자가진단 및 연계형 보호기술의 개발 : 계통과 연계되는 전력변환 시스템의 사고는 매우 치명적인 결과를 초래한다. 계통의 사고 지점에 대한 전기 유입도 마찬가지로 더욱 큰 사고를 불러올 수 있다. 따라서 이러한 위험 요소를 최소로 줄이기 위해서는 계통의 사고를 미연에 확인 가능한 새로운 단독 운전 방지 기술, 자가진단 치료기술 및 연계형 보호기술의 개발이 반드시 필요하며 이를 위해 본 개발에서는 유전자 알고리즘에 기반한 자기동조(Auto-tuning)형 능동적 무결점 인버터 시스템을 개발하고자 한다.

전원의 불평형 보상 알고리즘의 개발 : 계통상에서 선로 임피던스 파라미터의 불평형 등에 의한 전원 전압의 불평형은 시스템 전체의 효율저하 및 제어의 불안정조건을 충족하게 된다. 특히 3상의 계통에서는 d-q축 변환이론을 적용하여야 하는데, 이는 전원의 평형조건에서 가능하므로 이의 불평형에 대한 능동형 보상알고리즘의 기술 개발이 필요하다.

1. 서일대학 전기공학과
(서울시 면목8동49-3)
a. Corresponding Author : choids@seoil.ac.kr
접수일자 :
1차 심사 :
2차 심사 :
심사완료 :

EDLC를 적용한 전력보상회로의 기술 개발 : DC/DC 컨버터와 DC/AC 인버터의 연계(Link)점에 사용되는 커패시터를 기존의 전해커패시터 대신에 슈퍼커패시터(전기이중층 커패시터; EDLC)를 사용하여 효율향상 및 수명연장, 폭발의 위험의 탈피하고, 특히 제어전원의 연장에 의하여 능동형 자가진단의 기능을 강화하고 응급처치 시간을 자동으로 수행하도록 한다.

2. 개발내용 및 개발범위

2.1. 개발내용 및 개발범위(시스템 구성도, 구조등은 그림으로 표현)

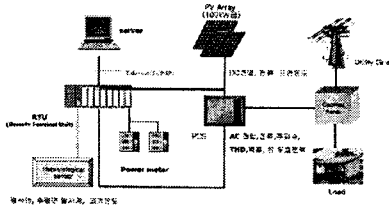


그림1 태양광발전시스템의 구성 개념도

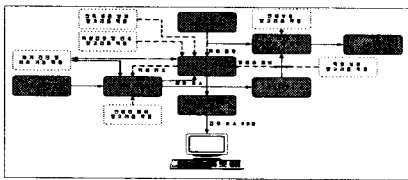


그림 2. 고효율 계통연계 지능형 인버터 시스템의 구성도

유전자알고리즘에 기반한 최대전력 추종(MPPT)제어에 의한 시스템의 고효율화

- PV sell은 일사량, 온도 등의 주위 환경에 영향을 많이 받는다. 따라서 PV sell을 최대한 효율적으로 이용하기 위해서는 실시간으로 최대전력점을 추종하여 최대전력을 끌어내는 기법이 필요하다.

유전자 알고리즘에 기반한 계통 연계 및 보호회로의 구성과 제작

- 분산전원의 계통연계는 정확하고 빠른 계통 전압의 위상동기가 이루어 져야 한다. 위상동기는 노이즈나 외란이 유입될 경우에도 계통전압의 위상은 순시적으로 정확하게 검출 되어야 한다. 또한 전력 조류의 제어를 위한 계통연계

표 1. PCS의 성능시험결과(한국에너지기술연구원)

(태양광발전시스템의 성능평가분석, 2006.06. 한국에너지기술연구원)

PCS의 성능특성			
시험항목	1/3정격	1/2정격	정격시
변환효율	92.58%	93.61%	93.88%
종합 효율(전류)	2.57%	1.78%	1.19%
역률	0.998	0.993	0.991
최대전력추종	99.6%	99.9%	99.8%

위상 검출 및 실시간 변조 알고리즘 구현에기반한 100[kVA]급 인버터 적용기술 개발

- 기존의 PLL 기법은 노이즈에 취약하고 고효율 계통연계를 위해서는 정확한 위상검출과 변환 알고리즘이 필요하다. 따라서 노이즈에 강한 PLL 알고리즘의 개발이 필요하다.

- 따라서 새로운 PLL 알고리즘을 구현하고 100kVA급 인버터에 적용한다.

고효율 스위칭방식에 의한 최대효율 95[%]

위상 변조 오차율 $\pm 0.3[\%]$ 이내 구현

- 개선된 PLL 알고리즘을 개발하여 정확한 위상을 검출하고 시간지연 등의 보상알고리즘을 구현하여 계통연계시 위상 변조 오차율을 $\pm 0.3\%$ 이내로 구현한다.

계통 연계보호 알고리즘 개발 및 적용

- 태양광 발전 설비는 계통에 연계되어 운전될 경우 원만하고 효율적인 계통연계가 이루어 져야 한다.

- 따라서 전력품질과 공급신뢰도를 유지하고 계통의 전력품질을 향상시킬 수 있도록 운전되어야 하며, 설비 보호를 위한 보호협조가 필요하다.

3. 결 론

(1). 태양광발전 시스템에 이용되는 전력변환장치는 전력변동에 대하여 정전압의 높은 신뢰성을 보장할 수 있어야 하며, 계통과 연계시 상호협조관계를 유지하여야 한다.

(2). 계통주파수를 인버터 제어신호로 사용하여 인버터출력을 계통과 위상차이가 없는 전력을 부하여 공급할 수 있었다. 이와 더불어 이론을 바탕으로 제작된 실 시스템에서 발생하는 구조적인 문제점과 관리적인 문제점을 검토하여 다음과 같이 해결 대책을 강구하였다. 구조적인 문제점은 짧은 시간내에 해결 될 수 있는 사안이지만, 설치지역에 대한 장기적인 일사량 측정과 설치장소의 최적설계 드의 대안을 적용함으로써 발전 효율을 높여야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 최대섭 “배전손실 최소화 문제에 있어서 유전알고리즘의 수속특성의 관한 검토”, 전기학회 전력기술 연구회자료
- [2] L.Davis, "Hoandbook of Genetic Algorithms", Van No strand Reinhold(1991)
- [3] K. Deiong, "An anlatsis of the Behavior of a Class of Genetic Adaptive Systems, Ph.D thesis, University of Michigin(1975)
- [4] 최대섭 “배전손실 최소화문제에 유전알고리즘의 적용”, (1994)
- [5] K.Nara, et al., "Implementation of Genetic Algorithm for Distribution System Loss Minimum Reconfiguration", IEEE Trans. Power System, Vol.7,No3,p.1004 (1992)
- [6] D. Whitely, & T.Hanson, "Optimizing Neural Networks Using Faster, More Accurate Genetic Search', Proc. of ICCA-89. (1989)