

슬롯의 점적률을 고려한 교류발전기의 출력밀도 개선

이재원* · 김영길*

*아주대학교

Implement of Power Density for AC Generator Using a Fill Factor of Slot

Jae-won Lee* · Young-Kil Kim **

*AJOU University

E-mail : jaewon.lee1@smotor.com

요 약

. 차량의 교류발전기는 성능 및 효율에 따라 자동차의 연비와 배기가스에 많은 영향을 준다. 효율을 개선시키고 연비를 향상시키려는 노력은 자동차업체 및 업체를 중심으로 계속되고 있다. 본논문은 A 교류 발전기의 설계절차를 정리하고 같은 크기의 교류발전기에서 출력을 최적화하는 인자를 발굴하여 실차의 조건에서 충방전 Simulation을 통해 Energy Balance를 검증하였다.

ABSTRACT

The automotive society is facing many challenges in minimizing the energy loss to improve performance and fuel economy of the vehicle. This work

“Implement of Power Density for AC Generator Using a Fill Factor of Slot” is a research in Electrical Generator design, to improve power density of Alternator used in conventional IC engine powered vehicles. The power density of the alternator directly influences the fuel economy and performance in the motor vehicle. The size and weight of the alternator can be reduced by suitably designing power density of alternator. The simulation model of alternator is made and tested for different stator space factor using solid and round conductor to demonstrate the improvement in the output performance and efficiency. The result shows that there is an average 10% improvement in efficiency of alternator by using the solid conductor. The energy balance of the system also increased SOC in the base model.

키워드

교류발전기, 충방전Test, Battery, 출력밀도

I. 서 론

본 논문에서는 시뮬레이션을 통해 부족한 출력을 향상시킬수 있는 방법을 논 하고자 한다. 초기 모델을 설정하는 과정과 시뮬레이션을 통해 BATTERY와의 관계를 통해 검증하고 부적합 했던 모델의 원인을 분석하여 출력을 향상시킬 수 있는 인자를 발굴해서 차량에 적용할수 있는 방법을 찾을 것이다. 각요소들의 변경에 대한 결과 값은 업체에서 개발한 교류발전기 설계 Simulation을 사용하였고, Load Balance

Simulation은 자사에서 개발한 프로그램을 이용하여 산출하였으며, 전자기 특성은 상용 소프트웨어를 사용하여 진행하였다.

II. 본 론

차량초기 개발 시 기본 교류발전기의 모델을 선정하는 과정과 에너지 밸런스를 검토한 후 고정자 및 회전자의 요소를 변경하면서 토크성능을 향상시키는 방법을 통해 개선안을 찾아 설계 최적화를 진행했다. 고정자 및 회전자의 슬롯면적

변화에 따른 출력 특성 변화를 집중적으로 시험하고, 시뮬레이션을 사용하여 출력향상을 위해 최적화 설계요소를 찾아 최적의 개선안을 선정후 교류발전기 모델에 반영하고 이를 통해 배터리 SOC의변화를 비교하여 교류발전기의 성능개선을 검증할 것이다.

II-1 교류발전기 설계절차

교류발전기 설계순서는 엔진 및 타 부품의 요구사항이 접수되고 차량의 Concept이 확정되면 교류발전기를 포함한 충전전 시스템의 설계가 진행된다. 이어서 교류발전기의 극 수 및 슬롯 수를 고려하여 고정자 및 회전자 의 크기를 확정하고, 고정자의 길이를 결정한다. 그리고 코일의 굵기 및 턴 수를 결정한다 [3].



그림 1. 교류발전기 설계 절차

II-2 차량용 교류발전기 선정 절차

그러나 교류발전기는 대부분 업체의 제품 라인업에서 적절한 모델을 선정하는 경우가 많다. 다음은 선정 절차이다

- 1) Benchmarking 차량 Load 계산
- 2) 교류발전기 Benchmarking
- 3) Engine 온도 분석
- 4) Bench Marking Load Balance Test
- 5) Bench Marking 실차 Load simulation
- 6) Load simulation 검증

II-3 Load Balance Simulation

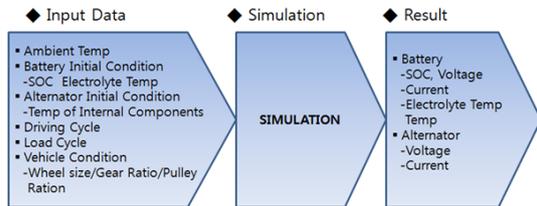


그림 2. 시뮬레이션 프로세스

Simulation을 진행하기 위하여 엔진 및 구동장치로부터 Pulley Ratio, Gear Ratio, 종감속비,

Idle RPM, 엔진룸 온도, Battery 등의 정보를 Simulator에 입력하여 평균출력 및 SOC변화량을 계산 하였다[1].

II-4 Load Balance Simulation 결과

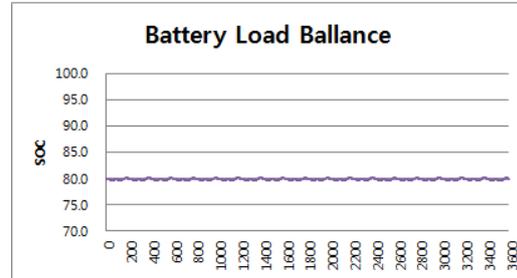


그림 3. Energy Blance Simulation

Simulation결과 SOC초기상태를 유지하나 공차를 감안한다면 방전의 가능성으로출력 증대 방안을 검토 필요하였다

III. 출력향상을 위한 특성 분석

제안은 Stator Yoke의 Depth및 Width 의 변경, 로터코일 외경및 Length 변경, Stator 코일회전수 변경이다

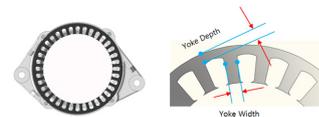


그림 4. Starter Yoke 변경

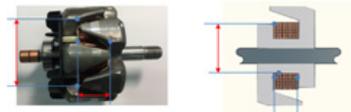


그림 5. Rotor Core Length 변경

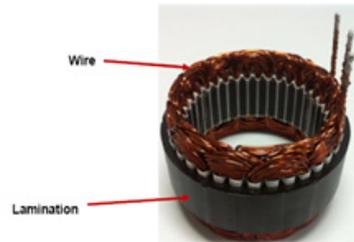


그림 6. Starter Turn 변경

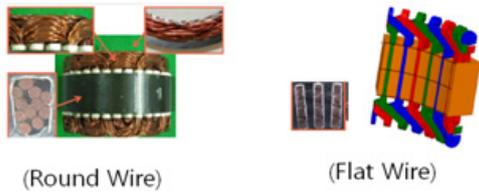


그림 7. Starter Coil 변경안

상기 제안중 편각동선을 적용시에는 이론적이지만 출력과 효율이 모두 향상되며 특히 평균 8A 이상의 출력이 향상됨을 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있었다

IV. 편각동선 특성분석

출력에 영향을 주는 요소는 3D 모델링을 하여 업체의 시뮬레이션은 사용하여 분석하였으며, 공극자속밀도는 상용소프트웨어를 상용하였으며 층방전 Simulation을 진행하였다.

2차원 등가화는 3D 모델링에서 2차원 모델로 변경한후 2차원 해석을 진행하였다[2].

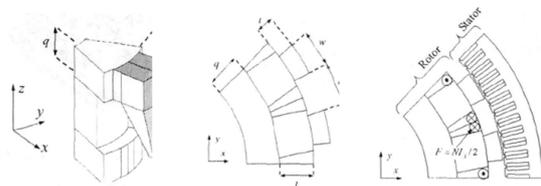


그림 8. 2차원 등가화 절차

고정자에 편각동선 적용 시 향상되는 출력을 나타낸 그래프이다. 편각동선 적용 시 열정격이 상승함에 따라 고정자의 자화력을 증가시켜 저항값을 낮출 수 있어 약 5 A의 출력향상과 4.5 % 이상의 효율을 향상 시킬 수 있었다



그림 9. 편각동선 적용시 출력변화

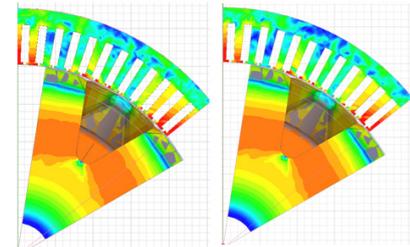


그림 10. 공극자속밀도 비교

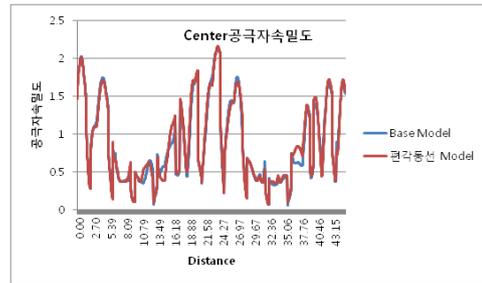


그림 11. 공극자속밀도 비교

V. 결 론

본 논문에서는 고정자 및 회전자 요소 변경하면서 출력의 변화에 가장 큰 영향을 주는 요소를 확인하여 추후 새로운 개념의 교류 발전기를 개발 시 참고하고자 시험을 진행하였다. 설계 최적화를 위하여 주요 인자를 분석한 결과 점적률이 출력 및 효율에 가장 큰 영향을 준다는 것을 시뮬레이션 결과를 통해 확인하였다.향후 과제 로 교류 발전기의 비선형적 특성을 고려하기 위한 변수들의 복잡성을 도식화 하여 일관성 있는 결과를 자세히 제시하는 연구를 수행해야 한다

참고문헌

[1] S. M. Chung, S. T. Kim, W. J Shin, and J. B. Lee, "A Study of Charging And Discharging Balance Simulation Tool for a Conventional Vehicle," *TheKoreanSocietyofAutomotiveEngineers*,pp.1821 - 1825, Apr.2008.

[2]S. O. Kwon, J. Y. Lee, J. P. Hong, Y. S. Lim, Y. H. "Characteristics analysis of Claw-pole type generator using 2D equivalent model" *The Korean Institute of Electrical Engineers* [2008]

[3] H. U. Shin and K. B. Lee, "Design of a

Switched Reluctance Generator for Small Wind Power Systems,” *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol.64,No.3,pp.405-410,Mar.2015.