

유압유니트용 SRM 및 제어기 설계

김봉철, 김태형, 이동희*, 안진우
경성대학교, *OTIS-LG

Design of SRM and Controller for Hydraulic Pump

Bong-Chul Kim, Tai-Hyung Kim, Dong-hee Lee*, Jin-Woo Ahn
Kyungsung Univ., *OTIS-LG

Abstract - This paper presents a design and characteristics analysis of an SRM drive for a hydraulic pump application. A hydraulic pump is used AC Induction motor in conventional applications. The suggested drive system supplies required pressure on-line for energy saving, while conventional one holds the pressure during stand by period. The prototype motor is designed and tested through simulation and experiments.

압시스템을 보여준다. 일반적인 유압시스템은 가변용량형 펌프와 정 속도용 전동기를 사용하여 펌프측의 조작만이 압력을 변화시킬 수 있다. SRM을 적용한 유압시스템은 고정 용량형 펌프에 속도가변이 가능한 SRM 제어 시스템을 적용함으로써 순시압력을 조정시킬 수 있다. 이는 사용 유무에 관계없이 항상 작동하고 있는 일반 유압시스템에서의 에너지 손실을 큰 폭으로 감소시킬 수 있다.

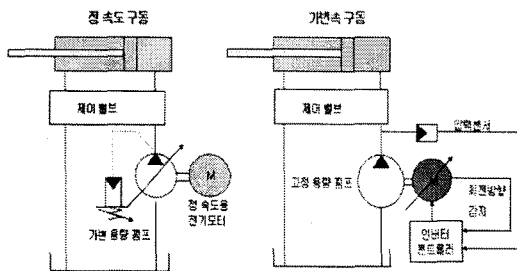
1. 서 론

유압 유니트는 작동유체로 기름을 사용함으로써 큰 힘을 얻을 수 있고, 광범위한 무단변속, 제어성, 완충성이 좋아 산업분야에 광범위하게 이용되고 있다. 그러나 기존의 유압 유니트는 정 속도용 전동기에 가변 용량형 펌프를 사용하여 연속적인 전동기 구동에 많은 에너지 손실을 수반하고 있다.

이에 본 연구에서는 SRM을 사용하여 운전조건에 따라 가변속으로 구동될 수 있는 시스템을 적용하여 고효율 운전 시스템을 구현하고자 한다. 시뮬레이션과 실험을 통해 특성을 해석하고 일반적인 유압 유니트와의 특성을 비교하여 유압 유니트에서의 SRM의 효율성을 입증하고자 한다.

2. SRM의 유압 유니트 시스템 적용

2.1 유압 유니트 시스템의 비교

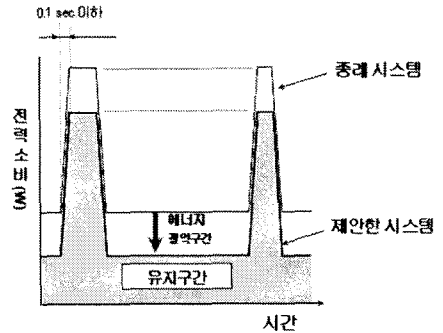


(a) 일반적인 유압시스템 (b) SRM적용 유압시스템

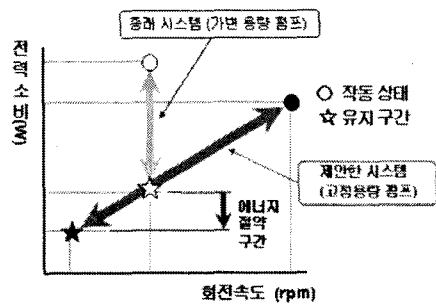
그림 1. 유압 유니트 시스템의 비교
Fig. 1. Comparison of hydraulic pump system

그림 1. 는 일반적인 유압시스템과 SRM을 적용한 유

2.2 유압 유니트 제어원리



(a) 유압 유니트의 작동 패턴



(b) 제어방식

그림 2. 에너지 절약의 원리
Fig. 2. Principle of energy saving

그림 2은 에너지 절약의 원리를 나타내고 있다. 일반적인 유압시스템에서는 전동기는 항상 구동하고 있기 때문에 토출되는 압력을 가변 용량형 펌프에 의해 줄일 경우 줄여진 만큼 에너지 손실이 된다. SRM적용의 유압시

스텝에서는 가변속도제어에 의해 액추레이터의 작동상태에서만 고속회전으로 압력을 유지시켜주고 유지구간에서는 최소한의 회전으로 동작한다. 이 유지구간에서의 작동이 SRM적용 유압 유니트가 많은 양의 에너지를 절약하는 구간이 된다.

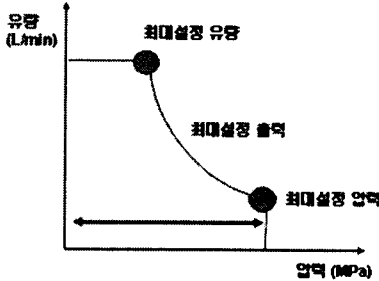
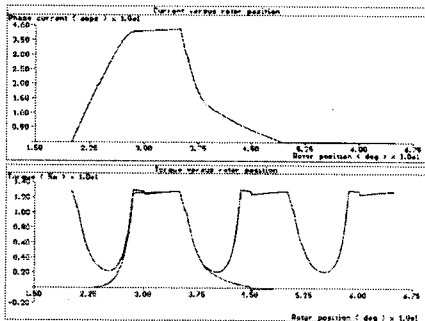


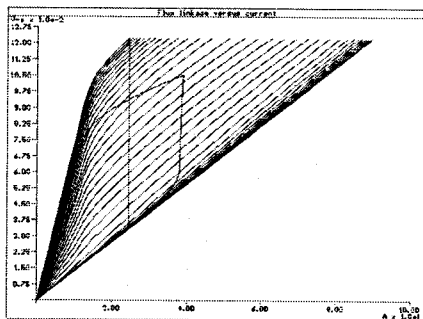
그림 3. 제어방식
Fig. 3. Control pattern

그림 3은 유압 유니트 제어시 제어 형식을 나타낸다. 고압에서는 최대설정 압력에 리미트를 두고 동작하게 된다. 또한, 저압에서는 최대설정 유량에 리미트를 두고 회전수를 조절하게 된다.

2.3 시뮬레이션



(a) 5000[rpm] 전류 - 토크 파형



(b) 5000[rpm]에서의 전류 - 자속 곡선

그림 5. 시뮬레이션 결과
Fig. 5. Simulation results

그림 5(a)는 5000[rpm]일 때의 전류 및 토크파형을 나타낸다. 제어를 고려하지 않은 경우로 실제 구동시스템의 경우는 제어를 통해 토크리플을 최소화 되도록 제어알고리즘을 구현해야한다. 그림 5(b)는 전류-자속 곡선으로 자속의 포화도를 나타낸다.

2.4 전동기의 설계 및 제작

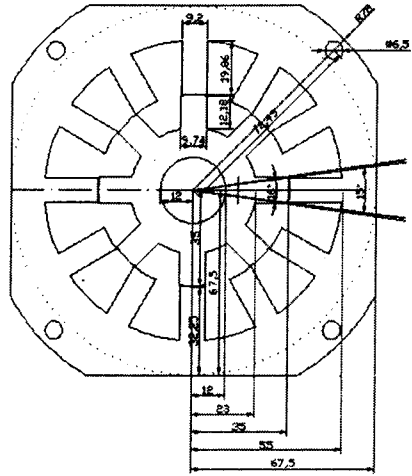


그림 4. 설계된 전동기
Fig. 4. Designed SRM

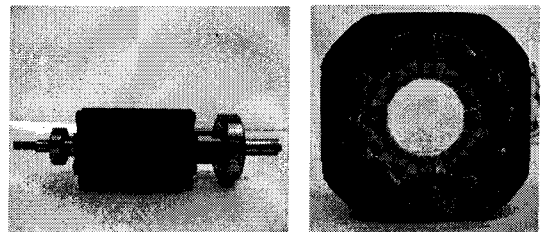
유압 유니트 시스템에 적용되는 SRM의 정격전압은 3상 220V이며 출력 및 맥동 리플 등을 고려하여 12/8극 SRM을 선정하여 치수를 설계하였고, 설계결과는 표 1과 같다.

표 1. 전동기의 재원
Table 1. Specifications of SRM

정격전압	3 ϕ 220V	출력	2.2[Kw]
전류	PEAK 38.789 [A]	토크	Peak to Peak 10.898 [Nm]
	MENA 12.888 [A]		R.N.s 4.388 [Nm]
	R.M.S 19.653 [A]		
속도	5000 [rpm]	극당 권선수	41[turn]
전동기길이	102[mm]	공극	0.2[mm]

표 1은 전동기의 재원을 나타내고 있으며 전동기의 가공성과 제작을 고려하여 최종치수를 결정하였다. 전동기의 길이는 102[mm]로 하였고, 전동기의 극당 권선수는 41[turn], 전동기의 공극은 가공성을 고려하여 0.2[mm]로 설계하였다.

그림 6은 설계에 의해 제작된 전동기이다. 전동기의 형태는 실제 유압 유니트 적용을 고려하여 제작되었었다.



(a) 회전자

(b) 고정자

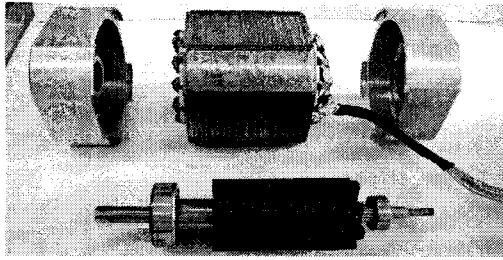


그림 6. 제작된 전동기
Fig. 6. Prototype SRM

2.5 전동기 구동 실험

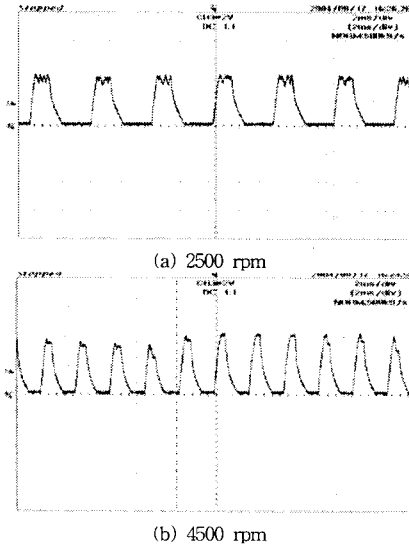


그림 7. 속도에 따른 전류파형 (14A/div; 2ms/div)
Fig. 7. Current curve (14A/div; 2ms/div)

그림 7은 속도에 따른 전류파형을 나타낸다. 정격출력에서의 전류파형으로 소자보호를 위해 전류 제한된 상태이다.

그림 8은 제작된 전동기의 속도 대 토크-효율 곡선이다. 속도 대 효율곡선에서 전체적으로 평균 80%의 효율을 나타내었다. 속도 대 토크 곡선에서도 설계시의 시뮬레이션에 근접함을 알 수 있다.

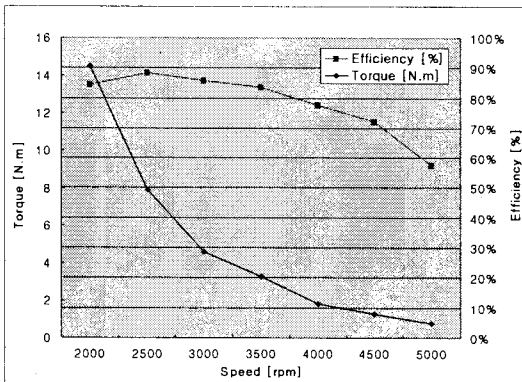


그림 8. 속도 대 토크-효율 곡선
Fig. 8. Speed versus Torque-Efficiency

3. 결 론

유압 유닛은 광범위한 무단변속, 제어성, 완충성이 좋아 산업분야에 광범위하게 이용되고 있다. 그러나 일반적인 유압시스템에서는 불필요한 에너지 손실이 많았다. 이에 낮은 속도에서도 작은 관성력과 큰 토크를 낼 수 있는 SRM을 유압 유닛 시스템에 적용하고자 했다. 그리고 전동기를 설계, 시뮬레이션 하고, 제작하여 전동기 특성까지 실험하였다.

이 후, 제안된 제어방식을 바탕으로 유압 유닛 시스템에 적용하여, 압력-유량 특성, 유압기 응답특성, 유압 상승, 소음성능, 전력소비 등을 검토하여 유압 유닛 적용의 효율성을 입증할 것이다.

이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-2004-002-D00146)

[참 고 문 헌]

- [1] Euxibie E and Thenaisie P : "A Switched Reluctance Drive for Pallet Truck Applications", Intelligent Motion, Proceedings, pp.88-100, June 1990.
- [2] Lawrenson PJ et al : "Variable-speed Switched Reluctance Motors", Proceedings IEE Vol.127, Pt.B, pp.253-265,
- [3] D. W. J. Puller "New Data Base for Switched Reluctance Drive Simulation." Proc. IEE, Vol.138, Pt-B, No.6, pp.331-336, 1991.
- [4] P. H. Chappell, W. F. Ray and R. J. Blake, "Microprocessor Control of a Variable Reluctance Motor", Proc. IEE, Vol.131, No.2, Part.B, pp.51-60, 1984.
- [5] 안진우, 스위치드 릴럭턴스 전동기, 오성미디어, 2001.
- [6] 김봉철, 안진우, "Performance Improvement Desifn and Characteristics Analysis of EPS SRM", 전기학회 하계학술대회, pp. 1022-1024, 2004.