

산업용 저전압 SR모터의 진상각 제어

Advance Angle Control For Industrial Low Voltage SR Motor

°박 대 섭°, 신 두 진°, 허 욱 열°

*인하대학교 전기공학과(Tel : 81-032-860-7394; Fax : 81-032-863-5822
; E-mail:big-fire@hanmail.net)

** 인하대학교 전기공학과(Tel : 81-032-860-7394; Fax : 81-032-863-5822)

*** 인하대학교 전기공학과(Tel : 81-032-860-7394; Fax : 81-032-863-5822)

Abstract : switched reluctance motors and drives are increasingly used in industrial applications due to their robust mechanical structure, low inertia and reduction in the rotor losses. As the motor speed increase turn on angle must be advanced to build up phase current. When C-dump converter is applied to switched reluctance motor, the capacitance of dump C has to have proper value. In this paper advance angle for a switched reluctance motor and capacitance of dump C are investigated. Then proper advance angle and the capacitance of dump-C are propose for the industrial low voltage SR motor

Keywords : switched reluctance motor, advance angle, c-dump,

1. 서론

현대 산업 분야에서 전동기는 주로 정류자 전동기가 많이 사용되고 있다. 그러나 정류자 전동기는 회전자의 권선에 의해 관성 모멘트가 크고, 고속으로 회전 시 뱀런싱의 문제를 가지고 있다. 또한 정류자 전동기는 기계적 정류에 의한 브러쉬와 정류자의 마모에 따라 전자적 정류를 하는 전동기에 비해 수명이 짧다. 브러쉬 없는 직류 전동기는 고속 회전에 의한 영구 자석의 감자 현상이 일어 날 수 있다. 그러한 반면 스위치드 릴럭턴스 모터(Switched reluctance motor)는 회전자에 권선이나 영구 자석이 없으므로 구조가 간단하고 기계적으로 안정되어 있어 고속용으로 적합하다. 또한 전공기 및 구동부의 가격 면에서도 브러쉬 없는 직류 전동기에 비해 낮고 구동 회로의 구성상 inverter의 arm-shot와 같은 문제점이 없어 신뢰성이 높다 [1][2]. Switched reluctance motor를 제어 하기 위해서는 적합한 angle제어가 필요하다. 즉, 정격속도 정격 부하에서는 Peak current가 여기전력에 의해 제한 되는데 이때에는 여기 전력이 인가 전압보다 높으므로 전류의 상승률이 낮고 전류가 Commutation 이전부터 감소될 수 있다. 따라서 고속에서 더 많은 전력을 얻기 위해서는, 점호각을 정렬되지 않은 위치 앞으로 당겨서 인덕턴스가 증가 하는 구간에 들어 가기 전에 상전류를 빨리 build up 시키고 상스위치를 turn on 시키는 advance angle을 크게 해야 한다.[3] 그러나 advance angle이 어느 각 이상 커지면 기동 시 회전 토크를 발생시키지 못하는 구간을 포함하게 된다. 이러한 문제점등을 고려하여 본 논문에서는 산업용 지게차에 SRM을 적용하였을 경우 C-dump회로를 기본으로 하여 적절한 성능을 낼 수 있는 advanced angle과 회로의 각 parameter값의 적정한 범위를 선정하여 제시하며, 모의실험을 통하여 고찰하여 본다.

2. SR Motor의 원리

Switched reluctance motor의 기본적인 구조는 고정자와 회전자가 모두 돌극 구조로 되어 있고 고정자에는 집중권의 권선이 감겨져 있다. 회전자의 위치에 따라서 각상의 인덕턴스가 변화하며, 고정자 권선에 전류를 가하면 자기 회로의 인덕턴스를 크게 하는 방향으로 토크를 발생 시킨다. 각 상의 기본 도통각은 8/6 구조의 4상 모터의 경우 22.5° 이고, 1회전 시 각 상 당 2회의 도통 구간이 존재한다.

Switched reluctance motor의 인덕턴스는 전류와 회전자의 회전각에 따라 변화를 하는데 모터의 fringing 영향을 무시하면 인덕턴스 형상은 그림 1에서와 같은 사다리꼴 형상이 된다. 인덕턴스 형상은 4개의 영역으로 나눌 수 있다. 회전자 돌극과 고정자 돌극이 마주보고 있는 최대 인덕턴스 구간과, 두 돌극이 완전히 어긋나 있는 최소 인덕턴스 구간, 두 돌극이 만나기 시작하는 증가 구간, 두 돌극이 어긋나기 시작하는 감소구간의 4개 영역이다.

Switched reluctance motor의 전압 및 토크 식은 코어가 포화 되지 않았을 때 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V = Ri + L(\theta, i) \frac{di}{dt} + \omega i \frac{dL}{d\theta} \quad (1)$$

$$\tau = \frac{1}{2} i^2 \frac{dL}{d\theta} \quad (2)$$

Switched reluctance motor의 전기적 토크는 식(2)에서 보는 바와 같이 상전류의 방향과 는 상관없고 전류의 크기와, 상 인덕턴스의 회전자 위치에 대한 변화량에 비례한다. 인덕턴스가 증가하는 구간에서는 정 토크가 발생하고 인덕턴스가 감소하는 구간에서는 역 토크가 발생한다. 토크의 크기를 크게 하기 위해서는 인덕턴스가 증가하기 전에 미리 전류를 증가 시켜 인덕턴스가 증가하는 구간에서 최대 토크를 발생하게 해야 한다. 또한 역 토크의 발생을 방지하기 위해서는 인덕턴스가 감소하는 구간에서 전류가 흐르지 않도록 전류를 빨리 감소 시켜야 한다. 이를 위해 상 스위치를 정상적인 turn on 시간보다 미리 turn on 시켜야 하며, 스위치의 turn on 각은 advance angle로 조정한다. 그림 1에 나타난 바와 같이 advance angle은 상 스위치의 turn on각이