

# 유도전동기의 고틈를 속도 제어

라 대희°, 이 광원  
아주대학교 제어공학과

Velocity Control of Induction Motor with high power factor

Dae-hee La , Kwang-won Lee  
Dept. of Control Eng., A-jou Univ.

## Abstract

At an operating point of the induction motor, there are many sets of stator frequency and voltage. This paper presents an algorithm to determine the stator frequency and voltage which maximizes the power factor without any informations of motor parameters.

Improvement of efficiency is also expected due to high-power-factor operation.

방법은 정확한 자속 정보와 현재 전동기의 변수(Parameter)를 정확히 알고 있어야 하고 자속 측으로의 좌표 변환등의 복잡한 계산을 수행하기 위해 디지털 시그널 프로세서(DSP, Digital Signal Processor)등의 고속 연산용 칩이 요구된다.

본 논문은 벡터 제어의 복잡한 계산을 줄이고 전동기 변수에 대한 정보없이 상전류와 상전압을 직접 검출하여 최고 역률점에서 유도기를 구동하려 한다.

이 방법을 유도전동기 구동에 응용할 경우 효율 및 역률의 개선과 이에 따른 에너지 절약을 기대할 수 있겠다.

## 1. 서론

오늘날 산업 전자 부문에 있어서 전동기 서보(Servo)가 차지하는 비중은 매우 크다고 할 수 있다.

전동기중에서 직류기는 비교적 제어하기 쉬워 많이 이용되었으나 정류자와 브러시(Brush)가 있어야 하는 불편 때문에 사용하는데 제약을 받았다. 이런 문제점 때문에 교류기의 서보화가 요구되어 왔다. 현재 많이 사용되는 브러시리스(Brushless) 전동기는 직류기와 동일한 제어 방식을 사용할 수 있으나 제작이 불편하다. 이에 비해 유도기는 제작이 간편하여 대용량화하기 쉬운 반면 제어하기가 복잡한 단점이 있다.

최근 연구되는 유도전동기의 벡터 제어는 고정자 자속 성분과 회전자 전류 성분을 상전류에서 검출하여 제어하는 방식으로, 이

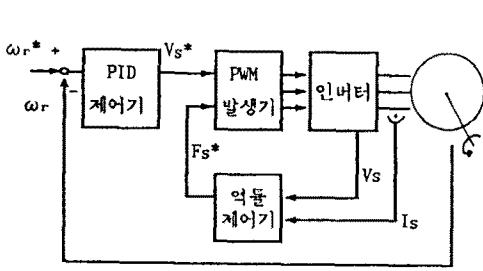
## 2. 역률 제어 방법

일반적으로 주어진 동작점의 동작 조건을 만족하는 주파수와 전압의 조합은 많다.

이런 조합 중에서 역률이 최대인 주파수와 전압의 조합을 찾아 동작점으로 채택한다.

우선 서보 조건을 만족해야 하므로 토크에 상대적으로 밀접한 관계를 가지는 전압을 조절하여 속도를 제어하고, 역률 제어는 주파수를 조절하여 위 조건을 만족하는 주파수와 전압을 결정한다.

이때 속도 제어인 전압 제어는 응답을 빠르게 하고 역률 제어인 주파수 제어는 상대적으로 응답을 느리게 한다.



그림(2.1)

### 3. 제어기 구성

#### 3-1. 속도 제어기

본 논문에서는 일반적인 PID제어기를 속도 제어기로 채택한다.

속도 오차( $e_r$ )와 속도 오차 변화량( $\dot{e}_r$ )을 입력 변수로 하여 출력값( $V_s^*$ )을 결정한다.

$$V_s^* = K_p e_r + K_d \dot{e}_r + K_i \int e_r \quad (3-1)$$

#### 3-2. 역률 제어기

역률 제어는 상전압과 상전류를 여과하여 직접 역률을 계산한다.

계산된 역률을 과거의 값과 비교하여 역률이 좋아지는 방향으로 주파수를 증감시킨다.

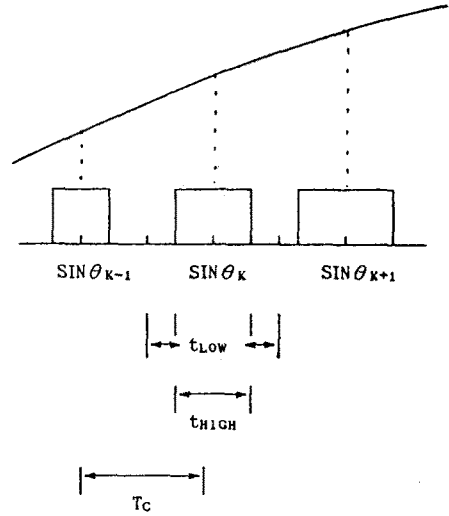
$$F_s^*(k+1) = F_s(k) + \Delta F_s \quad (3-2)$$

$$dpf = SIGN[pf(k) - pf(k-1)] \quad (3-3)$$

$$\Delta F_s = f(dpf) \quad (3-4)$$

#### 3-3. 펄스폭변조(Pulsewidth Modulation, PWM)방식

PWM방식에는 여러 가지가 있는데 그 중에서 정현파 PWM의 디지털 방식으로 영향력 있는 고조파들이 스위칭 주파수 부근에 모여 여과하기 쉬운 일정 추출 PWM (Regular Sampled PWM)을 채택하여 사용한다.



그림(3.1)

$$t_{High} = \frac{T_c}{2} (m \sin \theta + 1)$$

$$t_{Low} = T_c - t_{High}$$

$T_c$ : sampling period of sine

$m$ : modulation index ( $= \frac{V_s}{V_{max}}$ )

$V_{max}$ : maximum  $V_s$

$$\theta(k+1) = \theta(k) + \omega_s T_c$$

여기서  $t_{High}$ 은 인버터의 상단 스위치가 on인 시간을 나타내며,  $t_{Low}$ 는 하단 스위치가 on인 시간을 나타낸다.

### 4. 시뮬레이션 결과

#### 표(4.1) 대상 전동기의 정수

정격 출력 : 5 [HP]      정격 속도 : 364 [rad/s]

정격 전압 : 120[V/상]      정격 전류 : 15 [A/상]

정격 토크 : 14.82[Nm]

J : 0.38 [Kg m<sup>2</sup>]

M : 0.06[H]

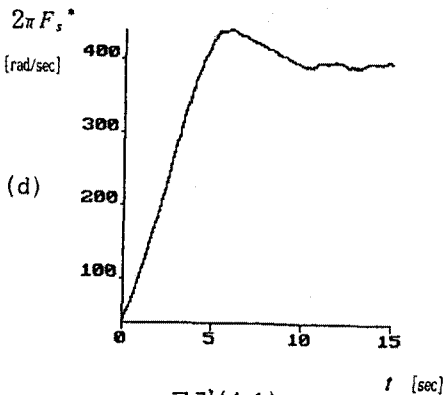
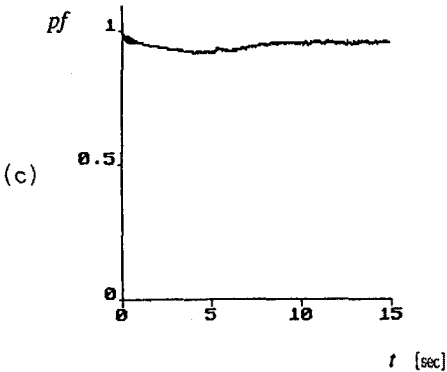
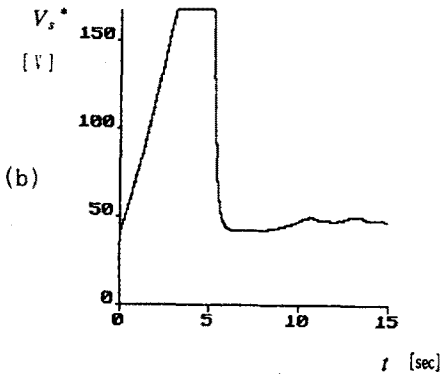
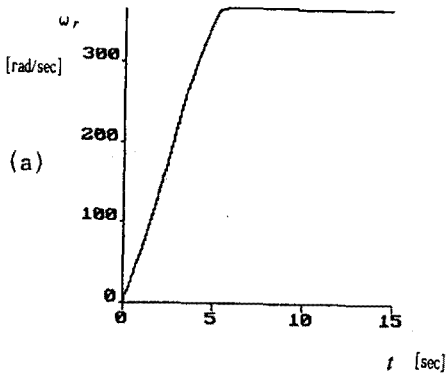
Ls : 0.0019[H]

Lr : 0.0019[H]

Rs : 0.6 [Ω]

Rr : 0.4 [Ω]

p : 2 극



그림(4.1)

본 논문에서 제시한 알고리즘을 시뮬레이션한 결과를 그림(4.1)에 나타낸다.

(a)와 (b)는 기준 속도에 대한 속도 응답과 상 전압의 최대값의 변화 추이를 보이고, (c)와 (d)는 역률과 전원 주파수의 변화 추이를 보인다.

(b)와 (d)에서 보듯 기준 속도를 맞춘 후 주파수를 가변하여 역률을 개선한다.

### 5. 참고 문헌

1. B.K. Bose, "Power Electronics and AC Drives." Prentice-Hall, 1986.

2. M. J. Fisher, "Power Electronics." PWS-KENT Publ. Co., 1991.

3. T. Kenjo, "Power Electronics for the Microprocessor Age." Oxford University Prss, 1990.

4. JMD Murphy and FG Turnbull, "Power Electronic Control of AC Motors." Pergamon Press, 1988.

5. A. Kusko and D. Galler "Control Means for Minimization of Losses in AC and DC Motor Drives", IEEE Trans. Ind. Appl., Vol 19, No 4, pp 561-570, July, 1983

6. Bimal K. Bose and Hunt A. Sutherland "A High Performance Pulsewidth Modulator for an Inverter-fed Drive System Using a Microcomputer", IEEE Trans. Ind. Appl., Vol 19, No 2, pp235-243, Mar./Apr., 1983