

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ H02P 7/00	(45) 공고일자 1999년01월15일	(11) 등록번호 특0162434	(24) 등록일자 1998년08월29일
(21) 출원번호 특1995-046020	(65) 공개번호 특1997-055206	(43) 공개일자 1997년07월31일	
(22) 출원일자 1995년12월01일			
(73) 특허권자 엘지전자주식회사 구자홍			
(72) 발명자 조관열			
(74) 대리인 박장원			

심사관 : 김남정

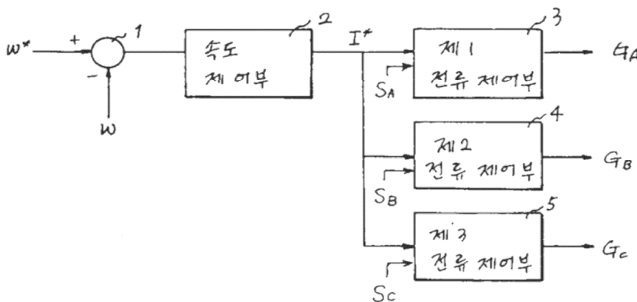
(54) 스위치드 리럭턴스 모터의 속도제어 장치

요약

본 발명은 스위치드 리럭턴스 모터의 속도제어에 관한 것으로, 종래 장치에서는 어드밴스 각을 일정하게 고정시켜 운전하기 때문에 넓은 범위의 가변속 제어시 각각의 운전속도에 맞는 최적의 어드밴스 각으로 운전할 수 없을 뿐만 아니라 속도오차에 의한 부하토크의 변동시 속도제어의 응답이 느리거나 응답속도의 오버슈트 또는 진동(fluctuation)현상이 발생하여, 구동 효율이 떨어지고 부하변동에 따라 인가전류의 크기가 증가하므로 소자에 과부하가 걸리게 되어 시스템의 신뢰성을 저하시키는 문제점이 있었다.

본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 부하토크의 변동에 따른 속도변화를 짧은 시간에 감소시켜 모터속도가 주어진 속도명령을 신속히 추종하도록 하여 원하는 속도에 이르고, 회전자 회전속도의 변화에 따라 어드밴스 각을 산출함으로써 최적의 어드밴스 각으로 운전할 수 있게 하였다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

스위치드 리럭턴스 모터의 속도제어 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 종래의 스위치드 리럭턴스 모터의 속도제어 장치 블록도.

제2도 (a)는 한 상의 인덕턴스 파형도.

(b)는 (a)에 따른 저속 회전시의 도통구간.

(c)는 (a)에 따른 고속 회전시의 도통구간.

제3도는 본 발명 스위치드 리럭턴스 모터의 속도제어 장치의 블록도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 100 : 감산기
- 200 : 속도제어부
- 300 : 부하토크 검출부
- 400 : 토크제어부
- 500 : 어드밴스 각 발생부
- 600,700,800 : 제1, 제2, 제3전류 제어부

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 스위치드 리럭턴스 모터(Switched Reluctance Motor, 이하 SRM)의 속도제어에 관한 것으로,

특히 전류의 공급시점을 모터의 운전속도에 따라 가변시키고, 속도오차에 의해 제어를 함으로써 시스템의 효율을 상승시키고 신뢰성을 높일 수 있게 한 SRM의 속도제어 장치에 관한 것이다.

일반적으로 SRM은 고정자의 극수가 6, 회전자의 극수가 4인 6/4구조, 고정자의 극수가 8, 회전자의 극수가 6인 8/6구조 및 6/4구조와 8/6구조의 배수 구조로 이루어지며, 6/4구조와 그 배수구조의 고정자 권선은 3상권선이고, 8/6구조와 그 배수구조의 고정자 권선은 4상권선이다.

이와 같은 구조를 가진 SRM의 속도 또는 토크제어를 위해서는 회전자 위치를 검출하기 위한 회전자 위치 검출장치와 전원을 입력받아 이를 정류, 평활하여 고정자 권선에 공급해 주는 전력변환회로 및 속도 또는 토크제어장치가 필요하다.

제1도는 3상권선을 갖는 종래 SRM의 속도제어 장치의 블록도로서, 이에 도시한 바와 같이 기준속도(ω^*)와 모터 회전자의 회전속도(ω)를 비교하는 감산기(1)와, 상기 감산기(1)의 출력을 입력으로 하여 기준 전류 명령(i^*)을 발생시키는 속도제어부(2)와, 회전자 각상의 회전자 위치정보(S_A, S_B, S_C)를 입력받아 각각의 상전류를 상기 기준전류 명령(i^*)과 일치하도록 제어하는 제1, 제2 및 제3전류 제어부(3,4,5)로 구성된 것으로, 이와 같이 구성된 종래 SRM의 속도제어 장치의 작용을 설명한다.

기준속도(ω^*)와 검출한 모터 회전자의 회전속도(ω)를 감산기(1)에서 감산 비교한 후 적용대상에 따라 비례적분제어, 비례제어 및 가변구조제어등을 하는 속도제어부(2)에서 기준전류 명령(i^*)을 발생시키며, 제1, 제2 및 제3전류 제어부(3,4,5)에서는 각각의 회전자 위치정보(S_A, S_B, S_C)를 입력받아 회전자의 위치에 따라 전류를 인가할 고정자의 상이 결정되면 상기 기준전류명령(i^*)을 입력받아 각 상의 전류를 기준전류명령(i^*)과 일치되도록 제어하여 전력변환회로의 스위칭소자(도면 미도시)의 게이트의 단자(G_A, G_B, G_C)에 공급한다. 따라서 고정자의 상전류 인가 구간은 회전자의 위치 및 속도에 의해 결정된다.

제2도의 (a)는 고정자 한 상의 인덕턴스를 도시하며, 고정자 한상의 인덕턴스는 고정자와 회전자의 위치가 엇갈릴때 최소가 되며 일치할때 최대가 된다.

제2도의 (b)는 저속 회전시 (a)에 따른 한상의 상전류 도통구간($Q_{on} \sim Q_{off}$)을, (c)는 고속 회전시 (a)에 따른 한상의 상전류 도통구간($Q_{on} \sim Q_{off}$)을 나타내며, 이때 α 는 어드밴스(advance) 각을 나타낸다. 즉 고속회전시에는 고정자와 회전자의 위치가 일치하기 이전에 턴오프시키게 된다.

이때의 턴오프(Q_{off}) 시점은 회전자의 속도, 부하 토크에 따라 변한다. 즉, 속도가 증가할수록 어드밴스 각(α)은 증가하게 된다.

이와 같은 종래의 SRM의 속도제어 장치에서는 상기 어드밴스 각을 일정하게 고정시켜 운전하기 때문에 넓은 범위의 가변속 제어시 각각의 운전속도에 맞는 최적의 어드밴스 각으로 운전할 수 없을 뿐만 아니라 속도오차에 의한 부하토크의 변동시 속도제어의 응답이 느리거나 응답속도의 오버슈트 또는 진동(fluctuation) 현상이 발생하며, 이로인해 SRM의 구동 효율이 떨어지고 부하변동에 따라 이전과 동일한 출력을 얻기 위해서는 인가전류의 크기가 증가하므로 소자에 과부하가 걸리게 되어 시스템의 신뢰성을 저하시키는 문제점이 있었다.

본 발명은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여, 부하토크를 산출하고 이에 대한 토크제어를 수행하여 부하토크의 변동에 따른 속도변화를 짧은 시간에 감소시켜 모터속도가 주어진 속도명령을 신속히 추종하도록 하고 회전자의 회전속도의 변화에 따라 어드밴스 각을 산출함으로써 최적의 어드밴스 각으로 운전할 수 있게 하여 효율을 증가시킬 수 있게 창안한 것으로, 이를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

제3도는 본 발명 SRM의 속도제어 장치의 블록도로서, 이에 도시한 바와 같이 기준속도(ω^*)와 모터 회전자의 회전속도(ω)를 비교하는 감산기(100)와, 상기 감산기(100)의 출력을 입력으로 하여 명령토크(T^*)을 발생하는 속도제어부(200)와, 회전자의 위치에 따른 인덕턴스의 변화량 및 각각의 상전류로부터 부하토크(T_L)를 산출하는 부하토크 검출부(300)와, 이 부하토크(T_L)와 상기 명령토크(T^*)를 비교하여 비례제어 또는 비례적분제어에 의해 토크제어를 수행하고 기준전류명령(i^*)을 계산하는 토크제어부(400)와, 모터 회전자의 회전속도(ω)에 따른 최적의 어드밴스 각(α)을 발생하는 어드밴스 각 발생부(500)와, 상기 토크 제어부(400)로부터 계산된 기준전류명령(i^*)과 상기 어드밴스 각이 고려된 회전자의 위치정보($S_A(\theta + \alpha), S_B(\theta + \alpha), S_C(\theta + \alpha)$)를 입력받아 각 상에 공급할 상전류가 상기 기준전류명령(i^*)을 추종하게끔 전류제어를 한 후 상전류를 전력변환회로의 각각의 스위칭 소자의 게이트 단자(G_A, G_B, G_C)로 공급하는 제1, 제2 및 제3전류제어부(600,700,800)로 구성된 것으로, 이와같이 구성된 본 발명의 작용 및 효과를 상세히 설명하면 다음과 같다.

기준속도(ω^*)와 검출한 모터 회전자의 회전속도(ω)를 감산기(100)에서 비교한 후 속도제어부(200)에서는 속도의 오차량에 따라 토크명령(T^*)을 발생한다. 이때, 속도오차의 양이 크면 토크명령(T^*)을 크게하여 회전자 속도가 속도명령을 더 빨리 추종하도록 한다.

일반적으로 상기 속도제어부(200)는 비례제어, 비례적분제어 또는 적분제어등을 사용하며 최적제어, 적응제어 및 가변구조제어등도 사용될 수 있다.

부하토크 검출부(300)는 위치에 따른 인덕턴스 변화량 및 상전류로부터 부하토크(T_L)를 산출하는데, 3상

의 경우 비포화영역(unsaturated region)에서 이 부하토크(T)는 아래식과 같이 주어진다.

$$T = \frac{1}{2} i_A^2 \frac{dL_A}{d\theta} + \frac{1}{2} i_B^2 \frac{dL_B}{d\theta} + \frac{1}{2} i_C^2 \frac{dL_C}{d\theta} \quad (1)$$

한편, 4상 권선을 갖는 SRM의 경우에는 아래식과 같다.

$$T = \frac{1}{2} i_A^2 \frac{dL_A}{d\theta} + \frac{1}{2} i_B^2 \frac{dL_B}{d\theta} + \frac{1}{2} i_C^2 \frac{dL_C}{d\theta} + \frac{1}{2} i_D^2 \frac{dL_D}{d\theta} \quad (2)$$

상기 식에서 회전자 위치에 따른 고정자 각 상의 인덕턴스 변화량은 위치에 따라 주기성을 갖고 있으므로 어느 한 상의 값만을 알면 나머지 상에 대한 값은 계산할 수 있다. 그러므로 상기 식(1)에서 회전자 위치에 따른 A상의 인덕턴스의 변화량을 계산 또는 측정에 의해 값을 얻은 후 B 및 C상의 인덕턴스 변화량은 주기성을 고려하여 다음과 같이 계산해 낼 수 있다.

$$\frac{dL_B}{d\theta} = \frac{d}{d\theta} L_A \left(\theta - \frac{2}{3}\pi \right) \quad (3)$$

$$\frac{dL_C}{d\theta} = \frac{d}{d\theta} L_A \left(\theta + \frac{2}{3}\pi \right) \quad (4)$$

상기 식(1)과 식(3)(4)로부터 부하토크(T)는 다음과 같이 계산한다.

$$T = \frac{1}{2} i_A^2 \frac{dL_A}{d\theta} + \frac{1}{2} i_B^2 \frac{d}{d\theta} L_A \left(\theta - \frac{2}{3}\pi \right) + \frac{1}{2} i_C^2 \frac{d}{d\theta} L_A \left(\theta + \frac{2}{3}\pi \right) \quad (5)$$

상기와 같은 부하토크 계산과정에 필요한 회전자의 위치에 따른 인덕턴스의 변화량은 롬테이블에 저장한 후 주어진 위치에 해당하는 값을 읽어냄으로써 얻을 수 있고, 각 상에 흐르는 전류는 측정으로 얻을 수 있으므로 계산량을 줄일 수 있다.

상기 식(2)와 같이 주어진 4상의 경우에 대해서도 위와 같은 방법에 의해 한 상의 인덕턴스의 변화량을 알고 있으면 나머지 3상의 변화량을 구할 수 있으므로 계산량을 줄일 수 있다.

토크제어부(400)는 상기 부하토크 검출부(300)에서 산출한 부하토크(T_L)와 상기 속도제어부(200)로부터의 토크명령(T*)을 비교하여 회전자의 위치에 따른 각 상의 기준 전류명령(i*)을 발생시킨다. 즉, 부하토크(T_L)가 운전상태 또는 외부환경에 의해 영향을 받아 변할 경우 빠른 시간내에 이 부하토크(T_L)를 검출하여 비례제어 또는 비례적분제어에 의해 토크제어를 수행함으로써, 부하토크(T_L)의 변동에 따른 속도변화를 단시간에 작게 만들어 모터의 회전속도가 주어진 속도명령을 곧바로 추종하도록 한다.

한편, 모터의 회전속도가 증가할 경우에는 어드밴스 각은 커야 하고, 감소할 경우에는 작아야 한다. 이를 위하여 어드밴스 각 발생부(500)에서는 모터회전자의 회전속도에 따른 최적의 어드밴스 각을 실험에 의해 구하여 롬테이블에 저장시켜 놓고 주어진 회전속도에 해당하는 어드밴스 각을 롬테이블에서 읽어낸다.

제1, 제2 및 제3전류 제어부(600,700,800)에서는 상기 토크제어부(400)로부터 계산된 기준 전류명령(i*)과 어드밴스 각이 고려된 각각의 회전자 위치정보(S_A(θ+α), S_B(θ+α), S_C(θ+α))를 입력받아 상의 전류가 상기 기준 전류명령(i*)을 추종하도록 전류제어를 하고 이 전류명령을 전력변환회로의 각각의 스위칭소자로 공급함으로써 모터에 전류를 공급한다.

이상에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은 부하토크의 변동에 따른 속도변화를 짧은 시간에 감소시켜 모터속도가 주어진 속도명령을 신속히 추종하도록 하여 원하는 속도에 이르고, 회전자 회전속도의 변화에 따라 어드밴스 각을 산출함으로써 최적의 어드밴스 각으로 운전할 수 있게 하여 시스템의 효율을 증가시키고 신뢰성을 높일 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

기준속도와 모터 회전자의 회전속도를 비교하는 감산기와, 상기 감산기의 출력을 입력으로 하여 명령토크를 발생하는 속도제어부와, 회전자의 위치에 따른 인덕턴스의 변화량 및 각각의 상전류로부터 부하토크를 산출하는 부하토크 검출부와, 이 부하토크와 상기 명령토크를 비교하여 비례제어 또는 비례적분제어에 의해 토크제어를 수행하고 기준 전류명령을 계산하는 토크제어부와, 모터회전자의 회전속도에 따른

어드밴스 각을 발생시키는 어드밴스 각 발생부와, 상기 토크제어부로부터 계산된 기준전류명령과 상기 어드밴스 각이 고려된 회전자 위치정보를 입력받아 각 상에 공급할 상전류가 전류명령을 추종하게끔 전류제어를 한 후 상전류를 전력변환회로의 각각의 스위칭 소자로 공급하는 제1, 제2 및 제3전류제어부로 구성되어 된 것을 특징으로 하는 스위치드 리랙턴스 모터의 속도제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 부하토크 검출부는 회전자의 위치에 따른 인덕턴스의 변화량을 롬테이블에 저장시켜 놓고 회전자의 위치에 따라 그에 해당하는 인덕턴스의 변화량을 상기 롬테이블로부터 읽어내게 구성된 것을 특징으로 하는 스위치드 리랙턴스 모터의 속도제어 장치.

청구항 3

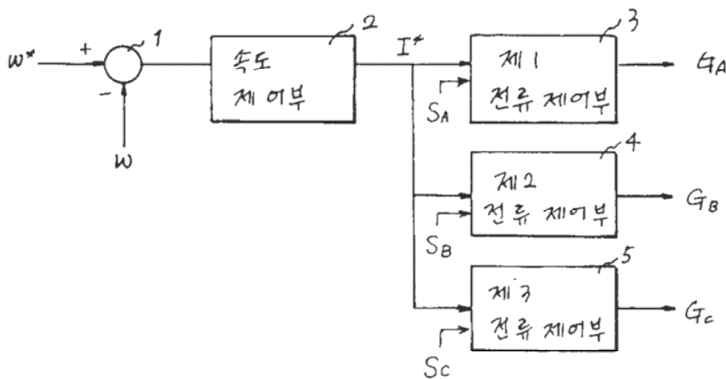
제1항에 있어서, 토크제어부는 부하토크와 토크명령을 비교하여 회전자의 위치에 따른 각 상의 전류명령을 발생시키게 구성된 것을 특징으로 하는 스위치드 리랙턴스 모터의 속도제어 장치.

청구항 4

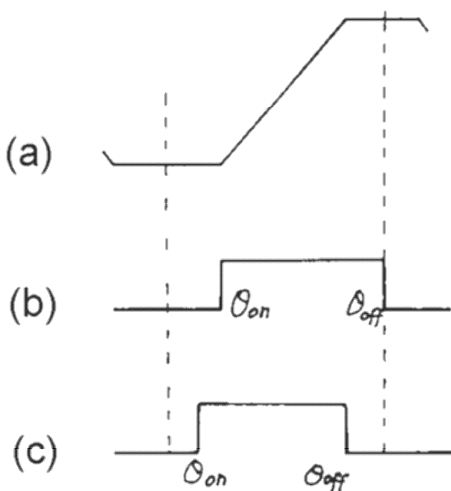
제1항에 있어서, 어드밴스 각 발생부는 모터 회전자의 회전속도에 따른 어드밴스 각을 실험에 의해 구하여 롬테이블에 저장시켜 놓고 주어진 회전속도에 따라 그에 해당하는 어드밴스 각을 상기 롬테이블로부터 읽어내게 구성된 것을 특징으로 하는 스위치드 리랙턴스 모터의 속도제어 장치.

도면

도면1



도면2



도면3

