

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
H02P 6/02

(45) 공고일자 1994년04월07일  
(11) 공고번호 특1994-0002924

(21) 출원번호	특1988-0700657	(65) 공개번호	특1988-7001999
(22) 출원일자	1988년06월10일	(43) 공개일자	1988년11월07일
(86) 국제출원번호	PCT/SE 87/000442	(87) 국제공개번호	WO 88/02951
(86) 국제출원일자	1987년10월01일	(87) 국제공개일자	1988년04월21일

(30) 우선권주장 8604307-2 1986년10월10일 스웨덴(SE)  
(71) 출원인 이엠에스 일렉트로닉 모터 시스템즈 에이비 앤더스 올슨  
스웨덴왕국, 스톡홀름 에스-11725, 에스 멜라스트랜드, 한트 페르카렌 에스/에스

(72) 발명자 헤드룬트, 구나르  
스웨덴왕국, 스톡홀름 에스-11533, 산델스 가탄 10  
룬드 베르크, 헨릭  
스웨덴왕국, 스톡홀름 에스-11354 로스라그스 가탄 37  
(74) 대리인 나영환

심사관 : 윤병삼 (책자공보 제3592호)

(54) 모터 작동 회로

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

모터 작동 회로

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따른 제어 시스템의 일 실시예를 나타내는 회로도.

제2도 내지 제5도는 본 발명이 동작하는 방식을 나타낸 도면.

제6도는 제1도에 도시된 회로를 보충하기 위한 회로도.

제7도는 본 발명의 동작 방식을 나타내는 추가 도면.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 청구 범위 1항의 서두에 기재된 릴럭턴스 모터용 작동 회로에 관한 것이다.

가변 릴럭턴스 모터, 특히 스위치식 타입 구동 모터에 칭하는 모터에서 어느 한 상으로부터 다른 상으로 전환하기 위한 가장 통상의 방법은 회전자의 회전 위치에 대응해서 제어 신호를 발생시키는 하나 이상의 회전자를 사용하는 것이다. 그러나 이러한 방법은 회전자에 추가 소자를 예비로 갖고 있어 실제로 많은 결점으로 인하여 지장을 초래하여 특히, 좋지 못한 작업 환경하에서 에러 발생의 상승을 초래한다.

가변 릴럭턴스를 갖고 작동하는 무브러쉬 모터는 본 분야에 잘 알려져 있다. 본 발명에 관한 가변 릴럭턴스 모터의 종류로는 하나 이상의 위상 배열로 된 하나 이상의 여자 권선을 갖는 회전자가 있는데 각각의 상(phase) 권선에 대해 각각의 가동 또는 작동 상태를 갖는다. 고정자 및 회전자는 기계적인 토크를 발생시키기 위해 자기 회로를 형성하는데, 기계적인 토크는 가동 또는 작동 권선의 암페어 회수의 제곱 및 퍼미언스 변화 시간에 거의 비례하고 그 퍼미언스 변화 시간은 모터내의 회전자 이동과 함수 관계를 갖는다. 고정자에 대한 회전자의 위치 이동은 결과적으로 릴럭턴스의 변화 및 회전자 권선의 자기 회로에 있어서 퍼미언스의 변화를 초래한다.

토크는 권선의 암페어 회수가 회전자 변위 또는 이동으로 인하여 퍼미언스가 증가하는 시간 간격 이상을 유지할 경우 모터의 구동 방향에서만 얻어진다. 그러므로 상기 각각의 권선에 대해 어떤 기간 동안에만 작동된 각각의 권선을 유지하는 것이 필요시 된다. 구동 기술에 속하는 몇가지 이유에서 동시에 하나의 고정자 위상을 가동시키는 것이 편리하기는 하지만 전적으로 필요한 것은 아니다. 한 상으로부터 다른 상으로의 전환은 권선에 대한 전류의 공급이 회전자 변위 또는 이동으로 증가된 퍼미언스를 초래하는 하나의 회전자 위치 간격동안 각각의 상권선이 가동되거나 작동되도록 영향을 미칠 수가 있다. 각각의 상권선에 대한 전류의 공급은 권선의 암페어 회수가 회전자 변위 또는 이동으로 퍼미언스 감소를 초래하는 각각의 회전자 위치간격동안 적합하게, 중지되거나 감소된다. 전술한 바와같이, 이러한 관점에서 가장 유용한 방법은 회전자의 위치를 감지하고, 감지기 제어식 회로를 사용하여 작동 전류를 제어하기 위해 추가의 회전자 감지기를 사용하는 것이다.

그러나 이러한 회전자 위치 감지기 없이 그들 역할을 수행할 수 있는 방법 및 수단을 개발하는 일반적인 의도가 있었다. 작동 전압이 온 오프될 수 있는 적당한 시점을 제공하기 위하여 고정자 권선 및 주변 회로의 전류 또는 전압 특성의 변화를 이용하는 몇가지 시도가 있었다. 구동 모터 타입인 스위칭 릴럭턴스 모터에 있어서, 특별한 문제점은 그들이 고속 및 저속의 양 모드에서 가동될 수 있다는 것이다. 작동 전압을 제어할 목적으로 모터 특성을 감지하기 위한 기구를 통합하는 공지된 시스템의 대부분은 주로 스테핑 모터(stepping motor)용으로 쓰이지만 비교적 저모터 속도에서의 그 기능은 낮은 실행력을 갖고 최대 모터 속도의 50%를 초과하는 속도에 대해서는 전혀 실행력이 없다. 미합중국 특허 제3,980,933호에 기재된 릴럭턴스 모터 제어 시스템에 있어서는, 회전자가 회전하고, 스위칭 소자의 출력이 비전도성인 경우에 고정 권선에서 유도된 기전력(EMF)이 감지된다고 기술하고 있다. 스위칭 소자의 출력은 EMF가 소정의 레벨에 도달하는 경우에 전도성으로 된다. 이러한 모터는 간섭 마진을 얻기 위해 어느 정도의 바이어스 전류를 필요로 한다. 그 결과로 전력손이 발생된다. 또한, 회전자 위치가 감지되는 시간 주기 동안은 권선을 통과하는 작동 전류가 없기 때문에, 모터의 최대 부하를 거는 것이 불가능하다. 그러므로, 여자 또는 작동, 전류는 상권선중의 어느 하나를 통해서 항상 통과되어야만 한다. 미합중국 특허 제4,520,302호에 기재된 다른 릴럭턴스 모터 제어 시스템의 경우에, 고정 권선을 통과한 전류의 흐름이 회전자의 위치를 나타내기 위해 한 레벨에서 다른 레벨로 상승하거나 하강하는 시간을 측정하기 위한 수단이 제공된다. 그러므로 전류의 흐름은 상기 제어시에만 감지된다. 이러한 시스템은 스테핑 모터를 제어하기 위한 것인데, 고속에서 낮은 해결 능력 즉, 최대 모터 속도의 50% 이상의 속도를 갖는다.

본 발명의 목적은 감지기는 사용되지 않지만, 모든 모터 속도 및 부하에서 모터를 구동시킬 수 있는 릴럭턴스 모터 구동 회로를 제공하는 것이다. 이러한 목적은 청구 범위 제1항의 특정 기능을 갖는 작동 회로를 사용함으로써 이루어진다. 또한 본 발명의 다른 특징은 나머지 청구 범위에서 기재된다.

주어진 속도  $V_n$  이상의 속도에서, 권선에 인가되는 전압 공급을 차단하기 위한 신호는 측정 과정에 의해 직접적으로 영향을 받는 모터의 구동 없이 상기 권선을 통과하는 전류 및 그 양단 전압 모두로부터 직접적으로 유도된다. 여기서,  $V_n$  이상의 속도로 회전자 위치 감지기의 기능을 충분히 대신할 수 있는 기능이 얻어진다. 회전자가 회전함에 따라, 각 고정 권선의 인덕턴스는 상기 회전 기간 동안 퍼미언스의 변화로 인하여 주어진 곡선 모양에 따라 변한다. 본 발명에 따라서, 권선의 인덕턴스가 소정의 값  $L_k$ 를 갖는 시간은 각 상권선용으로 유도된 다음, 산술 유닛은 감지 시점에 이어지는 시점을 계산하고 권선에 인가된 작동전압의 공급을 차단하기 위해 모터의 일반적인 동작 조건에 따라 변화하는 동작 파라미터에 좌우된다.

본 발명은 이하 첨부 도면을 참조로 하여 보다 상세히 기술된다.

제1도는 3상 릴럭턴스 모터 상의 3상 권선 L1, L2, L3를 나타낸다. 본 발명은 모터의 상수에 제한되지 않으나 여기서는 예로서 3상만을 도시한다. 모터는 dc전압 V에 의해 구동되는데 그 전압의 예로 310V가 사용되며 그 전압은 구동 타입 및 스위치 타입 릴럭턴스 모터용의 통상 전압이다. 접지와 전원의 (+)단자 사이의 상권선 L1은 전류 측정 저항 R1, 전력 트랜지스터 Ta1의 소오스 드레인 통로 및 전력 트랜지스터 Tb1을 결합하는 회로에 놓여 있다. 이 회로에 있어서, 하부 트랜지스터 Ta1은 상권선 L1이 완전히 작동되는 전시간 주기동안 포화 상태로 바이어스되는 반면, 상부 트랜지스터 Tb1은 상의 작동 간격동안 스위치식 릴럭턴스 모터로서 정상 상태로 펄스되는데, 상기 상은 하나의 상에 대한 각각의 작동 펄스가 부분 펄스로 분할되는 상이다. 구동 펄스를 부분 펄스로 분할하는 과정은 실제적인 발명의 한 부분을 형성하지 못하므로 상세히 기술되지 못한다. 다이오드 Da1은 전자동 펄스 간격에 걸쳐 상권선 L1을 통한 전류를 유지하기 위해서 애노드가 접지에, 캐소드가 트랜지스터 Ta1으로부터 이격된 상권선의 한 부분에 접속된다. 다이오드 Db1은 트랜지스터 Ta1이 가동 즉, 차단되자마자 전류가 상권선 L1으로부터 급속히 소모될 수 있는 전류회로를 제공하기 위해서 애노드가 트랜지스터 Tb1으로부터 이격된 상권선 L1의 한 부분과 (+)단자에 접속되어 있다.

잔여 상권선 L2 및 L3의 각각은 동 종류의 회로 각각에 접속되어 있다. 즉, 상권선 L2는 전류 측정 저항 R2, 두개의 전력 트랜지스터 Ta2, Tb2 및 두개의 다이오드 Da2, Db2로 구성되는 회로에 결합되며 상권선 L3는 전류 측정 저항 R3 두개의 전력 다이오드 Ta3, Tb3 및 두개의 다이오드 Da3, Db3로 구성되는 회로에 결합된다.

각각의 온, 오프 모드에 대한 트랜지스터의 스위칭은 제어 유니트(1)에 의해 제어된다. 그러한 제어 회로는 양호하기로는 마이크로 프로세서 또는 마이크로 컴퓨터로 구성되지만, 그 대신에 통상의 제어 부품으로 제조된 회로가 사용될 수도 있다. 제어 유니트(1)는 6개의 출력 단자를 갖고 있는데, 각 트랜지스터를 개별적으로 게이팅하기 위해 각각의 증폭기(2)를 통해 게이팅 수단인 각각의 트랜지스터 Ta1, Ta2, Ta3, Tb1, Tb2, Tb3에 접속되어 있다.

본 발명에 따르면, 상권선의 인덕턴스 L은 회전자 위치 변화가 소정 인덕턴스 값  $L_k$  도달함에 따라 인덕턴스가 증가하는 회전자 위치 간격 사이일때 회전자 위치  $\theta_k$ 에 상응하는 시점  $t_k$ 에서 각각의 상

권선이 결정된다. 상태  $L > L_k$  를 시험할 목적으로, 상권선 양단의 전압을 적분하고 그 적분된 값은 권선 및 소정 인덕턴스  $L_k$  의 전류의 적에 비교된다.  $L > L_k$  상태를 여기서 기본 상태로 참조로 하고, 이하로부터 유도될 수 있다. 권선 전류에 대한 다른 방정식은 아래와 같다.

$$(U - R \cdot i) = \frac{d}{d\tau}(L \cdot i) \tag{1}$$

여기서, U는 상권선 양단, 트랜지스터와 관련하여 전체 상의 가동 시간 동안 여자된 트랜지스터 Ta1, Ta2 및 Ta3 양단 및 각각의 전류 측정 저항 R1, R2, R3 양단에 걸린 전압이고(트랜지스터 양단의 전압 강하는 무시된다), R은 상권선 저항과 연속적으로 활성화된 트랜지스터 저항을 더한 각각의 전류 측정 저항 R1, R2, R3의 저항이며, L은 각각의 상권선 L1, L2, L3의 인덕턴스이고,  $i$ 는 상권선을 통한 전류이다. 방정식 1은 아래와 같이 바뀌질 수 있다.

$$\Psi = \int_{t_0}^t (U - R \cdot i) d\tau = (Li) \Big|_{\tau=t} - (Li) \Big|_{\tau=t_0}$$

여기서,  $\Psi$ 는 권선 회로의 자기 흐름이다.

상에 대한 전압이 작동되는 시간( $t_0 = 0$ )으로부터 시간  $t$  까지 적분하는 경우에,  $i(t_0) = 0$ 으로 놓으면 즉, 상이 가동될때 상권선에 전류의 흐름이 없으면 그 식은 아래 식과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$\int_{t_0=0}^{t_1} (U - R \cdot i) d\tau = L(t_1) \cdot i(t_1) = \Psi(t_1)$$

여기서  $t_1$ 은 변수

그 식은 아래와 같이 다시 쓸 수 있다.

$$L(t_1) = \frac{1}{i(t_1)} \int_{t_0}^{t_1} (U - R \cdot i) d\tau$$

원하는 상태  $L > L_k$ 는 아래와 같이 구해진다.

$$L(t_1) = \frac{1}{i(t_1)} \int_{t_0}^{t_1} (U - R \cdot i) d\tau > L_k$$

즉,

$$\Psi(t_1) = L(t_1) \cdot i(t_1) = \int_{t_0}^{t_1} (U - R \cdot i) d\tau > L_k \cdot i(t_1) = \Psi_k$$

방정식(2)는 본 발명에 따라 전술한 기본 상태  $L > L_k$ 이다. 방정식(2)에 따라 기본 상태를 계속적으로 검사하기 위해서는 상의 스위칭 온 시간으로부터 기본 상태가 완전히 이행되는 시간까지 각 상에 대해 검사를 하는 것이 필요하여 다음의 회로가 각 상에 대해 제공된다.

전압 U를 계속적으로 감지하기 위하여 저항기 쌍 Ra1, Rb1과 Ra2, Rb2 및 Ra3, Rb3로 각각 구성되는 전압 분할기가 제1도의 접지와 상권선의 상부 선단 사이에 접속된다. 전압 분할기는 비교적 높은 전체 저항을 갖는데, 이는 상권선 회로에 불필요한 부하를 가하지 않기 위해서이다. 전압 U의 적합한 수치 즉,  $k \cdot U$ 는 각각의 접지 저항기 Ra1, Ra2 및 Ra3를 통해서 도출될 수 있다. 멀티플렉스 유니트(3)는 3개의 전압 분할기 출력에 각각 접속된 입력을 갖는다. 멀티플렉스 유니트(3)의 출력에 결합시키는 등의 작용을 하는 제어 유니트(1)에 의해 제어된다. 이것은 하나의 제어 콘택터와 스위칭 과정에 의해서만 영향을 받으므로, 제어 콘택터상의 각 "1"신호에 대한 주기적 연속성에서 발생한다. 전압 U에 도달하기 위해서는 유니트(3)으로부터의 출력 신호가 분할회로(4)에서  $k$ 으로 나누어진다.

멀티플렉스 유니트(5)는 각각의 저항기 R1, R2, R3에 접속된 3개의 입력을 갖는데, 그 모두는 저항 R'를 갖는다. 멀티플렉스 유니트(5)는 멀티플렉스 유니트(3)의 제어와 더불어 제어 유니트(1)에 의해 동기적인 제어를 받는다. 그러나 이경우 제어 유니트(1)은 어느 입력이 출력에 접속되어야 하는 지를 나타내는 디지털 신호를 발생한다.

멀티플렉스 유니트(5)로부터의 출력 신호가 승산기에 인가되는데, 승산기(6)은 저항 R'로 나누어진 전체 권선 회로용으로 저항 R을 승산한다. 회로(6)으로부터의 출력 신호는 값 R1을 갖는다. 전압 U를 갖는 분할 회로(4)의 출력이 (+)입력이 (+)입력에 결합되고 전압 R1을 갖는 승산기(6)에 대한 출력은 그 출력상의 전압이 (U-ri)가 되도록 미분기(7)의 (-)입력에 결합된다. 이 신호가 적분 회로(8)에 인가되고 적분회로(8)는 제어 회로(1)에 의해 결정된 시간 동안 회로(7)로부터의 신호를 적분한다. 회로(8)는 제어 회로(1)로부터 수신된 제어 신호로 새로운 적분을 시작한다. 이러한 제어 신호는 상이 가동되는 각 시간마다 회로(8)에 인가된다. 멀티플렉스 유니트(5)의 출력 또한 신호 R'를  $L_k/R'$ 로 승산하는 승산기(9)에 결합된다.

그러므로, 유니트(9)로부터의 출력 신호는 값  $L_k \cdot i$ 가 된다. 여기서  $L_k$ 는 검출된 인덕턴스이다. 적분기(8) 및 승산기(9)로부터의 신호가 비교기(10)의 각 입력에 각각 공급되고, 비교기(10)는 적분기(8)로부터의 신호값이 회로(9)로부터의 신호 값을 초과하자마자 출력에서 신호 "1"를 발생시킨다. 제어 유니트(1)이 비교기(10)으로부터 수신한 신호가 일정 시간 간격내에 있을 경우 이하 상세히 기술하는 바와같이 실제상에 대해 기본 상태가 검출된다. 그러면 제어 유니트(1)는 멀티플렉스 유니트

(3) 및 (5)에 직접적으로 제어 신호를 송출하여, 이를 장치로 하여금 통과할 차례로 감지된 다음 상으로부터의 신호를 수용하도록 가동을 야기시킨다. 선택적으로, 상기 유닛은 다음상의 가동중에 스위치될 수 있다.

이해하는 바로, 기본 상태의 전체 계산은 그 값의 k배인 인수로 계산되어 회로(4)에 대한 필요가 없어진다.

그러나, 제어 유닛(1)은 방정식(2)에 따른 기본 상태의 이행 문제에 있어서, 즉시 상을 가동시키는 점을 알아야 하며, 그것은 제2도 내지 제5도를 참조하여 상세히 기술된다. 대신에 제어 유닛(1)은 상이 가동되는 시간을 정하기 위해서 프리세트 상태에 따라 계산을 수행한다. 이러한 상태는 부분적으로 회전자의 회전 속도  $\omega$ 와 전류  $i$ 에 의해 좌우된다.

따라서, 전류값  $i$ 가 직접적으로 제어 유닛(1)에 가해져야 한다. 그러므로, 멀티플렉스 유닛(5)의 출력이 A/D 컨버터(1)에 결합되고 제어 유닛(1)의 각각의 입력에 인가되고 그것이 다시  $i$ 값을 구하기 위해 구해진 값  $R'$ 로 나누어진다. 상기 값  $i$ 는 또한 저속 렌지에서 모터를 구동시킬때 사용되며 그것 또한 이하에서 상세히 기술된다.

전술한 바와같이, 방정식(2)에서의  $L_k$  상태 또는 기본 상태에서  $L_k$  상태 각  $\theta_k$ 가 구해지며 그 각  $\theta_k$ 는 권선의 전류 강도 즉, 제어 유닛(1)에 의해 막 구동된 상권선에서의 전류 강도에 좌우된다. 이것은 인덕턴스가 회전자 위치의 작용에만 있지 않고 전류  $i$ 에서도 있기 때문이다. 이것은 제2도에 상세히 기술되는데, 1회전을 약간 넘는 회전각  $\theta$ 의 기능에 따라 하나의 상에서 인덕턴스 변화를 나타낸다. 도면은 각각의 정전류 강도에 대한 4개의 다른 곡선  $I_1, I_2, I_3, I_4$ 를 나타내는데, 여기서  $I_1$ 은 최저 전류 강도를 나타내며,  $I_4$ 는 최고 전류 강도를 나타낸다. 전류 강도는 특히, 모터에 부하기 지워지거나, 모터가 구동되는 정도에 따라 차례로 변한다. 곡선의 모양이 전류 강도가 증가함에 따라 수평적으로 되는 것은 모터 자기 회로내의 철이 큰 정도까지 점진적으로 스며들기 때문이다. 인덕턴스  $L$ 의 실제 곡선 모양을 결정하는 것은 정전류 강도가 아니라 앞선 전류나 순간 전류에 따라 인덕턴스  $L$ 이 변한다는 사실이지만 제2도에서는 인덕턴스가 전류 강도와 함께 어떻게 변하는가를 도시한다.

검출된  $L_k$ 에 대한  $\theta_k$ 는 즉, 회전자 위치 각이 증가하고, 전류 강도가 증가하는 오른쪽으로 이동한다는 것을 제2도로부터 알 수 있다. 그러므로 본 발명에 따른 전류에 대한 보상이 이루어진다. 따라서 전류  $i$ 는  $L_k$  상태가 이행될 때 제어 유닛에 의해 측정된다.  $\theta_k$ 후에는 지연  $\theta_s$ 가 있는데  $\theta_s$ 는 권선내의 전류  $i$ 에 좌우된다. 저전류는 긴 지연을 발생시키고 전류는 짧은 지연을 발생시킨다. 그 좌우 정도는 전류  $i$ 에 대해 전적으로 선형적이지는 않고, 어느 정도는 모터 구조에 좌우된다. 제어 유닛(1)은 관련 모터에 대해  $\theta_k$ 에 대한 전류  $i$ 의 관계를 갖는데, 그 전류에 따라 지연에 영향을 미친다. 관련 상의 여자 또는 가동이 중지된 회전 위치 각  $\theta_{OFF}$  또한 모터의 회전 속도에 따라 변해야 한다. 상수  $\theta_{OFF}$ 에서, 모터는 직렬 모터 특성을 갖는데, 이는 전력이 속도에 반비례함을 나타낸다.  $\theta_{OFF}$ 가 속도 증가와 더불어 감소되면, 모터는 수평적인 토크/속도 특성을 갖게 되어,  $\theta_{OFF}$ 를 제어항으로서 정전압 모터를 얻을 수 있다. 이것은  $\theta_{OFF}$ 에서 상을 폐쇄하기 전에  $\theta_s$ 를 이외에 추가의 지연  $\theta_\omega$ 을 도입함으로써 이루어진다. 여기서 상기 지연은 회전 속도에 좌우된다. 제3도는 저전류 및 고속에서 구동된 모터에 대한  $\theta$ 의 기능에 따른 인덕턴스  $L$ 의 곡선 모양을 도시하는 반면, 제4도는 고전류와 고속에서 구동된 모터의 기능에 따른 인덕턴스  $L$ 의 곡선 모양을 도시한다.

그러므로, 전류에 따른 전류 보상 인수인  $\theta_s$ 와 속도에 따른 보상 인수인  $\theta_\omega$ 는  $\theta_x$ 와  $\theta_{OFF}$  사이의 시간이 비교적 길게 되므로 낮은 값을 갖는다. 제4도는  $\theta_s$ 와  $\theta_\omega$ 가 간격이 짧음을 도시하므로,  $\theta_k$ 와  $\theta_{OFF}$  사이의 시간 또한 짧다.

전술한 보상에 대한 변화 범위는 대부분의 모터에 있어서 비교적 길게 되어 있는데, 그 경우의 기본 상태  $L > L_k$ 는 초기 상태에서 이루어져야 한다. 보상 시간이 적분 시간  $t$ 를 초과하는 것도 생각할 수 있는데, 이것은 제3도에 도시되며, 여기서  $\theta_s$ 와  $\theta_\omega$ 의 합성 시간은 위상이 가동되거나 여자된 회전각을 나타내는  $\theta_{ON}$ 과,  $\theta_k$ 사이의 시간보다 길다. 본 발명에 따른 구동회로는 릴럭턴스 모터에서 감지기 회로를 대신하도록 되어 있기 때문에, 제어 유닛(1)은 양호하게 마이크로 프로세서로 되어 있어서, 정상 감지기 제어를 할 수 있는 기준 모터를 제조하고, 다른 속도 및 다른 부하에서 모터를 가동시키고,  $\theta_k$ 를 표시하며, 마이크로 프로세서 내의 고정 메모리에 있는  $\theta_k$ 와  $\theta_{OFF}$ 사이의 지연을 기억시킴으로써 감지기 제어식의 모터가  $\theta_{OFF}$  상 어디에서 비 가동되는지를 조사하는 것이 실제적인 응용에 있어서 가능하다. 전술한 바와 같이, 구동 기술의 열면으로부터 한 상의 여자로부터 다음 상의 여자로의 천이가 즉시 발생하도록 변환 각을 구성하도록  $\theta_{OFF}$ 를 만드는 것이 편리하다.

고회전 속도에서는, 변환이 매우 빨리 일어나고 그에 의해 지연  $\theta_\omega$ 는 0으로 이동한다. 다음 상  $L$ 에 대한  $\theta_{ON}$ 에서의 위상 가동이 기본 상태 인덕턴스  $L_k$ 보다 커지는 것이 가능하다. 선형 상에서의 전류 레벨  $i$ 가 변환이 발생하는 시간에서, 높을 경우  $L_{ON}$  또한  $L_k$ 보다 커지므로  $\theta_s$ 가 작아진다. 제5도는 이러한 과정을 도시하고 있다. 파선 곡선은  $i=0$ 에 대한  $\theta$ 와 함수 관계를 갖는 인덕턴스  $L$ 의 변화를 도시하며, 실선 곡선은  $i=i_k$ 인 경우  $\theta$  함수에 따른  $L$ 의 변화를 도시한다. 상이 가동되면,  $i=0$ 은 상내에 포함된다. 그 다음 인덕턴스는 파선 곡선을 따른다. 회전각  $\theta_{ON}$ 에서, 상 권선내의 인덕턴스는  $L_{ON}$ 이 된다. 도면의 좌상부에서 볼 수 있는 바와 같이  $L_{ON}$ 이  $L_k$ 보다 크며 또한 전류  $i_k$ 가 권선내에 흐

를 때 보다 훨씬 크다(실선 곡선 참조).

전류  $i$ 는  $\theta_{ON}$ 에서 상의 가동중 값 0으로부터 비교적 서서히 상중하며  $L \geq L_{min}$ 인 경우 가동 기간의 첫 부분 동안에는 비교적 느리다. 이 경우 인덕턴스는 파선 곡선을 따른다.

그러므로, L곡선의 간격은 상 공급의 시작에서 바르게 찾아질 수 있다. 즉, 기본 상태  $L > L_k$ 가 이행되는 동안 제5도의  $\theta_{ON}$ 에서  $\theta_0$ 까지에서 보여진다. 이러한 간격 동안 상이 비가동되는 것을 방지하는 것이 중요하다. 따라서 본 발명에 따른 기본 상태의 감지는 가동에 뒤따르는 주어진 기간 동안 양호한 마진에 의해  $\theta_0$ 로부터 이격되어 회전각  $\theta_B$ 까지 차단된다. 이러한 추가적인 차단 기능은 프리세트 레벨 이상의 속도 레벨 및/또는 프리세트 레벨 이상의 전류  $i_k$  레벨에 적용될 수 있다. 그러한 차단은 일반적인 기능으로도 쓰여질 수 있다. 간섭 마진은 차단이 사용되지 않는 경우에 대하여 상기와 같은 차단으로 인하여 개선될 수 있는데 이는 작은 구동각에 대해 그 정도가 작은  $L_k \cdot i$ 와  $\int (U-R \cdot i)dt$ 를 비교하는 것이 더 이상 필요치 않기 때문이다.

전술한 바로, 방정식(2)에 따른  $L_k$  상태는 권선의 전류  $i$ 가 상 가동시간에서 0[A]로 되어야 한다는 조건하에서 유도된다. 이것은 상이  $\theta_{OFF}$ 에서 가동된 후에도 역기전력이 상 권선내에 오랫동안 흐르므로 불확실한데, 제5도 곡선  $i$ 의 우측 부분에 잘 도시되어 있다.

가동시 상 권선에 전류가 없다는 것을 보이기 위해서는 전류가 0이 되기까지 상 가동은 본 발명에 따라서 차단된다. 이 전류는 상이 가동되지 않는 경우 하부 트랜지스터 Ta1, Ta2, Ta3(제1도)가 가동전에 스위칭 오프되기 때문에 전류 측정 저항기 R1, R2, R3 양단에서 측정되지 않는다. 상 가동 차단 기능은 적어도 두가지 다른 방법에 의해 구득된다.

차단 기능을 구획하는 첫번째 방법은 제6도에 도시되어 있는데, 그 회로는 제1도에 따른 제어 유니트(1), 증폭기(2) 및 가동 차단 기능을 제공하기 위한 부가 수단외에 제3상 권선 L3와 그와 관련한 작동 회로 Ta3, Tb3, R3, Da3, Db3로 구성된다. 제1도의 각각의 상 권선 회로는 제6도에 도시된 회로와 같은 부가 수단과 함께 제공된다. 이러한 수단은 상 권선 L3의 상부와 공급 전압의 (+) 단자 사이에 접속된 "풀업" 저항기라 칭하는 저항기  $R_p$ 를 갖는다. 전압 분할기  $R_o$  및  $R_d$ 는 풀업 저항기  $R_p$ 와 접지에 직렬로 접속되어 있다. 전압 분할기  $R_c$  및  $R_d$ 의 출력은 비교기(12)에 접속되는데, 비교기(12)는 다른 입력에 결합된 기준 전압  $U_{ref}$ 를 갖는다. 전압 분할기에 걸린 전압은 역 기전력이 앞서 는 동안은 거의 0V이다. 역기전력의 종료시 전압은 R를 통해 거의 공급 전압 V의 레벨까지 상승한다. 비교기(12)는 역 기전력이 계속 발생하는 동안의 논리 신호 "0"을 송출하고, 역 기전력의 발생이 종료되자마자 논리 신호 "1"을 송출한다. 자연적으로, 등가의 양호한 결과가 소위 "풀다운" 저항기로서 상 권선의 권선 출력을 감지하거나, 다른 권선 구성 즉 2선 권선으로서 상기와 동일한 방식을 사용함으로써 생성된다. 그러나 이러한 방식을 도면에서 도시하지 않았다.

상 가동을 차단하는 다른 방식은 역 기전력 시간이 정 전원 V에서의 구동 시간보다 항상 짧다는 사실을 이용하는 것이다. 이것은 제5도의 곡선  $i$ 로부터 볼 수 있다. 상 권선은 회전각이  $\theta_{OFF}$ 일 때 비 가동된다. 여기에서 부속 전류  $i$ 는 지수 곡선을 따라 하강하고, 회전각  $\theta_m$ 에서 값 0에 도달한다. 그래서,  $\theta_{OFF}$ 와  $\theta_m$  사이의 시간은 항상  $\theta_{ON}$ 과  $\theta_{OFF}$  사이의 시간보다 짧다. 따라서, V가 관련 상 권선 작동 회로를 통해 인가되는 전시간 즉,  $\theta_{ON}$ 과  $\theta_{OFF}$  사이의 시간이 측정된 다음, 역 기전력이 동일 시간동안 지속하여 가동될 때까지 상의 가동이 차단된다. 이것은 역 기전력 가동 시간을 높이 잡음을 뜻하지만 모든 실제적인 중요성 면에서는 결점을 갖고 있다. 실제 검사란 상기와 같은 차단 기능의 형태는 모터의 가속화 면에서는 실제적인 영향을 미치지 못함을 나타낸다.

전술한 구동 장치는 정상 모터 가동시 긍정적인 전환을 제공한다. 그러나 고전류에서는, 방정식(2)에 따른 상태의 비이행으로 인하여 전환이 되지 않을 경우를 갖는다. 이것은 인덕턴스가 레벨  $L_k$ 까지 이르는 것을 방지하기 위하여 전류가 고전류로 되는 경우에 발생한다. 이러한 사실은 하부 곡선 L4로 제2도에 도시되어 있다. 3개의 인덕턴스 곡선  $I_1, I_2, I_3$ 이 레벨  $L_k$ 를 초과한 다음, 전환이 발생한다. 곡선  $I_4$ 는 레벨  $L_k$ 에 이르지 못한다. 이 경우 전환을 발생치 않는다. 이 문제는 저 인덕턴스에서  $L_k$ 를 선택하고 제3도 및 제4도에 도시된 바와 같이 전술한 지연  $\theta_s$  및  $\theta_w$ 와 상기의 저  $L_k$  간을 합성함으로써 부분적으로 해결된다. 이것은 전환 기능이 제1도의 상부 트랜지스터 Ta1, Tb2, Tb3의 영향을 받는 상 권선의 구동을 펄스화시키기 위해 통할될 때 만족할 만한 해결책을 제공한다. 이것은 전류를 충분히 낮은 값으로 제한시킨다. 그러나 이것이 충분하지 않는 경우 특히, 침투 전류값이 전환으로 인한 최대 전류보다 높은 경우가 있다. 이러한 곡선 모양은 제5도에 도시되어 있는데, 여기서 전류  $i$ 는 침투 값  $i_p$ 에 이르며,  $i_p$ 는  $\theta_k$ 에서 측정된 전류  $i_k$  훨씬 이상에 있다. 전환이 항상 과도한 과전류에서도 발생하도록 하기 위해서, 고전류 제한레벨이 사용된다. 이러한 고전류 제한레벨은 모터에 대한 전자공학 분야의 보호를 위해 모터에서는 꼭 사용되어야 하며, 이하 상세히 기술하는 방식으로 전환 신호를 제공하기 위해 본 발명에 따라 상기 제한레벨이 사용된다.

제1도에 도시된 바와 같이, 가동 상 권선에서의 전류는 A/D 컨버터(11)을 통해 제어 유니트(1)에 의해 연속적으로 감지된다. 저전류 제한 값을 감지하는 경우 상부 전력 트랜지스터 Tb1, Tb2 또는 Tb3는 스위치 오프된 다음, 전류  $i$ 는 정상적으로 하강한다. 권선 회로내에 하나의 전력 트랜지스터를 스위치 오프함에 뒤따라, 전류는 모터의 인덕턴스가 감소할 때만 상승한다. 전류가 상부 전력 트랜지스터를 스위치 오프함에 따라 상승해야 한다면, 이것은 인덕턴스 곡선의 최대 인덕턴스 위치가 전환이 발생치 않고 통과되고, 인덕턴스 곡선의 (-) 측상의 어딘가에 각 위치가 도달했음을 의미한다. 그러면 모터는 구동 역 기전력을 발생하고, 전류는 감소한다. 그러므로, 전류가 최대 전류를 감

지향에 따라 증가하는 경우, 전류가 즉시 발생한다.

제7도는  $L_k$ 가 감지되지 않는 경우 정류시 곡선  $i(\theta)$  모양의 일예를 도시한 도면이다. 회전 위치  $\theta_0$ 에서 과 전류 또는 초과 전류  $i_{max}$ 가 감지된다. 여기서 상부 트랜지스터  $Tb1$ ,  $Tb2$  또는  $Tb3$ 가 스위치 오프된 다음 전류  $i(\theta)$ 는 하강한다. 상부 전력 트랜지스터가  $\theta_0$ 에서 다시 스위치 온되고 전류는 상승하며, 회전 위치  $\theta_e$ 에서는 다시  $i_{max}$ 로 되고, 상부 트랜지스터는 다시 스위치 오프된다. 그러나 인덕턴스 곡선은 그 시점에서 최대 위치를 통과하며, 실선 곡선  $L(\theta, i)$ 로 도시되어 있다. 여기서 전류  $i(\theta)$ 는 더 이상 하강하지 않고 대신에 비교적 서서히 상승한다. 회전 위치  $\theta_{OFF}$ 에서  $i_{max}$ 보다 더 높은 전류  $i_p$  감지된다. 다음에 다음 상으로의 전환이 즉시 발생한다.

A/D 콘버터(11)를 통해 최대 전류를 감지하는 대신에, 그러한 상황에서는 일상적인 것으로, 초과 전류나 과전류에 달한 경우 개별적으로 초과 전류를 감지하기 위해 구성된 추가의 비교기 회로를 제공하고, 제어 유닛(1)에 직접적으로 나타내는 것이 가능하다. 이것은, 제1도에 파선으로 도시된 전압 분할 회로에 도시되는데, 전원  $V$ 상의 + 단자와 접지 사이의 직렬 접속 저항기  $Re$ ,  $Rf$ ,  $Rg$ 를 포함한다. 저항기  $Rf$ 와  $Rg$  사이의 출력이 비교기(13)의 기준 전압 입력에 접속되고, 저항기  $Re$ 와  $Rf$  사이의 출력이 비교기(14)의 기준 전압 입력에 접속된다. 멀티플렉스 유닛(5)로부터의 출력이 비교기(13,14)의 (+) - 입력에 결합된다.  $Rg$  양단 전압은 프리세트 최대 허용 전류 레벨  $i_{max}$ 가 되자마자 비교기(13)이 신호 "1"을 발생시키도록 선택된다. 비교기(14)에 대한 기준 전압은 비교기(13)에 대한 기준 전압보다 다소 높다. 그러므로, 비교기(14)는 최대 허용 레벨  $i_{max}$ 보다 다소 높은 전류 레벨에 대한 신호 "1"을 발생시킨다. 비교기(13,14)에 대한 각각의 출력은 전술한 방식으로 제어하는 제어 유닛(1)의 각각의 입력에 접속한다. 제1도에서 도시된 바와 같이, 제어 유닛(1)에는 병렬 입력 외부로부터 제어 신호가 인가된다. 이 제어 신호는 제어 장치에서 소망의 속도를 나타낸다. 또한 이 제어 신호는 제어 장치에서 모터가 작동을 시작하거나 정지되는 때를 나타낸다. 특별한 시동 기능이 모터의 시동을 위해 필요하다. 이에 관련한 간단한 방법은 제2도는 2 상에서 두개의 전력 트랜지스터를 조정함으로써 하나의 상에서 전류 펄스를 가하도록 하는 제어 장치에 관한 것으로 이것은 모터가 상기 상에 대한 최대 인덕턴스 상태에서 차단되도록 한다. 그러면 다음 상으로의 전환이 영향을 받아 이후 부속적인 전환이 전술한 방식으로 영향을 받는다.

전술한 감지 및 제어 기준이 고속 및 평균 속도에서 충분히 동작하여, 통상의 감지와 같은 양호한 전환을 제공한다. 이론적으로, 이러한 기준은 초당 0 회전의 회전 속도로 철저한 기능을 발휘할 수 있다. 그러나 후자의 경우에, 권선 저항에 대한 정확한 보상을 하는 것이 필요한데, 그 저항은 정확하게 저속에서 증가하는 중요성을 갖는다. 그러나 권선 저항을 정확히 측정하는 것은 저항이 변하고 특히 모터 온도가 변하기 때문에 어렵다. 따라서 실제에 있어 저속에서 정확한 보상을 행하기는 어렵다.

검사는 전술한 감지 및 제어 기준이 모터의 최대 속도의 5%에서 10%까지 충분한 기능을 갖는 것을 나타내며 모터가 작은 부하에서만 가동되도록 제공되는 제로 속도 상태를 포함하는 아주 저속에서도 기능을 할 수 있는 것을 나타낸다.

그러나, 전 범위에 걸친 모터 속도에 걸쳐 모든 상태하에서 충분히 가동할 수 있는 제어 시스템을 구축하기 위해서는 본 발명에 따른 시스템은 모터 속도를 모니터하고, 모터가 비교적 저속  $V_n$  즉, 최대 모터 속도의 20%인 속도를 유지하는 경우를 감지하거나 감지하도록 제조된다.

$V_n$  이상의 속도에서, 제1도에 도시된 회로는 상을 비가동시키는 시간을 측정하기 위한 시동점을 형성하는 인덕턴스 값  $L_k$ 를 탐색하기 위해 가동되는 상 권선 인덕턴스를 측정함으로써 전술한 기준에 따라 작동된다.

$V_n$  미만의 속도에서는, 전환이 상 가동을 위해 있어야 하는 인덕턴스 값에서 그 인덕턴스를 감지하기 위해 가동되는 상의 인덕턴스를 상기 측정 대신에 감지하는 것이 적합하다. 비가동 권선에서는 정상적인 전류의 흐름이 발생치 않으므로, 권선 인덕턴스는 상술한 방식과는 다르게 나타내야 한다. 따라서 짧은 지속 시간 동안의 고주파 펄스가 가동을 위해 다음 순차로 된 상기 권선의 구동 회로에 전력 트랜지스터의 게이팅 수단에 공급된다. 각 펄스는 주어진 지속 시간  $t$ 에 대한 것이며 지속 시간  $t$ 는 일정 시간에 짧은 상관성을 갖고 있어 전류는 각 펄스 사이에서 0까지 하강한다. 이 전류는 각 펄스에서 A/D 콘버터에 의해 측정된다. 또한 이 전류는 순간 인덕턴스의 측정을 하는 각 펄스의 지속을 통해 상승한다. 그러므로, 이러한 속도 범위내에서, 제어유닛(1)은 고속 범위의 경우와 같은 선행 가동 상회로에서가 아닌 가동을 위해 다음 순차로된 상회로내에 통합된 저항기  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$  양단에 전압을 공급하도록 멀티플렉스 유닛 (5)에 명령한다.

제어 유닛(1)은 방정식  $(U-Ri)=d/d\tau(Li)$ 를  $U=L \cdot di/d\tau$ 에 가깝게 함으로서 인덕턴스를 측정하는데 이  $U=L \cdot di/d\tau$ 는 소전류  $i$ 와 저속 즉, 저  $dL/d\tau$ 에 대한 양호한 근사값이다.

미합중국 특허 제4,520,302호의 서문에서, 비여자 상에서의 전류 변화에 대한 시간을 측정하는 시스템  $m$ 에 대해 기술하고 있는데, 이는 실제로 상기 상에서의 인덕턴스를 측정하는 것을 나타낸다. 결과적으로, 종전의 간행물에 있어서의 전환은 측정된 상에서의 인덕턴스가 소정의 값에 달했을때에 영향을 받는다. 이러한 공지된 제어 시스템에서는 구동 전압은 불변으로 가정한다. 그러나 실제에 있어서, 구동 전압  $V$ 는 부분적으로는 정상 전압 변화에 따라, 또한 부분적으로는  $+V$ 가  $a \cdot c$  전압으로 정류될때 얻어진 리플 전압에 따라서 급속히 변화한다.

비여자상의 인덕턴스 또한 여자상의 전류강도에 좌우된다. 미합중국 특허 제 4,520,302호는 전류 레벨로 인한 그러한 인덕턴스 변화를 계량하지 않아서, 다른 부하에서 상기 명세서에 기술된 모터를

구동시키는 것이 어렵다.

전술한 바와 같이, 상의 인덕턴스는 그 인덕턴스내의 앞선 전류에 크게 좌우된다. 오늘날 인덕턴스 모터 아이언회로의 대부분은 여러개의 상에 대해서 가장 일상적인 형태이다. 그러므로 포화 및 그로 인해 유도된 상의 인덕턴스(제2도 참조)가 잔여 상내에 부분적인 포화 및 그로인한 유도 인덕턴스를 발생한다.

따라서, 제2도는 다른상에서의 잔류  $i$ 와 함수 관계인 상의 인덕턴스를 주로 기술하고 있으며 특히, 전류가 측정이 이루어진 상에서 낮은 경우에 상의 인덕턴스를 기술하고 있다. 그러므로, 제2도내의 여러 곡선은 비여자상의 측정된 경우 여자상내의 다른 전류에 대응하는 상태를 도시하고 있다.

결과적으로, 본 발명의 추가적인 전개에 따라, 보상은 저속 범위 즉, 공급 전압의 변화와 작동 권선 내의 전압 두 경우에 대해  $V_n$  미만의 속도에서 이루어지고 있다. 두개의 직렬 접속 저항기  $R_x$ 와  $R_y$ 를 포함하는 전압 분할기를 전원 +V의 (+)단자와 접지 사이에 접속되어 있다. 전압 분할기의  $R_x$ ,  $R_y$  출력은 멀티플렉스 유니트(5)의 제4입력에 접속된다. 여기서  $R_y$  양단 측정 전압 U'는 +V에 비례한다.

모니터된 권선에 송출된 짧은 지속 시간을 갖는 각각의 펄스 경우에, 제어 유니트(1)은 선택된 연속성, 모니터된 상태의 저항기  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  양단 전압, 여자상내의 측정 저항기  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ 를 통한 전압 및 저항기  $R_y$ 를 통한 전압 U'를 조정한다.

그러므로, 제어 유니트(1)은 짧은 지속 펄스의 종료시 A/D 컨버터(11)의 제어 입력에 제어 펄스를 공급함으로써 비여자상내에 모니터 권선에 송출된 각각의 짧은 지속 펄스의 종료에서 순간 전류를 나타낸다. 이와 관련하여 즉, 펄스 공급 바로 전후에, 근사한 시점에서 멀티플렉스 유니트(5)와 A/D 컨버터(11)를 조정함으로써 작동 상태의 전류와 전압 U'로 표시가 나타난다. 그러면 제어 유니트(1)은 A/D 컨버터(11)에 접속된 입력에서, 측정을 원했던 그 신호에 공지된 비율을 갖는 신호를 수신한다.

선택된 회전 속도에 가능한 일정한 위치점  $\theta_{OFF}$ 를 얻기 위해서, 고속 범위에서  $\theta_s$ 로 실행된 방식으로, 아나로그 방식의 가변 보상과 더불어 보상을 실행하는 것이 가능하다. 그러나 이것은 모터가 정상인 경우 즉, 실제로 모터를 시동한 경우에는 영향을 미치지 못한다.

따라서, 순간 인덕턴스나 그에 비례하는 값을 결정하는 대신에 측정 인덕턴스 값을 보상하는 것이 더 바람직하다. 상  $b$ 의 전류 함수에 따라 상  $a$ 내의 인덕턴스의 함수  $L_a(\theta, i_b)$ 는  $i_b$ 와는 선형적이지 못하다. 인덕턴스 모터 형태 대부분에 대한 양호한 인덕턴스의 근사값은

$$L_a(\theta_c, 0)/L_b(\theta_c, i_b) = (1+c \cdot i_b)$$

로 주어지는데, 여기서 상수  $c$ 는  $\theta_{OFF}$  상수를 유지하기 위해서 모터에 대해 개별적으로 측정된다.  $\theta_c$ 는 고속 범위내의  $\theta_k$ 에 대응하며,  $\theta_{OFF}$ 는 양호하게 저속 범위내의  $\theta_c$ 와 동일하다. 자연적으로, 이것은 인덕턴스의 보상이 전술한 방식으로 영향을 받으면, 적용될 것이다. 순간 공급 전압 레벨과 작동 전류 레벨 모두에 대한 인덕턴스 보상에서 이행되는 전환 상태를 다음과 같다.

$$L=L_c \Rightarrow (1+c \cdot i_b) \cdot U \cdot T/i=L_c$$

이것은 작동상의 전류 강도와 공급 전압 각각에 대해서 얻어질 수 있는 정적 전환을 가능하게 한다. 전술한 방식의 회전 위치에 좌우되는 정적 전환은 속도가 저속이라면 또한 구득될 수 있다. 첫째로, 근사값  $d/d\tau(L \cdot i)=L \cdot di/d\tau$  적용되어야 하고(즉,  $dL/d\tau \ll L di/d\tau$ 인 상태에서), 둘째로, 인덕턴스 감지 펄스 주파수가 모터 전환 주파수보다 높아야 하는데, 이는 그 주파수가 정류 과정에서 시분할을 결정하기 때문이다.

실행에 있어서 이러한 제한은 상기의 정류 방법의 적용시 모터 최대 속도의 20%와 50% 사이에서만 구동될 수 있다는 것을 의미한다. 그러나 이러한 제한 미만에서는 회전자 위치 감지기로 구득된 기능에 완전히 대응하는 기능을 갖는다. 회전자 위치  $\theta_{OFF}$ 는 제3도 및 제4도를 참조하여 전술했다. 각 상권선은 개별적인 방식으로 작동될 수 있으며, 또한 상 사이의 오버랩으로 두개의 상이 주어진 간격동안 동시에 구동되는만큼 임의적인 방식으로도 작동될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 그러나, 회전각  $\theta_{OFF}$ 에서 한 상에서 다른 상으로 전환이 됨에 의해 상 사이의 오버랩이 적용되지 않는 경우에  $\theta_{ON}$ 은  $\theta_{OFF}$ 에서와 같은 방식으로 회전각내에 대체된다. 제3도에서,  $\theta_{OFF}$ 는 인덕턴스 곡선의 상부에 비교적 근접하여 놓여 있으며,  $\theta_{ON}$ 는 인덕턴스가 낮은 인덕턴스 범위내에 있다. 고속 및 고전류에  $\theta_{OFF}$ 는 훨씬더 좌측으로 이동된다. 즉, 제4도에 도 시된 바와 같이 인덕턴스 곡선 상승 부분에서 아래쪽으로 하강한다. 여기서  $\theta_{ON}$  또한 제4도에 도시된 바와 같이 좌측으로 이동하며, 정상 가동시는 곡선이 (-)측 경사를 갖는 인덕턴스 곡선상의 간격으로 발생한다.

이것 또한 제5도 및 제7도에서 도시하고 있다. 과도히 낮은 속도에서는 저속 범위에 대한 전술한 작동 과정에 있어서, 곡선의 상승 부분의 시작되는 위치에서, 상을 즉시 가동 또는 작동시키는 것이 적합하고, 저속 범위내에 다소 높은 속도의 경우 특히 속도가  $V_n$ 에 가까워지는 경우는 상기와는 다르게, 매우 낮은 인덕턴스 영역보다 바로 앞서 인덕턴스 곡선의 (-)측면상에서 가동이 미리 발생하도록, 가동이 훨씬더 좌측으로 시작되는 회전위치  $\theta_{ON}$ 을 이동하는 것이 적합하다.

그 결과 모터의 기능이 더욱 개선되고 평활해지며 특히 모터가 속도  $V_n$ 을 통과하는 경우, 구동 회로가 저속 범위에서의 구동 또는 작동 모드로부터 고속 범위에서의 구동 또는 작동 모드로 스위치하는 경우에 그 기능이 더욱 개선된다. 인덕턴스 곡선의 상승측으로부터 상기 곡선의 하강 측으로의 가동

위치  $\theta_{0n}$ 의 변화가 연속적으로 발생할 수 있다. 그러나, 인덕턴스가 매우 낮은 경우 인덕턴스 곡선의 다음 직선 부분동안 다른 인덕턴스를 감지하기는 어렵다. 따라서 그 대신에 인덕턴스 곡선의 상승 및 하강 부분동안 연속적으로  $\theta_{0k}$ 을 이동하고 이들 위치 사이에 단계적 이동을 실행하는 것이 적합하다. 가동 위치는 많은 상태에서 단계적으로 이동한다. 가동 위치의 대체 가능성의 문제는 적은 상에서는 보다 중요해진다. 따라서, 대체 가능성의 가장 큰 중요성이 2상 또는 3상을 갖는 모터에 있다. 그러므로, 제어 유닛(1)은 인덕턴스 값 및  $\theta_{0n}$ 을 설정하기 위한 인덕턴스 변화에 대한 신호가 저속 범위내의 다른 속도와 속도 범위 대해서 다르게 나타나는 저속 범위에 대한 프로그램을 제공받을 수 있다.

감지 모드 사이에서 제어 시스템이 스위치하는 경계 속도  $V_n$ 은 비교적 자유롭게 선택될 수 있지만, 최대 속도의 10-20%의 범위내에 있는 것이 양호하다. 자연적으로, 감지 모드 사이의 스위칭 속도에서 주어진 히스테리시스로 발생된다.

상이한 모터 구조에 따라 다르게 될 수 있는 경계 속도  $V_n$ 을 적합하게 선택함으로써 전 범위의 모터 속도에 걸쳐 전환을 얻는 것이 가능한데, 이 전환은 회전 위치 감지기로 구동된 전환에 전적으로 대응한다.

따라서, 본 발명에 따른 제어 시스템으로 제공된 가변 릴럭턴스 모터는 최적의 가동 상태에서 정지 상태로부터 최적 회전 속도를 갖는 상태까지의 모든 속도에서 구동될 수 있다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1**

하나 이상의 상에 대해 하나 이상의 권선( $L_1, L_2, L_3$ ) 제공되는 고정자와, 회전자 위치가 각각의 상기 권선의 자기 회로를 갖는 회전자의 결합에 의해 상기 고정자 권선 각각의 퍼미언스에 영향을 주는 회전자와, 각각의 상권선이 작동될때 상기 회전자의 적어도 회전 일부 동안 각각 상권선의 인덕턴스에 따르는 특성을 유도하는 수단( $R_1, R_2, R_3, 5.1$ )을 포함하고 상기 감지된 특성을 이용한 회전자 위치 및 구동상을 오픈하는 스위칭 시간을 계산하며 계산된 스위칭 시간에 따라 상기 상권선( $L_1, L_2, L_3$ )을 온 및 오프로 스위칭 제어하는 감지, 계산 및 제어장치(1 내지 11,  $R_1, R_2, R_3$ )를 구비하는 가변 릴럭턴스 모터용 작동 시스템에 있어서, 각 상에 대해 상기 감지, 계산 및 제어장치가 적어도 상기 상을 모니터링하는 시간 동안 상권선의 전류  $i(t)$ 를 나타내고 값  $L_k * i(t)$ 를 연속적으로 형성하도록 구성되고(여기서,  $L_k$ 는 일정한 소정의 인덕턴스) ;  $L(t) * i(t)$  결과로 제공되는 값을 연속적으로 형성하며(여기서,  $L(t)$ 는 상권선의 순간 인덕턴스) ; 상기 형성된 값들간에 연속적으로 비교를 행하여 상기 비교가 상기 연속적으로 형성된 값들이 서로 같음을 나타낼때 상권선의 작동 또는 여자 상태를 변화시키는 회전 위치를 결정하도록 시동점을 형성하는 것을 특징으로 하는 가변 릴럭턴스 모터용 작동 시스템.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치(1 내지 11)가 권선에 직렬 접속된 레지스터( $R_1, R_2, R_3$ ) 양단의 상권선( $L_1, L_2, L_3$ )의 전류  $i(t)$ 를 나타내는 수단(5, 1)과 ; 권선 및 레지스터의 각 직렬 접속 양단의 전압을 나타내는 수단( $Ra1, Rb1, Ra2, Rb2, Ra3, Rb3, 3$ )과 ;

$$\int_0^t (U - R * i) dt$$

(여기서는,  $U$ 는 지시된 전압,  $i$ 는 지시된 전류  $i(t)$ ,  $R$ 은 상권선의 저항에 부가된 레지스터의 저항이고 시간  $t=0$ 는 상의 가동 또는 작동에 사용되는 시간이다)로부터  $L(t) * i(t)$  결과가 제공되는 값을 연속적으로 형성하는 수단(4, 6 내지 10, 1)을 구비하는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 상기 비교가 연속적으로 형성된 값이 모터의 일반적인 가동 조건에 따라 변화하는 가동 파라미터에 좌우되는 시간 지연을 계산하기 위한 시동점과 같음을 나타낼때 상기 시간을 모니터링된 상권선( $L_1, L_2, L_3$ )의 작동 또는 여자 상태를 변화하는 시간으로 취하고 계산된 시간으로 각각의 상권선을 온 또는 오프로 스위칭하는 제어수단 (1, 2,  $Ta1, Ta2, Ta3, Tb1, Tb2, Tb3, Da1, Da2, Da3, Db1, Db2, Db3, R1, R2, R3$ )을 구비하는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 가동 파라미터의 하나가 상기 감지, 계산 및 제어장치의 상기 인덕턴스 유도 수단( $R_1, R_2, R_3, 5, 1$ )에 대해 감지된 상권선의 일반적인 전류 강도인 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 5**

제3항에 있어서, 상기 가동 파라미터의 하나가 상기 계산 수단(1)에 의해 계산된 일반적인 모터 속도인 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 6**

제1항 내지 제5항중 어느 한 항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 회전자가 모니터링된 특정



상을 작동시킴에 뒤따르는 소정의 회전자각을 통해서 회전할때까지 비교에 응답하지 않는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 7**

제1항 내지 제5항중 어느 한 항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 구동 상권선을 통한 전류  $i$ 가 0인 시점 이후까지 비작동상의 작동을 방해하도록 구성된 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 작동과 비작동간의 시간을 나타내고, 작동과 비작동간의 시간과 적어도 같은 비작동후 시간이 될때까지 작동될 다음 작동 상권선을 지연시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 9**

제1항 내지 제5항중 어느 한 항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 작동상에서 권선을 통과한 전류가 소정의 최고 허용 전류 레벨에 도달할때를 나타내고 권선에 펄스를 공급함에 의해 상권선의 작동상태를 조정하며 ; 소정 레벨을 갖는 펄스 휴지 동안 모니터링된 상권선의 전류가 소정의 최고 전류 레벨을 초과할때 번갈아 작동될 다음 작동 상으로의 전환을 제어하는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 회전자 속도를 나타내거나 또는 계산하는 수단(1)을 포함하고 ; 상기 검출, 계산 및 제어장치는 소정 속도  $V_n$  이상의 속도로 상의 비작동을 계산하는 시동점을 구성할 수 있는 인덕턴스  $L_k$ 를 나타내도록 하는 바와 같은 작동 상권선의 인덕턴스를 모니터링하는데 적합하고 번갈아 작동될 다음상의 상권선의 인덕턴스를 나타내는데 적합한 소정 속도  $V_n$  이하의 속도로 제어 수단이 상기 상권선을 작동시키는 시점을 얻기 위해 적합한 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 제어 수단이 작동될 상권선을 조정하도록 제어되는 인덕턴스 곡선의 위치가 상기 속도 범위내에서 저속 및 고속에 대해 다른 소정 속도  $V_n$  이하의 속도로 상권선의 제어를 변화시키도록 구성되고, 인덕턴스 곡선이 양측을 갖는 회전자 위치에서 매우 낮은 속도로 그리고 인덕턴스 곡선이 음측을 갖는 회전자 위치에서 비교적  $V_n$ 에 가까운 속도로 작동시키도록 상권선을 제어하는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 12**

제10항 또는 제11항에 있어서, 소정의 속도( $V_n$ ) 이하의 속도에서, 상기 감지, 계산 및 제어장치(1-11)의 전류 감지 수단( $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ )은 작동상의 상권선 전류를 감지하고, 상기 감지, 계산 및 제어장치의 상기 계산수단(1)은 작동상의 전류에 따르는 교정 인수에 따라 차례로 작동될 다음 상의 상권선의 표시된 인덕턴스를 조정하는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 13**

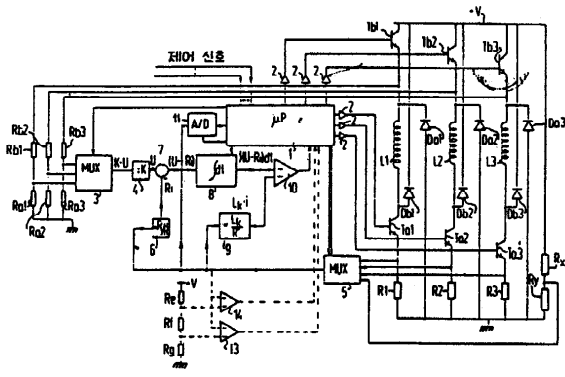
제10항 또는 제11항에 있어서, 소정의 속도( $V_n$ ) 이하의 속도에서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 순간 구동 전압 레벨을 감지하는 수단( $R_{a1}$  내지  $R_{a3}, R_{b1}$  내지  $R_{b3}, R_{c1}$  내지  $R_{c3}$ )과, 일반적인 구동 전압 레벨에 따르는 인수에 따라 차례로 작동될 다음 상에서의 상권선의 표시된 인덕턴스를 조정하는 수단(1)을 구비하는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**청구항 14**

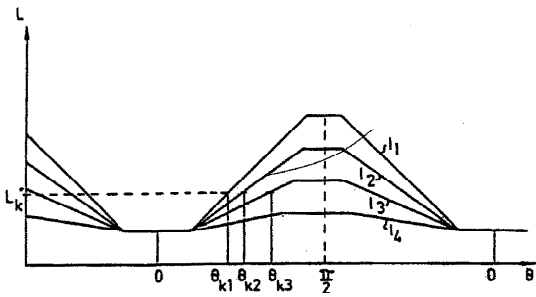
제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 감지, 계산 및 제어장치는 차례로 작동될 다음 상에서 상권선 양단의 짧은 지속 전압 펄스를 공급하는 수단( $1, 2, Ta1, Ta2, Ta3$ )과, 각 펄스에 대해 상기 펄스의 지속이  $t$ 인 펄스의 종료시 상기 상권선의 전류 레벨  $i_a$ 를 측정하며, 작동상의 상권선의 전류  $i_b$ 와 측정  $i_a$ 와 관련된 구동 전압  $U'$ 를 측정하고, 각 측정 모멘트에서 인덕턴스 계산  $L = (1+k \cdot i_b) \cdot U' \cdot t / i_a$ 을 하며, (여기에서,  $k$ 는 관련 모터에 따른 상수) 계산된 인덕턴스와 전환이 발생할 인덕턴스 값  $L_c$ 를 비교하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 작동 시스템.

**도면**

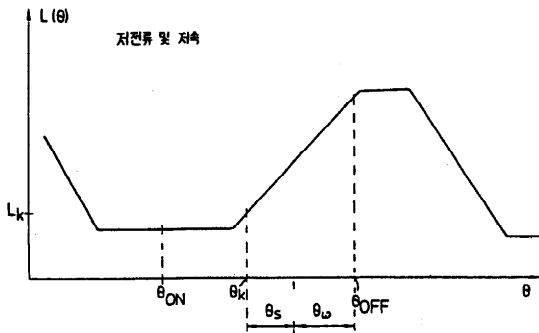
도면1



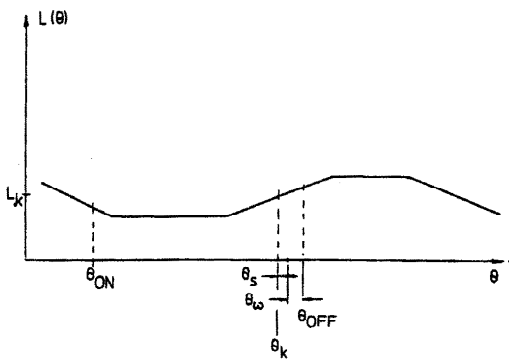
도면2



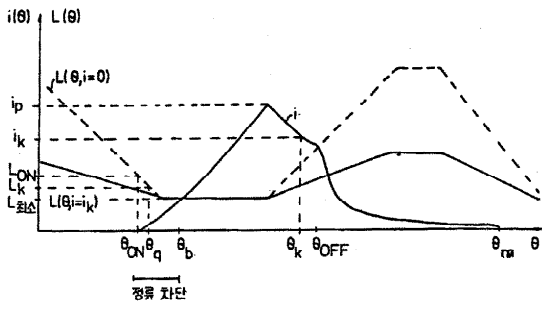
도면3



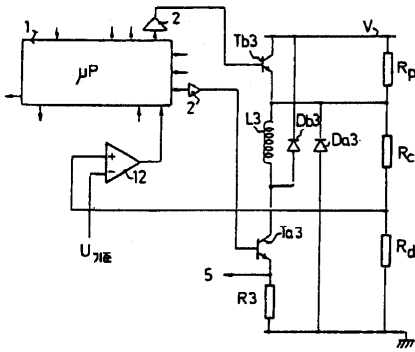
도면4



도면5



도면6



도면7

