(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
H02P 6/02

(45) 공고일자 1990년04월14일
(11) 공고번호 90-002420

(21) 출원번호	특1986-0000297	(65) 공개번호	특1986-0006158
(22) 출원일자	1986년01월18일	(43) 공개일자	1986년08월18일

(30) 우선권주장 12592 1985년01월28일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시기가이샤 히다찌 세이사꾸쇼 미다 가쓰시게
일본국 도오교오도 지요다구 간다 스루가다이 4죠메 6반지히다찌 엔지니어링 가부시기가이샤 야마자끼 세이지
일본국 이바라기껜 히다찌시 사이와이죠 3죠메 2반 1고

(72) 발명자 엔도오 쓰네히로
일본국 이바라기껜 히다찌오다시 아라쥬꾸죠 1349-14
가또오 노부아끼
일본국 이바라기껜 가쓰다시 다께다 884
이즈까 겐이찌
일본국 도찌기껜 아시가가시 오구보죠 1229-2
다지마 후미오
일본국 이바라기껜 다가군 쥬오죠 이시혼고 1180-106

(74) 대리인 김서일

심사관 : 윤병삼 (책자공보 제1833호)

(54) 전동기의 속도제어장치 및 그 속도 제어방법

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

전동기의 속도제어장치 및 그 속도 제어방법

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 본원 발명의 일실시예에 의한 전동기의 속도제어장치의 구성도.

제 2 도는 그 전류제어부의 상세도.

제 3 도는 그 동작설명도.

제 4 도는 그 속도제어를 나타낸 상세설명도.

제 5 도는 그 동작설명도.

제 6 도는 본원 발명의 다른 실시예에 의한 전동기의 속도제어 장치에 있어서의 속도제어를 나타낸 상세구성도.

제 7 도는 그 동작설명도.

제 8 도는 본원 설명의 또 다른 실시예에 의한 전동기의 속도 제어 장치에 있어서의 속도제어를 나타낸 상세구성도.

제 9 도는 그 동작설명도.

제 10 도는 제 1 도의 모터의 동작을 나타낸 각부 신호파형도.

제 11 도는 본원 발명의 일실시예인 속도제어법을 나타낸 제어통계도.

제 12 도는 제 11 도의 속도제어의 처리실행 타이밍을 나타낸 도면.

제 13 도는 본원 발명의 다른 속도제어법을 나타낸 제어계통도.

제 14 도는 제 13 도의 속도제어의 처리실행 타이밍을 나타낸 도면.

제 15 도는 전동기의 회전각에 대한 부하토오크, 전동기의 출력 토오크 및 회전수의 변화를 나타낸 설명도.

[발명의 상세한 설명]

본원 발명은 전동기의 속도제어장치에 관한 것이며, 특히 전동기에 가해지는 부하의 크기가 어떤 일정주기로 변화하는 것에 적합한 전동기의 속도제어장치에 관한 것이다.

그리고, 변동하는 부하에 대해서는 자주 브러시레스직류모터가 사용되지만, 본원 발명은 브러시레스 직류모터의 특히, 위치검출신호에서 회전주기를 계측하여 회전수를 연산하는 방식의 브러시레스직류모터의 속도제어법에 관한 것이다.

본원 발명은 압축기의 구동용 전동기에 적합하다.

예를들면 룸에어콘디셔너(이하 룸에어콘이라함) 냉방 또는 난방능력을 가변하는 방식으로서, 근래 압축용 전동기의 회전수를 인버터를 사용하여 제어해서 바꾸는 방식이 일반적으로 사용되게끔 되었다.

그리고, 이들 전동기의 회전수 제어범위는 대략 2000rpm~6000rpm정도이다.

이 회전수 제어범위를 더욱 확대하면 룸 에어콘의 능력제어범위가 넓어져, 고속회전에 대해서는 난방능력의 증강, 또 저속회전에 대해서는 전력절약, 저소음이라고 하는 효과가 얻어지는 것이다.

그런, 1000rpm 이하 정도의 저속회전화에 대해서는 종래 다음에 나타낸 이유에 의해 진동, 소음이 증대해서 실용화가 곤란했었다.

즉 룸에어콘이나 냉장고에 사용되고 있는 압축기는 일반적으로 구동용의 전동기와 함께 챔버내에 밀폐된 구조이며, 압축기의 전동기에 가해지는 부하 토오크는 로터리 압축기나 레시프로 압축기의 어느 것이든간에 회전 각도에 대해 크게 맥동하며, 그 최대 부하 토오크는 평균 토오크의 부하 토오크의 대략 3배에 달하고, 1회전 주기로 하여 반복되는 것이다.

여기서, 제 15 도는 전동기의 회전각에 대한 부화토오크(T_L), 전동기의 출력토오크(T_M) 및 회전수(N)의 변화를 나타내는 것이다.

부하토오크(TL)이 출력토오크(T_M)보다 커지는 도시 B의 회전각영역에서는 회전수(N)의 감속기에 의한 각 가속도가 발생하여, 전동기의 회전축계가 갖는 관성모우먼트(J)와의 적(積)으로 표시되는 회전관성토오크가 생기며, 이것과 출력토오크(T_M)가 부하토오크(T_L)와 균형을 이루는 것이다.

이것에 대해, (T_L) < (T_M) 의 회전 각 영역인 도시 A의 영역에서는 회전수의 증속에 의거한 회전관성토오크가 발생한다. 즉, (T_M) -(T_L)의 토오크차에 따른 회전관성토오크가 발생함으로써, 출력측의 전동기와 부하측으로서의 압축기와의 사이에서 토오크의 평형이 유지된다.

바꾸어 말하면 전동압축기에 있어서는 1회전중앙에 회전맥동이 발생하여 이것이 압축기챔버 전체에 진동, 나아가서는 소음을 일으키게 되는 것이다.

특히, 전동기를 저속영역으로까지 운전할때에는 회전수가 저하됨에 따라, 고속시와 같은 각(角) 가속도에 대해서는 회전맥동의 진동이 증대하며, 또 그 회전맥동의 주파수도 저하한다.

그리고, 이 때문에 생기는 진동도 회전맥동에 따른 진폭이 크고 진동주파수도 내려간다.

따라서, 종래 압축기용 전동기의 회전수범위를 저속방향으로 확대하는 데는 진동, 소음이 심하면 방진(防振), 방음대책장치가 대형화하기 때문에 실용성 단계의 실현이 곤란했었다.

이상의 문제점을 해결하는 것으로 예를들면 본원 발명자들이 앞서 개발한 일본국 특원소 59-123639호에 의한 것이 있으며, 부하토오크의 패턴을 미리 기억해 두고, 이 기억된 토오크패턴 데이터를 회전각도마다 독출하여 출력토오크를 제어하도록 한 토오크제어장치를 개발한 것이다.

그러나, 상기 방식에서는 회전각도에 대한 부하토오크패턴을 이미 알고 있다는 것을 전제로 하는 것으로서 기지(旣知)의 경우는 충분한 것이지만, 임의의 부하토오크패턴에의 대응점, 또는 회전각도에 대해 기준이 되는 위치의 검출이 필요해진다는 점 등, 연구해야 할 점이 있었다.

또 브러시레스모터의 속도제어법은 일본국 특개소 59-44991호에 개시된 바와 같이, 위치검출신호로부터 전기각 60도마다의 시간의 계측, n_1을 플러스의 정수로서 전기각 $60n_1$도의 시간산출, 그 시간에서 회전수의 연산, 이 연산결과인 검출회전수와 지령회전수와의 편차회전수의 비례, 적분, 미분항의 산출, 이것에 의거하여 인버터의 출력전압의 결정이라고 하는 5개의 처리과정에 의해 행하고 있었다. 그러나 제 1 의 처리인 전기각 60도마다의 시간의 계측과, 그것에 이어지는 다른 처리와는 비동기였었다. 즉 60도의 시간산출후에 그 산출결과로부터 인버터출력전압까지에 시간지연이 생기며, 이 때문에 속도제어계의 응답속도가 저하된다고 하는 문제점이 있었다.

특히, 압축기용 모터로서 종래의 속도제어법을 채용한 브러시레스 직류모터를 사용할 경우에는 다음과 같은 문제가 생겼다. 즉, 룸 에어콘이나 냉장고에 사용되고 있는 압축기는 일반적으로 구동용의 모터와 함께 챔버내에 밀폐되는 구조이며, 압축기의 모터에 가해지는 부하토오크는 로터리압축기, 레시프로압축기의 어느 것이든지간에 회전각도에 대해 크게 맥동하며, 그 최대부하토오크는 평균부하토오크의 대략 3배에 달한다. 그래서, 이 맥동부하는 회전각도에 대해, 대략 결정된 패턴으로 된다. 따라서, 종래의 속도제어와 같이 회전각도에 동기한 위치검출신호와는 비동기로 속도제어를 하

는 방식에서는 회전각도에 따라 변화하는 부하에 신속히 응해서 인버터의 출력전압을 결정하는 것이 곤란해진다. 이 결과, 모터출력토오크와 부하토오크와의 차토오크가 증대해서 회전맥동이 발생하며, 특히 저속시에 있어서 회전맥동의 진폭이 증대하고 또 회전맥동의 주파수가 저하되기 때문에 챔버의 진동이 심해진다고 하는 문제가 있었다.

본원 발명의 제 1 의 목적은 압축기와 같이 어떤 일정한 주기마다 부하가 변화하는 부하체의 속도를, 기준위치를 검출하지 않고, 속도의 맥동을 되도록 적게, 또한 광범위하게 바꿀 수 있는, 전동기의 속도 제어장치를 제공하는 것이다.

본원 발명의 제 2 의 목적은 회전위치에 대해 부하가 변화할 경우에도 고속에 응답해서 속도제어할 수 있는 버러시레직류모터의 속도제어법을 제공하는 데 있다.

본원 발명의 제 1 의 목적을 달성하는 전동기의 속도제어장치의 구성은, 전동기와 이 전동기에 의해 구동되는 부하체의 속도를 지령속도에 일치시키는데 상기 전동기에 가하는 전압, 또는 전류를 제어하는 장치를 구비하며, 상기 전동기에 가새지는 부하의 크기가 일정주기중에 변화하는 것에 있어서, 상기 일정주기를 n분할하며, 상기 전동기에 가하는 전압, 또는 전류에 의한 n개의 데이터를 각기 독립해서 기억하는 읽고 쓰기가 가능한 기억요소를 구비하고, 상기 n분할된 주기마다 상기 지령속도와 부하체의 속도와의 차에 따라, 상기 n개의 데이터의 최소한 하나의 데이터를 수정하는 동시에, 상기 n개의 데이터의 최소한의 하나의 데이터에 따라, 상기 전동기에 가하는 전압, 또는 전류를 제어하도록 구성한 것이다.

그리고, 부가해서 기술하면 다음과 같다.

본원 발명은 이 일정주기마다 반복되는 맥동부하에 대해, 이 일정주기를 n분할하며, 다분할 단위마다 전동기에 가하는 전류 또는 전압에 의한 데이터를 구비하도록 하고, 상기 일정주기마다 전동기의 지령속도와 검출속도와의 차이 속도에서, 상기 데이터를 수정하는 동시에, 상기 데이터에 의거하여 전동기에 가하는 전압 또는 전류를 제어하도록 한 것이다.

또한, 압축기용 전동기를 예로하여 보충하면 다음과 같다.

본원 발명은 특히 저속운전영역에 있어서, 커지는 진동, 소음의 원인이 회전각도에 대한 부하토오크와 전동기의 출력토오크와의 불일치에 있는 것을 감안하여, 전동기의 출력토오크가 부하토오크와 일치하도록 출력토오크의 제어를 하는 것이다.

그리고, 그 부하토오크를 기준위치를 검출하지 않고 지정하는 구체적방식으로서 1회전을 n분할하여 각 분할단위마다 지령속도와 검출속도와의 차이 속도로부터 토오크에 의한 데이터를 따로따로 작성하고, 1회전의 지정부하토오크패턴으로 하여 이들 데이터에 의거해서 전동기의 토오크를 출력시키도록 한 것이다.

본원 발명의 제 2 의 목적을 달성하는 속도제어방법은 상기 장치를 구성하는 것과 같은 직류로부터 3상교류로 전력변환하는 인버터와, 이 인버터출력으로 구동되는 영구자석 회전자형의 동기모우터, 상기 회전자의 자극위치를 검출하여 위치검출신호를 출력하는 수단을 구비하며, 상기 위치검출신호로부터 n_1을 플러스의 정수로서 전기각 $60n_1$도 마다의 기본신호를 만들고 이 신호의 주기에서 회전수를 검출하여 이 검출회전수와 지령회전수에 따라 인버터의 출력전압을 결정해서 속도제어를 하는 방식의 브러시레스직류모터에 있어서, 상기 인버터의 출력전압을 결정하는 처리를 상기 위치검출신호에 동기하며, 또한 n_2를 플러스의 정수로서 전압각 $60n_2$도의 시간마다 실행하는 속도 제어법으로 하는데 있다.

다시 바꾸어 말하면, 본원 발명의 속도제어법은 회전자의 위치검출신호에서 n_1 및 n_2를 플러스의 정수로서 전기각 $60n_1$ 마다의 시간을 계측하고, 얻어진 시간으로부터 $60n_2$도의 시간마다 회전수의 연산과, 이 연산결과인 검출회전수와 지령회전수와의 편차회전수의 비례, 적분, 미분항의 산출, 이것에 의거하여 인버터의 출력전압의 결정을 하는 것으로 위치검출신호와 속도제어처리와의 동기화를 가능하게 한 것이다.

본원 발명에 의한 전동기의 속도제어장치의 각 실시예를 제 1 도 내지 제 9 도에 의거하여 설명한다.

각 실시예는 전동기로서 압축기용 전동기에 의한 브러시레스직류 전동기에 적용되는 실시예에 의한 것이다.

즉, 제 1 도는 브러시레스직류전동기의 속도제어장치의 전체구성을 나타낸 것이다.

도시한 교류전원(1)에서 정류회로(2) 및 평활콘덴서(3)로부터 도시한 직류전압 Ed를 얻어 인버터(4)에 공급하는 것이다.

이 인버터(4)는 트랜지스터 TR_1~TR_6와 환류(還流) 다이오우드 D_1~D_6로 구성된 120° 통전형 인버터이며, 그 교류 출력전압은 직류전압 Ed의 프 플러스전위측 트랜지스터 TR_1~TR_3의 통류기간(전기각 120°)이 펄스폭 변조를 받아 초퍼동작을 함으로써, 제어되는 것으로 하고 있다.

또, 트랜지스터 TR_4~TR_6의 공통에미터단자의 환류다이오우드 D_4 ~ D_6와의 공통애노드단자간에 저저항 R_1이 접속되어 있는 것이다.

(5)는 압축기부이며, 브러시레스직류전동기에 의한, 4극의 영구자석을 계자로 한 동기전동기(5-1)와, 그 부하체인 압축기(5-2)로 이루어진 것이다.

동기전동기(5-1)의 전기자권선에 흐르는 권선전류는 상기 저저항 R_1에도 흘러, 이 저저항 R_1의 전압

강하로서, 권선전류 I_L을 검출할 수 있는 것이다.

동기전동기(5-1)의 속도를 제어하도록 한 제어회로를 마이크로콤퓨터(7), 동기전동기(5-1)의 회전자의 자극위치를 검출하는 자극위치검출회로(6), 동기전동기(5-1)의 전기자권선전류를 제어하는 전류제어부(8), 트랜지스터 TR_1~TR_6에 대한 베이스 드라이버(9), 및 동기전동기(5-1)의 속도를 도시의 속도지령(NCMD)으로서 마이크로콤퓨터(7)에 전하는 속도지령회로(12)로 구성되는 것이다.

상기 자극위치검출회로(6)는 동기전동기(5-1)의 전기자권선단자 전압 V_A~V_C에서 필터회로를 사용하여, 회전자위치에 대응한 위치검출신호(6S)를 형성하는 회로이다. 그리고, 이 위치검출신호(6S)를 사용하여 동기전동기(5-1)의 회전속도를, 마이트로콤퓨터(7)에서 연산을 하여 구하는 것이다.

그리고 상기 ROM(7-2)은 브러시레스직류전동기에 의한 동기전동기 (5-1)를 구동하는데 필요한 각종 처리프로그램, 예를들면 속도연산처리, 지령끌어들이기처리 및 속도제어처리 등에 의한 것이 기억되고 있다.

한편, 상기 마이크로콤퓨터(7)는 CPU(7-1), ROM(7-2), RAM(7-3)등으로 구성되며, 각기 어드레스버스, 데이터버스 및 콘트롤버스(도시 생략)에 의해 접속되는 것이다.

그리고, 상기 RAM(7-3)은 상기 각종 처리프로그램을 실행할 때에 필요한 각종 데이터를 읽고 쓰기 위한 주기억부(7-3a)와, 회전자 위치마다 통류해야 할 권선전류치에 관련한 12개의 전류데이터를 기억한 전류패턴기억부(7-3a)로 이루어지는 것이다.

전류제어부(8)는 마이크로콤퓨터(7)의 전류패턴기억부(7-3a)내의 전류데이터에 의거하여 회전위치마다에 출력된 전류출력데이터(11)에 따라 권선전류 I_L을 제어하는 것이다. 그리고(10)은 후술하는 초퍼신호이다.

즉, 브러시레스직류전류전동기는 전기자권선에 흐르는 권선전류는 그 전동기의 출력토오크에 대응하며, 권선전류를 회전위치마다 제어함으로써 출력토오크의 회전위치마다의 제어가 가능해지는 것이다.

제 2 도는 상술한 전류제어부(8)의 상세를 나타낸 것이다.

즉, 전류 지령회로로서의 D/A 변환기(17), 전류검출회로로서의 증폭기(13), 전류지령치(11a)와 전류검출치 V_{IL}을 비교하는 전류비교기(14), 3각파발진기(15), 상술한 트랜지스터 TR_1~TR_3를 초퍼동작하기 위한 초퍼신호(10)를 작성하는 콤퍼레이터(16)로 구성되는 것이다.

마이크로콤퓨터(7)의 전류패턴기억부(7-3a)에 기억된 12개의 전류데이터중에서, 회전위치에 따라 1개마다 독출되어 전류데이터에 의거해서 마이크로콤퓨터(7)의 외부에 출력된 8비트의 전류출력데이터(11)는 상기 D/A 변환기(17)에 의해 아날로그량으로 변환되어, 도시한 전류지령치(11a)로 되는 것이다.

그리고 앞서의 저저항 R_1의 전압강하로서 얻어지는 권선전류 I_L은 증폭기(13)에 의해 증폭되어 도시한 전류검출치 V_{IL}로 되며, 전류비교기(14)에 의해 상기 전류지령치(11a)와 비교되고, 그 출력(14S)과 3각파발진기(15)의 출력인 3각파신호(15S)가 콤퍼레이터(16)에 의해 비교되고, 그 출력으로서 초퍼신호(10)가 형성되는 것이다.

그리고 제 3 도는 위치검출신호(6S)와 전류지령치(11a)와의 시간관계를 나타내는 동작설명도이다.

동기전동기(5-1)가 4극기인 것으로 해서, 동도면(1)의 회전자의 자극위치를 나타내는 위치검출신호(6S)의 1사이클은 기계각으로 180° 에 대응하며, 회전자의 1회전 360° 에 대해 도시한 모우드"1"에서 모우드"12"까지 30° 마다 12의 모우드로 분할된다.

이들 각 모우드마다 후술하는 방법에 의해 작성되어 상기 전류패턴 기억부(7-3b)에 기억된 12개의 8비트 전류데이터를, 각 모우드에 따라 독출하는 것이다. 그 독출된 전류데이터에 의거하여 출력된 전류출력데이터(11)는 상기D/A 변환기(17)에 의해 제 3 도의 (2)에 나타낸 바와 같이 전류지령치(11a)로 변환된다.

그리고, 상술한 바와 같이, 전류 검출치 V_{IL}과 상기 전류지령치(11a)가 비교되어 오퍼신호(10)가 작성되며, 권선전류 I_L이 전류지령치에 대응한 파형으로 제어되는 것이다.

다음에 전류패턴기억부(7-2b)에 기억시키는 12개의 전류데이터의 수정과 출력의 방법에 일실시예에 대해 제 4 도 내지 제 5 도에 의거하여 다음에 설명한다.

제 4 도는 본 실시예에 있어서의 마이크로콤퓨터(7)의 처리내용을 블록적으로 나타낸 상세구성도이다.

그 입력으로서 자극위치검출회로(6)로부터의 위치검출신호(6S) 및 속도지령회로(12)로부터의 속도지령(NCMD)이 있다.

그리고, 속도연산처리(18)에서는 상기 위치검출신호(6S)의 기계각 30° 마다의 회전자의 회전시간에서 속도를 연산하여 구하는 것이다.

또, 지령끌어들이기처리(19)에서는 상기 속도지령(NCMD)을 읽어 넣고, 내부속도지령(INCMD)을 작성하는 것이다.

앞서에도 기술한 전류패턴기억부(7-3b)는 상술한 전류데이터에 의한 도시한 12개의 적분항 I_1~I_{12}으로 구성된다.

여기서, $I_i=\sum(INCMD-N_1)$이며, N_1는 모우드"i"에 있어서의 회전속도이다.

한편, 스위치(SW_1) 및 (SW_2)는 각기 상기 12개의 적분항중 어느 적분항의 하나가 입력측 및 출력측에 선택되는가를 나타내며, 회전자가 기계각 30° 회전할 때마다 2개의 스위치(SW_1) 및 (SW_2)를 전환하는 것으로 하고 있다.

상기 스위치(SW_2)에 의해 선정된 적분항은 도시에 비례항(P)에 의해 감해지며, 전류출력데이타(11)로서 D/A변환기(17)에 출력된다. 여기서 비례항(P)은 속도연산처리(18)에 의해 연산하여 검출된 속도(CURN)를 K배한 데이터, 즉, $P=K\cdot CURN$이다.

다음에 제 5 도는 앞서의 제 3 도에서 나타낸 1회전 360° 중, 30° 마다 분할된 모우드"1"에서 모우드 "12"까지의 각 모우드에 있어서, 검출속도, 수정되는 적분항(즉 전류데이터) 및 전류출력데이터를 나타낸 동작설명도이다.

어떤 임의의 시점 t에 있어서, 회전위치가 모우드 "i"의 위치에 달했을 때, 이 모우드"i"에서 검출할 수 있는 속도는 그 하나 앞의 모우드 "i-1"(i=1일때는 모우드"12")에 있어서의 회전속도 N_{i-1}이며, 이 검출속도 N_{i-1}와, 그 시점에 있어서의 내부속도지령(INCMD)에서 적분항 Ii-1을 다음 식에 따라 수정한다.

$$I_{i-1}=(INCMD-N_{i-1})+I_{i-1} \quad \cdots\cdots (1)$$

여기서, 우변의 적분항 I_{i-1}은 그 시점 이전까지의 적분항이며, 일반적으로 모우드 "i"에 대한 적분항 I_i는 다음과 같이 해서 구하고 있다.

$$I_i=\sum(INCMD-N_i) \quad \cdots\cdots (2)$$

한편, 모우드 "i"에 있어서의 전류출력데이터는 이미 1회전 가까이앞에 있어서의 모우드 "i+1"에서 수정되고 있는 적분항(I_i)과 비례항($P=KN_{i-1}$ 과의 차로서, $I_i-K\cdot N_{i-1}$ 으로 하고 있다. 여기서, K는 비례항게인이다.

이상과 같이, 1회전 360° 를 30° 마다의 12개의 회전위치로 분할하여, 이 분할된 위치에 대응해서 각기 독립적으로 전류데이터로서의 적분항을 읽고 쓸수 있는 RAM의 영역에 설치하고, 각 회전위치에 있어서의 적분항을, 그 회전위치에 있어서의 속도와 지령속도와의 차에서 작성하는 결과, 12개의 적분항에 의해 형성되는 1회전 360° 의 패턴은 압축부하의 맥동패턴에 근사한 것으로 된다.

그리고, 어떤 임의의 위치에 대응한 모우드 "i"에 있어서, 마이크로콤퓨터(7)의 처리는 상술한 바와 같이, 하나 앞의 회전위치에 대응한 모우드 "i-1"에서의 속도의 연산과 적분항의 수정을 하며, 다시 전류출력데이타는 이미 1회전 바로 전에 수정이 끝난 적분항 I_i와 그 시점에서 연산된 속도에서 얻어진 비례항(P)에서 적성하여 출력하는 것이다.

이상과 같이 12개의 적분항은 각기 1회전마다 수정되며, 그 수정된 적분항은 1회전 바로 뒤에 전류출력데이터에 반영한다. 이 점으로부터 급격한 부하에 대해, 적분항의 응답은 느린 것이다.

이것에 대해, 상기 실시예에서는 어떤 모우드로 검출된 하나 앞의 모우드에서의 속도를 비례항으로서 전류출력데이터에 반영하고 있는 것으로서, 이것에 의해 상기 적분항의 응답의 느린것을 보충하며, 그 결과로서 전류출력데이터의 응답을 신속하게 하고 있는 것이다.

다음에, 전류패턴기억부에 기억하고 전류데이터의 작성법에 관한 것으로서 다른 실시예를 제 6 도 내지 제 7 도에 의거하여 설명한다. 도면에서 제 4 도, 제 5 도와 동일부호는 동등한 부분이며, (7-A)는 마이크로콤퓨터(7-3 b-1)은 전류패턴 기억부이다.

즉, 앞서 제 4 도와 제 5 도에 나타낸 실시예와 다른 점은 1회전 12개의 모우드에 대해, 2개의 모우드에서의 회전속도, 즉 기계각 60° 의 기간에서의 속도를 기초로 전류데이터를 수정하도록 한 점이다.

그리고 제 6 도는 제 4 도와 마찬가지로 마이크로콤퓨터(7-A)에 의해 처리되는 내용을 블록적으로 난타낸 상세구성도이다.

즉, 기계각 30° 마다 지령끌어들이기장치(19)에 얻어진 내부속도지령(INCMD)과 속도연산 처리(18)로 연산해서 검출된 속도(CURN)와의 차에 의해, 전류데이터인 2개의 적분항을 수정하는 동시에, 하나의 적분항을 전류출력데이터에 반영하도록 한 것이다.

제 7 도는 제 5 도와 마찬가지로, 1회전 12개의 모우드의 각각의 모우드에 있어서, 대상으로 하는 검출하는 속도의 측정시간, 검출속도의 내용, 수정하는 전류데이터로서의 적분항, 및 전류출력데이터를 나타낸 동작설명도이다.

어떤 임의의 모우드 "i"에 있어서 검출할 수 있는 속도는 모우드 "i-1"과 모우드 "i-2"의 기간(i=1일 때는 모우드 "11"과 "12", 또 i=2 일때는 모우드"12"와 "1")에 있어서의 속도$N_{(i-2)(i-1)}$이며, 이 검출한 속도 $N_{(i-2)(i-1)}$과, 그 시점에 있어서의 내부속도지령(INCMD)에서 2개의 적분항을 다음식에 따라 수정한다.

$$I_{i-2}=(INCMD-N_{(i-2)(i-1)})+I_{i-2} \quad \cdots\cdots (3))$$

$$I_{i-1}=(INCMD-N_{(i-2)(i-1)})+I_{i-1} \quad \cdots\cdots (4)$$

여기서, 상기 각 식에 있어서의 우변의 적분항 I_{i-2} 및 I_{i-1}은 앞서의 (1)의 식과 같이, 그 시점 이전

까지의 모우드 "i-2"와 모우드 "i-1"의 적분항이다.

한편, 모우드 "i"에 있어서의 전류출력데이타(11)은 이미 그 시점까지의 모우드"i+1"과 모우드"i+2"에 의해 수정이 끝난 적분항(I_i)과 비례항(P) = $K \cdot N_{(i-2)(i-1)}$ 의 차로서, $I_i - K \cdot N_{(i-2)(i-1)}$ 으로 하고 있다.

이상 제 6 도 내지 제 7 도에서 나타낸 제 2 의 실시예에서는 속도 검출에 사용하는 위치검출신호(6S)의 30° 마다의 시간이 자극 위치검출회로(6)를 구성하는 부품정밀도에도 의존하며, 30° 마다의 시간만으로는 올바르게 속도를 반영하지 않을 경우에, 60° 마다의 시간에 의거하여 높은 정밀도로 속도검출을 하는 동시에, 이것으로부터 2개의 적분항을 수정함으로써, 상기 부품정밀도의 전류출력데이터에 주는 영향을 줄이려고 한 것이다.

그리고, 본 실시예에 있어서의 상기와 동일한 효과를 얻는데, 수정하는 분항을 하나로 하며, 전류출력데이터에 반영하는 적분항을 2개로 해도 되는 것이다.

즉, 모우드 "i"에 있어서, 수정하는 적분항을 I_{i-2} 만으로 하고, 또 전류출력데이터에 반영하는 적분치를 I_i 와 I_{i-1} 의 2개를 선정하여, 전류출력데이터를, $(I_i+I_{i-1})-K \cdot N_{(i-2)(i-1)}$ 로 해도 동일한 효과가 얻어지는 것이다.

또한 전류패턴기억부에 기억시키는 전류데이터의 수정과 출력의 방법에 관한 것으로서 또 다른 실시예, 즉 제 3 의 실시예에 대해, 제 8 도 내지 제 9 도에 의거하여 설명한다.

도면에서 앞서의 제 4 도, 제 5 도와 동일부호는 동등부분이며, (7-B)는 마이크로콤퓨터, (7-3b-2)는 전류패턴기억부이다.

즉, 앞서 나타낸 각 실시예와 다른 것은, 전류데이터로서, 적분항외에 비례항도 12개 준비하고, 각 12개의 모우드에 대응하여, 적분항과 비례항을 한쌍으로 한 전류데이터를 12개로 한 점이다.

그리고 제 8 도는 제 4 도와 마찬가지로, 속도제어의 마이크로콤퓨터(7-B)에 의해 처리되는 내용을 블록적으로 나타낸 상세구성도이다.

즉, 12개의 적분항(I_{11}~I_{12})과 함께, 12개의 비례항(P_1~P_{12})이 각기 한쌍으로 되어, 12개의 전류데이터에 의해 전류패턴 기억부(7-3b-2)를 구성하는 것이다.

그리고, 이들 비례치와 적분항의 한쌍은 각기 스위치(SW_1)에 의해 30° 의 회전위치마다 수정되는 동시에 스위치(SW_2)에 의해 선택적으로 전류출력데이터(11)로서 마이크로콤퓨터(7-B)에서 출력되는 것이다.

제 9 도는 제 5 도와 마찬가지로 30° 마다의 회전위치에 대한 모우드 "1"~모우드"12"의 각각의 모우드에 있어서, 검출되는 속도, 수정하는 전류데이터로서의 비례항과 적분항 및 전류출력데이터를 나타낸 동작설명도이다.

모우드 "i"에 있어서 검출가능한 속도는 N_{i-1} (i=1일때는 N_{12})이며, 이 검출한 속도 N_{12} 와, 그 시점에 있어서의 내부속도 지령(INCMD)에서 다음식에 따라 비례항(P_{i-1})을 작성한다.

$$P_{i-1} = K(INCMD - N_{i-1})$$

여기서, K는 비례항의 게인이다.

한편, 적분항(I_{i-1})은 앞서 나타낸 실시예에서의 (1)식과 마찬가지로 수정한다.

그리고, 모우드 "i"에 있어서 출력되는 전류출력데이터는 1회전 가까이 앞의 모우드 "i+1" 에서 이미 수정된 적분항(I_i)와 비례항(P_i)와의 합계로서, $I_i=P_i$로 한다.

이상에 기술한 본 실시예에서는 비례항을 적분항과 같은 모우드에 있어서의 속도를 근거로 작성하는 일로 해서, 전류출력데이터(11), 바꾸어 말하면 그 아날로그량인 전류지령치, 즉 모터출력토어크의 1회전당의 패턴과 압축부하가 맥동하는 패턴과의 근사정밀도가 높아져, 속도맥동저감효과가 높은 것이다.

이상 설명한 각 실시예에 의하면, 압축기용 전동기에 브러시레스 직류전동기를 사용하여, 이 전동기의 속도제어를 하도록 한 것으로해서, 요약하면 다음의 효과를 얻을 수 있는 것이다.

(1) 1회전을 주기로 하여, 회전위치에 의해 대략 결정된 맥동부하 패턴에 대해 30° 마다 회전위치를 12분할하고, 이 분할된 회전위치마다 속도를 검출하며, 지령속도와의 차에서 전류에 의한 전류데이터를 수정하면서 읽고 쓸수 있는 RAM에 기억하고, 이 기억된 전류데이터에 따라 브러시레스직류전동기의 전류, 즉 출력토오크를 제어하는 것에서 1회전을 주기로 하여 출력토오크패턴은 맥동부하패턴이, 12분할에 근사한 패턴으로 된다.

이 결과, 압축기의 부하토오크와 전동기의 출력토오크의 차 토오크가 감소하며, 이 차 토오크에 의해 발생하는 속도맥동이 감소하는 효과를 거두는 것이다.

이것에 의해, 압축기용 전동기를 1,000rpm 이하의 저속운전 영역까지 확대해도, 진동이 적은 전동압축기가 얻어지는 것이다.

(2) 또한 상술한 바와 같이, 전동기의 출력토오크패턴을 작성하는데, 전기자권선단자전압에서 얻어지는 회전자의 자극위치검출신호를 사용할 뿐인 구성인 것으로 해서, 출력토오크 패턴과 부하토오크 패턴을, 회전각도에 대해 일치시키는데, 회전기준위치를 검출하기 위한 센서 또는 속도검출을 위한 타코제너레이터나 엔코우더 등의 센서를 전동기측에 설치할 필요가 전혀 없기 때문에, 부품점수의

증가를 초래하는 일이 없으며, 신뢰성도 향상하는 것이다.

다음에 상기 제 1 도의 속도제어회로구성 및 제 10 도 내지 제 14 도에 의거하여 브러시레스직류코터의 제어방법에 대해 설명한다.

제 10 도는 상기 브러시레스직류모터의 동작을 나타내는 주회로의 각부 신호파형도이다. 제 10 도 (a)는 자극위치검출회로(6)의 출력인 위치검출신호(6S), (b)는 예를들면 전기각 60도의 타이밍신호(PS), (c)는 3각판반송파이며, 일정한 발진주파수를 갖는다. (d)는 상기 (c)도중의 슬라이스레벨 D_1에 의해 만들어지는 변조신호이며, 또한 (a)에 나타낸 위치검출신호(6S)와의 논리처리에 의해 트랜지스터의 드라이브신호(e)가 만들어진다. 여기서 브러시레스직류모터의 회전수는 상기 슬라이스레벨 D_1에 의해 인버터(4)의 출력전압을 바꿈으로써 결정되는 것이다.

제 11 도는 본 실시예 속도제어방법에 의한 제어계통도이며, 이들은 제 1 도의 제어회로에 있어서의 구성에 의해 실현되는 것이다. 먼저 제 11 도의 I_1에 있어서, 전기각 60도마다의 타이밍신호(PS)[제 10 도의 (b)]의 2주기부(T_1+T_{1-1})의 시간을 3배해서 1사이클해당분의 시간(T)을 산출하고, 다음의 I_2에 있어서는 회전수(N)을 N=K/T(K는 상수)에 의해 산출하며, 그리고 I_3에 있어서 검출회전수 N과 지령회전수 N_R과의 편차회전수의 비례, 적분, 미분항의 (K_P), (K_I), (K_D)를 구하고, 그 합계($K_P+K_I+K_D$)에서 슬라이스레벨 D_1이 결정되는 것으로서, 이들의 처리는 제어회로에 있어서의 마이크로콤퓨터(7)등에서 전기각 60도의 시간마다 PS신호에 동기해서 행해진다.

제 12 도는 PS신호와 상기 처리와의 시간관계를 나타낸 도면이다. 처리(I_1), (I_2), (I_3)는 전기각 60도의 시간마다 연속해서 한번에 하며, 한편, 회전수산출을 위한 정보는 I_1의 처리의 실행시마다 최신의 PS신호의 2주기분에 해당하는 전기각 120도의 시간을 사용하는 것으로 하고 있다.

이상의 방법에 의하면 PS신호와 2주기분을 회전수의 정보로 한 것에 의해 1주기마다 생기는 측정치의 불균일성이 평균화되는 동시에 2주기분의 시간측정결과를 즉시 슬라이스레벨 D_1에 반영하는 것으로 검출회전수의 정밀도가 향상되며, 또한 회전 변화에 수반하는 속도제어계의 응답이 빨라지는 효과가 있다.

본원 발명의 다른 실시예를 제 13 도 및 제 14 도에 의거하여 설명한다. 제 13 도는 본 실시예에 의한 속도제어방법을 나타내는 제어계통도이다. 제 11 도에 나타낸 제어계통도와 다른 점은 II_1에 있어서 1사이클의 시간(T)의 계산을 고속시와 저속시에서 전환하는 동시에, II_1, II_2, II_3로 이어지는 처리의 실행주기도 전환하도록 한것이며, II_2, II_3의 처리내용에 대해서는 제 11 도의 경우와 같다.

즉, 마이크로컴퓨터 등에서 고속제어처리를 실행하는 데는 어떤 시간을 필요로 하기 때문에, 고속시에는 PS신호의 1주기가 짧아지며, 이 1주기내에서의 처리가 곤란해진다. 이것을 피하기 위해, 고속회전의 영역에 있어서는 제 13 도, 제 14 도에 나타낸 실시예에서는 PS신호의 3주기마다, 즉 전기각 180도마다 속도제어에 의한 각 처리를 실행하도록 한것이다. 또한 고속회전영역에 있어서는 위치검출신호에 의한 위치검출회로의 구성부품의 불균일성이, PS신호의 주기의 불균일성에 주는 영향이 커지게 되는 일로 해서, 회전수산출의 정보로서, II_1의 처리의 실행시마다 최근의 PS신호의 6주기분에 해당하는 전기각 360도의 시간을 사용하여 평균화하고 있다.

제 14 도는 고속회전영역에 있어서의 상기 PS신호와, 상기 처리(II_1), (II_2), (II_3)와의 사간관계를 나타낸 도면이다. 각 처리는 연속해서 전기각 180도의 시간마다 PS신호에 동기해서 실행하며, 회전수산출을 위한 정보는 그때마다 최근의 PS신호의 6주기분의 시간을 사용하는 것으로 하고 있다.

여기서, II_1, II_2, II_3의 3개의 처리는 연속해서 실시하지 않고, 각 처리를 분할하여, 각 처리를 PS신호에 동기해서 실시하더라도 똑같은 효과가 얻어진다.

상기 각 실시예는 전동기로서 압축기용 전동기에 의한 브러시레스 직류전동기에 대해 기술한 것이지만, 본원 발명은 이것에 한정되는 것이 아니며, 예를들면 어떤 1정주기중에서, 전동기에 의해 구동되는 부하체의 부하가 변화하며, 더구나 상기 일정주기중의 속도의 변화를 검출할 수 있으며, 또한 전동기에 가하는 전류 또는 전압을 제어함으로써 속도의 제어가 가능해지는 장치를 구비한 전동기의 속도제어장치로서 사용할 수 있는 범용적인 것이다.

또, 상기 각 실시예에 의한 것은 전동기에 가하는 전류를 제어하도록 한 것이지만, 이것은 회전수의 제어라고 하는 것으로, 전동기에 가하는 전압을 제어하는 구성으로서 전압제어에 의한 것으로 할수 있는 것이다.

또한, 상기 실시예에서는 전류제어장치로서 인버터장치를 사용한 것이지만, 이것은 직류전원에 있어서의 초퍼장치를 사용할 수 있는 것이며, 양자에서 전압제어장치로서 사용하는 경우도 마찬가지이다.

또, 본원발명은 직선적으로 이동하는 전동기, 즉 리니어모터에도 적용할 수 있는 것이다.

요는 소정의 주기로 부하토오크가 변동하는 것의 구동모터로서 본원 발명은 실시되는 것이다.

이상 기술한 바와같이, 본원 발명의 속도제어장치에 의하면, 전동기의 속도를 지령속도에 따라 광범위하게 바꾸고, 나아가서는 속도 맥동을 매우 적게 하는데 적합한 전동기의 속도제어장치를 얻을수 있는 것이며, 또 본원 발명의 실시시에 있어서는 부하체의 이동하는 기준으로 되는 위치를 검출하지 않고 속도의 검출만으로 실현할 수 있고, 또한 일정주기중에 변화하는 부하의 변화량을 미리 알 필요가 없으며, 공업상 유익한 점이 크다.

또 본원 발명의 속도제어방법에 의하면 위치검출신호의 전기각 $60n_2$도의 시간마다 속도제어를 실행

하는 것으로 해서, 예를들면 압축기구동용의 브러시레스직류모터와 같이, 회전위치에 대해, 부하가 맥동하는 사용례에 있어서도 특히 그 효과가 현저하며, 부하변화에 의해 생기는 회전수변화를 신속히 인버터출력전압에 반영할 수 있으며, 속도제어계가 고속으로 되어 회전맥동이 적은 브러시레스직류모터를 실현할 수 있다. 또한 본원 발명의 실시예에 의하면 부하변화에 의해 생기는 회전수변화가 부하 및 모터가 발생하는 관성력의 증대에 의해 완화되는 고속회전영역에서는 속도제어계의 처리시간을 고려하여, 저속시보다도 n_2를 크게 하는 것으로 하여 상기와 마찬가지로 회전맥동을 억제할 수 있는 동시에 응답성을 향상시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

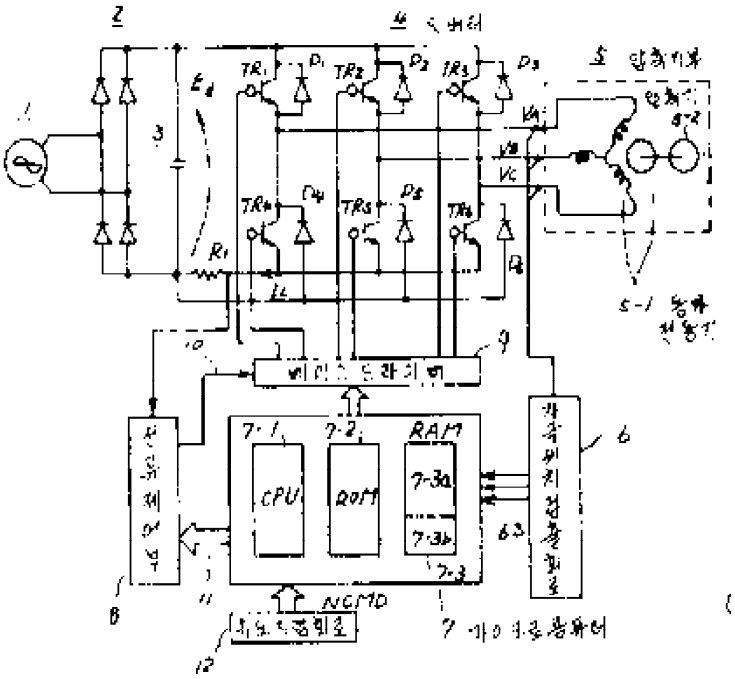
전동기와, 이 전동기에 의해 구동되는 부하체의 속도를 지령속도에 일치시키는데 상기 전동기에 가하는 전압, 또는 전류를 제어하는 장치를 구비하며, 상기 전동기에 가해지는 부하의 크기가 일정주기중에 변화하는 것에 있어서, 상기 일정주기를 n분할하며, 상기 전동기에 가하는 전압, 또는 전류에 의한 n개의 데이터를 각기 독립해서 기억하고 읽고 쓰기 가능한 기억요소를 구비하고, 상기 n분할된 주기마다 상기 지령속도와 부하체의 속도와의 차에 따라, 상기 n개의 데이터의 하나 이상의 데이터를 수정하는 동시에, 상기 n개의 데이터의 하나 이상의 데이터에 따라, 상기 전동기에 가하는 전압, 또는 전류를 제어하게끔 구성한 것을 특징으로 하는 전동기의 속도제어장치.

청구항 2

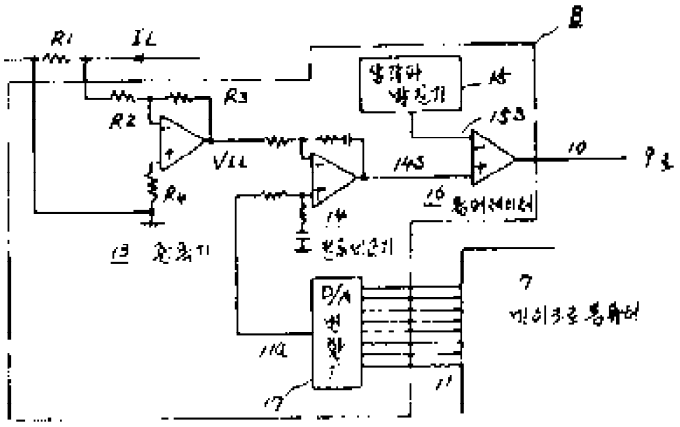
직류에서 3상교류로 전력변환하는 인버터와, 이 인버터출력으로 구동되는 영구자석 회전자형의 동기모터와, 상기 회전자의 자극위치를 검출하여 위치검출신호를 출력하는 수단을 구비하며, 상기 위치검출신호로부터 n_1을 플러스의 정수로서 전기각 $60n_1$도 마다의 기본신호를 만들고 이 신호의 주기에서 상기 회전자의 회전수를 검출하여 이 검출회전수와 지령회전수에 따라 상기 인버터의 출력전압을 결정하여 속도제어를 하는 모터의 제어에 있어서, 상기 인버터의 출력전압을 결정하는 처리를, 상기 위치검출신호에 동기하며, 또한 n_2를 플러스의 정수로서 전기각 $60n_2$도의 시간마다 실행하는 것을 특징으로 하는 전동기의 속도제어방법.

도면

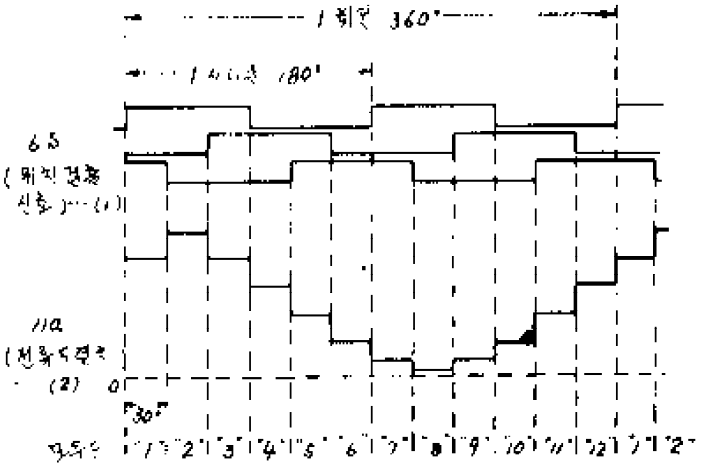
도면1



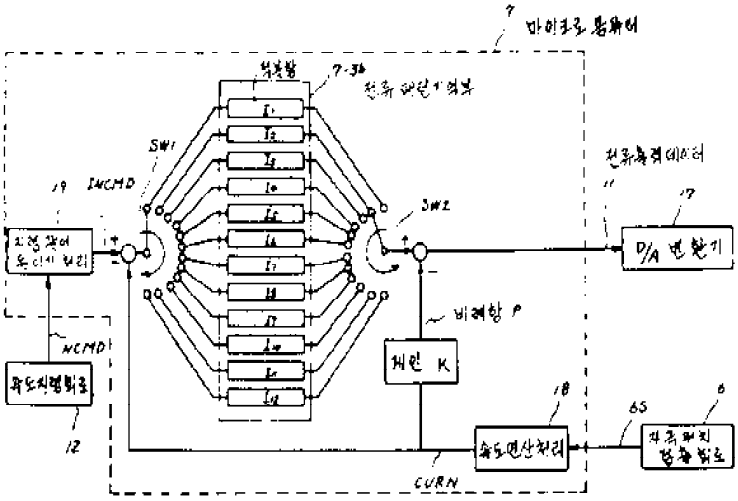
도면2



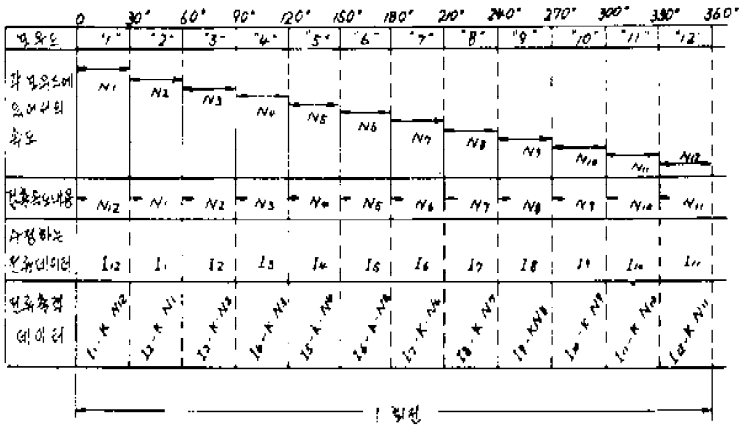
도면3



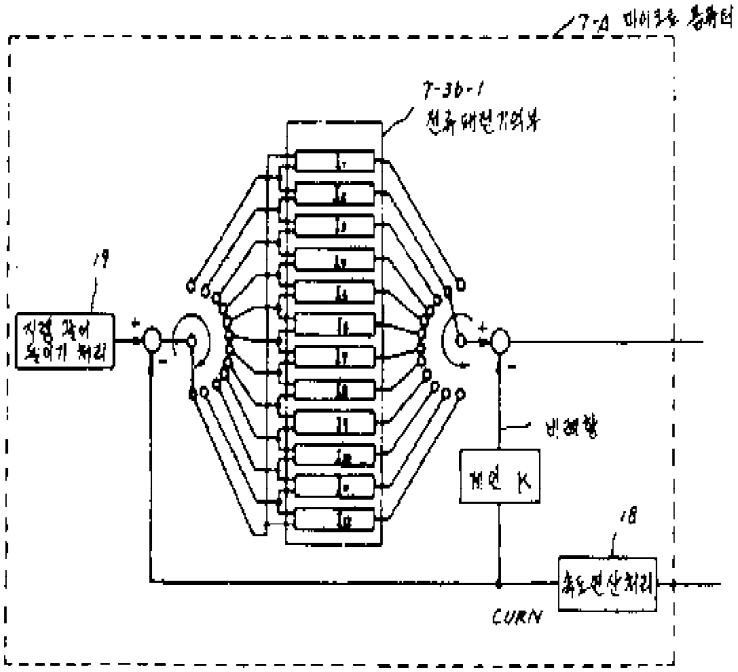
도면4



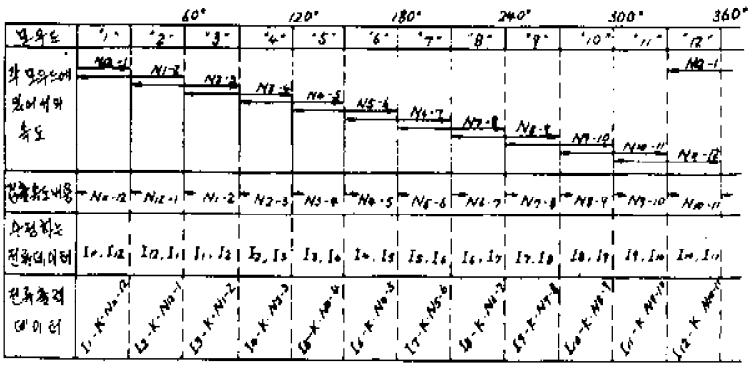
도면5



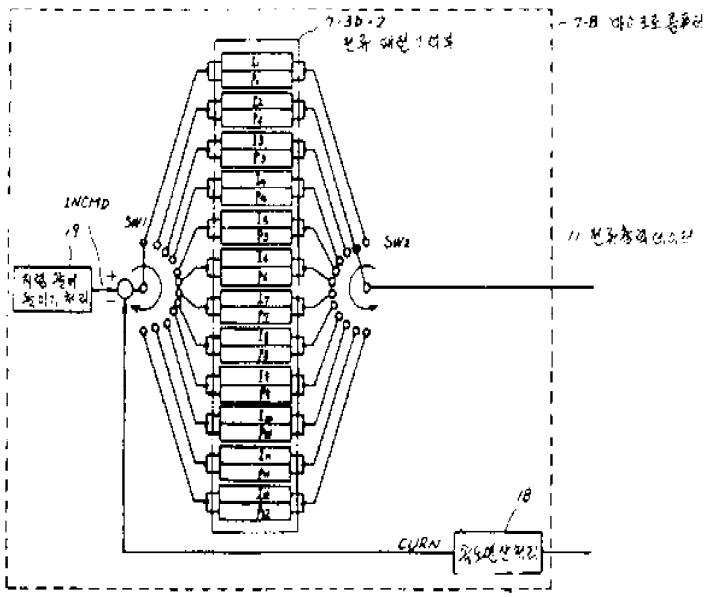
도면6



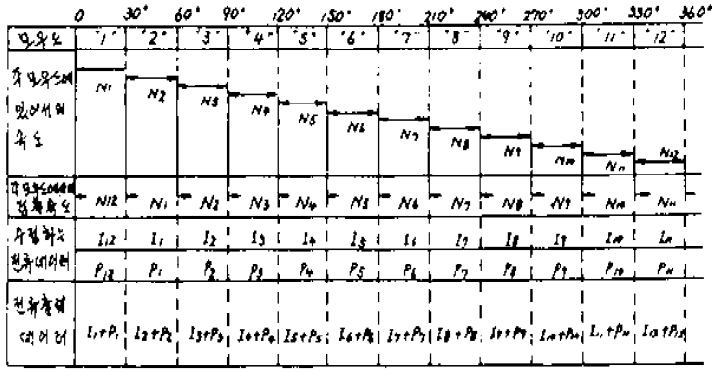
도면7



도면8

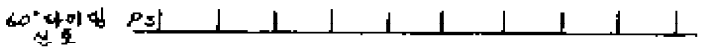


도면9

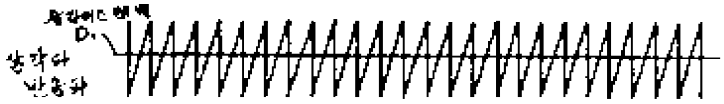


도면10-a

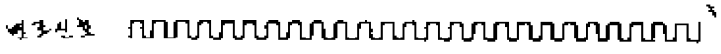
도면10-b



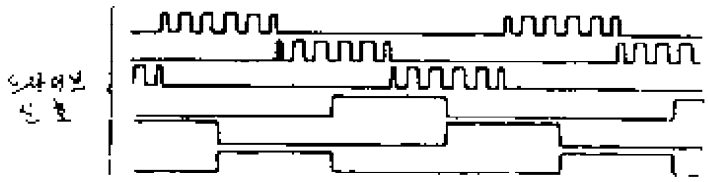
도면10-c



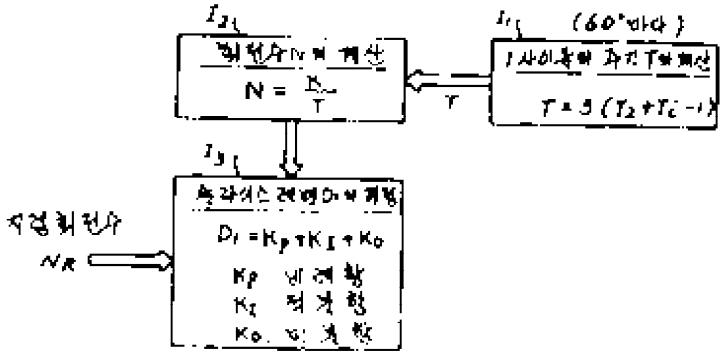
도면10-d



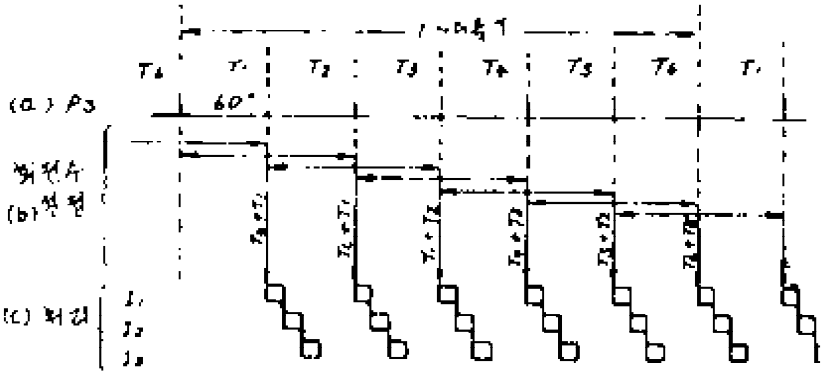
도면10-e



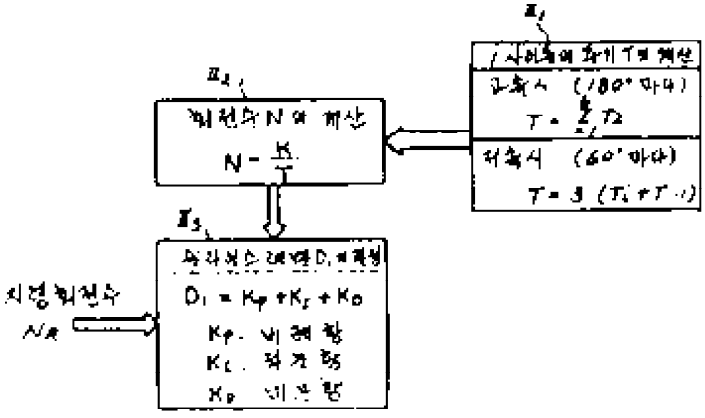
도면11



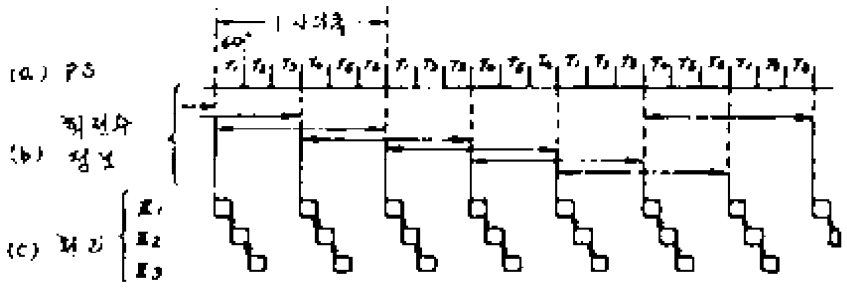
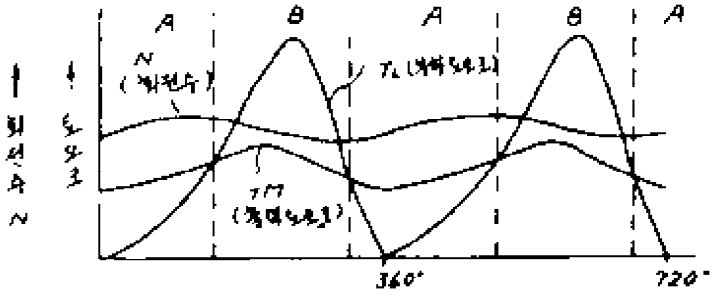
도면12



도면13



도면14



도면15