



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0109856
(43) 공개일자 2019년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02P 6/16 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H02P 6/16 (2013.01)

B60Y 2200/91 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0031446

(22) 출원일자 2018년03월19일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

기아자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

이명석

경기도 화성시 향남읍 하길로 70, 1002동 1902호
(오색마을 사랑으로부터영10단지아파트)

정지혜

대전광역시 유성구 덕명서로12번길 20, 늘푸름하
우스 202호(덕명동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

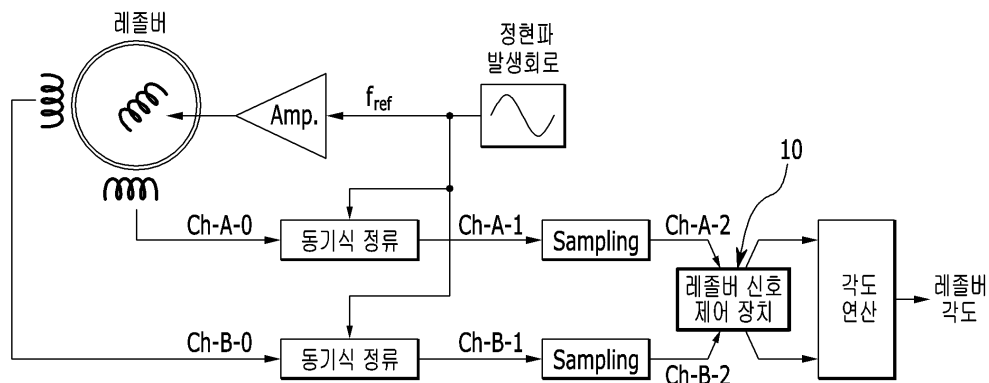
(54) 발명의 명칭 레졸버 신호 제어 장치 및 그 방법

(57) 요약

레졸버 신호 제어 장치 및 그 방법이 개시된다.

본 발명의 실시 예에 따른, 친환경 차량의 모터에 적용된 레졸버의 출력신호 크기를 일정하게 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치는, 상기 레졸버의 복수의 출력 채널에 대응하여 복수로 구성되며, 동기식 정류와 샘플링 처리된 레졸버의 출력신호 파형 크기를 조절하는 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 회로부 및 각 채널에서 각도 연산회로로 공급되는 상기 레졸버의 출력신호의 크기를 항상 감시하고, 변화된 상기 레졸버의 출력신호의 크기를 파악하여 일정한 기준 크기를 유지하도록 상기 OTA 회로부를 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

B60Y 2200/92 (2013.01)

(72) 발명자

공헌

경기도 화성시 동탄중앙로 220, C동 4702호(
반송동, 메타폴리스)

나정환

경기도 화성시 동탄대로시범길 168, 1027동 703호
(청계동, 시범반도유보라1차)

명세서

청구범위

청구항 1

친환경 차량의 모터에 적용된 레졸버의 출력신호 크기를 일정하게 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치에 있어서, 상기 레졸버의 복수의 출력 채널에 대응하여 복수로 구성되며, 동기식 정류와 샘플링 처리된 레졸버의 출력신호 파형 크기를 조절하는 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 회로부; 및

각 채널에서 각도 연산회로로 공급되는 상기 레졸버의 출력신호 크기를 항상 감시하고, 변화된 상기 레졸버의 출력신호 크기를 파악하여 일정한 기준 크기를 유지하도록 상기 OTA 회로부를 제어하는 제어부;

를 포함하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부에 입력되는 바이어스 전압을 복수의 저항으로 분압하여 +2.5V를 기준으로 0V와 +5V 사이를 오가는 파형으로 변환하는 바이어스 회로부;

상기 제어부에서 출력되는 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 직류로 변환하는 LPF(Low-Pass Filter) 회로부; 및

상기 제어부의 인터럽트 단자에 전원이 오프(off)되는 것을 감지하는 전원 오프 감지 회로부;

를 더 포함하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 OTA 회로부는

상기 제어부에서 인가되는 제어전압이 0V이면 전압 증폭도가 1이되어 입력된 전압을 그대로 출력하고, 상기 제어전압이 0V보다 높아지면 그에 따른 전압 증폭도가 상승하여 증가된 전압을 출력하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 OTA 회로부는

상기 제어전압이 +2.5V일 때 정상적인 신호크기가 발생하도록 저항 값들이 설정되는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 OTA 회로부는

입력부에 형성된 복수의 저항을 통해 입력된 상기 레졸버의 출력신호를 일정량 감쇄시키고, 이를 OTA 증폭기를 통해 다시 증폭하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 바이어스 회로부는

연산증폭기의 이득을 결정하는 복수의 저항이 형성되며, 입력된 상기 레졸버의 출력신호를 상기 제어부에서 여

유 마진폭을 갖고 처리할 수 있는 파형의 크기로 줄이는 감쇄기로 설정되는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 LPF 회로부에 구성되는 저항은 상기 OTA 회로부를 제어하는 저항에 비해 1/10 이하로 작게 형성되고,

상기 LPF 회로부에 구성되는 저항과 커패시터에 의해 생성된 시정수는 상기 제어부에서 발생되는 PWM 펄스 주기에 비해 100배 이상으로 설계되는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 전원 오프 감지 회로부는,

전원이 정상적으로 인가되면 다이오드를 통과한 전압을 커패시터에 충전하면서 상기 제어부로 공급하고, 상기 전원이 오프(off)되면 상기 커패시터에 충전된 전압이 상기 다이오드에 의해 역류하지 않고 일정시간 동안 전압을 공급하여 제어부의 동작을 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제어부는

상기 레졸버의 출력신호 파형이 (-)영역에서 (+)영역으로 전환되는 클리어 시점(Clear)에서부터, (+)영역에서 (-)영역으로 전환되는 페치(Fetch) 시점 사이에 최대값을 검출하는 제어 타이밍을 이용하여 레졸버의 출력신호 전압을 제어하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는

상기 클리어 시점에서 최대값 저장 변수를 초기화하고, 그 이후로 검출되는 값이 변수 값보다 더 크면 대체하는 과정을 반복한 후 상기 페치 시점까지의 검출된 최대 변수 값을 상기 최대값으로 검출하여 제어에 반영하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제어부는

상기 레졸버의 출력신호 파형이 (+)영역으로 전환되는 클리어 시점과 (-)영역으로 전환되는 페치 시점의 기준이 되는 0V 검출 기준에 일정 폭의 히스테리시스(hysteresis) 특성을 부여하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 제어부는

상기 레졸버의 출력신호의 파형이 상기 (-)영역에 위치한 경우 0V에서 일정 폭 더 높은 전압을 상기 클리어 시점의 기준점으로 비교하고, 상기 파형이 상기 (+)영역에 위치한 경우 0V에서 일정 폭 더 낮은 전압을 상기 페치 시점의 기준으로 비교하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제어부는

복수의 데이터 큐를 형성하여 상기 레졸버의 출력신호에서 도출되는 최대값을 데이터 큐에 선입선출방식으로 저장하고, 복수로 누적된 최대값들의 평균값을 제어 값에 적용하되, 순간적인 파형 변화가 감지되면 일정한 크기를 유지하도록 제어하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제어부는

상기 평균값이 정상상태인 기준값 보다 크면, 파형이 정상상태에 비해 크게 출력되는 것으로 판단하여 제어 값을 감소시키고, 상기 평균값이 기준값 보다 작으면 파형이 정상상태에 비해 작 있는 것이므로 제어 값을 증가시키는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제어부는

상기 레졸버의 출력신호에서 새로운 최대값이 추출되면 가장 오래된 최대값이 저장된 데이터 큐에 저장하고, 데이터 큐-포인트의 변수를 1만큼 증가시켜 다음 번에 추출될 새로운 데이터를 저장하도록 조정하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 제어부는

전원이 오프(Off)되어 인터럽트가 발생되면 현재 적용 중이었던 각 채널의 제어 값들을 메모리에 저장하고, 전원이 인가되어 리셋 루틴에 진입하면 상기 메모리에 저장된 이전의 제어 값들을 추출하여 레졸버의 각 채널에 형성된 각 데이터 큐에 배치하는 레졸버 신호 제어 장치.

청구항 17

친환경 차량의 모터에 적용된 레졸버의 출력신호 크기를 일정하게 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치의 레졸버 신호 제어 방법에 있어서,

- 레졸버의 복수의 출력 채널에서 출력된 레졸버의 출력신호를 감시하여 변환된 아날로그-디지털 값(A/D 값)을 추출하는 단계;
- 상기 A/D 값 추출에 따른 새로운 최대값이 추출되면 복수의 데이터 큐에서 가장 오래된 최대값을 저장하고 있는 데이터 큐에 저장하는 단계;
- 상기 복수의 데이터 큐에 저장된 최대값들의 평균값을 계산하고, 계산된 상기 평균값을 파형이 정상상태인 기준값과 비교하는 단계; 및
- 상기 비교 결과, 상기 레졸버의 출력신호 크기가 변화된 것을 감지하면, 변화된 크기를 파악하여 상기 레졸버의 출력신호 파형 크기를 조절하는 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 회로부를 통해 일정한 기준 크기를 유지하도록 제어하는 단계;

를 포함하는 레졸버 신호 제어 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 a) 단계 이전에는, 전원이 온(On) 되면 메모리에 저장된 이전의 제어 값들을 추출하여 레졸버의 각 채널에 형성된 각 데이터 큐에 배치하는 단계를 포함하고,

상기 d) 단계 이후에는, 전원이 오프(Off)되어 인터럽트가 발생되면 현재 적용 중이었던 각 채널의 제어 값들을 상기 메모리에 저장하는 단계를 더 포함하는 레졸버 신호 제어 방법.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 c) 단계는

데이터 큐-포인트의 변수를 1만큼 증가시켜 다음 번에 추출될 새로운 최대값이 저장되도록 조정하는 단계를 포함하는 레졸버 신호 제어 방법.

청구항 20

친환경 차량의 모터에 적용된 레졸버의 출력신호 크기를 일정하게 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치에 있어서, 상기 레졸버의 복수의 출력 채널에 대응하여 복수로 구성되며, 동기식 정류와 샘플링 처리된 레졸버의 출력신호의 파형 크기를 조절하는 디지털 포텐쇼미터를 이용한 가변이득 증폭부; 및

각 채널에서 각도 연산회로로 공급되는 상기 레졸버의 출력신호 크기를 항상 감시하고, 변화된 상기 레졸버의 출력신호의 크기를 파악하여 일정한 기준 크기를 유지하도록 상기 가변이득 증폭부를 제어하는 제어부;

를 포함하는 레졸버 신호 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레졸버 신호 제어 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 친환경 차량의 구동모터 제어를 위한 레졸버의 출력신호 전압을 일정하게 유지하는 레졸버 신호 제어 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 차량에 대한 끊임없는 연비 향상의 요구와 세계 주요시장의 배출가스 규제의 강화에 따라 친환경 차량에 대한 요구가 증가하고 있다. 그리고, 이에 대한 현실적인 대안으로 하이브리드 차량(Hybrid Electric Vehicle, HEV), 플러그인 하이브리드 차량(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) 및 전기차량(Electric Vehicle, EV)이 제공되고 있다.

[0003] 이러한, 친환경 차량에는 전기를 이용한 구동원으로 영구자석형 동기모터(Permanent Magnet Synchronous Motor, PMSM)를 구동모터로 사용하고 그 구동모터의 제어를 위해서는 레졸버를 이용하여 속도와 위치를 검출하고 있다. 즉, 레졸버는 친환경 차량의 구동모터를 구동하기 위한 보조 기구로서, 전동기와 유사한 구조로 구성되어 회전자의 회전 및 미회전 상태에서도 위치를 검출할 수 있는 아날로그식 절대형 엔코더(absolute encoder)로 볼 수 있다. 여기서, 출력이 아날로그라는 것은 절대형 옵티컬 엔코더와 같이 특정 분해능으로 디지털 출력이 되는 것이 아니라 각도에 해당하는 신호가 연속적인 전압으로 발생하는 것을 의미한다. 따라서, 레졸버는 사용자의 필요에 따라 분해능을 정해 검출할 수 있으므로 사실상 분해능은 무한이라 할 수 있다.

[0004] 레졸버는 전자적인 기기라기보다는 기계적인 기기에 가깝기 때문에 옵티컬 엔코더 등에 비해 상당히 고가품이지만, 매우 견고하고 고열, 진동 등에 강해 친환경 차량 등에 사용되고 있다.

[0005] 도 1은 종래의 레졸버 구조를 개략적으로 나타낸다.

[0006] 첨부된 도 1을 참조하면, 레졸버에서 중앙의 회전자 코일은 검출하려는 대상의 회전축과 연결되어 함께 회전되며 외부로부터 여자신호를 공급받을 수 있도록 구성된다. 이때 회전자 코일이 외부의 전선과 연결되어 있으면 회전자가 회전할 수 없으므로 여자전압은 회전형 트랜스포머를 통해 공급된다.

[0007] 일반적으로 회전자 코일에는 사인과 전압을 여자신호로 공급한다. 외부에서 전기 신호를 공급받은 회전자 코일은 전자석으로 변화되는데, 이 전자석과 외부에 배열된 제1 외부코일의 출력채널(이하, "채널-A 또는 Ch-A"라 칭함) 및 제2 외부코일의 출력채널(이하, "채널-B 또는 Ch-B"라 칭함)에서는 서로 다른 신호가 출력된다. 즉 Ch-A와 Ch-B는 각각 내부의 전자석에 의해 전기를 발생하며, 이때 Ch-A와 Ch-B에 나타나는 출력신호를 관찰함으로써 회전자 코일이 어떤 위치에 있는지를 알 수 있는 회전각 센서로써 동작한다.

- [0008] 한편, 사인파가 아닌 직류로 여자신호를 공급하는 경우 회전자가 정지해 있을 상태에서는 외부코일에서의 자석 변화가 나타나지 않아 아무런 출력도 발생하지 않기 때문에 위치를 검출할 수 없다. 즉, 회전자가 회전 중에는 직류 여자신호가 공급되어도 회전자의 회전에 의해 외부 코일에 어떤 변화가 발생할 수 있지만, 회전자가 정지해 있는 상태에서는 변화가 발생하지 않아 검출할 수 없다. 그러므로 정지 상태에서도 지속적으로 변화가 발생되도록 사인파 형태의 여자신호를 공급한다.
- [0009] 도 2는 종래의 레졸버에 입력되는 여자신호와 출력신호를 나타낸다.
- [0010] 첨부된 도 2를 참조하면, 외부코일들에 의한 Ch-A와 Ch-B의 출력은 회전자의 위치에 따라 크기가 작아지거나 커지며, 위상이 정상 이었다가 반전 되기도 한다. 따라서 회전자가 연속으로 회전하는 경우 외부코일들의 전압변화 또한 연속으로 변화하며, 만약 회전자가 일정한 속도로 계속 회전하고 있다면, 외부 코일들의 출력은 회전자 각도에 따라 각각 사인파와 코사인파의 형태로 크기가 변화한다.
- [0011] 한편, 도 3은 종래의 레졸버의 출력신호 처리 블록도를 나타내고, 도 4는 레졸버의 출력신호 처리 과정을 나타낸다.
- [0012] 첨부된 도 3 및 도 4를 참조하면, 종래의 레졸버의 출력신호를 이용하여 회전자 위치를 검출하는 신호처리 계통의 흐름과 그에 따른 레졸버 출력신호 처리과정을 보여준다.
- [0013] 먼저, 정현파 발생회로부터 발생된 여자신호(f_{ref})는 증폭기(AMP)를 거쳐 레졸버로 공급되고, 레졸버의 회전자 각도에 대응하는 2상의 레졸버 신호(Ch-A-0, Ch-B-0)가 출력된다.
- [0014] 이때, 출력되는 2상의 레졸버 출력신호(Ch-A-0, Ch-B-0)는 각자 본래의 기준파와 비교하여 동기식 정류를 수행하고(Ch-A-1, Ch-B-1), 기준파를 제거하기 위해 샘플링(Sample hold)과정을 거친 후 두 신호(Ch-A-2, Ch-B-2)를 이용한 각도 연산에 의해 회전자의 각도를 구하게 된다.
- [0015] 구체적으로, 동기식 정류과정에서 레졸버의 출력신호는 도 4(A)와 같이 기준파의 크기가 변화된 형태로 나타나며, 이를 기준파와 비교해 정류하면 도 4(B)와 같은 사인파 코사인 파형을 얻을 수 있다.
- [0016] 그리고, 상기 동기식 정류과정에서 정류된 파형을 간단한 샘플링 필터에 통과시키면 도 4(C)와 같이 기준파가 제거된 레졸버 각도 파형만을 추출할 수 있다.
- [0017] 이렇게 필터 처리과정에 의해 구해진 사인파와 코사인파 전압의 크기를 이용하여 아크-탄젠트(Arc-tan) 연산 또는 RDC(Resolver-Digital-Converter) 소자 등을 통한 회전자의 각도를 구할 수 있다. 예를 들어 도 4(C)에서 회전자의 위치가 0도일 경우 Ch-A는 (+)최대이고 Ch-B는 0이며, 90도일 경우 Ch-A는 0, Ch-B는 (-)최대가 된다.
- [0018] 그러나, 종래의 레졸버 회전자 각도의 검출 방법은 2개 출력파형의 전압 크기 비율에 의해 이루어지며, 이는 모든 조건들이 이상적일 경우에서만 가능하고 실제 적용 시 다양한 문제점들이 발생될 수 있다.
- [0019] 그 중에서도 가장 심각한 것은 레졸버의 2개 출력파형의 전압이 여러 가지 요인에 의해 변화가 발생하는 것이다.
- [0020] 예컨대, 레졸버 출력을 발생하는 2개의 권선이 완전히 동일하게 구성될 수 없어 출력파형이 불균일해질 수 있으며, 전동기나 주위환경 등에 의해 레졸버 온도가 상승하면 레졸버 권선이 팽창하여 인덕턴스, 임피던스 조건들이 크게 변화하는 등에 의해 2개 출력파형들에 큰 변화가 발생한다. 이와 같은 변화는 레졸버를 통해 검출되는 각도의 오차를 유발하고 그로 인해 전동기 제어가 완전하지 못해 효율감소 및 전동기 발열 등이 발생하는 문제점이 있다.
- [0021] 이 배경기술 부분에 기재된 사항은 발명의 배경에 대한 이해를 증진하기 위하여 작성된 것으로서, 이 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술이 아닌 사항을 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0022] 본 발명의 실시 예는 레졸버의 설계 오차나 레졸버가 적용된 주변환경의 외란에 의해 변화되는 레졸버의 출력신호 크기를 항상 일정하게 제어하는 레졸버 신호 제어 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0023] 본 발명의 일 측면에 따르면, 친환경 차량의 모터에 적용된 레졸버의 출력신호 크기를 일정하게 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치는, 상기 레졸버의 복수의 출력 채널에 대응하여 복수로 구성되며, 동기식 정류와 샘플링 처리된 레졸버의 출력신호 파형 크기를 조절하는 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 회로부; 및 각 채널에서 각도 연산회로로 공급되는 상기 레졸버의 출력신호 크기를 항상 감시하고, 변환된 상기 레졸버의 출력신호 크기를 파악하여 일정한 기준 크기를 유지하도록 상기 OTA 회로부를 제어하는 제어부를 포함한다.
- [0024] 또한, 레졸버 신호 제어 장치는, 상기 레졸버 제어부에 입력되는 바이어스 전압을 복수의 저항으로 분압하여 +2.5V를 기준으로 0V와 +5V 사이를 오가는 파형으로 변환하는 바이어스 회로부; 상기 제어부에서 출력되는 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 직류로 변환하는 LPF(Low-Pass Filter) 회로부; 및 상기 제어부의 인터럽트 단자에 전원이 오프(off)되는 것을 감지하는 전원 오프 감지 회로부를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 OTA 회로부는 상기 제어부에서 인가되는 제어전압이 0V이면 전압 증폭도가 1이되어 입력된 전압을 그대로 출력하고, 상기 제어전압이 0V보다 높아지면 그에 따른 전압 증폭도가 상승하여 증가된 전압을 출력할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 OTA 회로부는 상기 제어전압이 +2.5V일 때 정상적인 신호크기가 발생하도록 저항 값들이 설정될 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 OTA 회로부는 입력부에 형성된 복수의 저항을 통해 입력된 상기 레졸버의 출력신호를 일정량 감쇄시키고, 이를 OTA 증폭기를 통해 다시 증폭할 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 바이어스 회로부는 연산증폭기의 이득을 결정하는 복수의 저항이 형성되며, 입력된 상기 레졸버의 출력신호를 상기 제어부에서 여유 마진폭을 갖고 처리할 수 있는 파형의 크기로 줄이는 감쇄기로 설정될 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 LPF 회로부에 구성되는 저항은 상기 OTA 회로부를 제어하는 저항에 비해 1/10 이하로 작게 형성되고, 상기 LPF 회로부에 구성되는 저항과 커패시터에 의해 생성된 시정수는 상기 제어부에서 발생하는 PWM 펄스 주기에 비해 100배 이상으로 설계될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 전원 오프 감지 회로부는 전원이 정상적으로 인가되면 다이오드를 통과한 전압을 커패시터에 충전하면서 상기 제어부로 공급하고, 상기 전원이 오프(off)되면 상기 커패시터에 충전된 전압이 상기 다이오드에 의해 역류하지 않고 일정시간 동안 전압을 공급하여 제어부의 동작을 유지시킬 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 제어부는 상기 레졸버의 출력신호 파형이 (-)영역에서 (+)영역으로 전환되는 클리어 시점(Clear)에서부터, (+)영역에서 (-)영역으로 전환되는 페치(Fetch) 시점 사이에 최대값을 검출하는 제어 타이밍을 이용하여 레졸버의 출력신호 전압을 제어할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 제어부는 상기 클리어 시점에서 최대값 저장 변수를 초기화하고, 그 이후로 검출되는 값이 변수 값보다 더 크면 대체하는 과정을 반복한 후 상기 페치 시점까지의 검출된 최대 변수 값을 상기 최대값으로 검출하여 제어에 반영할 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 제어부는 상기 레졸버의 출력신호 파형이 (+)영역으로 전환되는 클리어 시점과 (-)영역으로 전환되는 페치 시점의 기준이 되는 0V 검출 기준에 일정 폭의 히스테리시스(hysteresis) 특성을 부여할 수 있다.
- [0034] 또한, 상기 제어부는 상기 레졸버의 출력신호 파형이 상기 (-)영역에 위치한 경우 0V에서 일정 폭 더 높은 전압을 상기 클리어 시점의 기준점으로 비교하고, 상기 파형이 상기 (+)영역에 위치한 경우 0V에서 일정 폭 더 낮은 전압을 상기 페치 시점의 기준으로 비교할 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 제어부는 복수의 데이터 큐를 형성하여 상기 레졸버의 출력신호에서 도출되는 최대값을 데이터 큐에 선입선출방식으로 저장하고, 복수로 누적된 최대값들의 평균값을 제어 값에 적용되되, 순간적인 파형 변화가 감지되면 일정한 크기를 유지하도록 제어할 수 있다.
- [0036] 또한, 상기 제어부는 상기 평균값이 정상상태인 기준값 보다 크면, 파형이 정상상태에 비해 크게 출력되는 것으로 판단하여 제어 값을 감소시키고, 상기 평균값이 기준값 보다 작으면 파형이 정상상태에 비해 작아 있는 것이므로 제어 값을 증가시킬 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 제어부는 상기 레졸버의 출력신호에서 새로운 최대값이 추출되면 가장 오래된 최대값이 저장된 데이터 큐에 저장하고, 데이터 큐-포인트의 변수를 1만큼 증가시켜 다음 번에 추출될 새로운 데이터를 저장하도록

조정할 수 있다.

[0038] 또한, 상기 제어부는 전원이 오프(Off)되어 인터럽트가 발생되면 현재 적용 중이었던 각 채널의 제어 값들을 메모리에 저장하고, 전원이 인가되어 리셋 루틴에 진입하면 상기 메모리에 저장된 이전의 제어 값들을 추출하여 레졸버의 각 채널에 형성된 각 데이터 큐에 배치할 수 있다.

[0039] 한편, 본 발명의 일 측면에 따른, 친환경 차량의 모터에 적용된 레졸버의 출력신호 크기를 일정하게 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치의 레졸버 신호 제어 방법은, a) 레졸버의 복수의 출력 채널에서 출력된 레졸버의 출력신호를 감시하여 변환된 아날로그-디지털 값(A/D 값)을 추출하는 단계; b) 상기 A/D 값 추출에 따른 새로운 최대 값이 추출되면 복수의 데이터 큐에서 가장 오래된 최대 값을 저장하고 있는 데이터 큐에 저장하는 단계; c) 상기 복수의 데이터 큐에 저장된 최대값들의 평균값을 계산하고, 계산된 상기 평균값을 과형이 정상상태인 기준값과 비교하는 단계; 및 d) 상기 비교 결과, 상기 레졸버의 출력신호 크기가 변환된 것을 감지하면, 변환된 크기를 파악하여 상기 레졸버의 출력신호 과형 크기를 조절하는 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 회로부를 통해 일정한 기준 크기를 유지하도록 제어하는 단계를 포함한다.

[0040] 또한, 상기 a) 단계 이전에는, 전원이 온(On) 되면 메모리에 저장된 이전의 제어 값들을 추출하여 레졸버의 각 채널에 형성된 각 데이터 큐에 배치하는 단계를 포함하고, 상기 d) 단계 이후에는, 전원이 오프(Off)되어 인터럽트가 발생되면 현재 적용 중이었던 각 채널의 제어 값들을 상기 메모리에 저장하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0041] 또한, 상기 c) 단계는 데이터 큐-포인터의 변수를 1만큼 증가시켜 다음 번에 추출될 새로운 최대값이 저장되도록 조정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0042] 한편, 본 발명의 다른 일 측면에 따른, 친환경 차량의 모터에 적용된 레졸버의 출력신호 크기를 일정하게 유지시키는 레졸버 신호 제어 장치는, 상기 레졸버의 복수의 출력 채널에 대응하여 복수로 구성되며, 동기식 정류와 샘플링 처리된 레졸버의 출력신호 과형 크기를 조절하는 디지털 포텐쇼미터를 이용한 가변이득 증폭부; 및 각 채널에서 각도 연산회로로 공급되는 상기 레졸버의 출력신호 크기를 항상 감시하고, 변환된 상기 레졸버의 출력신호 크기를 파악하여 일정한 기준 크기를 유지하도록 상기 가변이득 증폭부를 제어하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0043] 본 발명의 실시 예에 따르면, 레졸버 상태에 따른 설계공차나 주변환경의 영향 등의 외란에 의해 변화되는 레졸버의 출력신호 크기를 항상 일정하게 제어함으로써 레졸버 출력신호의 강인성을 향상시킬 수 있다.

[0044] 또한, 레졸버 출력신호의 강인성 향상에 따른 레졸버의 센싱 오차로 인한 효율 감소 및 전동기 제어의 오동작을 방지할 수 있다.

[0045] 또한, 레졸버의 출력신호 과형 크기를 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier)를 통해 조절하고 제어부의 펄스폭 변조 및 A/D 변환 기능을 이용한 과형 감지를 수행함으로써 시스템을 단순화 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1은 종래의 레졸버 구조를 개략적으로 나타낸다.

도 2는 종래의 레졸버에 입력되는 여자신호와 출력신호를 나타낸다.

도 3은 종래의 레졸버의 출력신호 처리 블록도를 나타내고, 도 4는 레졸버의 출력신호 처리 과정을 나타낸다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치가 적용된 레졸버 신호처리 블록도를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치의 하드웨어 구성을 개략적으로 나타낸다.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치의 세부 회로구성을 나타낸다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 OTA 회로부를 나타낸다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 바이어스 회로부와 그 전압 변환 과정을 나타낸다.

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 LPF 회로부를 나타낸다.

- 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 전원 오프 감지 회로부를 나타낸다.
- 도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 시스템 제어 타이밍의 필요성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 신호의 최대값 추출과정을 나타낸다.
- 도 15는 본 발명의 실시 예에 따른 0점 교차지점 검출 방법을 설명하기 위한 도면을 나타낸다.
- 도 16은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호의 변환 예시를 나타낸다.
- 도 17은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 큐를 개략적으로 나타낸다.
- 도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버의 출력신호 전압 제어 방법의 리셋 루틴 흐름을 나타낸다.
- 도 19는 본 발명의 실시 예에 따른 메인 루틴에서의 채널 처리 모드를 나타낸다.
- 도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버의 출력신호 전압 제어 방법의 메인 루틴 흐름을 나타낸다.
- 도 21은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버의 출력신호 전압 제어 방법의 인터럽트 처리 흐름을 나타낸다.
- 도 22는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 디지털 포텐쇼미터를 이용한 레졸버 신호 제어 장치의 세부 구성을 나타낸다.
- 도 23은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 디지털 포텐쇼미터를 이용한 가변이득 증폭기를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0048] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0049] 이제 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치 및 그 방법 에 대하여 도면을 참조로 하여 상세하게 설명한다.
- [0050] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치가 적용된 레졸버 신호처리 블록도를 나타낸다.
- [0051] 첨부된 도 5를 참조하면, 상기 도 3을 통해 설명된 레졸버의 출력신호를 이용하여 회전자 위치를 검출하는 신호 처리 계통 중에서 각도연산 직전에 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치(10)가 추가된다.
- [0052] 즉, 정현파 발생회로부터 발생된 여자신호(f_{ref})는 증폭기(AMP)를 거쳐 레졸버로 공급되고, 레졸버의 회전자 각도에 대응하는 2상의 레졸버의 출력신호(Ch-A-0, Ch-B-0)가 출력된다.
- [0053] 상기 출력되는 2상의 레졸버의 출력신호는 각자 본래의 기준파와 비교하여 동기식 정류를 수행하고(Ch-A-1, Ch-B-1), 기준파를 제거하기 위해 샘플링(Sample hold)과정을 거친 후 두 출력신호(Ch-A-2, Ch-B-2)가 레졸버 신호 제어 장치(10)에 입력된다.
- [0054] 이때, 입력되는 두 출력신호는 레졸버의 설계 오차나 레졸버가 적용된 주변환경의 외란에 의해 변화될 수 있으며, 그로 인한 종래의 각도연산의 오차문제가 존재하였다.
- [0055] 이에, 레졸버 신호 제어 장치(10)는 레졸버로부터 출력되어 동기식 정류와 샘플링 처리를 거친 레졸버의 출력신호를 감시하여 기준 크기에 미달하거나 초과하여 변화된 크기를 항상 기준 크기에 맞게 일정한 크기로 조절하는 역할을 한다.
- [0056] 이렇게, 레졸버 신호 제어 장치(10)는 항상 일정한 크기로 조절된 레졸버의 출력신호를 이용하여 각도연산을 수행하도록 함으로써 각도연산의 오차문제를 해결할 수 있다.

- [0057] 이하, 도면을 통해 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치(10)의 구성을 좀더 구체적으로 설명한다.
- [0058] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치의 하드웨어 구성을 개략적으로 나타낸다.
- [0059] 첨부된 도 6을 참조하면, 레졸버 신호 제어 장치(10)는 복수의 증폭기(U1)와 저전압 필터(LPF) 그리고 제어부(15)를 포함한다. 여기서, 상기 증폭기(U1)와 저전압 필터(LPF)는 레졸버에서 Ch-A와 Ch-B에서 출력된 2상의 레졸버 출력신호에 각각에 대응하여 제1 증폭기(U1-1)와 제2 증폭기(U1-2), 제1 저전압 필터(LPF-1)와 제2 저전압 필터(LPF-2)로 구분될 수 있다.
- [0060] 제1 증폭기(U1-1)와 제2 증폭기(U1-2)는 제어 단자로부터 유입되는 전류 또는 전압에 따라 증폭기의 이득이 가변될 수 있는 연산-증폭기(Operational Trans-conductance Amplifier, OTA)로 구성될 수 있으며, 예를 들어 CA3080 또는 LM13700 등을 사용하여 구성될 수 있다.
- [0061] 레졸버 신호 제어 장치(10)는 레졸버로부터 추출된 각도검출을 위한 레졸버의 출력신호들(Ch-A-2, Ch-B-2)을 각각 제1 증폭기(U1-1)와 제2 증폭기(U1-2)에 통과시켜 조절한 후 각도연산 회로부로 공급한다.
- [0062] 제어부(15)는 레졸버 신호 제어 장치(10)의 전반적인 동작을 제어하는 마이크로프로세서(Microprocessor) 또는 MCU(Micro Controller Unit)로 구성될 수 있으며, 상기 각도연산 회로부로 공급되는 신호들(Ch-A-2, Ch-B-2)이 적절한 크기를 유지하고 있는지 감시한다.
- [0063] 제어부(15)는 감시된 결과에 따라 펄스폭변조(PWM) 출력을 조절하고 이를 각각 제1 저전압 필터(LPF-1)와 제2 저전압 필터(LPF-2)를 경유하여 직류로 변환한 후 제1 증폭기(U1-1)와 제2 증폭기(U1-2)로 입력하여 신호의 크기를 적절하게 유지시킨다.
- [0064] 한편, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치의 세부 회로구성을 나타낸다.
- [0065] 첨부된 도 7을 참조하면, 레졸버 신호 제어 장치(10)는 OTA 회로부(11), 바이어스 회로부(12), LPF 회로부(13), 전원 오프 감지 회로부(14) 및 제어부(15)를 포함한다. 그리고, 앞선 설명에서와 같이 Ch-A 및 Ch-B의 신호처리를 위해 각각 OTA 회로부(11), 바이어스 회로부(12) 및 LPF 회로부(13)는 복수로 구성되며, 이하 설명에서는 하나의 채널-A(Ch-A)을 위주로 설명하되 대칭된 구조의 채널-B(Ch-B)에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0066] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 OTA 회로부를 나타낸다.
- [0067] 첨부된 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치(10)의 전체 회로 중에서 하나의 채널(Ch-A)에 해당하는 OTA 회로부(11)를 나타내고 있다.
- [0068] OTA 회로부(11)는 입력된 레졸버의 출력신호 파형 크기를 조절하여 출력하는 역할을 한다.
- [0069] OTA 회로부(11)에서의 저항 R13, R14, 그리고 제1 증폭기(U1-1)로 구성된 부분은 연산증폭기(Operational Amplifier)를 이용한 전형적인 비반전 증폭기(Non-inverting Amplifier)로써, 이 회로의 최대 증폭도는 저항 R13과 R14의 비율에 의해 결정되고, 저항 R15를 경유한 제어전압에 의해 증폭도가 제어된다.
- [0070] 예컨대, OTA 회로부(11)는 제어부(15)에서 인가되는 제어전압이 0V이면 전압 증폭도가 최저치인 1이되어 입력된 전압을 그대로 출력하고, 제어전압이 0V보다 높아지면 그에 따른 전압 증폭도가 상승하여 증가된 전압을 출력한다.
- [0071] 여기서, 상기 제어전압은 제어부(15)의 PWM에 의해 발생되므로 0V에서 +5V 범위로 설정될 수 있다.
- [0072] OTA 회로부(11)의 제어 범위를 넓게 확보할 수 있도록 상기 제어전압이 +2.5V일 때 정상적인 신호크기가 발생하도록 저항 값들을 설정한다. 다만, 본 발명의 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니며 사용되는 OTA의 종류에 따른 특성을 고려하여 다르게 설계될 수 있다.
- [0073] OTA 회로부(11)는 입력부에 형성된 저항 R11과 R12를 통해 입력된 레졸버의 출력신호를 일정량 감쇄시키고 이를 제1 증폭기(U1-1)에서 다시 증폭한다.
- [0074] 이는 제어부(15)가 레졸버의 출력신호 크기를 제어 시 출력신호가 작은 경우에는 제1 증폭기(U1-1)의 증폭도를 크게 증가시켜 정상 크기로 제어할 수 있지만, 만약 출력신호가 클 경우에는 제1 증폭기(U1-1)로 이를 작게 감쇄시킬 수 없기 때문이다.
- [0075] 그러므로, OTA 회로부(11)는 입력된 레졸버의 출력신호를 저항 R11과 R12를 통해 미리 일정량 감쇄시킨 후 증폭할 때 정상 크기로 제어하도록 구성한다.

- [0076] 예컨대, 입력부의 저항 R11과 R12를 동일한 값으로 설정하면 입력된 신호는 1/2로 감쇄되는데, 이를 다시 제1 증폭기(U1-1)에서 2배로 증폭하면 입력된 신호와 동일한 크기가 출력되고, 제1 증폭기(U1-1)에서 최소인 1배로 증폭하면 출력은 1/2로 감쇄된 결과가 나타난다. 즉, OTA 회로부(11)는 입력부의 저항 R11과 R12과 제1 증폭기(U1-1)를 이용하여 레졸버의 출력신호 감쇄와 증폭을 모두 제어할 수 있다.
- [0077] 도 9 및 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 바이어스 회로부와 그 전압 변환 과정을 나타낸다.
- [0078] 첨부된 도 9 및 도 10을 참조하면, 도 9는 레졸버 신호 제어 장치(10)의 전체 회로 중에서 하나의 채널-A(Ch-A)에 해당하는 바이어스 회로부(12)를 나타내고 있다.
- [0079] 일반적으로 마이크로프로세서는 아날로그 전압을 0V부터 +5V 사이에서 입력 받을 수 있는 것에 비해, 본 발명의 레졸버 신호 제어 장치(10)에서 처리되는 신호는 (+)전압과 (-)전압을 오가는 전형적인 교류파형이므로 제어부(15)가 이 신호를 직접 입력 받을 수 없다.
- [0080] 그러므로, 바이어스 회로부(12)는 제어부(15)가 레졸버 출력신호의 (+)전압과 (-)전압을 모두 입력 받을 수 있도록, 도 10에서와 같이 +5V의 절반 전압인 +2.5V를 기준으로 0V와 +5V 사이를 오가는 파형으로 변환한다.
- [0081] 즉, 바이어스 회로부(12)는 입력부에 형성된 R1, R2 저항을 동일한 값으로 설정하여 +5V를 +2.5V로 분압하고, 커패시터 C1을 통해 직류의 안정화를 수행한 후 연산증폭기(U2-1)로 입력한다. 연산증폭기(U2-1)는 일반적인 반전증폭기를 형성하고 있으며, 따라서 (+)입력 전압인 +2.5V를 기준으로 동작한다. 이때, 연산증폭기(U2-1)는 반전증폭기이므로 파형의 상하가 뒤집어지지만, 처리하려는 신호가 정현파이므로 제어부(15)의 입장에서는 차이가 없다.
- [0082] 바이어스 회로부(12)는 연산증폭기(U2-1)의 이득을 결정하는 저항 R16과 R17이 형성되어 입력된 신호를 제어부(15)가 여유 마진폭을 갖고 처리하기에 적당한 크기로 파형의 크기를 조절한다. 일반적으로 레졸버의 출력전압은 제어부(15)에서의 전압보다 크기 때문에 저항 R16과 R17의 비율은 입력된 파형을 줄이는 감쇄기로 설정될 수 있으며, 상기 파형을 어느 정도의 크기로 설정할 것인지에 관해서는 후술되는 소프트웨어 부분에서 상세히 설명한다(도 16 참조).
- [0083] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 LPF 회로부를 나타낸다.
- [0084] 첨부된 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 LPF(Low-Pass Filter) 회로부(13)은 저항 R18과 커패시터 C11로 구성되며, 제어부(15)로부터 출력되는 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 직류로 변환한다.
- [0085] 이때, LPF(Low-Pass Filter) 회로부(13)의 상기 저항 R18의 값은 제1 증폭기(U1-1)를 제어하는 R15보다 1/10 이하로 작아야 전압에 영향이 없으며, 이와 같이 정해진 저항 R18과 커패시터 C11에 의해 생성된 시정수는 제어부(15)에서 발생하는 PWM 펄스의 주기에 비해 100배 이상으로 설계하여 직류전압의 리플이 발생하지 않도록 한다.
- [0086] 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 전원 오프 감지 회로부를 나타낸다.
- [0087] 첨부된 도 12를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 전원 오프 감지 회로부(14)는 회로의 전원이 오프(off)되는 것을 감지하고, 제어부(15)는 전원 오프 감지에 따라 최종적으로 제어하던 제어 값을 메모리(EEPROM)에 저장한다.
- [0088] 전원은 다이오드 D1을 거친 후 비교적 용량이 큰 커패시터 C2를 경유하여 인터럽트(INT) 단자를 통해 제어부(15)로 공급된다.
- [0089] 전원이 정상적으로 인가되는 경우 인터럽트 단자에는 +5V가 인가되어 인터럽트가 걸리지 않고, 다이오드 D1을 통과하여 커패시터 C2에 전압이 충전되면서 제어부(15)로 공급된다.
- [0090] 전원이 오프(off)되면 +5V의 입력전압은 하강하지만 커패시터 C2에 충전된 전압은 다이오드 D1에 의해 역류하지 않고 일정시간 동안 일정전압을 유지한다.
- [0091] 즉, 전원 오프로 입력전압 +5V가 하강하더라도 커패시터 C2에 충전된 전기에 의해 제어부(15)가 동작을 유지하며, 그 사이에 제어부(15)는 인터럽트 단자로부터 전원이 하강했음을 감지하여 최종 제어 값을 메모리(EEPROM)에 저장한다. 이때, 커패시터 C2는 약 1000 μ F 이상의 값으로 충분한 저장 시간을 확보할 수 있다.
- [0092] 제어부(15)는 마이크로프로세서로 구성되어 레졸버 신호 제어 장치(10)의 전반적인 동작을 제어하며, 레졸버의 Ch-A 및 Ch-B를 통해 출력되는 레졸버의 출력신호를 감시하고 변화된 레졸버의 출력신호 크기를 파악하여 항상

일정한 기준 크기를 유지하도록 조절한다.

- [0093] 이하, 제어부(15)의 주요특징을 ①제어 타이밍 제어, ② 0점 교차 검출 방법, ③ 변환값의 범위 설정 및 ④ 데이터 처리의 기능별로 나누어 설명하도록 한다.
- [0094] ① 제어 타이밍
- [0095] 제어부(15)는 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버로부터 추출된 출력신호의 크기를 일정하게 유지하기 위하여 레졸버의 출력신호 크기를 항상 감시하고, 이에 따라 변경된 레졸버의 출력신호 크기를 다시 조절하여 일정하도록 제어한다.
- [0096] 여기서, 제어부(15)가 레졸버의 출력신호 크기를 "항시" 감시한다는 것은 연속적인 신호를 감시하여 최대값을 찾아내는 것을 의미하며, 이를 위해서는 연속된 신호에서의 최대지점을 명확하게 찾는 것이 매우 중요하다.
- [0097] 이를 위해 일반적으로 생각할 수 있는 연속된 신호를 감시하여 신호가 증가하다 하강하면 그 직전의 전환시점을 최대값으로 간주하는 방식의 적용은 무리가 있다.
- [0098] 예컨대, 도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 시스템 제어 타이밍의 필요성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0099] 첨부된 도 13을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버의 출력신호는 전동기와 같이 기계적인 장치로부터 추출된 것이므로 미세한 흔들림이 존재하기 때문에 도 13(A)에서와 같이 현재 값에 비해 다음 값이 하강하기 시작했다 하더라도 최대값을 보장할 수 없다.
- [0100] 더구나 전동기가 정지해 레졸버 또한 정지 상태라면 출력파형은 도중의 일정한 전압에서 정지하고, 그 위치를 중심으로 흔들리기 때문에 계속적으로 도중지점을 최대값으로 판별하여 도중지점의 전압이 최대로 출력 될 때까지 제어하는 오류를 유발할 수 있다.
- [0101] 그러므로, 본 발명의 실시 예에 제어부(15)는 도 13(B)에 나타난 바와 같은 제어 타이밍을 이용하여 레졸버 신호의 전압을 제어한다.
- [0102] 도 13(b)는 2개 처리 채널 중 한 채널의 제어 타이밍을 나타낸 것으로서, 신호의 파형이 ㉠지점과 같이 (-)영역에서 (+)영역으로 전환되는 클리어 시점(Clear)에서부터, ㉡지점과 같이 (+)영역에서 (-)영역으로 전환되는 페치(Fetch) 시점 사이에 최대값이 존재하므로, ㉠지점에서 최대값 저장 변수를 초기화하고 그 이후로 검출되는 값과 비교하여 검출 값이 변수 값보다 더 크면 변수 값을 검출 값으로 대체하는 과정을 반복한다. 그 후 도 13(B)의 ㉡지점이 검출되면 이때 최대 값 변수를 읽어 들여 이를 최대값으로 활용하고 제어에 반영한다.
- [0103] 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 신호의 최대값 추출과정을 나타낸다.
- [0104] 첨부된 도 14를 참조하면, 최대값이 존재하는 ㉠지점부터 ㉡지점까지를 모두 검사하고 ㉡지점에서 값을 활용하면, 상기 도 13(A)에서와 같이 도중에 파형이 잠시 하강 진동하더라도 이 범위 내의 최대값을 반드시 추출할 수 있다.
- [0105] 더구나 전동기가 정지해 레졸버 또한 정지상태라면 ㉡지점이 도래하지 않으므로 최대값 추출 또한 정지되고 제어에 반영되지도 않는다.
- [0106] 따라서, 이러한 제어 타이밍 방법으로 레졸버 출력신호의 전압 제어를 수행하면 레졸버의 회전과 정확히 동기되어 최대값을 추출하고 그 제어에 반영할 수 있다.
- [0107] 여기서, ㉡지점에서 값을 추출하고 이 지점부터 다시 변수를 초기화하여 최하값 지점을 추출할 수도 있지만, 레졸버의 파형 크기 변화는 장시간에 걸쳐 천천히 발생하는 드리프트(drift) 형태이므로 이와 같이 자주 행할 필요가 없다. 게다가 하한을 별도로 검출한 후 이를 다시 절대값 연산을 통해 상한 값으로 변환하는 과정 또한 복잡하다.
- [0108] ② 0점 교차 검출 방법
- [0109] 도 15는 본 발명의 실시 예에 따른 0점 교차지점 검출 방법을 설명하기 위한 도면을 나타낸다.
- [0110] 첨부된 도 15를 참조하면, 앞선 과정에서 설명한 바와 같이 레졸버 출력신호의 0점 교차지점을 제어 타이밍으로 사용할 수 있으나, 실제로 0점 교차지점을 검출할 때 문제가 발생하며 그 예시를 도 15(A)에 나타내었다.
- [0111] 레졸버의 출력신호 파형은 기계적인 장치로부터 발생하는 것이므로 미세한 진동이 있을 수 있으며, 도 15(A)는 설명을 위해 약간 과장되게 나타냈으나 작은 진동의 경우라도 동일한 문제점이 발생할 수 있다. 즉, 도 15(A)에

서와 같이 진동이 존재하는 경우 ㉔영역에서 0점을 지나가므로 최대값 변수가 초기화되고 최대값 비교과정이 시작되지만, 진동에 의해 ㉔영역에서 다시 0점을 지나가므로 잘못된 부분이 최대값으로 검출되는 큰 오류가 발생된다.

[0112] 이에, 본 발명의 실시 예에 따른 제어부(15)는 도 15(B)에 나타난 바와 같이 0점 검출 기준에 히스테리시스(hysteresis) 특성을 부여하여 처리함으로써 과형을 감시하는 0점 교차방법 적용 시 상기 진동에 의한 오류 발생 현상을 방지한다.

[0113] 레졸버의 출력신호 파형이 ㉔영역이나 ㉔영역에서와 같이 (-) 부분에 위치한 경우에는 0V가 아닌 일정 폭 더 높은 전압(예; +1V)을 기준점으로 비교하고, 이 기준점을 넘어서면 ㉔영역에서는 0V가 아닌 일정 폭 더 낮은 전압(예; -1V)을 기준점으로 비교한다.

[0114] 이와 같이 처리하는 경우 만약 ㉔영역을 넘어서 직후 전압이 진동하더라도 그 진동이 하한 기준점인 -1V보다 더 하강하지 않는 이상 정상적으로 계속 진행될 수 있다. 이때, 기준점은 상기 +1V 및 -1V에 한정되지 않으며 0V로부터 어느 정도의 전압을 기준으로 설정할 것인지는 소프트웨어에 의해 설정 가능하다.

[0115] ③ 변환값의 범위

[0116] 한편, 도 16은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호의 변환 예시를 나타낸다.

[0117] 첨부된 도 16을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치(10)의 제어부(15)는 레졸버의 출력신호를 아날로그-디지털(A/D) 변환하여 처리한다. 이때, 제어부(15)는 입력되는 레졸버의 출력신호를 어떤 범위 내에서 변환할 것인지를 결정해야 하며, 예컨대, 8-비트 A/D 변환기를 사용할 경우 0부터 255의 범위 내에서 변환되는데, 입력되는 레졸버의 출력신호가 이 범위에 찻을 때를 정상 크기로 설정하면 도 16(A)의 ㉔영역은 정상적인 크기로서 최대 255가 검출되지만 ㉔영역과 같이 더 큰 신호가 입력되었을 경우에도 최대 255에서 더 이상 증가하지 않으므로 이를 구분할 수 없다.

[0118] 이러한 이유로 도 16(B)와 같이, 제어부(15)는 레졸버의 출력신호 파형이 정상 크기일 때 최대 245 정도가 되도록 설정하고, 그 이상의 10 정도의 초과 검출영역을 마진폭으로 갖는 변환 값의 범위를 설정하여 파형이 지나치게 커졌을 경우를 검출하여 다시 줄이는 제어가 가능하다.

[0119] 따라서, 앞서 설명된 하드웨어의 바이어스 회로부(12)에서 제어부(15)로 입력되는 파형의 정상적인 크기가 이러한 조건을 충족하도록 저항값을 설정한다.

[0120] ④ 데이터의 처리

[0121] 한편, 이상의 과정에서 얻은 최대값은 파형의 진동 등에 의해 미세하게 차이가 있으므로 이를 직접 제어 값으로 적용하면 시스템이 지나치게 예민해질 수 있다.

[0122] 그러므로, 제어부(15)는 레졸버의 출력신호에서 도출되는 최대값을 데이터 큐에 선입선출방식으로 저장하고, 4~8개 정도로 누적된 최대값들의 평균을 제어 값에 적용하여 순간적인 파형 변화 등에 강인해질 수 있다.

[0123] 예컨대, 도 17은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 큐를 개략적으로 나타낸다.

[0124] 첨부된 도 17을 참조하면, 제어부(15)는 0번부터 7번까지의 총 8개로 구성된 데이터 큐(queue)를 형성하여 새로운 최대값이 추출되면 이를 가장 오래된 최대값이 저장된 데이터 큐에 저장하고, 이전에 누적 저장된 7개 값들과의 평균을 구해 제어에 이용한다.

[0125] 예를 들어, 제어부(15)는 이전에 구해진 최대값 데이터가 0번부터 현재 7번까지 순서대로 채워져 있으면, 현재에 추출된 새로운 데이터를 가장 오래된 데이터가 위치한 0번 자리에 저장한다. 그리고, 제어부(15)는 데이터 큐-포인터의 변수를 1만큼 증가시켜 다음 번에 추출될 새로운 데이터를 1번 자리에 저장하도록 조정한 후 이들 8개 데이터의 평균을 구해 이를 제어 값으로 적용한다.

[0126] 이후, 제어부(15)는 상기 다음 번의 새로운 최대값 데이터가 추출되면 이를 현재 큐-포인터가 가리키고 있는 1번 자리에 저장하고, 또다시 데이터 큐-포인터의 변수를 1만큼 증가시킨 후 데이터 큐에 저장된 8개 데이터의 평균을 구해 이를 제어 값으로 적용하는 가정을 반복한다.

[0127] 여기서, 상기 데이터 큐의 개수를 8개로 설명하였으나 그 수가 이에 한정되지 않으며, 제어부(15)의 메모리를 이용하므로 수량에 관계없이 소프트웨어적으로 조절될 수 있다.

[0128] 한편, 전술한 레졸버 신호 제어 장치(10)의 구성과 그에 따른 작동 메커니즘을 바탕으로 본 발명의 실시 예에

다른 레졸버의 출력신호 전압 제어 방법을 리셋 루틴, 메인 루틴 및 인터럽트 처리의 흐름으로 나누어 다음의 도 18 내지 도 21을 통해 설명한다.

- [0129] 도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버의 출력신호 전압 제어 방법의 리셋 루틴 흐름을 나타낸다.
- [0130] 첨부된 도 18을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치(10)의 제어부(15)에 전원이 인가되면 리셋 루틴(reset routine) 프로그램에 따른 동작을 수행한다.
- [0131] 제어부(15)는 전원이 인가되어 리셋 루틴에 진입하면 레졸버 신호 제어 장치(10)의 각종 하드웨어를 초기화하고(S101), 레졸버 출력신호의 전압 제어를 위한 프로그램 동작에 필요한 각종 변수들을 초기화한다(S102).
- [0132] 제어부(15)는 전원 오프 시 메모리(EEPROM)에 저장된 이전의 제어 값들을 추출하여(S103), 레졸버의 각 채널(Ch-A 및 Ch-B)에 형성된 각 데이터 큐에 배치한다(S104). 위 과정을 통해 각 채널의 데이터 큐의 평균과 현재 제어 값이 동일하게 설정된다.
- [0133] 제어부(15)는 설정된 제어 값들을 각각 해당 채널의 OTA 회로부(11)의 PWM을 통해 적용시키고 메인 루틴으로 진입한다(S105).
- [0134] 만약, 후술되는 도 22 및 도 23의 다른 실시 예에서와 같이 레졸버 신호 제어 장치(10)에 디지털 포텐쇼미터(U4-1)를 이용한 가변이득 증폭부(16)가 적용된 경우, 상기 제어 값들은 I2C(Inter-Integrated Circuit) 또는 SPI(Serial Peripheral Interface) 통신을 통해 해당 채널에 적용시키고 메인 루틴으로 진입할 수도 있다.
- [0135] 도 19는 본 발명의 실시 예에 따른 메인 루틴에서의 채널 처리 모드를 나타낸다.
- [0136] 첨부된 도 19를 참조하면, 제어부(15)가 메인 루틴을 처리하는 과정에서는 2개의 레졸버의 출력신호 Ch-A와 Ch-B가 함께 처리되어야 하므로 각 채널을 교대로 처리한다.
- [0137] 이를 위해, 제어부(15)가 각 채널의 처리 중에 다른 채널을 처리하고 다시 복귀하므로 현재 처리되고 있는 상태를 기억하고 있어야 하며, 따라서 도 19에 나타난 바와 같이 처리모드의 상태를 기록하는 변수를 사용한다.
- [0138] 여기서, 모드(mode) 변수가 0이면 최대값을 구하는 처리상태를 나타내고, 모드(mode) 변수가 1이면, 다음 처리의 시작을 위한 대기상태를 나타낸다.
- [0139] 예컨대, 도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버의 출력신호 전압 제어 방법의 메인 루틴 흐름을 나타낸다.
- [0140] 이하 도 20의 메인 루틴 흐름 설명에 있어서, 상기 도 19에 나타난 바와 같이 모드 0에서 모드 1로 전환되는 히스테리시스 경계점을 "하한값"으로 정의하고, 모드 1에서 모드 0으로 전환되는 히스테리시스 경계점을 "상한값"이라 정의하였으며, 정상적인 출력파형의 크기를 나타내는 값을 "정상값"이라 정의하였다.
- [0141] 또한, 채널-A(Ch-A)과 채널-B(Ch-B)는 대상 채널 및 보관 변수만 다를 뿐 그 처리과정이 동일하므로, 도 20에서는 채널-A(Ch-A)의 처리과정을 위주로 설명하고 채널-B(Ch-B)의 중복된 설명은 생략한다.
- [0142] 첨부된 도 20을 참조하면, 제어부(15)가 메인루틴으로 진입하면 Ch-A의 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다(S201). 여기서, Ch-A아날로그 신호는 레졸버에 형성된 제1 외부코일의 출력채널에서 출력된 신호를 기준파와 비교하여 동기식 정류를 수행하고, 기준파를 제거하기 위한 샘플링과정을 거친 레졸버 신호일 수 있다.
- [0143] 제어부(15)는 변환상태를 확인하여 아직 변환이 완료되지 않았으면 대기하고, 변환이 완료되면, 변환된 아날로그-디지털 값(이하, A/D값이라 명명함)을 추출한다(S202).
- [0144] 제어부(15)는 Ch-A의 채널 처리 모드가 0인지 확인하여 0이면 최대값 추출 과정으로 진행하고, 그렇지 않다면(즉, 1이면) 상한값을 확인하는 과정으로 진행한다(S203).
- [0145] 제어부(15)는 Ch-A의 채널 처리 모드가 0이면(S203; 예), 상기 A/D 값과 데이터 큐에 저장된 이전의 최대값과 비교한다(S204).
- [0146] 이때, 제어부(15)는 상기 비교결과 새로운 A/D값이 상기 이전의 최대값보다 크면(S204; 예), 상기 이전의 최대값을 상기 새로운 A/D값으로 갱신한다(S205). 반면, 제어부(15)는 상기 비교결과 상기 새로운 A/D값이 이전의 최대값보다 크지 않으면(S204; 아니오), 상기 S205 단계를 생략할 수 있다.
- [0147] 제어부(15)는 상기 새로운 A/D값이 Ch-A 채널 처리 모드의 히스테리시스 하한값보다 작은지 확인하여, 아직 하한값보다 작지 않다면(S206; 아니오), 채널-B 처리로 진행한다.

- [0148] 반면, 제어부(15)는 상기 새로운 A/D값이 상기 하한값보다 작으면(S206; 예) 데이터 처리과정으로 진행하여 Ch-A의 채널 처리 모드를 1로 전환한다(S207).
- [0149] 제어부(15)는 총 8개로 구성된 데이터 큐를 가정할 때 새로운 A/D값에 따른 새로운 최대값이 추출되면, 이를 가장 오래된 최대값이 저장된 데이터 큐에 저장하고, 다음 저장을 위해 데이터 큐-포인터의 변수를 1만큼 증가시키며, 큐 포인터가 0부터 7 사이의 값을 유지하도록 mod 8 연산을 수행한다(S208).
- [0150] 즉, 제어부(15)는 데이터 큐의 전체 합을 8로 나눈 나머지 연산을 수행하여 Ch-A의 데이터 큐에 수록된 8개 데이터의 평균값을 계산한다(S209).
- [0151] 제어부(15)는 위 과정으로 계산된 평균값과 파형이 정상상태로 설정된 기준값과 비교하여 동일하면(S210; 예), 현재 파형의 크기가 정상이므로 아무런 제어의 변화를 주지 않고 Ch-B의 제어를 진행한다.
- [0152] 반면, 제어부(15)는 상기 평균값과 파형이 정상상태로 설정된 기준값과 비교하여 동일하지 않고(S210; 아니오), 상기 평균값이 정상상태의 기준값 보다 크면(S211; 예), 파형이 정상상태에 비해 크게 출력되고 있는 것이므로 제어 값을 감소시킨다(S212). 반면, 제어부(15)는 상기 평균값이 정상상태의 기준값 보다 작으면(S211; 예), 파형이 정상상태에 비해 작게 출력되고 있는 것이므로 제어 값을 증가시킨다(S213).
- [0153] 제어부(15)는 상기한 제어값 감소 혹은 증가를 제어한 후 이 값을 Ch-A 제어용 하드웨어에 적용한다(S214). 즉, OTA 회로에서는 PWM 발생에 반영하고, 디지털 포텐쇼미터 회로에서는 통신에 반영한 후 채널-B의 제어로 진행한다.
- [0154] 한편, 상기 S203 단계에서, 제어부(15)는 Ch-A의 채널 처리 모드가 0이 아닌 1로 판단되면(S203; 아니오), 변환된 상기 A/D 값이 Ch-A 채널 처리 모드의 히스테리시스 상한값보다 큰지 확인하여 아직 크지 않다면(S215; 아니오), Ch-B의 처리로 진행한다.
- [0155] 반면, 제어부(15)는 상기 A/D 값이 Ch-A 채널 처리 모드의 히스테리시스 상한값보다 큰면(S215; 예), Ch-A의 모드를 0으로 전환하고(S216), 최대값을 기록하는 변수를 초기화한다(S217). 이때, 8-비트 아날로그-디지털(A/D) 변환을 사용하고 있는 경우 그 중간 값인 128을 초기 변수 값으로 기록하고, Ch-B의 처리로 진행한다.
- [0156] 한편, 도 21은 본 발명의 실시 예에 따른 레졸버의 출력신호 전압 제어 방법의 인터럽트 처리 흐름을 나타낸다.
- [0157] 첨부된 도 21을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 인터럽트 루틴은 레졸버 신호 제어 장치(10)의 전원이 오프(Off)되는 순간을 감지하여 작동된다.
- [0158] 제어부(15)는 전원이 오프(Off)되어 인터럽트가 발생되면 현재 적용 중이었던 각 채널의 제어 값들을 메모리(EEPROM)에 저장한다(S301). 이렇게 저장된 각 제어 값들은 추후 전원 인가에 따른 상기 도 18의 리셋 루틴 진입에 따라 메모리(EEPROM)에서 추출되어 데이터 큐에 배치될 수 있다.
- [0159] 제어부(15)는 다음 시작을 위한 대기시간의 시간변수를 초기화 하고(S302), 이 시간변수를 감소시키면서 대기한다(S303).
- [0160] 이 대기시간 동안 제어부(15)의 전원도 오프(off)되면 이대로 실행이 종료되지만, 만약 수 초 이상 대기했음에도 불구하고 전원이 오프(off)되지 않으면 전원이 오프(off)된 직후 다시 정상화 된 것으로 판단하고 상기 리셋 루틴으로 진행하여 처리를 재개할 수 있다.
- [0161] 이와 같이, 본 발명의 실시 예에 따르면, 레졸버의 상태에 따른 설계공차나 주변환경의 영향 등의 외란에 의해 변화되는 레졸버의 출력신호 크기를 항상 일정하게 제어함으로써 레졸버 신호의 강인성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0162] 또한, 레졸버 신호의 강인성 향상에 따른 레졸버의 센싱 오차로 인한 효율 감소 및 전동기 제어의 오동작을 방지할 수 있는 효과가 있다.
- [0163] 또한, 레졸버의 출력신호 파형 크기를 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier)를 통해 조절하고 제어부의 펄스폭 변조 및 A/D 변환 기능을 이용한 파형 감지를 수행함으로써 시스템을 단순화 할 수 있는 효과가 있다.
- [0164] 이상에서는 본 발명의 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시 예에만 한정되는 것은 아니며 그 외의 다양한 변형이 가능하다.

- [0165] 예컨대, 도 7에 도시한 본 발명의 실시 예에서는 레졸버 신호 제어 장치(10)는 레졸버의 출력신호 파형 크기를 조절하기 위해 OTA 회로부(11)와 LPF 회로부(13)를 포함하는 회로구성으로 설명하였으나 이에 한정되지 않으며 디지털 포텐쇼미터를 이용한 가변이득 증폭기를 활용하여 조절하도록 구성할 수 있다.
- [0166] [다른 실시 예]
- [0167] 도 22는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 디지털 포텐쇼미터를 이용한 레졸버 신호 제어 장치의 세부 구성을 나타낸다.
- [0168] 첨부된 도 22를 참조하면, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 레졸버 신호 제어 장치(10')는 앞서 설명된 도 7의 OTA를 이용한 경우와 비교하여 OTA 회로부(11)와 LPF 회로부(13)에 차이가 있고, 바이어스 회로부(12), 전원 오프 감지 회로부(14)는 동일하다.
- [0169] 도 23은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 디지털 포텐쇼미터를 이용한 가변이득 증폭기를 나타낸다.
- [0170] 첨부된 도 23A는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 디지털 포텐쇼미터(U4-1)를 이용한 가변이득 증폭부(16)의 한 채널(Ch-A)을 보여준다. 이때, 가변이득 증폭부(16)의 회로에 사용된 증폭기(U1-1')는 일반적인 연산증폭기이다.
- [0171] 가변이득 증폭부(16)에서 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 중심 단자는 접지에 접속되고, 다른 단자들은 각각 연산증폭기(U1-1')의 (+)와 (-)입력으로 접속된다.
- [0172] 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 중앙을 중심으로 상측에 발생하는 저항을 x, 상기 중앙을 중심으로 하측에 발생하는 저항을 y라 하면 이의 등가회로는 도 23(B)와 같이 나타낼 수 있다. 단, 이 저항들은 디지털 포텐쇼미터(U4-1) 내부의 저항을 나타낸 것이므로 x가 커지면 y는 작아지고, 반대로 x가 작아지면 y는 커지는 특성을 가진다.
- [0173] 이때, 도 23(B)의 등가회로를 살펴보면 일반적인 비반전 증폭기회로로써, 회로의 (+)입력 전압($V_{(+)}$)은 저항 R11과 저항 x에 의해 분압되어 아래의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$V_{(+)} = \frac{x}{R11+x} V_A$$

- [0174]
- [0175] 이는 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 저항 x가 커지면 입력전압($V_{(+)}$)이 커지고, 저항 x가 작아지면 입력전압($V_{(+)}$)이 작아짐을 나타낸다.
- [0176] 또한, 변화하는 범위를 살펴보면, 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 저항 x가 0이 되면 입력전압($V_{(+)}$)은 0이 되고, 저항 x가 매우 크면 입력전압($V_{(+)}$)은 Ch-A 전압(V_A)과 거의 동일해지므로 0부터 본래 입력 사이에서 조절됨을 알 수 있다.
- [0177] 연산증폭기(U1-1')의 출력은 비반전증폭기 식에 의해 아래 수학적 식 2와 같이 표현된다.

수학적 식 2

$$V_{RDC} = \left(1 + \frac{R14}{y}\right) V_{(+)}$$

- [0178]
- [0179] 이는 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 저항 y가 커지면 연산증폭기(U1-1')의 이득은 작아지고, 저항 y가 작아지면 상기 이득이 커짐을 나타낸다.
- [0180] 변화하는 범위를 살펴보면, 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 저항 y가 매우 크면 연산증폭기(U1-1')의 이득은 거의 1이 되어 증폭량이 없으며, 상기 저항 y가 0에 가까우면 연산증폭기(U1-1')의 이득은 거의 무한대로 커진다.

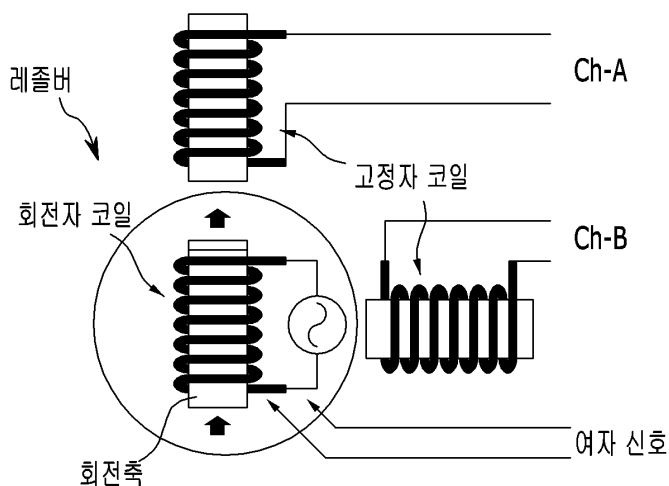
- [0181] 위의 두 식을 살펴보면, 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 저항 x 가 커지면 저항 y 가 작아져 입력전압($V_{(+)}$)은 커지면서 연산증폭기(U1-1')의 이득도 커지고, 상기 저항 x 가 최대일 때 입력전압($V_{(+)}$)은 그대로 이며, 연산증폭기(U1-1')의 이득은 거의 무한대이므로 출력이 거의 무한대로 커진다.
- [0182] 이와 반대로, 디지털 포텐쇼미터(U4-1)의 저항 x 가 작아지면 저항 y 가 커져 입력전압($V_{(+)}$)은 작아지고 연산증폭기(U1-1')의 이득 또한 작아지며, 상기 저항 x 가 최소일 때 입력전압은 0이면서 연산증폭기(U1-1')의 이득이 1이므로 출력은 0이 된다.
- [0183] 이러한 연산증폭기(U1-1')는 앞에서 설명된 실시 예에 따른 OTA를 사용할 때와 달리 입력신호를 0부터 무한대까지 조절 가능하며, 따라서, 증폭뿐만 아니라 감쇄도 가능한 이점이 있다.
- [0184] 또한, 디지털 포텐쇼미터(U4-1)는 제어부(15)와 I2C(Inter-Integrated Circuit) 통신이나 SPI(Serial Peripheral Interface) 통신으로 접속되므로 복수의 디지털 포텐쇼미터(즉, U4-1, U4-2)를 사용하더라도 1개의 인터페이스로 모두 제어가 가능한 이점이 있다.
- [0185] 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

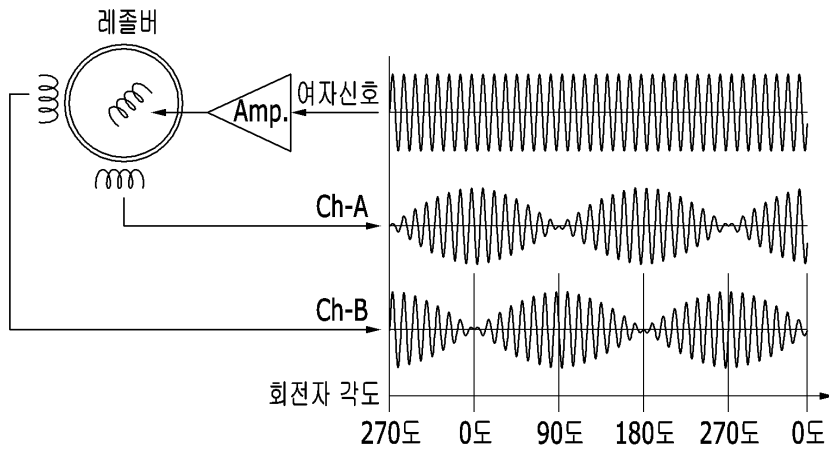
- [0186] 10: 레졸버 신호 제어 장치
11: OTA 회로부
12: 바이어스 회로부
13: LPF 회로부
14: 전원 오프 감지 회로부
15: 제어부
16: 가변이득 증폭부
Ch-A: 채널-A
Ch-B: 채널-B

도면

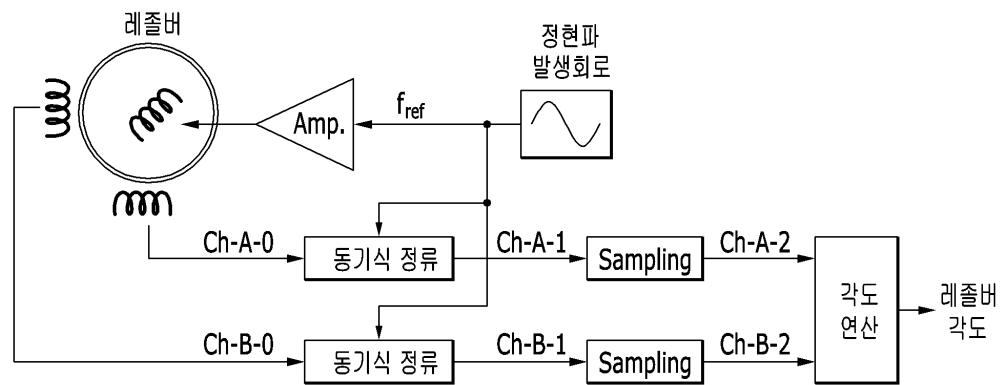
도면1



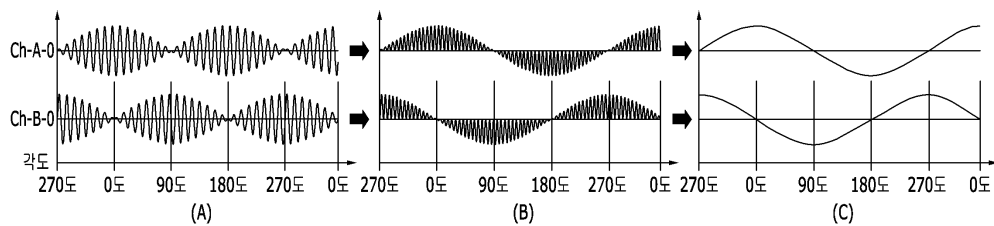
도면2



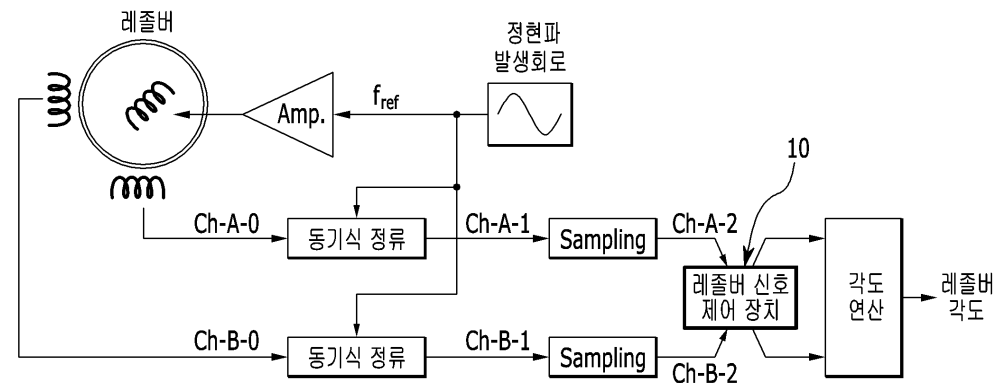
도면3



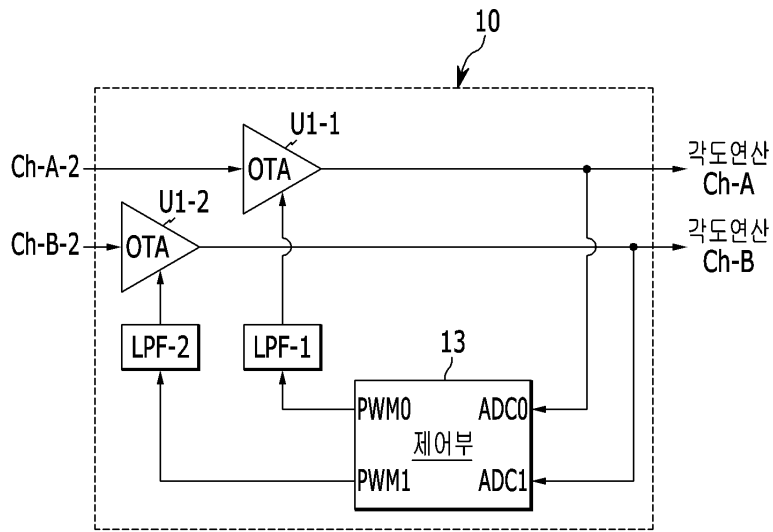
도면4



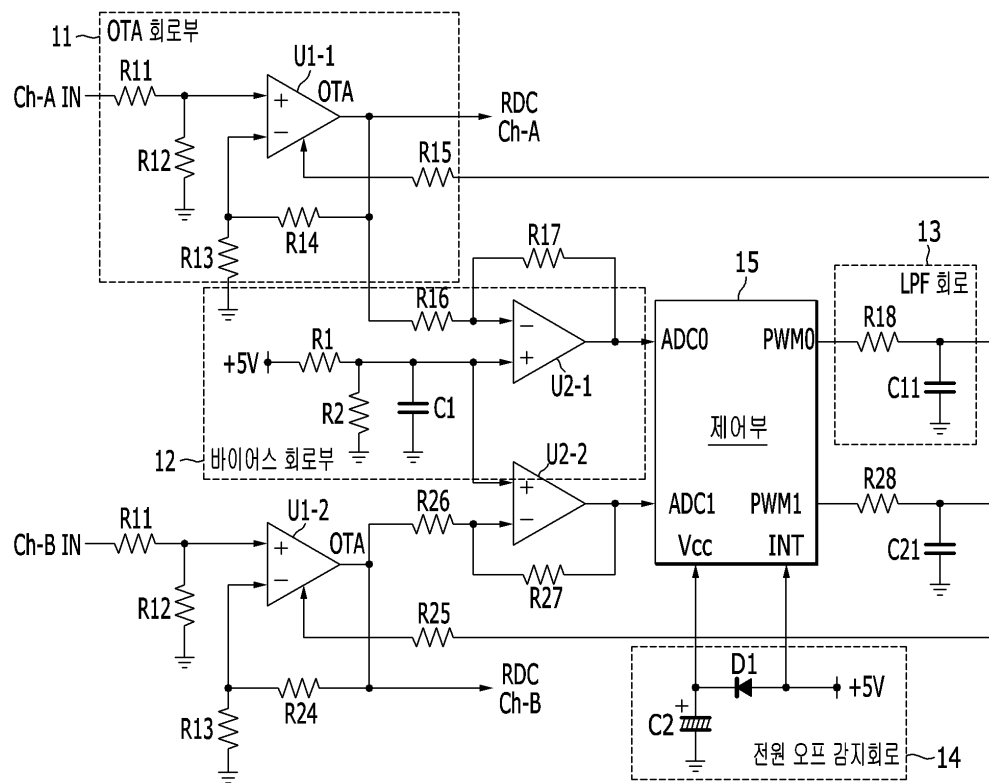
도면5



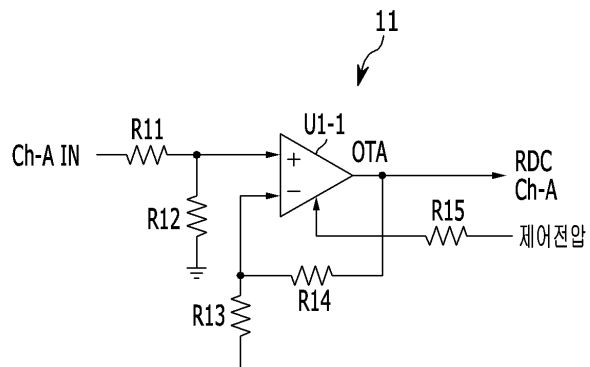
도면6



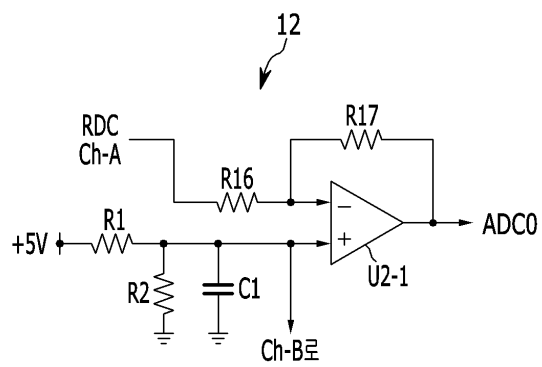
도면7



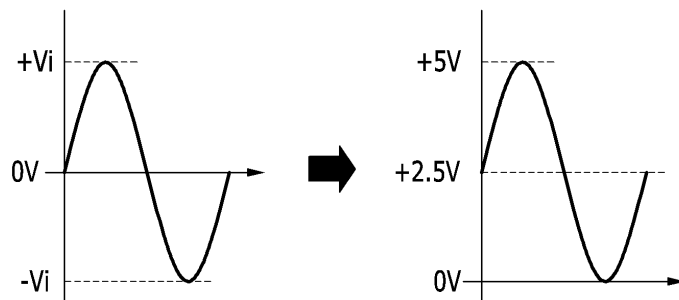
도면8



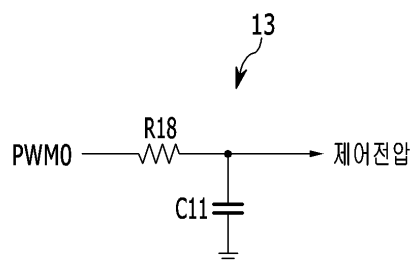
도면9



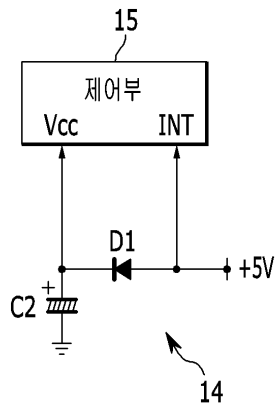
도면10



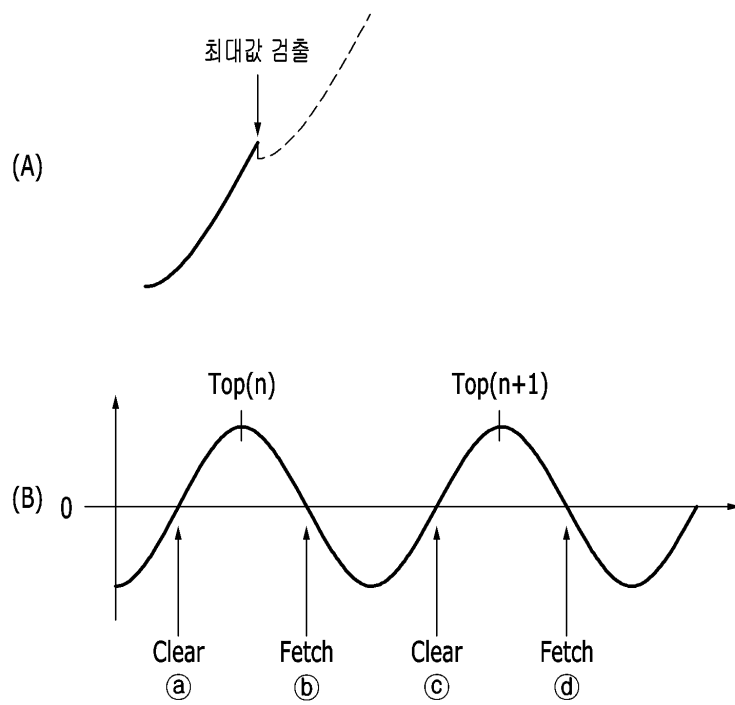
도면11



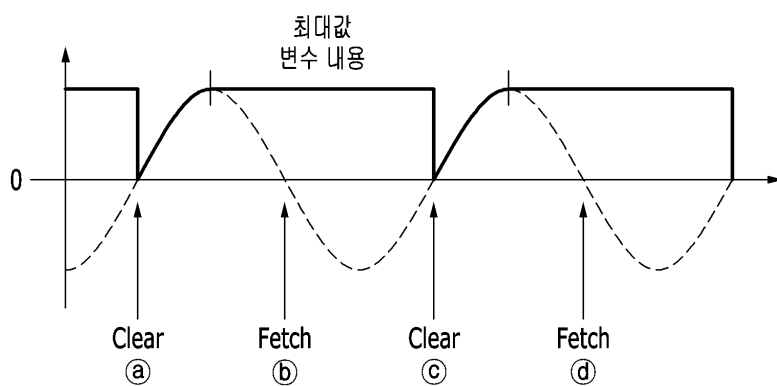
도면12



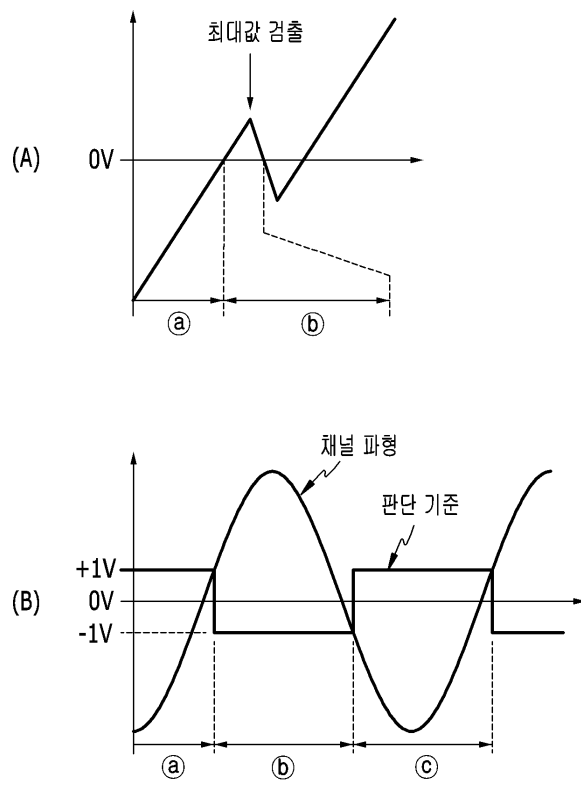
도면13



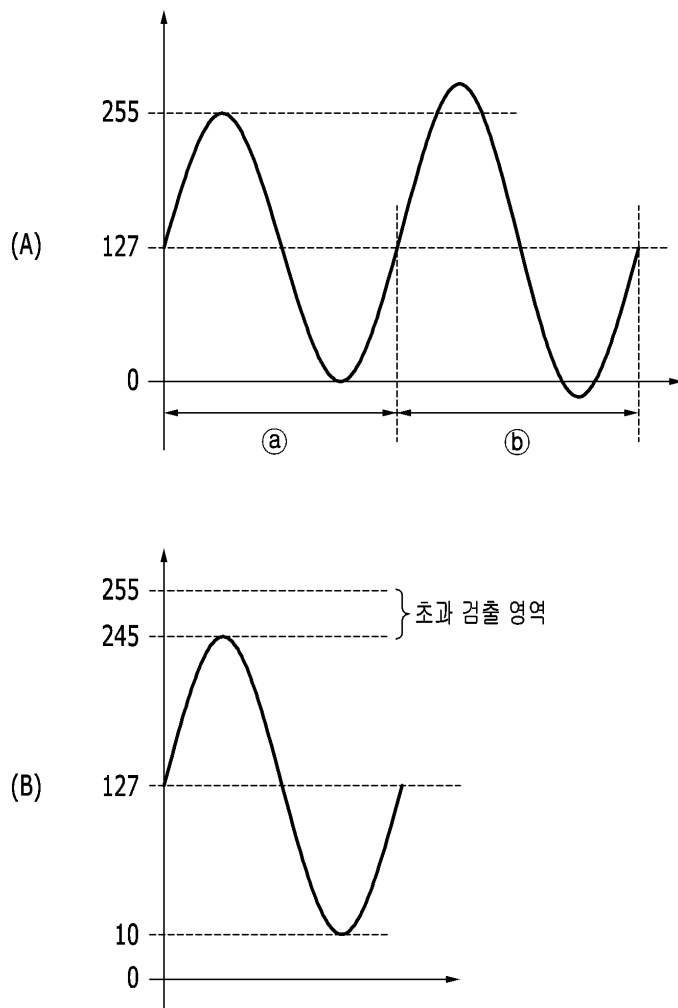
도면14



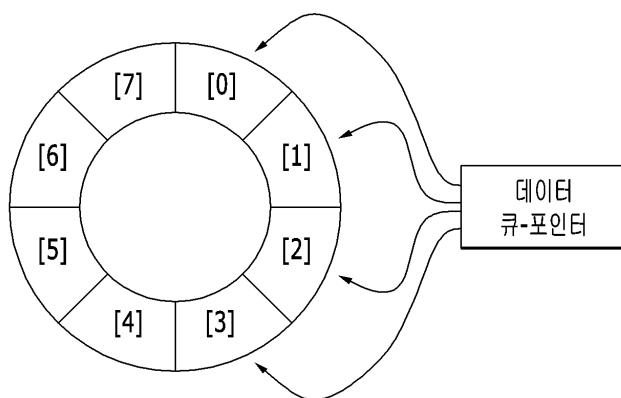
도면15



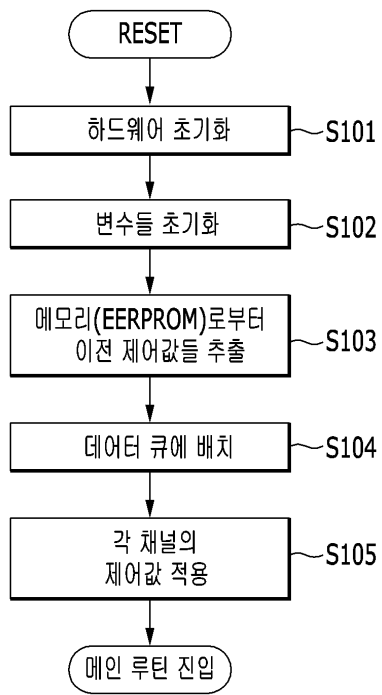
도면16



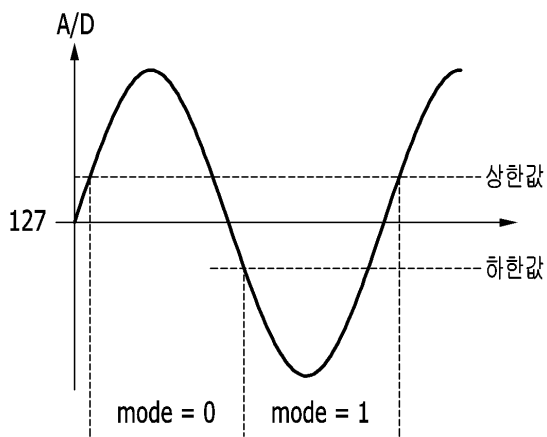
도면17



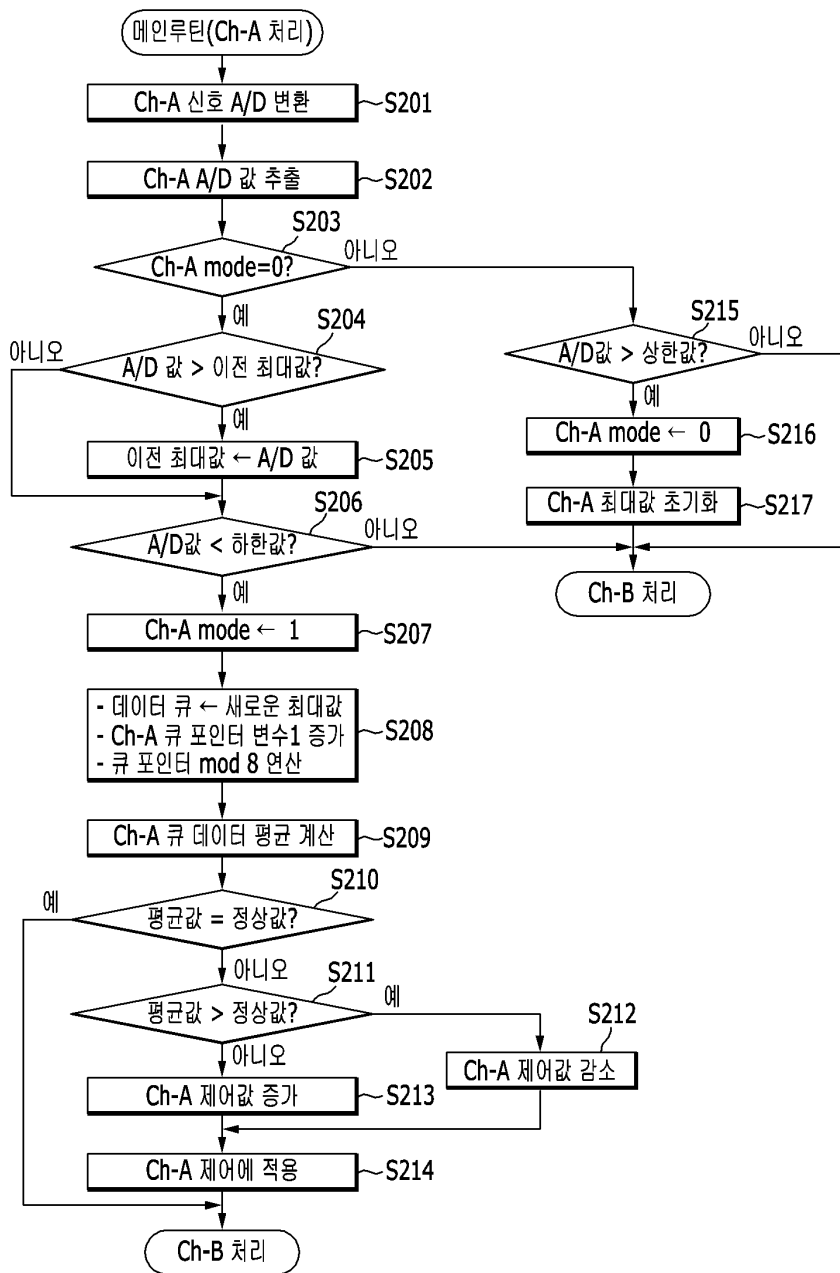
도면18



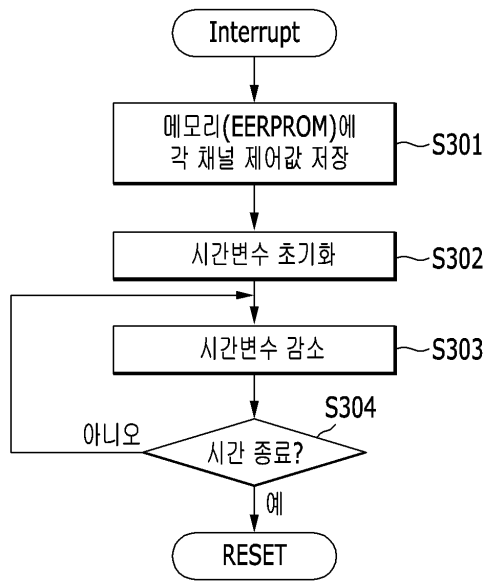
도면19



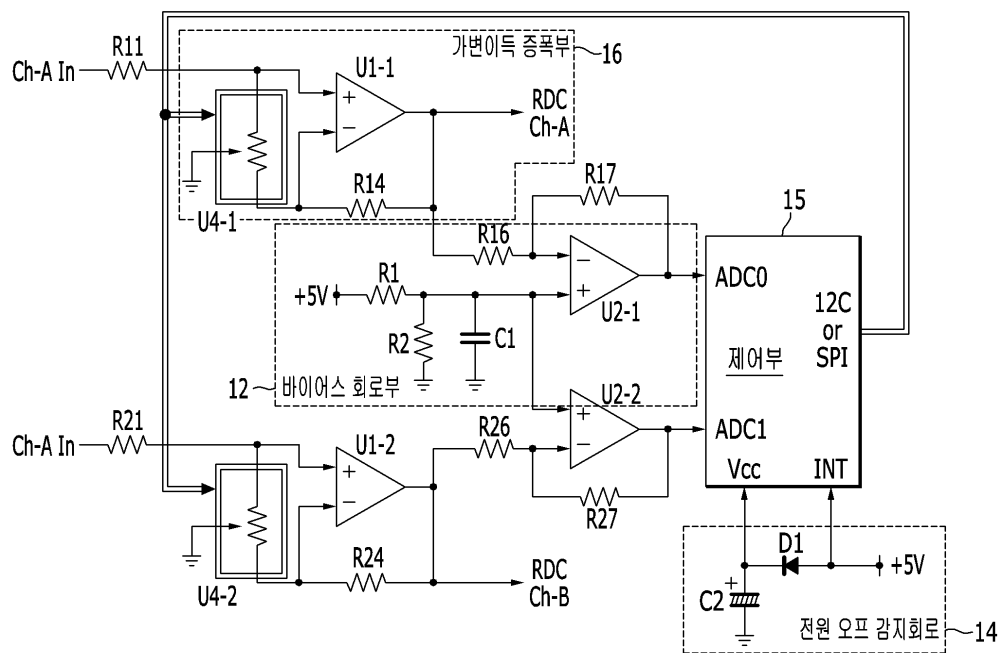
도면20



도면21



도면22



도면23

