



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0104166
(43) 공개일자 2016년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 6/18 (2016.01) H02K 11/00 (2016.01)
H02K 29/00 (2014.01)

(52) CPC특허분류
H02P 6/18 (2013.01)
H02K 11/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0026607

(22) 출원일자 2015년02월25일

심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자
오지민
대전시 유성구 배울1로 13 대우푸르지오 206동
1503호

김민기
대전광역시 서구 월평동
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 고려

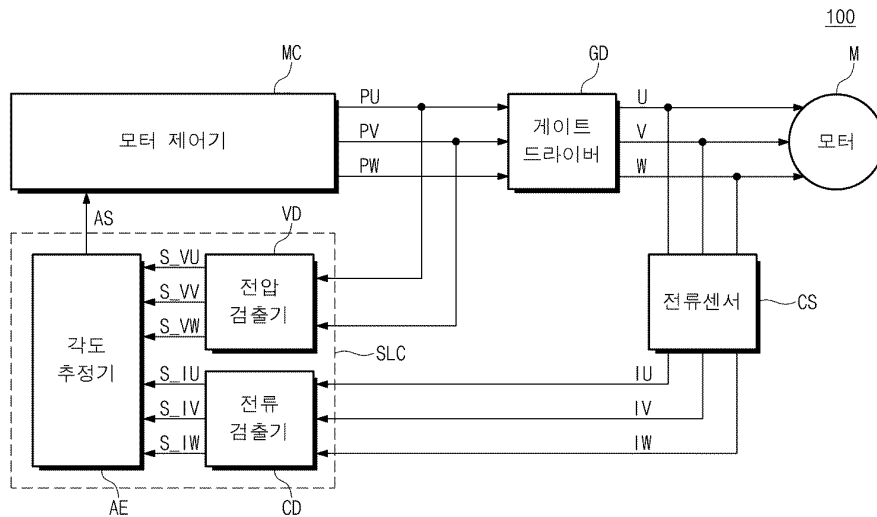
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **모터 구동 장치, 모터를 제어하는 제어 방법, 그리고 모터의 각 정보를 계산하는 계산 장치**

(57) 요약

본 발명은 모터 구동 장치에 관한 것이다. 본 발명의 모터 구동 장치는, 각 신호에 기반하여 제1상 신호, 제2상 신호, 그리고 제3상 신호를 출력하는 모터 제어기, 제1상 신호, 제2상 신호, 그리고 제3상 신호에 기반하여 제1상 제어 신호, 제2상 제어 신호, 그리고 제3상 제어 신호를 각각 외부의 모터로 출력하는 게이트 드라이버, 제1상 제어 신호, 제2상 제어 신호, 그리고 제3상 제어 신호로부터 제1상 전류 신호, 제2상 전류 신호, 제3상 전류 신호를 검출하는 전류 센서, 그리고 제1상 전류 신호, 제2상 전류 신호, 그리고 제3상 전류 신호를 이용하여 전류 연산 신호를 계산하고, 제1상 신호 및 상기 제2상 신호를 이용하여 전압 연산 신호를 계산하고, 그리고 전류 연산 신호 및 전압 연산 신호를 이용하여 각 신호를 계산하도록 구성되는 센서리스 연산 회로로 구성된다.

대표도



(52) CPC특허분류
H02K 29/00 (2013.01)

허세완
대전광역시 유성구 배울2로 6

(72) 발명자
석정희
대전광역시 유성구 노은로 416 송림마을아파트 50
7동 302호

양일석
대전 유성구 송강로42번길 청솔아파트 104동 704호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10035171
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업원천기술개발사업(반도체)
연구과제명	BLDC모터용 고전압/대전류 파워모듈 및 ESD기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국전자통신연구원
연구기간	2010.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

각 신호에 기반하여 제1상 신호, 제2상 신호, 그리고 제3상 신호를 출력하도록 구성되는 모터 제어기;

상기 제1상 신호, 상기 제2상 신호, 그리고 상기 제3상 신호에 기반하여 제1상 제어 신호, 제2상 제어 신호, 그리고 제3상 제어 신호를 각각 외부의 모터로 출력하도록 구성되는 게이트 드라이버;

상기 제1상 제어 신호, 상기 제2상 제어 신호, 그리고 상기 제3상 제어 신호로부터 제1상 전류 신호, 제2상 전류 신호, 제3상 전류 신호를 검출하도록 구성되는 전류 센서; 그리고

상기 제1상 전류 신호, 상기 제2상 전류 신호, 그리고 상기 제3상 전류 신호를 이용하여 전류 연산 신호를 계산하고, 상기 제1상 신호 및 상기 제2상 신호를 이용하여 전압 연산 신호를 계산하고, 그리고 상기 전류 연산 신호 및 상기 전압 연산 신호를 이용하여 상기 각 신호를 계산하도록 구성되는 센서리스 연산 회로를 포함하는 모터 구동 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 센서리스 연산 회로는,

상기 제1상 신호 및 상기 제2상 신호에 기반하여 제1상 전압 연산 신호, 제2상 전압 연산 신호, 그리고 제3상 전압 연산 신호를 계산하도록 구성되는 모터 구동 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 센서리스 연산 회로는,

주기적으로 천이하는 클럭 신호를 생성하도록 구성되는 클럭 생성기;

상기 클럭 신호를 이용하여 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 하나의 주기를 측정하도록 구성되는 타이머;

상기 타이머에 의해 측정되는 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 상기 하나의 주기 동안에, 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호가 하이 레벨을 가질 때에 상기 클럭 신호를 이용하여 카운트 값을 증가시키도록 구성되는 카운터; 그리고

상기 카운트 값을 이용하여 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 듀티를 계산하도록 구성되는 듀티 계산기를 포함하는 모터 구동 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1상 신호의 제1 듀티를 측정하고, 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하고, 그리고 상기 제1 듀티 및 상기 제2 듀티를 이용하여 상기 제3상 신호의 제3 듀티를 계산하도록 구성되는 모터 구동 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티를 이용하여 제1상 정현파 신호, 제2상 정현파 신호, 그리고 제3상 정현파 신호를 상기 전압 연산 신호로서 계산하도록 구성되는 모터 구동

장치.

청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 데드 타임 동안에 상기 제3 듀티를 계산하도록 구성되는 모터 구동 장치.

청구항 7

제4 항에 있어서,

상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티, 그리고 상기 제3 듀티를 이용하여 전압 이용률을 계산하도록 구성되는 모터 구동 장치.

청구항 8

센서리스 비엘디씨 모터를 제어하는 제어 방법에 있어서:

상기 센서리스 비엘디씨 모터에 공급되는 전류들을 제어하는 제1상 신호 및 제2상 신호를 수신하는 단계;

상기 제1상 신호의 제1 듀티 및 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하는 단계;

상기 제1 듀티 및 상기 제2 듀티에 기반하여, 상기 센서리스 비엘디씨 모터에 공급되는 제3상 신호의 제3 듀티를 계산하는 단계; 그리고

상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여 상기 센서리스 비엘디씨 모터의 각 정보를 계산하는 단계를 포함하는 제어 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 제1상 신호의 제1 듀티 및 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하는 단계는,

타이머를 이용하여 상기 제1상 신호의 하나의 주기를 측정하는 단계;

상기 타이머에 의해 측정되는 상기 제1상 신호의 상기 하나의 주기 동안에, 상기 제1상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트하는 단계; 그리고

상기 제1상 신호의 상기 카운트의 결과에 따라 상기 제1상 신호의 상기 제1 듀티를 계산하는 단계를 포함하는 제어 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 제1상 신호의 제1 듀티 및 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하는 단계는,

상기 타이머를 이용하여 상기 제2상 신호의 하나의 주기를 측정하는 단계;

상기 타이머에 의해 측정되는 상기 제2상 신호의 상기 하나의 주기 동안에, 상기 제2상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트하는 단계; 그리고

상기 제2상 신호의 상기 카운트의 결과에 따라 상기 제2상 신호의 상기 제2 듀티를 계산하는 단계를 더 포함하는 제어 방법.

청구항 11

제8 항에 있어서,

상기 센서리스 비엘디씨 모터의 상기 각 정보를 계산하는 단계는,

상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여, 제1상 정현파 신호, 제2상 정현파 신호 및 제3상

정현과 신호를 각각 계산하는 단계를 포함하는 제어 방법.

청구항 12

제8 항에 있어서,

상기 센서리스 비엘디씨 모터의 상기 각 정보를 계산하는 단계는,

상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여 상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호 및 상기 제3상 정현파 신호의 전압 이용률을 계산하는 단계를 더 포함하는 제어 방법.

청구항 13

제8 항에 있어서,

상기 센서리스 비엘디씨 모터의 상기 각 정보를 계산하는 단계는, 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 데드 타임 동안에 수행되는 제어 방법.

청구항 14

모터의 각 정보를 계산하는 계산 장치에 있어서:

제1상 신호 및 제2상 신호를 수신하고, 상기 제1상 신호 및 상기 제2상 신호에 기반하여 제1상 정현파 신호, 제2상 정현파 신호, 그리고 제3상 정현파 신호를 계산하도록 구성되는 전압 검출기; 그리고

상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호, 그리고 상기 제3상 정현파 신호를 이용하여 각 정보를 계산하도록 구성되는 각도 추정기를 포함하는 계산 장치.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 전압 검출기는,

상기 제1상 신호의 제1 듀티를 계산하고, 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 계산하고, 상기 제1 듀티 및 상기 제2 듀티에 기반하여 제3 듀티를 계산하고, 그리고 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여 상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호 및 상기 제3상 정현파 신호를 계산하도록 구성되는 계산 장치.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 전압 검출기는,

상기 제1상 신호의 하나의 주기 동안에 상기 제1상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트함으로써 상기 제1 듀티를 계산하고, 그리고

상기 제2상 신호의 하나의 주기 동안에 상기 제2상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트함으로써 상기 제2 듀티를 계산하도록 구성되는 계산 장치.

청구항 17

제14 항에 있어서,

제1상 전류 신호, 제2상 전류 신호, 그리고 제3상 전류 신호를 수신하고, 상기 제1상 전류 신호, 상기 제2상 전류 신호 및 상기 제3상 전류 신호에 기반하여 제1상 전류 연산 신호, 제2상 전류 연산 신호, 그리고 제3상 전류 연산 신호를 계산하도록 구성되는 전류 검출기를 더 포함하는 계산 장치.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 각도 추정기는, 상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호, 상기 제3상 정현파 신호, 상기 제1상 전류 연산 신호, 상기 제2상 전류 연산 신호, 그리고 상기 제3상 전류 연산 신호를 이용하여 상기 각 정보를 계

산하도록 구성되는 계산 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모터의 주변 장치에 관한 것으로, 더 상세하게는 모터 구동 장치, 모터를 제어하는 제어 방법, 그리고 모터의 각 정보를 계산하는 계산 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모터는 전류가 자기장 내에서 받는 힘을 이용하여 전기 에너지를 기계 에너지로 변환하는 장치이다. 모터는 입력 전원의 종류에 따라 교류모터 및 직류모터로 분류된다. 교류모터는 고정자의 권선에 전류를 공급하여 자기장을 변화시켜 회전자를 회전시킨다. 직류모터는 회전자에 일정한 전류를 공급하여 회전자를 회전시킨다. 이 때, 직류모터는 정류자(brush)를 사용하여 회전자의 위치에 상관없이 일정한 방향으로 전류가 흐를 수 있도록 한다.

[0003] 최근에는 전력전자제어 기술이 발달함에 따라, 전자 스위칭 기술을 사용하여 정류자를 사용하지 않는 비엘디씨 모터(BLDC Motor; Brushless Direct Current Motor)가 제공되고 있다. BLDC 모터는 정류자를 사용하지 않기 때문에, 기계적인 마찰로 인한 열발생 및 정류자의 마모에 의한 문제점을 갖지 않는다. 그러나, BLDC 모터를 제어하기 위하여 회전자의 위치를 검출하는 별도의 장치가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은, 센서리스 비엘디씨 모터의 회전자의 위치를 검출하는 모터 구동 장치, 모터를 제어하는 제어 방법, 그리고 모터의 각 정보를 계산하는 계산 장치를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 실시 예에 따른 모터 구동 장치는, 각 신호에 기반하여 제1상 신호, 제2상 신호, 그리고 제3상 신호를 출력하도록 구성되는 모터 제어기; 상기 제1상 신호, 상기 제2상 신호, 그리고 상기 제3상 신호에 기반하여 제1상 제어 신호, 제2상 제어 신호, 그리고 제3상 제어 신호를 각각 외부의 모터로 출력하도록 구성되는 게이트 드라이버; 상기 제1상 제어 신호, 상기 제2상 제어 신호, 그리고 상기 제3상 제어 신호로부터 제1상 전류 신호, 제2상 전류 신호, 제3상 전류 신호를 검출하도록 구성되는 전류 센서; 그리고 상기 제1상 전류 신호, 상기 제2상 전류 신호, 그리고 상기 제3상 전류 신호를 이용하여 전류 연산 신호를 계산하고, 상기 제1상 신호 및 상기 제2상 신호를 이용하여 전압 연산 신호를 계산하고, 그리고 상기 전류 연산 신호 및 상기 전압 연산 신호를 이용하여 상기 각 신호를 계산하도록 구성되는 센서리스 연산 회로를 포함한다.

[0006] 실시 예로서, 상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1상 신호 및 상기 제2상 신호에 기반하여 제1상 전압 연산 신호, 제2상 전압 연산 신호, 그리고 제3상 전압 연산 신호를 계산하도록 구성된다.

[0007] 실시 예로서, 상기 센서리스 연산 회로는, 주기적으로 천이하는 클럭 신호를 생성하도록 구성되는 클럭 생성기; 상기 클럭 신호를 이용하여 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 하나의 주기를 측정하도록 구성되는 타이머; 상기 타이머에 의해 측정되는 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 상기 하나의 주기 동안에, 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호가 하이 레벨을 가질 때에 상기 클럭 신호를 이용하여 카운트 값을 증가시키도록 구성되는 카운터; 그리고 상기 카운트 값을 이용하여 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 듀티를 계산하도록 구성되는 듀티 계산기를 포함한다.

[0008] 실시 예로서, 상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1상 신호의 제1 듀티를 측정하고, 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하고, 그리고 상기 제1 듀티 및 상기 제2 듀티를 이용하여 상기 제3상 신호의 제3 듀티를 계산하도록 구성된다.

[0009] 실시 예로서, 상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티를 이용하여 제1상 정현파 신호, 제2상 정현파 신호, 그리고 제3상 정현파 신호를 상기 전압 연산 신호로서 계산하도록 구성된다.

[0010] 실시 예로서, 상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 데드 타임 동안에 상기 제3 듀티를 계산하도록 구성된다.

- [0011] 실시 예로서, 상기 센서리스 연산 회로는, 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티, 그리고 상기 제3 듀티를 이용하여 전압 이용률을 계산하도록 구성된다.
- [0012] 센서리스 비엘디씨 모터를 제어하는 본 발명의 실시 예에 따른 제어 방법은, 상기 센서리스 비엘디씨 모터에 공급되는 전류들을 제어하는 제1상 신호 및 제2상 신호를 수신하는 단계; 상기 제1상 신호의 제1 듀티 및 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하는 단계; 상기 제1 듀티 및 상기 제2 듀티에 기반하여, 상기 센서리스 비엘디씨 모터에 공급되는 제3상 신호의 제3 듀티를 계산하는 단계; 그리고 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여 상기 센서리스 비엘디씨 모터의 각 정보를 계산하는 단계를 포함한다.
- [0013] 실시 예로서, 상기 제1상 신호의 제1 듀티 및 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하는 단계는, 타이머를 이용하여 상기 제1상 신호의 하나의 주기를 측정하는 단계; 상기 타이머에 의해 측정되는 상기 제1상 신호의 상기 하나의 주기 동안에, 상기 제1상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트하는 단계; 그리고 상기 제1상 신호의 상기 카운트의 결과에 따라 상기 제1상 신호의 상기 제1 듀티를 계산하는 단계를 포함한다.
- [0014] 실시 예로서, 상기 제1상 신호의 제1 듀티 및 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 측정하는 단계는, 상기 타이머를 이용하여 상기 제2상 신호의 하나의 주기를 측정하는 단계; 상기 타이머에 의해 측정되는 상기 제2상 신호의 상기 하나의 주기 동안에, 상기 제2상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트하는 단계; 그리고 상기 제2상 신호의 상기 카운트의 결과에 따라 상기 제2상 신호의 상기 제2 듀티를 계산하는 단계를 더 포함한다.
- [0015] 실시 예로서, 상기 센서리스 비엘디씨 모터의 상기 각 정보를 계산하는 단계는, 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여, 제1상 정현파 신호, 제2상 정현파 신호 및 제3상 정현파 신호를 각각 계산하는 단계를 포함한다.
- [0016] 실시 예로서, 상기 센서리스 비엘디씨 모터의 상기 각 정보를 계산하는 단계는, 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여 상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호 및 상기 제3상 정현파 신호의 전압 이용률을 계산하는 단계를 더 포함한다.
- [0017] 실시 예로서, 상기 센서리스 비엘디씨 모터의 상기 각 정보를 계산하는 단계는, 상기 제1상 신호 또는 상기 제2상 신호의 데드 타임 동안에 수행된다.
- [0018] 모터의 각 정보를 계산하는 본 발명의 실시 예에 따른 계산 장치는, 제1상 신호 및 제2상 신호를 수신하고, 상기 제1상 신호 및 상기 제2상 신호에 기반하여 제1상 정현파 신호, 제2상 정현파 신호, 그리고 제3상 정현파 신호를 계산하도록 구성되는 전압 검출기; 그리고 상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호, 그리고 상기 제3상 정현파 신호를 이용하여 각 정보를 계산하도록 구성되는 각도 추정기를 포함한다.
- [0019] 실시 예로서, 상기 전압 검출기는, 상기 제1상 신호의 제1 듀티를 계산하고, 상기 제2상 신호의 제2 듀티를 계산하고, 상기 제1 듀티 및 상기 제2 듀티에 기반하여 제3 듀티를 계산하고, 그리고 상기 제1 듀티, 상기 제2 듀티 및 상기 제3 듀티에 기반하여 상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호 및 상기 제3상 정현파 신호를 계산하도록 구성된다.
- [0020] 실시 예로서, 상기 전압 검출기는, 상기 제1상 신호의 하나의 주기 동안에 상기 제1상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트함으로써 상기 제1 듀티를 계산하고, 그리고 상기 제2상 신호의 하나의 주기 동안에 상기 제2상 신호가 하이 레벨을 갖는 구간을 카운트함으로써 상기 제2 듀티를 계산하도록 구성된다.
- [0021] 실시 예로서, 제1상 전류 신호, 제2상 전류 신호, 그리고 제3상 전류 신호를 수신하고, 상기 제1상 전류 신호, 상기 제2상 전류 신호 및 상기 제3상 전류 신호에 기반하여 제1상 전류 연산 신호, 제2상 전류 연산 신호, 그리고 제3상 전류 연산 신호를 계산하도록 구성되는 전류 검출기를 더 포함한다.
- [0022] 실시 예로서, 상기 각도 추정기는, 상기 제1상 정현파 신호, 상기 제2상 정현파 신호, 상기 제3상 정현파 신호, 상기 제1상 전류 연산 신호, 상기 제2상 전류 연산 신호, 그리고 상기 제3상 전류 연산 신호를 이용하여 상기 각 정보를 계산하도록 구성된다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 실시 예들에 따르면, 제1상 신호 및 제2상 신호의 듀티들이 계산되고, 계산된 듀티들에 따라 센서리스 비엘디씨 모터에 적용되는 제1상 정현파 신호, 제2상 정현파 신호 및 제3상 정현파 신호가 계산된다. 따라서, 센서리스 비엘디씨 모터의 회전자 위치가 더 적은 사이즈 및 더 적은 제조 비용을 갖는 장치를 이용하여 정확하게 측정된다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 모터 구동 시스템을 보여주는 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 전압 검출기를 보여주는 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 모터를 제어하는 제어 방법을 보여주는 순서도이다.
- 도 4는 제1상 신호 및 제2상 신호의 예를 보여준다.
- 도 5는 듀티 검출기가 제1상 신호의 제1 듀티 및 제2상 신호의 제2 듀티를 검출하는 예를 보여준다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 모터를 제어하는 제어 방법을 보여주는 순서도이다.
- 도 7은 센서리스 계산 회로에 의해 계산되는 정현파 신호들의 레벨들이 시간의 흐름에 따라 변화하는 예를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하에서, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 모터 구동 시스템(100)을 보여주는 블록도이다. 도 1을 참조하면, 모터 구동 시스템(100)은 모터(M), 모터 제어기(MC), 게이트 드라이버(GD), 전류 센서(CS), 그리고 센서리스 연산 회로(SLC)를 포함한다.
- [0027] 모터(M)는 게이트 드라이버(GD)로부터 출력되는 제1상 제어 신호(U), 제2상 제어 신호(V), 그리고 제3상 제어 신호(W)에 응답하여 동작하도록 구성된다. 예를 들어, 모터(M)는 센서리스 비엘디씨(BLDC, Brushless Direct Current) 모터를 포함할 수 있다.
- [0028] 모터 제어기(MC)는 각 신호(AS)에 응답하여 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV) 및 제3상 신호(PW)를 출력하도록 구성된다. 예를 들어, 각 신호(AS)는 모터(M)의 회전자의 위치(예를 들어, 회전각)에 대한 정보를 포함할 수 있다. 모터 제어기(MC)는 각 신호(AS)를 참조하여 모터(M)를 제어하기 위한 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV) 및 제3상 신호(PW)를 생성할 수 있다. 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV) 및 제3상 신호(PW)는 펄스 폭 변조(PWM, Pulse Width Modulation)된 신호들일 수 있다.
- [0029] 게이트 드라이버(GD)는 모터 제어기(MC)로부터 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV), 및 제3상 신호(PW)를 수신하도록 구성된다. 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV), 및 제3상 신호(PW)에 응답하여, 게이트 드라이버(GD)는 제1상 제어 신호(U), 제2상 제어 신호(V), 그리고 제3상 제어 신호(W)를 출력할 수 있다. 예를 들어, 게이트 드라이버(GD)는 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV), 및 제3상 신호(PW)에 응답하여, 제1상 제어 신호(U), 제2상 제어 신호(V), 그리고 제3상 제어 신호(W) 중 적어도 하나의 제어 신호로서 전류 소스를 제공할 수 있다. 또한, 게이트 드라이버(GD)는 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV), 및 제3상 신호(PW)에 응답하여, 제1상 제어 신호(U), 제2상 제어 신호(V), 그리고 제3상 제어 신호(W) 중 적어도 하나의 제어 신호로서 전류 싱크를 제공할 수 있다. 즉, 게이트 드라이버(GD)는 제1상 제어 신호(U), 제2상 제어 신호(V), 그리고 제3상 제어 신호(W)를 통해 모터(M) 내에 전류가 흐르도록 제어할 수 있다. 게이트 드라이버는 MOSFET (metal oxide silicon field effect transistor), IGBT (insulated gate bipolar mode transistor) 등과 같이 전기적 파워를 공급할 수 있는 파워 소자를 포함할 수 있다.
- [0030] 전류 센서(CS)는 제1상 제어 신호(U), 제2상 제어 신호(V), 그리고 제3상 제어 신호(W)로부터 제1상 전류 신호(IU), 제2상 전류 신호(IV), 그리고 제3상 전류 신호(IW)를 검출하도록 구성된다. 예를 들어, 전류 센서(CS)는 제1상 제어 신호(U)로 제공되는 전류의 크기 및 방향을 검출하여 제1상 전류 신호(IU)로 출력할 수 있다. 전류 센서(CS)는 제2상 제어 신호(V)로 제공되는 전류의 크기 및 방향을 검출하여 제2상 전류 신호(IV)로 출력할 수 있다. 전류 센서(CS)는 제3상 제어 신호(W)로 제공되는 전류의 크기 및 방향을 검출하여 제3상 전류 신호(IW)로 출력할 수 있다.
- [0031] 센서리스 연산 회로(SLC)는 모터 제어기(MC)로부터 상 신호들 중 일부를 수신하고, 전류 센서(CS)로부터 상 전류 신호들을 수신하도록 구성된다. 수신된 신호들에 기반하여, 센서리스 연산 회로(SLC)는 각 신호(AS)를 계산할 수 있다. 센서리스 연산 회로(SLC)는 전압 검출기(VD), 전류 검출기(CD), 그리고 각도 추정기(AE)를 포함한다.

다.

- [0032] 전압 검출기(VD)는 모터 제어기(MC)로부터 출력되는 상 신호들 중 일부를 수신하도록 구성된다. 예를 들어, 전압 검출기(VD)는 모터 제어기(MC)로부터 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)를 수신할 수 있다. 그러나, 전압 검출기(VD)가 모터 제어기(MC)로부터 수신하는 상 신호들의 종류는 한정되지 않는다. 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)에 기반하여, 전압 검출기(VD)는 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV), 그리고 제3상 전압 연산 신호(S_VW)를 계산할 수 있다. 예를 들어, 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV), 그리고 제3상 전압 연산 신호(S_VW)는 모터(M)에 적용되는 실제 전압들이 추정(또는 계산)된 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV), 그리고 제3상 전압 연산 신호(S_VW)는 각각 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0033] 전류 검출기(CD)는 전류 센서(CS)로부터 제1상 전류 신호(IU), 제2상 전류 신호(IV) 및 제3상 전류 신호(IW)를 수신하도록 구성된다. 제1상 전류 신호(IU), 제2상 전류 신호(IV) 및 제3상 전류 신호(IW)에 기반하여, 전류 검출기(CD)는 제1상 전류 연산 신호(S_IU), 제2상 전류 연산 신호(S_IV) 및 제3상 전류 연산 신호(S_IW)를 계산하도록 구성된다. 예를 들어, 제1상 전류 연산 신호(S_IU), 제2상 전류 연산 신호(S_IV) 및 제3상 전류 연산 신호(S_IW)는 모터(M)에 적용되는 실제 전류들이 추정(또는 계산)된 정보를 포함할 수 있다.
- [0034] 각도 추정기(AE)는 전압 검출기(VD)로부터 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV), 그리고 제3상 전압 연산 신호(S_VW)를 수신하도록 구성된다. 또한, 각도 추정기(AE)는 전류 검출기(CD)로부터 제1상 전류 연산 신호(S_IU), 제2상 전류 연산 신호(S_IV) 및 제3상 전류 연산 신호(S_IW)를 수신하도록 구성된다. 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV), 제3상 전압 연산 신호(S_VW), 제1상 전류 연산 신호(S_IU), 제2상 전류 연산 신호(S_IV) 및 제3상 전류 연산 신호(S_IW)에 기반하여, 각도 추정기(AE)는 각 신호(AS)를 계산하도록 구성된다. 예를 들어, 각도 추정기(AE)는 모터(M)에 실제 적용되는 전압들 및 전류들에 대한 정보에 기반하여, 모터(M)의 회전자의 위치(예를 들어, 회전각)를 계산(또는 추정)하고, 계산된 결과를 각 신호(AS)로 출력할 수 있다.
- [0035] 예시적으로, 모터 제어기(MC), 게이트 드라이버(GD), 전류 센서(CS), 그리고 센서리스 연산 회로(SLC)는 모터(M)를 구동하는 모터 구동 장치를 형성할 수 있다.
- [0036] 도 1을 참조하여 설명된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 센서리스 연산 회로는 모터 제어기(MC)로부터 출력되는 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV), 그리고 전류 센서(CS)로부터 출력되는 제1상 전류 신호(IU), 제2상 전류 신호(IV), 그리고 제3상 전류 신호(IW)에 기반하여 각 신호(AS)를 계산하도록 구성된다. 센서리스 계산 회로(SLC)가 모터 제어기(MC)의 내부 신호를 이용하지 않으므로, 센서리스 계산 회로(SLC)는 모터 제어기(MC)와 분리된 패키지 또는 모듈로 제조될 수 있다.
- [0037] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 전압 검출기(VD)를 보여주는 블록도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 전압 검출기(VD)는 듀티 검출기(DD) 및 3상 검출기(PD)를 포함한다.
- [0038] 듀티 검출기(DD)는 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)를 수신하고, 제1상 신호(PU)의 제1 듀티(DPU) 및 제2상 신호(PV)의 제2 듀티(DPV)를 계산하도록 구성된다. 예를 들어, 제1 듀티(DPU)는 제1상 신호(PU)의 하나의 주기, 즉 펄스 폭 변조가 수행되는 하나의 주기 동안에 제1상 신호(PU)가 하이 레벨을 갖는 구간의 비율을 가리킬 수 있다. 제2 듀티(DPV)는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기, 즉 펄스 폭 변조가 수행되는 하나의 주기 동안에 제2상 신호(PV)가 하이 레벨을 갖는 구간의 비율을 가리킬 수 있다. 듀티 검출기(DD)는 클럭 생성기(CKG), 타이머(TI), 카운터(CNT), 그리고 듀티 계산기(DC)를 포함한다.
- [0039] 클럭 생성기(CKG)는 주기적으로 하이 레벨과 로우 레벨을 천이하는 클럭 신호를 생성하도록 구성된다. 클럭 신호의 주파수는 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 주파수보다 높을 수 있다. 예를 들어, 클럭 신호의 주파수는 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 주파수의 1000배 내지 10000배일 수 있다.
- [0040] 타이머(TI)는 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기를 측정하도록 구성된다. 예를 들어, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 주파수가 20KHz이고 클럭 신호의 주파수가 20MHz인 경우, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기는 클럭 신호의 1000주기에 대응할 수 있다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기가 시작된 후, 타이머(TI)는 클럭 신호를 이용하여 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기가 경과되는 시점을 검출할 수 있다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기가 시작할 때 또는 하나의 주기가 종료될 때, 타이머(TI)는 초기화될 수 있다.

[0041] 카운터(CNT)는 타이머(TI)에 의해 측정되는 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기 동안에, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)가 하이 레벨일 때에, 클럭 신호에 응답하여 카운트 값을 증가시키도록 구성된다. 카운터(CNT)는 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기가 시작할 때 또는 하나의 주기가 종료될 때 초기화될 수 있다. 예시적으로, 카운터(CNT)는 제1상 신호(PU)가 하이 레벨일 때에 카운트 값을 증가시키는 제1상 카운터 및 제2상 신호(PV)가 하이 레벨일 때에 카운트 값을 증가시키는 제2상 카운터를 포함할 수 있다.

[0042] 듀티 계산기(DC)는 카운터(CNT)의 카운트 값에 기반하여, 제1상 신호(PU)의 제1 듀티(DPU) 및 제2상 신호(PV)의 제2 듀티(DPV)를 계산하도록 구성된다. 예를 들어, 듀티 계산기(DC)는 제1상 신호(PU)의 하나의 주기 동안에 카운터(CNT)에 의해 카운트된 값을 제1상 신호(PU)의 하나의 주기에 대응하는 카운트 값으로 나눔으로써 제1 듀티(DPU)를 계산할 수 있다. 듀티 계산기(DC)는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기 동안에 카운터(CNT)에 의해 카운트된 값을 제2상 신호(PV)의 하나의 주기에 대응하는 카운트 값으로 나눔으로써 제2 듀티(DPV)를 계산할 수 있다.

[0043] 3상 검출기(PD)는 듀티 검출기(DD)로부터 제1 듀티(DPU) 및 제2 듀티(DPV)를 수신하도록 구성된다. 제1 듀티(DPU) 및 제2 듀티(DPV)에 기반하여, 3상 검출기(PD)는 제3상 신호(PW)의 제3 듀티(DPW)를 계산할 수 있다. 예시적으로, 제1 듀티(DPU), 제2 듀티(DPV) 및 제3 듀티(DPW)의 합은 1.5이다. 따라서, 3상 검출기(PD)는 수학적 식 1에 따라 제3 듀티(DPW)를 계산할 수 있다.

수학적 식 1

[0044]
$$DPW = 1.5 - DPU - DPV$$

[0045] 3상 검출기(PD)는 제1 듀티(DPU), 제2 듀티(DPV) 및 제3 듀티(DPW)에 기반하여, 전압 이용률(MI)을 계산할 수 있다. 전압 이용률(MI)은 수학적 식 2에 따라 계산될 수 있다.

수학적 식 2

[0046]
$$MI = \sqrt{\frac{(2DPU - 1)^2 + (2DPV - 1)^2 + (2DPW - 1)^2}{(3/2)}}$$

[0047] 3상 검출기(PD)는 제1 듀티(DPU), 제2 듀티(DPV), 제3 듀티(DPW), 그리고 전압 이용률(MI)에 기반하여, 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV), 그리고 제3상 정현파 신호(sinPW)를 계산할 수 있다. 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV), 그리고 제3상 정현파 신호(sinPW)는 수학적 식 3에 따라 계산될 수 있다.

수학적 식 3

[0048]
$$\begin{aligned} \sin PU &= 2^{n-1} + (2^{n-1} - 1)(DPU - 0.5) / 0.5 \\ \sin PV &= 2^{n-1} + (2^{n-1} - 1)(DPV - 0.5) / 0.5 \\ \sin PW &= 2^{n-1} + (2^{n-1} - 1)(DPW - 0.5) / 0.5 \end{aligned}$$

[0049] 수학적 식 3에서, n은 3상 검출기(PD)의 연산 해상도를 가리킨다. 예를 들어, n은 3상 검출기(PD)가 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV), 그리고 제3상 전압 연산 신호(S_VW) 각각을 계산하는 데에 사용하는 레지스터의 비트들의 수를 가리킨다. 예시적으로, 3상 검출기가 10비트 레지스터를 사용하는 경우, 수학적 식 3은 수학적 식 4로 정리될 수 있다.

수학식 4

$$\sin PU = 512 + 511 \times (DPU - 0.5) / 0.5$$

$$\sin PV = 512 + 511 \times (DPV - 0.5) / 0.5$$

$$\sin PW = 512 + 511 \times (DPW - 0.5) / 0.5$$

[0050]

[0051]

예시적으로, 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV), 그리고 제3상 정현파 신호(sinPW) 각각의 최대 진폭은 전압 이용률(MI)일 수 있다. 3상 검출기(PD)는 제1 듀티(DPU), 제2 듀티(DPV) 및 제3 듀티(DPW)에 의해 계산되는 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV), 그리고 제3상 정현파 신호(sinPW)의 레벨들에 대한 정보를 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV) 및 제3상 전압 연산 신호(S_VW)로 출력할 수 있다. 예를 들어, 3상 검출기(PD)는 전압 이용률(MI)이 적용된(예를 들어, 곱해진)레벨들에 대한 정보를 출력하거나 또는 전압 이용률(MI)에 대한 정보를 더 출력하도록 구성될 수 있다.

[0052]

예시적으로, 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV) 및 제3상 신호(PW) 각각은 각 주기의 사이에 데드 타임(dead time)을 가질 수 있다. 듀티 검출기(DD)는 하나의 주기 동안에 제1 듀티(DPU) 및 제2 듀티(DPV)를 계산할 수 있다. 3상 검출기(PD)는 데드 타임 동안에 제3 듀티(DPW)를 계산하고, 전압 이용률(MI)을 계산하고, 그리고 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV), 그리고 제3상 정현파 신호(sinPW)의 레벨들을 계산할 수 있다. 예를 들어, 데드 타임이 클럭 신호의 20 주기들에 대응하는 경우, 3상 검출기(PD)는 클럭 신호의 20 주기들이 경과하는 동안 계산을 완료할 수 있다.

[0053]

3상 검출기(PD)에 의해 계산되는 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV) 및 제3상 전압 연산 신호(S_VW)는 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV) 또는 제3상 신호(PW)의 하나의 주기만큼 지연된 값들이다. 예를 들어, 제1상 신호(PU), 제2상 신호(PV) 또는 제3상 신호(PW)가 20KHz의 주파수를 갖는 경우, 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV) 및 제3상 전압 연산 신호(S_VW)는 50us 만큼 지연된 값들이다. 모터(M)가 3600 rpm으로 구동되는 8폴(pole) 모터인 경우, 50us는 0.6도의 회전각에 해당한다. 0.6도의 회전각에 해당하는 지연은 모터(M)를 구동하는 데에 문제를 초래하지 않으며, 따라서, 모터(M)의 회전자의 위치(예를 들어, 회전각)이 실질적으로 정확하게 추정된다.

[0054]

도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 모터(M)를 제어하는 제어 방법을 보여주는 순서도이다. 예시적으로, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기 동안에 센서리스 계산 회로(SLC)의 듀티 검출기(DD)가 제1 듀티(DPU) 또는 제2 듀티(DPV)를 계산하는 방법이 도 3에 도시된다.

[0055]

도 1 내지 도 3을 참조하면, S110 단계에서, 카운터(CNT) 및 타이머(TI)가 초기화된다.

[0056]

S120 단계에서, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기가 시작되면, 타이머(TI)는 클럭 생성기(CKG)에 의해 생성되는 클럭 신호에 따라, 시간 값을 증가시킨다.

[0057]

S130 단계에서, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)가 하이 레벨인지 판별된다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)가 하이 레벨이면, S140 단계에서 카운터(CNT)가 카운트 값을 증가시킨다. 이후에, S150 단계가 수행된다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)가 로우 레벨이면, S140 단계가 수행되지 않고 S150 단계가 수행된다.

[0058]

S150 단계에서, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기가 경과하였는지 판별된다. 예를 들어, 타이머(TI)의 시간 값이 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 하나의 주기에 대응하는 카운트 값에 도달하는지 판별된다. 타이머(TI)의 시간 값이 하나의 주기의 카운트 값보다 작으면, 하나의 주기가 경과하지 않은 것으로 판별된다. 하나의 주기가 경과하지 않은 것으로 판별되면, S120 단계가 다시 수행된다. 타이머(TI)의 시간 값이 하나의 주기의 카운트 값에 도달하면, 하나의 주기가 경과한 것으로 판별된다. 하나의 주기가 경과한 것으로 판별되면, S160 단계가 수행된다.

[0059]

S160 단계에서, 센서리스 연산 회로(SLC)는 제1 듀티(DPU) 또는 제2 듀티(DPV)를 계산한다.

[0060]

도 4는 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)의 예를 보여준다. 도 4에서, 가로 축은 시간을 가리키고, 세로 축은

전압을 가리킨다. 도 4를 참조하면, 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)는 하이 레벨과 로우 레벨을 천이하며, 시간의 흐름에 따라 변화하는 펄스 폭들을 갖는 펄스 폭 변조 신호들일 수 있다.

- [0061] 도 5는 듀티 검출기(DD)가 제1상 신호(PU)의 제1 듀티(DPU) 및 제2상 신호(PV)의 제2 듀티(DPV)를 검출하는 예를 보여준다. 예시적으로, 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)의 하나의 주기 동안에 제1 듀티(DPU) 및 제2 듀티(DPV)가 계산되는 예가 도 5에 도시된다. 도 5에서, 가로 축은 시간(T)을 가리킨다. 클럭 신호(CLK), 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)에 대응하는 세로축은 전압을 가리킨다. 최하단의 그래프의 세로축은 카운트 값(CV)을 가리킨다.
- [0062] 도 2 및 도 5를 참조하면, 제2상 신호(PV)는 제1 시간(T1)부터 하이 레벨을 가질 수 있다. 따라서, 제2상 신호(PV)에 대응하는 제2상 카운트 값(CPV)은 제1 시간(T1)부터 증가하기 시작한다.
- [0063] 제1상 신호(PU)는 제2 시간(T2)부터 하이 레벨을 갖는다. 따라서, 제1상 신호(PU)에 대응하는 제1상 카운트 값(CPU)은 제2 시간(T2)부터 증가하기 시작한다.
- [0064] 제1상 신호(PU)는 제3 시간(T3)부터 로우 레벨을 갖는다. 따라서, 제1상 카운트 값(CPU)은 제3 시간(T3) 이후로 증가하지 않고 유지된다.
- [0065] 제2상 신호(PV)는 제4 시간(T4)부터 로우 레벨을 갖는다. 따라서, 제2상 카운트 값(CPV)은 제4 시간(T4) 이후로 증가하지 않고 유지된다.
- [0066] 듀티 계산기(DC)는 제1상 카운트 값(CPU) 및 제2상 카운트 값(CPV)을 각각 하나의 주기의 카운트 값으로 나눔으로써, 제1 듀티(DPU) 및 제2 듀티(DPV)를 계산할 수 있다. 예를 들어, 제1 듀티(DPU)는 '0.5'로 계산되고, 제2 듀티(DPV)는 '0.93'으로 계산될 수 있다.
- [0067] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 모터(M)를 제어하는 제어 방법을 보여주는 순서도이다. 예시적으로, 데드 타임 동안에 3상 검출기(PD)가 제1상 전압 연산 신호(S_VU), 제2상 전압 연산 신호(S_VV) 및 제3상 전압 연산 신호(S_VW)를 계산하는 예가 도 6에 도시된다.
- [0068] 도 2 및 도 6을 참조하면, S210 단계에서, 3상 검출기(PD)는 제1 듀티(DPU) 및 제2 듀티(DPV)를 이용하여 제3 듀티(DPW)를 계산한다. 예를 들어, 3상 검출기(PD)는 수학적 식 1에 기반하여 제3 듀티(DPW)를 계산할 수 있다.
- [0069] S220 단계에서, 제1 내지 제3 듀티들(DPU, DPV, DPW)을 이용하여, 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)의 레벨들이 계산된다. 예를 들어, 3상 검출기(PD)는 수학적 식 3에 기반하여 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)의 레벨들을 계산할 수 있다.
- [0070] S230 단계에서, 3상 검출기(PD)는 전압 이용률(MI)을 계산한다. 예를 들어, 3상 검출기(PD)는 수학적 식 2에 기반하여 전압 이용률(MI)을 계산할 수 있다.
- [0071] 도 7은 센서리스 계산 회로(SLC)에 의해 계산되는 정현파 신호들의 레벨들이 시간의 흐름에 따라 변화하는 예를 보여준다. 예시적으로, 전압 이용률(MI)이 '1'인 때에, 3상 정현파 신호들의 레벨들이 시간의 흐름에 따라 변화하는 예가 도 7에 도시되어 있다. 도 7에서, 가로 축은 시간을 가리키고, 세로 축은 전압을 가리킨다.
- [0072] 도 7을 참조하면, 센서리스 계산 회로(SLC)는 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 각 주기(P)마다, 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)의 레벨들을 계산할 수 있다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 펄스 폭이 증가할수록, 제1상 정현파 신호(sinPU) 또는 제2상 정현파 신호(sinPV)의 레벨이 증가한다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 펄스 폭이 감소할수록, 제1상 정현파 신호(sinPU) 또는 제2상 정현파 신호(sinPV)의 레벨이 감소한다.
- [0073] 도 8은 센서리스 계산 회로(SLC)에 의해 계산되는 정현파 신호들의 레벨들이 시간의 흐름에 따라 변화하는 예를 보여준다. 예시적으로, 전압 이용률(MI)이 '0.75'인 때에, 3상 정현파 신호들의 레벨들이 시간의 흐름에 따라 변화하는 예가 도 7에 도시되어 있다. 도 8에서, 가로 축은 시간을 가리키고, 세로 축은 전압을 가리킨다.
- [0074] 도 8을 참조하면, 센서리스 계산 회로(SLC)는 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 각 주기(P)마다, 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)의 레벨들을 계산할 수 있다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 펄스 폭이 증가할수록, 제1상 정현파 신호(sinPU) 또는 제2상 정현파 신호(sinPV)의 레벨이 증가한다. 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 펄스 폭이 감소할수록, 제1상 정현파 신호(sinPU) 또는 제2상 정현파 신호(sinPV)의 레벨이 감소한다.

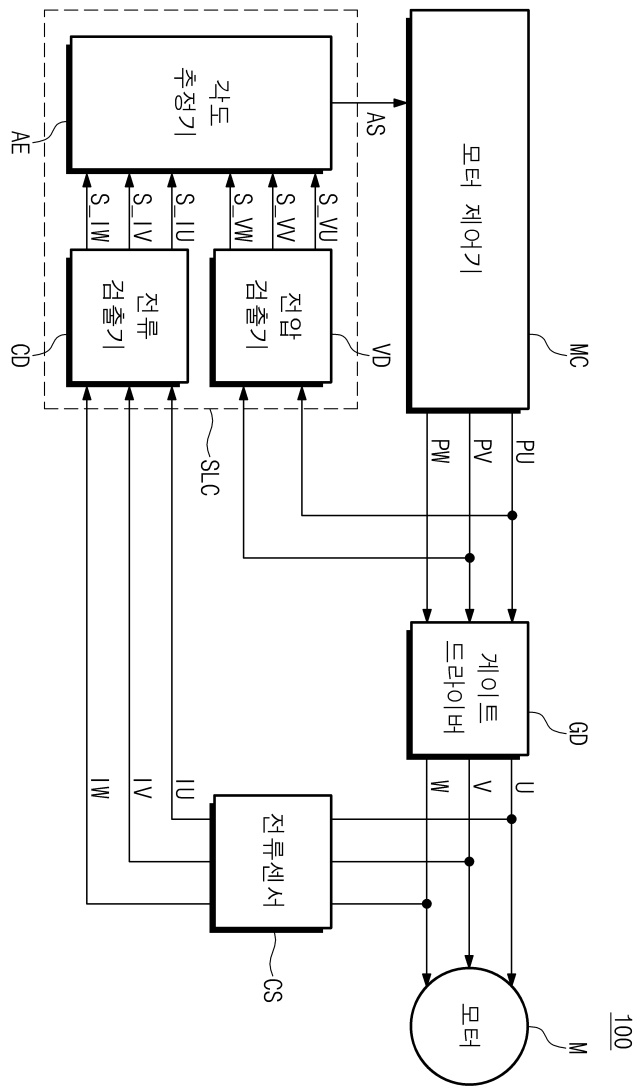
- [0075] 도 7 및 도 8을 참조하면, 제1상 신호(PU) 또는 제2상 신호(PV)의 각 주기(P)에서, 전압 이용률(MI)이 감소할수록 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)의 진폭이 감소한다. 전압 이용률(MI)이 증가할수록 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)의 진폭이 증가한다.
- [0076] 도 7 및 도 8을 참조하여 설명된 바와 같이, 센서리스 계산 회로(SLC)는 제1상 신호(PU) 및 제2상 신호(PV)를 이용하여 모터(M)에 실제로 적용되는 제1상 정현파 신호(sinPU), 제2상 정현파 신호(sinPV) 및 제3상 정현파 신호(sinPW)를 복원할 수 있다. 따라서, 모터(M)의 회전자의 위치(예를 들어, 회전각)가 추정될 수 있으며, 모터(M)를 제어하는 정확도가 향상된다.
- [0077] 특히, 센서리스 회로(SLC)는 카운터(CNT)를 이용하여 3상 신호들의 듀티들을 측정함으로써, 3상 정현파 신호들을 복원할 수 있다. 따라서, 디지털 신호 처리기(DSP, Digital Signal Processor)를 사용하여 3상 제어 신호들(U, V, W)로부터 전압 연산 신호들을 계산하거나 저대역 필터를 이용하여 3상 제어 신호들(U, V, W)로부터 전압 연산 신호들을 계산하는 장치들에 비해, 더 적은 사이즈 및 제조 비용으로 더 정확한 위치 추정이 달성된다.
- [0078] 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위와 기술적 사상에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 상술한 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

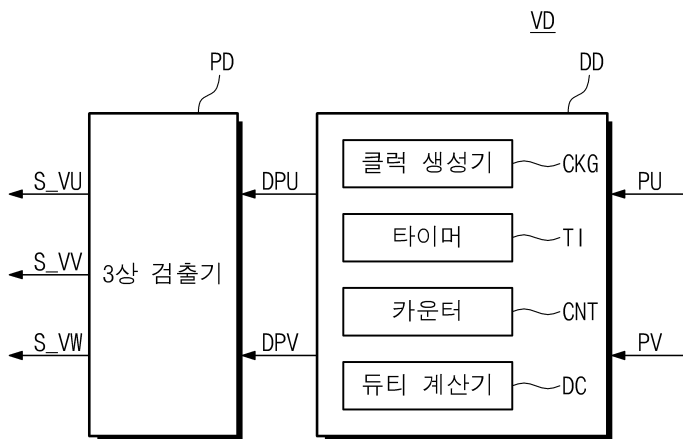
- [0079] 100; 모터 구동 시스템 MC; 모터 제어기
- GD; 게이트 드라이버 CS; 전류 센서
- SLC; 센서리스 계산 회로 VD; 전압 검출기
- DD; 듀티 검출기 CKG; 클럭 생성기
- TI; 타이머 CNT; 카운터
- DC; 듀티 계산기 PD; 3상 검출기
- CD; 전류 검출기 AE; 각도 추정기

도면

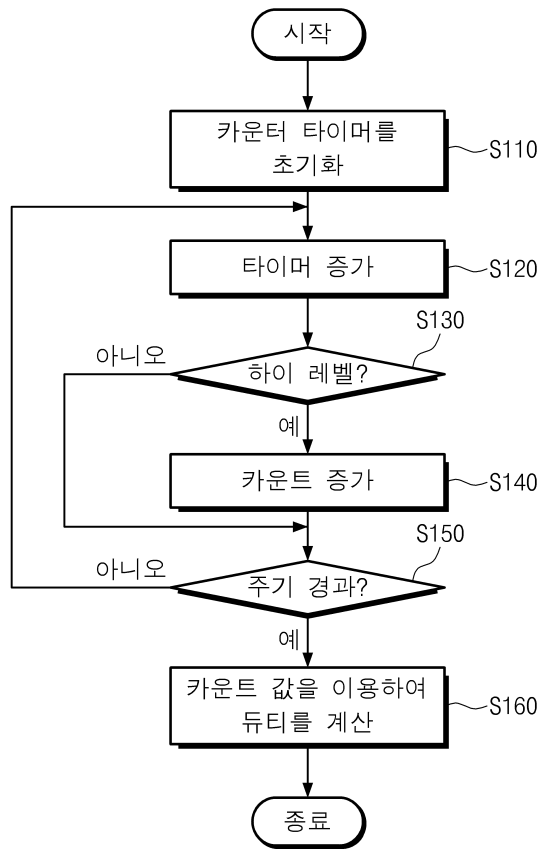
도면1



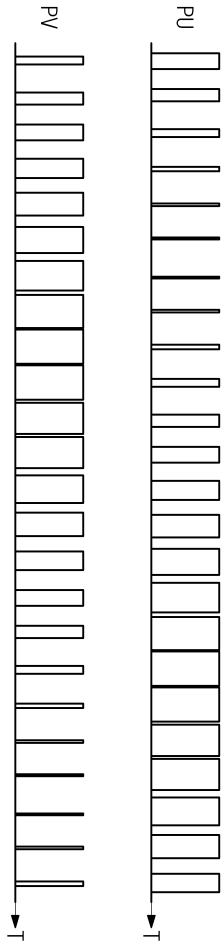
도면2



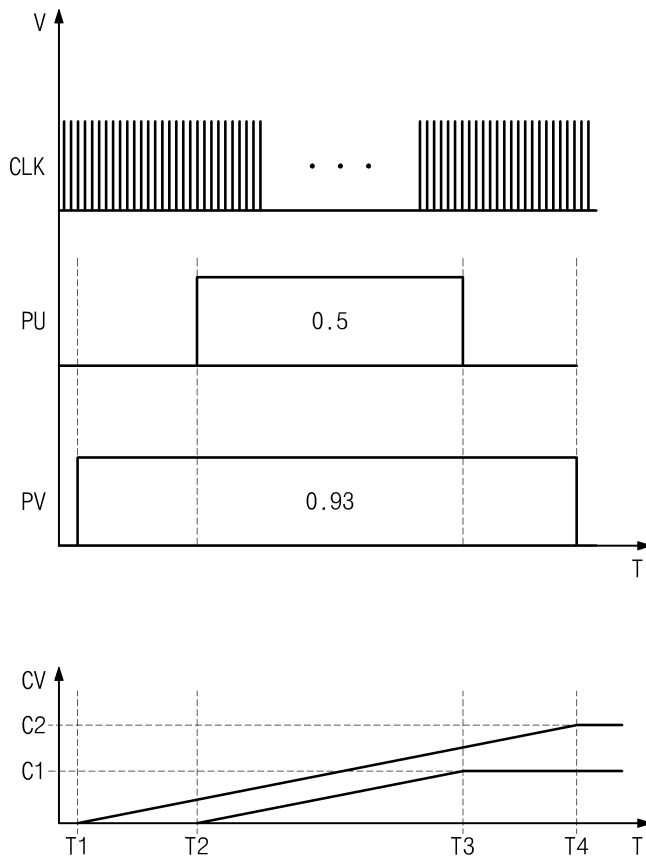
도면3



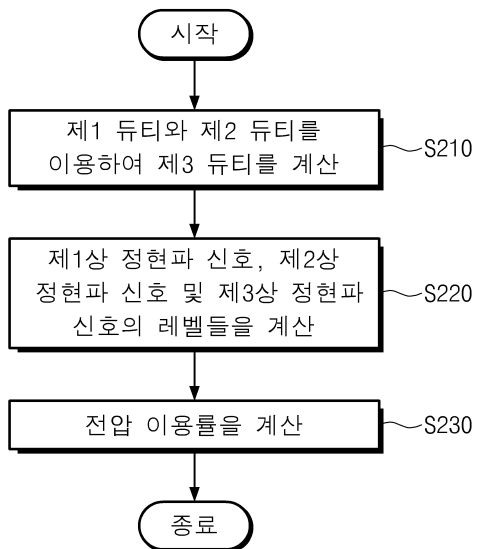
도면4



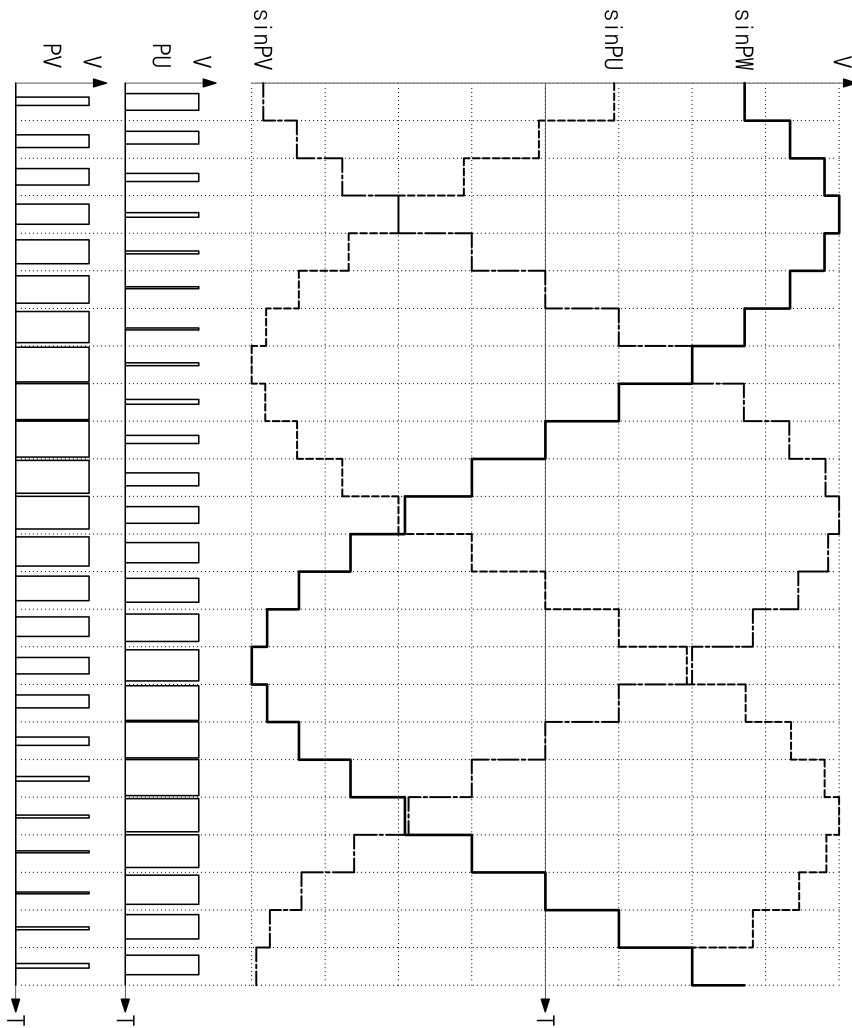
도면5



도면6



도면7



도면8

