



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0044965
(43) 공개일자 2020년04월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 29/50 (2016.01) B63G 8/08 (2006.01)
B63H 23/24 (2006.01) H02M 7/5387 (2007.01)
H02M 7/539 (2006.01) H02P 27/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02P 29/50 (2016.02)
B63G 8/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7010162
- (22) 출원일자(국제) 2018년10월02일
심사청구일자 2020년04월08일
- (85) 번역문제출일자 2020년04월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2018/076762
- (87) 국제공개번호 WO 2019/072634
국제공개일자 2019년04월18일
- (30) 우선권주장
10 2017 217 948.1 2017년10월09일 독일(DE)
- (71) 출원인
지멘스 악티엔게젤샤프트
독일 뮌헨 베르너-본-지멘스-슈트라쎬 1 (우: 80333)
- (72) 발명자
스타흐, 티로
독일 91080 우텐로이트 루스타인베크 38
텔레, 한스-위르겐
독일 90419 뉘른베르크 클라인바이던필러 9
- (74) 대리인
양영준, 이민호, 백만기

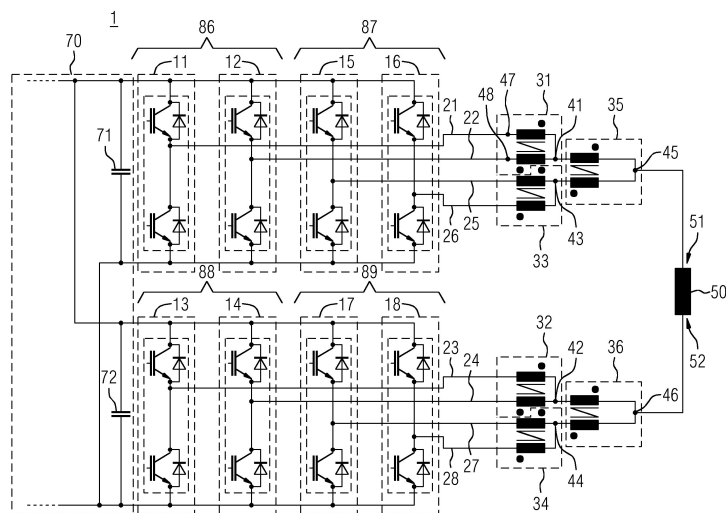
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **구동 장치 및 그 작동**

(57) 요약

본 발명은, 제1 상 접속부(21)를 갖는 제1 하프 브리지(11), 제2 상 접속부(22)를 갖는 제2 하프 브리지(12), 제3 상 접속부(23)를 갖는 제3 하프 브리지(13) 및 제4 상 접속부(24)를 갖는 제4 하프 브리지(14)를 갖는 구동 장치(1)에 관한 것이며, 여기서 제1 상 접속부(21)는 제1 모터 권선 측 접속부(41)를 갖는 제1 전류 보상 인덕터(31)에 의해 제2 상 접속부(22)와 연결되고, 여기서 제3 상 접속부(23)는 제2 모터 권선 측 접속부(42)를 갖는 제2 전류 보상 인덕터(32)에 의해 제4 상 접속부(24)와 연결된다. 복수의 인버터 모듈들(60, 61, 62)을 갖는 구동 장치를 작동시키는 방법에 따르면, 여기서 복수의 인버터 모듈들(60, 61, 62)은 각각 복수의 하프 브리지들(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)을 갖고, 하프 브리지들(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)은 반파 내에서 오프셋 방식으로 구동된다.

대표도



(52) CPC특허분류

B63H 23/24 (2013.01)

H02M 7/5387 (2013.01)

H02M 7/539 (2013.01)

H02P 27/08 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 상 접속부(phase connection)(21)를 갖는 제1 하프 브리지(half-bridge)(11), 제2 상 접속부(22)를 갖는 제2 하프 브리지(12), 제3 상 접속부(23)를 갖는 제3 하프 브리지(13) 및 제4 상 접속부(24)를 갖는 제4 하프 브리지(14)를 가지는 구동 장치(1)로서, 제1 상 접속부(21)는 제1 모터 권선 측 접속부(41)를 갖는 제1 전류 보상 인덕터(current-compensated inductor)(31)를 통해 제2 상 접속부(22)와 연결되고, 제3 상 접속부(23)는 제2 모터 권선 측 접속부(42)를 갖는 제2 전류 보상 인덕터(32)를 통해 제4 상 접속부(24)와 연결되는, 구동 장치(1).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 구동 장치는 제1 모터 권선(50)을 가지며, 제1 모터 권선(50)은 제1 모터 권선 단부(51)를 갖고 제2 모터 권선 단부(52)를 갖고, 제1 모터 권선 측 접속부(41)는 제1 모터 권선 단부(51)와 연결되고, 제2 모터 권선 측 접속부(42)는 제2 모터 권선 단부(52)와 연결되는, 구동 장치(1).

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 구동 장치는 제5 상 접속부(25)를 갖는 제5 하프 브리지(15), 제6 상 접속부(26)를 갖는 제6 하프 브리지(16), 제7 상 접속부(27)를 갖는 제7 하프 브리지(17) 및 제8 상 접속부(28)를 갖는 제8 하프 브리지(18)를 가지며, 제5 상 접속부(25)는 제3 모터 권선 측 접속부(43)를 갖는 제3 전류 보상 인덕터(33)를 통해 제6 상 접속부(26)와 연결되고, 제7 상 접속부(27)는 제4 모터 권선 측 접속부(44)를 갖는 제4 전류 보상 인덕터(34)를 통해 제8 상 접속부(28)와 연결되는, 구동 장치(1).

청구항 4

제3항에 있어서, 제5 전류 보상 인덕터(35)가 제5 모터 권선 측 접속부(45)를 가지며, 제6 전류 보상 인덕터(36)가 제6 모터 권선 측 접속부(46)를 갖고, 제1 모터 권선 측 접속부(41) 및 제3 모터 권선 측 접속부(43)는 전력 컨버터 측에서 제5 전류 보상 인덕터(35)와 연결되며, 제2 모터 권선 측 접속부(42) 및 제4 모터 권선 측 접속부(44)는 전력 컨버터 측에서 제6 전류 보상 인덕터(36)와 연결되는, 구동 장치(1).

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 구동 장치는 제1 모터 권선(50)을 가지며, 제1 모터 권선(50)은 제1 모터 권선 단부(51)를 갖고 제2 모터 권선 단부(52)를 가지며, 제5 모터 권선 측 접속부(45)는 제1 모터 권선 단부(51)와 연결되고, 제6 모터 권선 측 접속부(46)는 제2 모터 권선 단부(52)와 연결되는, 구동 장치(1).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 모터 권선(50)의 제1 모터 권선 단부(51)와의 직접 연결을 위한 제8 하프 브리지(81)가 제공되고, 제1 모터 권선(50)의 제2 모터 권선 단부(51)와의 직접 연결을 위한 제9 하프 브리지(82)가 제공되는, 구동 장치(1).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 모터(59)가 복수의 모터 권선들(50, 51, 52)을 가지며, 복수의 모터 권선들(50, 51, 52)은 적어도 하나의 전류 보상 인덕터(31, 32, 33, 34, 35, 36)를 통해 하프 브리지들(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18), 특히 H-브리지들(86, 87, 88, 89)과 각각 연결되고, 상기 각각의 모터 권선(50, 51, 52)은 제8 하프 브리지 및 제9 하프 브리지(81, 82)와도 연결되고, 제8 하프 브리지 및 제9 하프 브리지(81, 82)는 특히 인덕터 없이 상기 각각의 모터 권선(50, 51, 52)과 연결되는, 구동 장치(1).

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 2개의 하프 브리지들(11, 12)은 인버터 모듈(86)을 형성하는, 구동 장치(1).

청구항 9

복수의 인버터 모듈들(60, 61, 62)을 갖는 구동 장치(1)를 작동시키는 방법으로서, 복수의 인버터 모듈들(60, 61, 62)은 각각 복수의 하프 브리지들(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)을 갖고, 하프 브리지들(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)은 반파 내에서 오프셋 방식으로 구동되는, 구동 장치의 작동 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 모터 권선들(50, 51, 52)을 갖는 전기 기계(59)의 제1 전력 범위에 대해서는, 전류 보상 인덕터(31, 32, 33, 34, 35, 36)를 통해 전기 기계(59)와 연결되는 하프 브리지들(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)이 활성이고, 상기 제1 전력 범위보다 큰 제2 전력 범위에서는, 인덕터 없이 전기 기계(59)와 연결되는 하프 브리지들(81, 82)이 활성인, 구동 장치의 작동 방법.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서, 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 구동 장치가 사용되는, 구동 장치의 작동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 특히 배 또는 잠수함과 같은 선박에서의 구동 장치 및 그 작동에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구동 장치는, 예를 들어, EP 2 683 605 B1호 또는 EP 0 178 446 B1호로부터 알려져 있다.

발명의 내용

[0003] 본 발명의 과제는 그러한 구동 장치를 개선시키는 것이다.

[0004] 이 과제를 달성하는 수단은 청구항 제1항에 따른 구동 장치에서 또는 청구항 제9항에 따른 방법에서 획득된다. 실시예들은 특히, 청구항 제2항 내지 청구항 제8항에 따라 또는, 청구항 제10항 또는 청구항 제11항에 따라 획득된다.

[0005] 구동 장치는 제1 상 접속부(phase connection)를 갖는 제1 하프 브리지(half-bridge), 제2 상 접속부를 갖는 제2 하프 브리지, 제3 상 접속부를 갖는 제3 하프 브리지 및 제4 상 접속부를 갖는 제4 하프 브리지를 가지며, 여기서 제1 상 접속부는 제1 모터 권선 측 접속부를 갖는 제1 전류 보상 인덕터(current-compensated inductor)를 통해 제2 상 접속부와 연결되고, 여기서 제3 상 접속부는 제2 모터 권선 측 접속부를 갖는 제2 전류 보상 인덕터를 통해 제4 상 접속부와 연결된다.

[0006] 권선 섹션에 대한 복수의 반도체 브리지들에 의해 그리고 상간 인덕터들(interphase inductors)(전류 보상 인덕터)의 사용에 의해서는 그러한 방식으로 에너지를 공급받는 전기 기계에 의해 보다 낮은 소음 발생을 가져오는 것이 가능하게 된다.

[0007] 구동 장치는, 예를 들어, 잠수함에서 사용된다. 잠수함 추진 구동 시스템은, 예를 들어, 영구 자석 여자 회전자와; 복수의 권선 섹션들을 가지는 고정자 권선이 배열된 고정자;를 갖는 전기 기계를 포함하며, 여기서 권선 섹션들 각각에 대해 권선 섹션에 전류를 급전하기 위한 개별적인 컨버터가 각각 존재하고, 여기서 권선 섹션들에 급전하기 위한 컨버터들은 전기 기계의 내부에 배열된다. 하나의 과제는, 예컨대, 효율을 증가시키는 것 그리고/또는 인버터의 전류 고조파들에 의해 야기되는 소음 방출을 감소시키는 것이다. 잠수함 추진 구동은 효율 및 가능한 적은 소음 방출의 면에서 엄격한 요구사항들을 적용받는다. 모터 권선들의 권선 섹션들의 개수를 전환함으로써 엄격한 요구사항들이 충족될 수 있다. 모터는 2개의, 예컨대 동일한 권선 시스템을 갖는다. 각각의 권선 시스템은, 예컨대, 12개의 권선 섹션 및 6개의 인버터 모듈을 가지며, 여기서 각각의 인버터 모듈은 2개의 권선(권선 섹션)에 급전할 수 있다. 더 낮은 부분 부하 범위에서 모터의 효율을 증가시키기 위해, 특정

회전 속도 미만에서 각각의 시스템의, 인버터와 연관된 각각 2개의 권선 섹션의 직렬 접속에 의해 유도 모터 전압이 증가된다. 이 경우에, 인버터들은 절반이 비활성화된다. 모터 회전 속도가 특정 값을 초과하면, 직렬 접속이 해제되고 인버터들이 전체적으로 활성화된다. 권선들 각각은 개별적인 인버터(H-브리지)로부터 다시 급전된다. 따라서 6-권선 섹션 모드와 12-권선 섹션 모드에서의 모터 회전 속도 범위가 구별된다. 특히 더 낮은 회전 속도 범위(2개의 모터 권선들의 직렬 접속으로 구성된 6-권선 섹션 모드)에서 소음 방출의 면에서 엄격한 제한 값들이 적용되므로, 인버터들의 클로킹 주파수에 의해 야기되는 전류 고조파를 감소시키기 위해 높은 인덕턴스를 갖는 부가의 인덕터들이 직렬 회로에 도입된다. 인덕터들의 선택 시에, 인버터 모듈들을 가능한 한 콤팩트하게 유지하기 위해 전류 전달 용량과 전체 체적 사이의 가능한 최상의 절충안이 선택된다. 인버터 모듈들의 일 실시예에서, 이러한 인덕터들 및 그들의 최대 전류 전달 용량은 6-권선 섹션 모드와 12-권선 섹션 모드 사이의 전환점을 정의한다. 권선 섹션의 전환은 커플링 콘택터(coupling contactor)에 의해 수행된다. 전환 이전에, 한편으로는 스위칭 부하, 따라서 커플링 콘택터의 전체 체적을 최소화하기 위해 그리고 다른 한편으로, 스위칭 과정 동안 전기 아크의 발생의 가능성을 최소화하기 위해 권선 섹션 전류가 $x A$ 로 감소된다. 변경된 인버터 개념은 또한 효율 및 소음 방출에 대한 엄격한 요구사항들을 충족시키고, 언급한 기준들을 다른 인버터 개념에 비해 개선시킨다. 변경된 인버터 개념에 의해, 더 엄격한 소음 제한들이 적용되는 회전 속도 범위를 상대적으로 높은 회전 속도들로 확장하는 것이 가능하다. 이 경우, 전환점에서 커플링 콘택터 및 전류 감소를 없애는 것이 가능하다. 또한, 부분 부하 범위에서 고조파를 감소시키기 위해, 2개의 모터 권선으로 구성된 직렬 접속에 부가의 인덕터들을 도입할 필요가 없다. 모터에서 생성되는 소음 방출의 레벨은 클로킹 주파수에 의해 생성되는 리플 전류의 레벨에 주로 의존한다. 클로킹 주파수가 높을수록, 최대 리플 전류가 낮아지고 이에 수반하여 기계적 모터 요소들의 여자(excitation)도 낮아진다. 스위칭 손실 및 전도 손실에 의해 영향을 받는 인버터의 효율을 무시하지 않으면서 동시에 모터 권선에서의 클로킹 주파수를 증가시키는 방법들이 발견되면 유리하다.

- [0008] 구동 장치의 일 구성에서, 상기 구동 장치는 모터의 제1 모터 권선을 가지며, 여기서 제1 모터 권선은 제1 모터 권선 단부를 갖고 제2 모터 권선 단부를 갖는다. 모터는, 예를 들어, 동기 기계(synchronous machine) 또는 비동기 기계(asynchronous machine)이다. 동기 기계는 영구 여자형 또는 외부 여자형일 수 있다. 제1 모터 권선 측 접속부는 제1 모터 권선 단부와 연결되고, 제2 모터 권선 측 접속부는 제2 모터 권선 단부와 연결된다.
- [0009] 구동 장치의 일 구성에서, 상기 구동 장치는 제5 상 접속부를 갖는 제5 하프 브리지, 제6 상 접속부를 갖는 제6 하프 브리지, 제7 상 접속부를 갖는 제7 하프 브리지 및 제8 상 접속부를 갖는 제8 하프 브리지를 가지며, 여기서 제5 상 접속부는 제3 모터 권선 측 접속부를 갖는 제3 전류 보상 인덕터를 통해 제6 상 접속부와 연결되고, 여기서 제7 상 접속부는 제4 모터 권선 측 접속부를 갖는 제4 전류 보상 인덕터를 통해 제8 상 접속부와 연결된다.
- [0010] 구동 장치의 일 구성에서, 제5 전류 보상 인덕터는 제5 모터 권선 측 접속부를 가지며, 여기서 제6 전류 보상 인덕터는 제6 모터 권선 측 접속부를 갖고, 여기서 제1 모터 권선 측 접속부 및 제3 모터 권선 측 접속부는 전력 컨버터 측에서 제5 전류 보상 인덕터와 연결되며, 여기서 제2 모터 권선 측 접속부 및 제4 모터 권선 측 접속부는 전력 컨버터 측에서 제6 전류 보상 인덕터와 연결된다.
- [0011] 구동 장치의 일 구성에서, 상기 구동 장치는 제1 모터 권선을 가지며, 여기서 제1 모터 권선은 제1 모터 권선 단부를 갖고 제2 모터 권선 단부를 가지며, 여기서 제5 모터 권선 측 접속부는 제1 모터 권선 단부와 연결되고, 제6 모터 권선 측 접속부는 제2 모터 권선 단부와 연결된다.
- [0012] 구동 장치의 일 구성에서, 상기 구동 장치는 제1 모터 권선의 제1 모터 권선 단부와 직접 연결을 위한 제8 하프 브리지, 및 제1 모터 권선의 제2 모터 권선 단부와 직접 연결을 위한 제9 하프 브리지를 갖는다.
- [0013] 구동 장치의 일 구성에서, 모터는 복수의 모터 권선들을 가지며, 여기서 복수의 모터 권선들은 적어도 하나의 전류 보상 인덕터를 통해 하프 브리지들, 특히 H-브리지들과 각각 연결되며, 여기서 상기 각각의 모터 권선은 제8 하프 브리지 및 제9 하프 브리지와도 연결되고, 여기서 제8 하프 브리지 및 제9 하프 브리지는 특히 인덕터 없이 이러한 각각의 모터 권선과 연결된다.
- [0014] 구동 장치의 일 구성에서, 2개의 하프 브리지들은 인버터 모듈을 형성한다.
- [0015] 구동 장치를 작동시키는 방법에 따르면, 상기 구동 장치는 복수의 인버터 모듈들을 가지며, 여기서 복수의 인버터 모듈들은 각각 복수의 하프 브리지들을 갖고, 여기서 하프 브리지들은 반파 내에서 오프셋 방식으로 구동된다.

[0016] 이러한 방법의 일 구성에서, 모터 권선들을 갖는 전기 기계의 제1 전력 범위에 대해서는, 전류 보상 인덕터를 통해 전기 기계와 연결되는 하프 브리지들이 활성화되고, 제1 전력 범위보다 큰 제2 전력 범위에서는, 인덕터 없이 전기 기계와 연결되는 하프 브리지들이 활성화된다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 발명은 예로서 예시적인 실시예들에 의해 아래에서 더 상세히 설명될 것이다. 동일한 요소들은 여기서 동일한 참조 기호들을 갖는다.

도면들에서:

- 도 1은 제1 회로를 도시한다;
- 도 2는 상간 인덕터(전류 보상 인덕터)를 도시한다;
- 도 3은 리플 전류를 도시한다;
- 도 4는 잠수함을 도시한다;
- 도 5는 제2 회로를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 도 1에 따른 예시는 제1 상 접속부(21)를 갖는 제1 하프 브리지(11), 제2 상 접속부(22)를 갖는 제2 하프 브리지(12), 제3 상 접속부(23)를 갖는 제3 하프 브리지(13) 및 제4 상 접속부(24)를 갖는 제4 하프 브리지(14)를 가지는 구동 장치(1)를 도시하며, 여기서 제1 상 접속부(21)는 제1 모터 권선 측 접속부(41)를 갖는 제1 전류 보상 인덕터(31)를 통해 제2 상 접속부(22)와 연결되고, 여기서 제3 상 접속부(23)는 제2 모터 권선 측 접속부(42)를 갖는 제2 전류 보상 인덕터(32)를 통해 제4 상 접속부(24)와 연결된다. 또한, 구동 장치(1)는 제5 상 접속부(25)를 갖는 제5 하프 브리지(15), 제6 상 접속부(26)를 갖는 제6 하프 브리지(16), 제7 상 접속부(27)를 갖는 제7 하프 브리지(17) 및 제8 상 접속부(28)를 갖는 제8 하프 브리지(18)를 가지며, 여기서 제5 상 접속부(25)는 제3 모터 권선 측 접속부(43)를 갖는 제3 전류 보상 인덕터(33)를 통해 제6 상 접속부(26)와 연결되고, 여기서 제7 상 접속부(27)는 제4 모터 권선 측 접속부(44)를 갖는 제4 전류 보상 인덕터(34)를 통해 제8 상 접속부(28)와 연결된다. 이 경우, 제5 전류 보상 인덕터(35)는 제5 모터 권선 측 접속부(45)를 가지며, 여기서 제6 전류 보상 인덕터(36)는 제6 모터 권선 측 접속부(46)를 갖고, 여기서 제1 모터 권선 측 접속부(41) 및 제3 모터 권선 측 접속부(43)는 전력 컨버터 측에서 제5 전류 보상 인덕터(35)와 연결되며, 여기서 제2 모터 권선 측 접속부(42) 및 제4 모터 권선 측 접속부(44)는 전력 컨버터 측에서 제6 전류 보상 인덕터(36)와 연결된다. 구동 장치(1)는 제1 모터 권선(50)을 가지며, 여기서 제1 모터 권선(50)은 제1 모터 권선 단부(51)를 갖고 제2 모터 권선 단부(52)를 가지며, 여기서 제5 모터 권선 측 접속부(45)는 제1 모터 권선 단부(51)와 연결되고, 제6 모터 권선 측 접속부(46)는 제2 모터 권선 단부(52)와 연결된다.

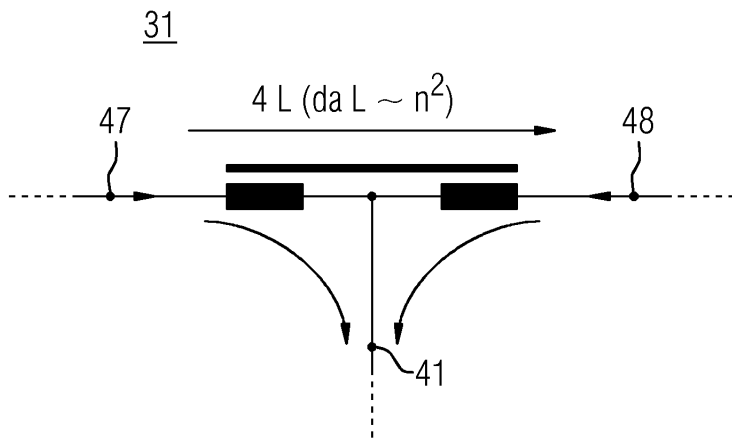
[0019] 도 1은 클로킹 주파수를 증가시키기 위한 기본 회로를 예시한다. 배터리 전압에 의해 급전되는 2개의 인버터들은 전류 보상 인덕터들에 의해 병렬로 접속되는 각각 2개의 H-브리지들로 구성된다. 인덕터들의 2개의 중심점들은 전류 보상 인덕터에 의해 다시 병렬로 접속된다. 공통적으로 병렬 접속들로부터 결과되는 2개의 인버터들의 중심점들은 모터 권선의 각각 하나의 단부에 접속된다. 각각의 병렬 접속에 의해, 인버터 출력에서 얻어지는 클로킹 주파수는 두 배로 된다. 따라서 모터 권선에서 발생하는 클로킹 주파수는 2개의 이러한 인버터들의 병렬 접속의 결과로서 하나의 개별 반도체 요소의 클로킹 주파수보다 8배 크다. 게다가, 출력 전압의 단계들이 8배 더 정밀하게 선택될 수 있다. 이것은 최대 전류 리플의 계산을 위해 8배 더 작은 전압 익스커션(voltage excursion)이 얻어진다는 것을 의미한다(도 2 참조). 공식($\Delta I_{max} = \Delta U / (4f_r L)$)(여기서 f_r = 클로킹 주파수)에 따르면, 최대 리플 전류는 이에 따라 64배 감소된다. 반도체들 및 인덕터들을 감소시킴으로써 효율을 증가시키는 것이 또한 가능하다. 예를 들어, 절반만, 즉 2개의 H-브리지들만이 사용되고, 그에 대응하여 병렬 접속의 원리에 상응하게, 2개의 전류 보상 인덕터들만이 사용되는 경우, 리플 전류는 16배 감소된다. 따라서, H-브리지들의 개수의 선택과 관련하여, 효율과 최대 전류 리플 간에 절충하는 것이 가능하다(특히 소음 방출이 발견되고 병렬 접속이 그에 상응하게 캐스케이딩된다). H-브리지들에 SiC 반도체들을 사용함으로써 효율의 추가적인 개선이 달성될 수 있다.

[0020] 구동 장치는, 특히, 복수의 모터 권선들을 가지며, 여기서 복수의 모터 권선들은 각각의 경우에 적어도 하나의 전류 보상 인덕터를 통해 하프 브리지들(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18), 특히 H-브리지들(86, 87, 88, 89)

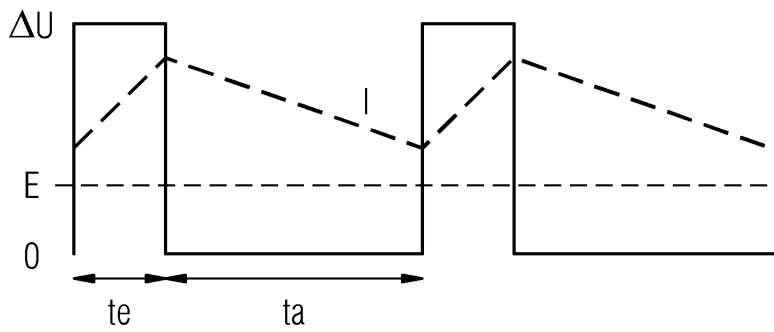
과 연결되며, 여기서 이러한 각각의 모터 권선은 각각의 제8 하프 브리지 및 제9 하프 브리지와도 연결되고, 여기서 제8 하프 브리지 및 제9 하프 브리지(81, 82)는 특히 인덕터 없이 이러한 각각의 모터 권선(50)과 연결된다.

- [0021] 도 2에 따른 예시는 상간 인덕터(31)의 전류 분포를 도시한다. 예를 들어, 좌측 및 우측 둘 다에 75의 전류가 제공되고, 이는 지점(41)에서 150A의 전류를 결과한다. 인덕터들의 림들(limbs)에서의 전류들이, 서로 상쇄되는 반대 자기장들을 생성하기 때문에, 코어는 부하 전류에 의해 결과적으로 자화되지 않으며(또는 사실상 자화되지 않으며), 따라서 상기 코어가 상대적으로 작은 치수를 부여받을 수 있다. 인덕터들의 구성에서, 2개의 인버터들 사이의 종방향 인덕턴스(longitudinal inductance)가, 하나의 인버터로부터 다른 인버터로의 횡방향 전류(lateral current)를 적절히 제한하기에 충분히 크다는 점에 유의해야 한다. 인덕터 코어의 포화를 방지하기 위해, 펄스들의 생성에 대한 개입에 의해 이러한 횡방향 전류를 최소로 조절하는 것이 또한 가능하다. 인덕터들의 권선들은 부하 전류를 견딜 수 있도록 하는 방식으로 치수가 정해져야 한다.
- [0022] 모터 권선을 통한 전류의 절대 값은 인버터들의 각각의 변조도에 의해 결정되며, 여기서 인버터 출력 전류는 인덕터 권선들을 통한 모든 전류들의 합과 항상 동일하다.
- [0023] 도 3에 따른 예시는 리플 전류를 도시한다. 모터 권선을 통한 전류의 절대 값은 인버터들의 각각의 변조도에 의해 결정되며, 여기서 인버터 출력 전류는 인버터 권선들을 통한 모든 전류들의 합과 항상 동일하다.
- [0024] 도 4에 따른 예시는 잠수함(100)을 도시하며, 여기서 프로펠러(101)는 구동 장치(1)에 의해 구동될 수 있다.
- [0025] 도 5에 따른 예시는 도 1의 것에 기초한 구동 장치(1)를 도시한다. 구동 장치(1)는 제1 모터 권선(50)의 제1 모터 권선 단부(51)와의 직접 연결을 위한 제8 하프 브리지, 및 제1 모터 권선(50)의 제2 모터 권선 단부(51)와의 직접 연결을 위한 제9 하프 브리지(82)를 부가적으로 갖는다. 하프 브리지들은 직류 전압 중간 회로(70)에 접속된다. 직류 전압 중간 회로(70)는 중간 회로 커패시터들(71 및 72)을 갖는다. 전기 기계는 복수의 모터 권선들(50, 51, 52 등)을 가지며, 여기서 각각의 모터 권선에 컨버터 모듈(60)이 제공된다. 따라서 구동 장치는 복수의 컨버터 모듈들(60, 61, 62 등)을 갖는다.
- [0026] 예를 들어, 50A SiC 모듈들이 2*4개의 하프 브리지에 사용될 수 있다.
- [0027] 하나의 구성에서, 추가적인 인버터 H-브릿지가 출력과 병렬로 부가적으로 접속될 수 있다.
- [0028] 큰 출력들에서는 경우에 따라 엄격한 소음 요구사항들이 없기 때문에, 출력과 병렬로 추가적인 H-브릿지를 부가적으로 접속함으로써 상간 인덕터들의 전체 크기가 작게 유지될 수 있다.
- [0029] 아래에서 "부스터(booster)"라고도 지칭되는, 부가의 H-브릿지는, 예컨대, 프로펠러의 회전 속도의 대략 50%에 상응하는, 정격 전류의 대략 25%까지에서 스위치 오프된다. 따라서 전류 보상 인덕터들을 통해 접속되는 인버터들의 장점들이 모터의 부분 부하 범위에서 사용되는 것이 가능하다. 출력 전류가 정격 전류의 25% 위로 상승하면, 병렬로 접속되는 인버터들은 인버터 커맨드들 또는 제어 커맨드들에 의해 스위치 오프되고, 부스터는 스위치 온된다. 모터의 고전력 범위에서는 경우에 따라 소음 방출에 어떠한 요구사항도 적용되지 않기 때문에, 클로킹 주파수에 의해 생성되는 리플 전류들은 여기서 부수적 역할을 한다. 이것은 최소 필요 개수의 반도체들만을 사용하고 인버터들의 병렬 접속을 위한 인덕터들을 생략하는 것을 가능하게 해준다. 손실이 많은 바로 이러한 부품들의 생략으로 인해, 정격 전류에 이르기까지, 고효율들이 계속 달성될 수 있다. 정격 전류가 25% 한계에 미달하면, 부스터는 스위치 오프되고 인버터들의 병렬 회로는 또다시 스위치 온된다.
- [0030] 2개의 인버터 부분들(병렬 회로와 부스터)의 이러한 조합에 의해, 효율에 부정적인 영향을 미치는 더 높은 회전 속도 범위에서의 특성들을 감수할 필요가 없으면서 동시에 소음의 회피를 위해 더 낮은 회전 속도 범위에서 적용되는 엄격한 요구사항들을 준수하는 것이 가능하다. 더 낮은 회전 속도 범위에서 활성인 인버터 부분에 대해, 병렬 접속된 H-브리지들의 개수에 걸쳐, 효율 및 소음 방출에 의존하는, 캐스캐이딩을 수행하는 것이 가능하다.
- [0031] 또한, 이러한 회로에 의해, 모터의 권선 섹션들의 개수를 전체 회전 속도 범위에 걸쳐 일정하게 유지하는 것이 가능하다. 부분 부하 범위에서 효율을 충분히 높게 유지하기 위해 6-권선 섹션 모드와 12-권선 섹션 모드로의 세분이 더 이상 필요하지 않다. 종전의 인버터 개념에 따른 권선 섹션들의 등가의 전환에서와 같이 콘택터들 대신에 반도체들의 사용으로 인해 부스터 모드로의 전환이 원활하게 실행될 수 있다. 스위칭 콘택터들을 생략함으로써, 인버터들을 더 콤팩트하게 구성하는 것이 또한 가능하다. 6-권선 섹션 모드에서 리플 전류를 감소시키기 위해 권선 섹션들의 전환에 필요한 인덕터들이 또한 생략될 수 있다.

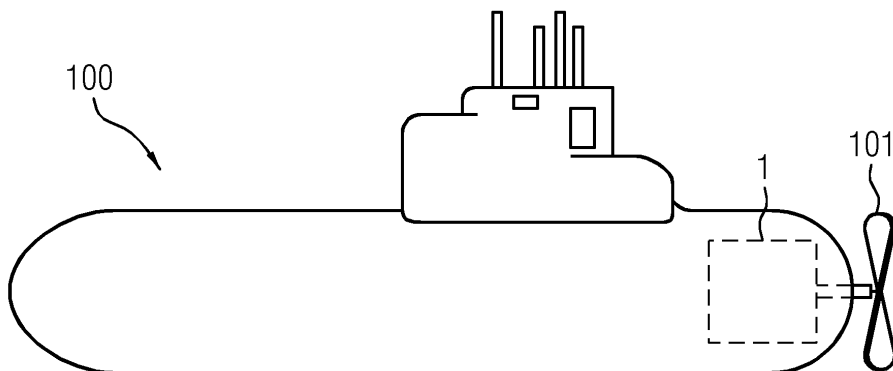
도면2



도면3



도면4



도면5

