



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0124912
(43) 공개일자 2015년11월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 5/46 (2006.01) H02P 5/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02P 5/46 (2013.01)
H02P 31/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0059661
- (22) 출원일자 2015년04월28일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
14/264,423 2014년04월29일 미국(US)

- (71) 출원인
더 보잉 컴파니
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자
- (72) 발명자
솔로도브니크, 유진 브이.
미국 일리노이스 60606 시카고 100 노스 리버사이드
플라자
카리미, 카미어 제이.
미국 일리노이스 60606 시카고 100 노스 리버사이드
플라자
리우, 성이
미국 일리노이스 60606 시카고 100 노스 리버사이드
플라자
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **병렬 모터 제어기 아키텍처의 제어 및 동작을 위한 시스템들 및 방법들**

(57) 요약

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들에 대한 실시간 전력 제어를 위한 방법은, 제 1 세트의 모터들로부터의 제 1 전력 로드 수요를 결정하는 단계, 전력 로드 수요와 매칭시키기 위해 모터 제어기들의 조합을 선택하는 단계, 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들(system-wide priorities)을 할당하는 단계, 제 1 세트의 모터들을 모터 제어기들에 접속시키도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계, 제어 유닛으로부터 모터에 대한 전력 요청을 수신하는 단계, 그 모터에 대한 우선 순위 지정(designation)을 결정하는 단계, 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하는 단계, 제 2 세트의 모터들로부터의 제 2 전력 로드 수요를 결정하는 단계 - 제 2 복수의 활성 모터들은 제 1 복수의 활성 모터들 및 제 1 모터를 포함함 -, 제 2 전력 로드 수요와 매칭시키기 위해 필요한 제 2 조합의 모터 제어기들을 선택하는 단계, 및 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법으로서,

제 1 복수의 활성 모터들로부터의 제 1 전력 로드 수요를 결정하는 단계 - 상기 제 1 복수의 활성 모터들은 복수의 모터들의 서브세트임 - ,

상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 제 1 전력 로드 수요를 만족시키기에 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 상기 복수의 모터 제어기들 중 제 1 조합의 모터 제어기들을 선택하는 단계,

상기 최대 전력 출력 및 상기 제 1 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들(system-wide priorities)을 할당하는 단계,

상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 상기 제 1 복수의 활성 모터들이 상기 제 1 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계,

제 1 제어 유닛으로부터 제 1 모터에 대한 전력 요청을 수신하는 단계 - 상기 전력 요청은 제 1 우선 순위 레벨과 연관됨 - ,

상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 관련하여 상기 제 1 우선 순위 레벨에 대한 제 1 우선 순위 지정 (designation)을 결정하는 단계,

상기 제 1 우선 순위 지정 및 상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하는 단계,

제 2 복수의 활성 모터들로부터의 제 2 전력 로드 수요를 결정하는 단계 - 상기 제 2 복수의 활성 모터들은 상기 제 1 복수의 활성 모터들 및 상기 제 1 모터를 포함함 - ,

상기 제 2 전력 로드 수요를 만족시키기에 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 상기 복수의 모터 제어기들 중 제 2 조합의 모터 제어기들을 선택하는 단계, 및

상기 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 상기 제 2 복수의 활성 모터들이 상기 제 2 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 상기 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 포함하는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

제 2 제어 유닛으로부터 제 1 신호를 수신하는 단계 - 상기 제 1 신호는 상기 전력 요청과 연관됨 - , 및

상기 제 1 신호에 기초하여 상기 제 1 우선 순위 지정을 조정하고, 이로써 상기 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 조정하는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 전력 로드 수요가 상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하는 단계, 및 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트를 분리하는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 전력 로드 수요가 상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하는 단계, 및

상기 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 상기 제 2 조합의 모터 제어기들이 더 낮은 우선 순위 활성화 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 전력량 미만으로 감소되는 전력의 양을 상기 더 낮은 우선 순위 활성화 모터들의 서브세트에 전달하도록 상기 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전력 요청이 더 이상 유효하지 않다는 것을 식별하는 단계,

상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 재할당하는 단계, 및

상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 더 낮은 우선 순위 활성화 모터들의 서브세트에 전달되는 전력의 양이 상기 더 낮은 우선 순위 활성화 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 전력량으로 다시 증가되도록 상기 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력이 더 낮은 최대 전력 출력으로 감소되었다고 결정하는 단계, 및

더 낮은 우선 순위 활성화 모터들의 서브세트를 분리하는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력이 더 낮은 최대 전력 출력으로 감소되었다고 결정하는 단계, 및

상기 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 더 낮은 우선 순위 활성화 모터들의 서브세트에 전달되는 전력의 양이 상기 더 낮은 우선 순위 활성화 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 레벨 미만으로 감소되도록 상기 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 제어 유닛은 버스 전력 제어 유닛인,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 모터들 각각은 메인 엔진 전기 스타트, 스타터(starter), 발전기, 전자 엔진 제어기, 보조 전력 유닛 제어기, 보조 엔진 전기 스타트, 보조 스타터 발전기, 배터리 보조 엔진 전기 시동 제어 유닛, 전기 택시(taxi) 모터, 선실 공기 압축기(cabin air compressor), 유압식 펌프(hydraulic pump), 질소 생성 모터, 환경 제어 시스템 팬(fan) 및 화물 냉각 모터(cargo chilling motor)를 포함하는 그룹으로부터 선택될 수 있는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 제어 유닛은 발전기 제어 유닛, 전자 엔진 제어기, 보조 전력 유닛 제어기, 보조 발전기 제어 유닛, 배터리 전압 부스트 유닛 제어기, 전기 택시 제어기, 전기 브레이크 제어기, 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛, 유압식 펌프 제어기, 질소 생성 시스템 제어기, 환경 제어 시스템 팬 제어기 및 화물 냉각 시스템 제어기를 포함하는 그룹으로부터 선택되는,

컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법.

청구항 11

모터 제어 시스템으로서,

복수의 모터들,

병렬 전기 접속을 위해 구성된 복수의 모터 제어기들,

상기 복수의 모터들을 상기 복수의 모터 제어기들에 전기적으로 접속시키는 전력 스위칭 네트워크, 및

컴퓨터 실행 가능 명령들이 저장된 비일시적인 저장 매체 및 적어도 하나의 프로세서를 갖는 컴퓨터를 포함하는, 상기 전력 스위칭 네트워크를 동적으로 제어하기 위한 병렬 모듈형 컨버터를 포함하고,

상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은, 상기 컴퓨터 상에서 실행될 때, 상기 컴퓨터로 하여금,

제 1 복수의 활성 모터들로부터의 제 1 전력 로드 수요를 결정하게 하고 - 상기 제 1 복수의 활성 모터들은 복수의 모터들의 서브세트임 - ,

상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력이 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 제 1 전력 로드 수요를 만족 시키기에 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 상기 복수의 모터 제어기들 중 제 1 조합의 모터 제어기들을 선택하게 하고,

상기 최대 전력 출력 및 상기 제 1 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하게 하고,

상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 상기 제 1 복수의 활성 모터들이 상기 제 1 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 상기 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 하고,

제 1 제어 유닛으로부터 제 1 모터에 대한 전력 요청을 수신하게 하고 - 상기 전력 요청은 제 1 우선 순위 레벨과 연관됨 - ,

상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 관련하여 상기 제 1 우선 순위 레벨에 대한 제 1 우선 순위 지정을 결정하게 하고,

상기 제 1 우선 순위 지정 및 상기 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하게 하고,

제 2 복수의 활성 모터들로부터의 제 2 전력 로드 수요를 결정하게 하고 - 상기 제 2 복수의 활성 모터들은 상

기 제 1 복수의 활성 모터들 및 상기 제 1 모터를 포함함 - ,

상기 제 2 전력 로드 수요를 만족시키기에 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 상기 복수의 모터 제어기들 중 제 2 조합의 모터 제어기들을 선택하게 하고, 그리고

상기 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 상기 제 2 복수의 활성 모터들이 상기 제 2 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 상기 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 하는,

모터 제어 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 상기 컴퓨터로 하여금 추가로,

제 2 제어 유닛으로부터 제 1 신호를 수신하게 하고 - 상기 제 1 신호는 상기 전력 요청과 연관됨 - , 그리고

상기 제 1 신호에 기초하여 상기 제 1 우선 순위 지정을 조정하고, 이로써 상기 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 조정하게 하는,

모터 제어 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 상기 컴퓨터로 하여금 추가로,

상기 제 2 전력 로드 수요가 상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하게 하고, 그리고

더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트를 분리하게 하는,

모터 제어 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 상기 컴퓨터로 하여금 추가로,

상기 제 2 전력 로드 수요가 상기 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하게 하고, 그리고

상기 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 상기 제 2 조합의 모터 제어기들이 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 전력량 미만으로 감소되는 전력의 양을 상기 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 전달하도록 상기 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 하는,

모터 제어 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력 변환 시스템들, 모터 제어 및 분배 시스템들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모터들은 매우 다양한 애플리케이션들에서 사용된다. 많은 애플리케이션들에서, 모터는 모터의 동작들을 관리하기 위한 특정 기능을 수행하는 모터 제어기에 접속된다. 예를 들면, 항공기에서 모터들은 조종면들(control surfaces), 환경 시스템들 및 많은 다른 시스템들을 구동시키는데 사용된다. 이러한 모터들 각각은 통상적으로 모터와 전원 사이에서 인-라인으로 접속된 전용 모터 제어기로부터 전력을 수신한다. 모터 제어기는 모터에 의한 사용을 위해 전원에서 수신된 전기 신호를 컨디셔닝하는 정류기들, 인버터들 및 필터들의 임의의 조합을

포함할 수 있다.

[0003] 항공기 및 다른 운송수단 플랫폼들에서, 통상적으로 모든 각각의 모터에 대해 운송수단 내에 설치된 하나의 전용 모터 제어기가 존재한다. 각각의 모터 제어기는, 모터 제어기에 의해 서비스되는 모터의 피크 전력 로드 수요에 따라 크기 설정된다. 예를 들면, 100 킬로와트(kW) 모터는 100 kW 모터 제어기를 필요로 할 것이고, 모터 제어기는 100 kW를 컨디셔닝하고 이를 모터에 제공할 수 있는 모터 제어기이다.

[0004] 모터 제어기들은 비교적 무거운 장비일 수 있다. 입력 및 출력 필터들과 같은, 모터 제어기들의 다양한 컴포넌트들은 각각의 제어기의 전체 무게를 상당히 증가시킨다. 모터 제어기들의 무게가 제어기의 정격 용량(power rating)에 실질적으로 비례하기 때문에, 모터 제어기의 정격 용량이 높을수록, 모터 제어기가 무거운 것이다.

[0005] 본 명세서는 이러한 고려 사항들 및 본원에서 이루어진 개시 내용이 제시되는 다른 것들에 관련된다.

발명의 내용

[0006] 일 실시예에서, 컴퓨터 시스템 상의 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법은, 제 1 복수의 활성 모터들로부터의 제 1 전력 로드 수요를 결정하는 단계 - 제 1 복수의 활성 모터들은 복수의 모터들의 서브세트임 - ; 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력에 적어도 부분적으로 기초하여, 제 1 전력 로드 수요를 만족시키기 위해 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 1 조합의 모터 제어기들을 선택하는 단계; 최대 전력 출력 및 제 1 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들(system-wide priorities)을 할당하는 단계; 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 1 복수의 활성 모터들이 제 1 수의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계; 제 1 제어 유닛으로부터 제 1 모터에 대한 전력 요청을 수신하는 단계 - 전력 요청은 제 1 우선 순위 레벨과 연관됨 - ; 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 관련하여 제 1 우선 순위 레벨에 대한 제 1 우선 순위 지정(designation)을 결정하는 단계; 제 1 우선 순위 지정 및 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하는 단계; 제 2 복수의 활성 모터들로부터의 제 2 전력 로드 수요를 결정하는 단계 - 제 2 복수의 활성 모터들은 제 1 복수의 활성 모터들 및 제 1 모터를 포함함 - ; 제 2 전력 로드 수요를 만족시키기 위해 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 2 조합의 모터 제어기들을 선택하는 단계; 및 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 2 복수의 활성 모터들이 제 2 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 모터 제어 시스템은 복수의 모터들; 병렬 전기 접속을 위해 구성된 복수의 모터 제어기들; 복수의 모터들을 복수의 모터 제어기들에 전기적으로 접속시키는 전력 스위칭 네트워크; 및 컴퓨터 실행 가능 명령들이 저장된 비일시적인 저장 매체 및 적어도 하나의 프로세서를 갖는 컴퓨터를 포함하는, 전력 스위칭 네트워크를 동적으로 제어하기 위한 병렬 모듈형 컨버터를 포함할 수 있고, 컴퓨터 실행 가능 명령들은, 컴퓨터 상에서 실행될 때, 컴퓨터로 하여금, 제 1 복수의 활성 모터들로부터의 제 1 전력 로드 수요를 결정하게 하고 - 제 1 복수의 활성 모터들은 복수의 모터들의 서브세트임 - ; 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력에 적어도 부분적으로 기초하여, 제 1 전력 로드 수요를 만족시키기 위해 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 1 조합의 모터 제어기들을 선택하게 하고; 최대 전력 출력 및 제 1 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하게 하고; 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 1 복수의 활성 모터들이 제 1 수의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 하고; 제 1 제어 유닛으로부터 제 1 모터에 대한 전력 요청을 수신하게 하고 - 전력 요청은 제 1 우선 순위 레벨과 연관됨 - ; 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 관련하여 제 1 우선 순위 레벨에 대한 제 1 우선 순위 지정을 결정하게 하고; 제 1 우선 순위 지정 및 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하게 하고; 제 2 복수의 활성 모터들로부터의 제 2 전력 로드 수요를 결정하게 하고 - 제 2 복수의 활성 모터들은 제 1 복수의 활성 모터들 및 제 1 모터를 포함함 - ; 제 2 전력 로드 수요를 만족시키기 위해 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 2 조합의 모터 제어기들을 선택하게 하고; 그리고 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 2 복수의 활성 모터들이 제 2 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 한다.

[0007] 또 다른 실시예에서, 모터 제어 시스템을 갖는 항공기는, 복수의 모터들; 병렬 전기 접속을 위해 구성된 복수의 모터 제어기들; 복수의 모터들을 복수의 모터 제어기들에 전기적으로 접속시키는 전력 스위칭 네트워크; 및 컴퓨터 실행 가능 명령들이 저장된 비일시적인 저장 매체 및 적어도 하나의 프로세서를 갖는 컴퓨터를 포함하는,

전력 스위칭 네트워크를 동적으로 제어하기 위한 병렬 모듈형 컨버터를 포함할 수 있고, 컴퓨터 실행 가능 명령들은, 컴퓨터 상에서 실행될 때, 컴퓨터로 하여금, 요청된 모드 및 요청된 모드 전력량을 포함하는 통신을 수신하게 하고; 모터 제어기들의 총수 및 각각의 모터 제어기와 연관된 전력량에 적어도 부분적으로 기초하여 최대 전력 용량을 계산하게 하고; 어떠한 모드들이 현재 실행되는지에 그리고 그러한 실행 모드들의 결과로서 얼마의 전력이 소비되는지에 적어도 부분적으로 기초하여 현재 전력 사용을 계산하게 하고; 최대 전력 용량과 현재 전력 사용 사이의 차이를 취함으로써 사용을 위해 현재 이용 가능한 현재 전력 용량을 결정하게 하고; 현재 전력 용량이 요청된 모드 전력량 미만인 경우에만, 요청된 모드를 실행하고, 요청된 모드의 실행을 고려하기 위해 현재 전력 용량을 감소시키게 하고; 그러나 현재 전력 용량이 요청된 모드 전력량 미만인 경우에, 모든 다른 실행 모드들에 대해 요청된 모드 우선 순위 지정을 결정하게 하고; 요청된 모드의 우선 순위가 모든 다른 실행되는 모드들의 우선 순위 미만이거나 이와 동일한 경우에만, 요청된 모드를 단지 현재 전력 용량으로만 실행하고, 이어서 요청된 모드의 실행을 고려하기 위해 현재 전력 용량을 감소시키게 하고; 그러나 요청된 모드의 우선 순위가 모든 다른 현재 실행되는 모드들의 우선 순위 미만이거나 이와 동일하지 않은 경우에, 단지 요청된 모드 우선 순위 지정보다 더 낮은 우선 순위 지정을 갖는 임의의 더 낮은 우선 순위 모드들이 존재하는지를 결정하게 하고, 임의의 더 낮은 우선 순위 모드들이 존재하는 경우에, 존재하는 단지 더 낮은 우선 순위 모드들이 요청된 모드 우선 순위 지정보다 더 낮은 단일 레벨만을 우선 순위 지정으로 갖는 제 1 최소의 우선 순위 모드들을 결정하게 하고, 임의의 제 1 최소의 우선 순위 모드들이 존재하는 경우, 그러한 제 1 최소의 우선 순위 모드들에 의해 현재 사용되는 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 결정하게 하고; 이어서 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 가능한 경우에만, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 부분적으로 감소시키고, 그 부분적으로 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키고, 현재 전력 용량을 제로로 설정하게 하고; 그러나, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 불가능한 경우에, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 완전히 감소시키고, 그 완전히 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키고, 현재 전력 용량을 제로로 설정하게 하고; 제 1 최소의 우선 순위 모드 지정 레벨과 요청된 모드 우선 순위 지정 레벨 사이의 우선 순위 지정을 갖는 제 2 최소의 우선 순위 모드들이 존재하는지를 결정하게 하고, 만일 임의의 제 2 최소의 우선 순위 모드들이 존재하면, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 가능한 경우에만, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 부분적으로 감소시키고, 그 부분적으로 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키게 하고; 그러나 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 불가능한 경우에, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 완전히 감소시키게 하고; 그러한 제 2 최소의 우선 순위 모드들에 의해 현재 사용되는 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 결정하게 하고; 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 부분적으로 감소시키고, 그 부분적으로 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키게 하고; 그러나 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 불가능한 경우를 제외하고, 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 가능한 경우에, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력 및 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 완전히 감소시키고, 그 결합된 완전히 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키고, 현재 전력 용량을 제로로 설정하게 한다.

[0008]

논의된 특징들, 기능들 및 이점들은, 본 발명의 다양한 실시예들에서 독립적으로 달성될 수 있거나, 또 다른 실시예들에서는 결합될 수 있고, 이들의 추가적인 세부 사항들이 다음의 설명, 첨부된 도면들 및 첨부된 청구항들을 참조하여 제시될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009]

- 도 1은 종래의 모터 제어가 아키텍처를 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본원에 제시된 다양한 실시예들에 따른 병렬 모터 제어가 아키텍처를 도시한 블록도이다.
- 도 3은 본원에 제시된 다양한 실시예들에 따른, 항공기 비행의 상이한 단계들 동안에 선실 공기 압축기 대 유압식 모터 펌프의 전력 로드 요건의 그래프를 도시한 전력 로드 도표이다.
- 도 4a 내지 도 4e는 본원에 제시된 다양한 실시예들에 따른 모터 제어가 스위칭 아키텍처들의 예들을 도시한 블록도들이다.
- 도 5a 내지 도 5c는 본원에 제시된 다양한 실시예들에 따른, 모터 제어가 시스템 내의 출력 필터의 대안적인 배치들을 사용하는 구현들을 도시한 블록도들이다.
- 도 6은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법을 예시한 흐름도이다.
- 도 7은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는 바람직한 실시예를

예시한 흐름도이다.

도 8은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 메인 엔진 전기 시동 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 9는 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 보조 전력 유닛 엔진 전기 시동 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 10은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 배터리 소스 보조 전력 유닛 엔진 전기 시동 동작 로직에 관련된, 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 11은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 전기 택스 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 12는 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 선실 공기 압축기 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 13은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 유압식 펌프 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 14는 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 질소 생성 시스템 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 15는 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 환경 제어 시스템 팬 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 16은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 화물 냉각 시스템 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 17은 모터들의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 방법의 제어 및 동작을 상세히 설명하는, 구체적으로, 신규한 로드 배분 및 재구성 동작 로직에 관련된 바람직한 실시예를 예시한 흐름도이다.

도 18은 본원에 제시된 실시예들의 양상들을 구현할 수 있는 컴퓨팅 시스템에 대한 예시적인 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어 아키텍처를 도시한 컴퓨터 아키텍처 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 모터들은 통상적으로 모터에 대한 전력을 구성 및 제공하기 위한 모터 제어기를 포함한다. 모터들의 그룹을 포함하는 시스템에서, 통상적으로 동일한 수의 모터들 및 모터 제어기들이 존재한다. 모터 제어기들은 가장 흔하게, 대응하는 모터의 피크 로드와 동일하거나 이보다 더 큰 피크 전력 로드를 제공하도록 규격이 정해진다 (rated).

[0011] 본원에 설명된 개념들 및 기술들을 활용하면, 모터들의 시스템은 전력 스위칭 네트워크에 병렬로 접속된 다수의 모터 제어기들을 포함한다. 아래에 설명되는 바와 같은 이러한 아키텍처를 사용함으로써, 모터 제어기들의 수 및/또는 각각의 모터 제어기의 정격 용량 또는 전력 출력 용량은 모터 시스템의 전체 무게를 감소시키는 방식으로 감소될 수 있다. 본 발명 전체에 걸쳐, 실시예들은 항공기 내에서 사용되는 모터들 및 모터 제어기들에 관련하여 설명된다. 항공기 환경은 본원에 설명된 실시예들에 대한 유용한 예를 제공하는데, 왜냐하면 항공기의 무게를 감소시키는 것이 보편적인 목표이기 때문이다. 그러나, 본원에 제시된 개념들이 선박들, 운송수단들을 포함하는 임의의 플랫폼들 또는 크기 및/또는 무게 감소가 고려 사항인 임의의 다른 플랫폼 내의 모터 시스템들에 동일하게 적용 가능하다는 것이 이해되어야 한다.

[0012] 다음의 상세한 설명에서는 상세한 설명의 일부를 형성하고 예시, 특정 실시예들 또는 예들로서 도시되는 첨부된 도면들이 참조된다. 이제 도면들 - 동일한 참조 부호들은 몇몇의 도면들에 걸쳐 동일한 엘리먼트들을 나타냄 - 을 참조하면, 병렬 모터 제어기 아키텍처가 설명될 것이다. 도 1은 전력을 모터들(108)에 제공하기 위한 모터 제어기들의 종래의 아키텍처(100)를 도시한다. 종래의 아키텍처(100)에 따라, 전원(102)은 전력을 버스(104)에 제공하고, 버스(104)는 전력을 임의의 수의 종래의 모터 제어기들(106)로 지향한다.

[0013] 명료함으로 위해, 2 개의 종래의 모터 제어기들(106A 및 106B) 및 대응하는 모터들(108A 및 108B)만이 도시된다는 것이 인지되어야 한다. 각각의 종래의 모터 제어기(106)는 단일 접속 모터(108)에 의한 사용을 위해 수신된

전력 신호를 컨디셔닝한다. 도시된 예에서, 종래의 모터 제어기(106A)는 전력을 모터(108A)에 제공하고, 반면에 종래의 모터 제어기(106B)는 전력을 모터(108B)에 제공한다.

[0014] 예시적인 목적으로, 종래의 아키텍처(100)는 항공기 내에서 구현될 수 있다. 이러한 구현에 따라, 전원(102)은 교류(AC) 또는 직류(DC) 신호를 종래의 모터 제어기들(106)에 제공한다. 예시적인 종래의 모터 제어기들(106A 및 106B)은 선실 공기 압축기 모터 제어기, 유압식 전기 모터 펌프 모터 제어기, 발전기 엔진 시동 모터 제어기, 질소 생성 시스템 압축기 모터 제어기, 팬 모터 제어기 및 비행 제어 액추에이터 모터 제어기를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 임의의 타입의 모터 제어기들(106) 및 모터들(108)이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고서 임의의 타입의 운송수단 또는 다른 플랫폼 내에서 사용될 수 있다는 것이 인지되어야 한다.

[0015] 이제 도 2를 보면, 병렬 모터 제어기 아키텍처(200)가 다양한 실시예들에 따라 설명될 것이다. 도 1에 도시된 예시적인 종래의 아키텍처(100)와 유사하게, 병렬 모터 제어기 아키텍처(200)는 전원(102), 버스(104) 및 모터들(108)을 포함한다. 그러나, 병렬 모터 제어기 아키텍처(200)에서, 전력 스위칭 네트워크(202)에 병렬로 접속된 다수의 병렬 모터 제어기들(204)이 존재한다. 전력 스위칭 네트워크(202)는 병렬 모터 제어기들(204)로부터 모터들(108)로 전력을 제공한다. 전력 스위칭 네트워크(202)는, 임의의 수의 병렬 모터 제어기들(204)이 임의의 정해진 모터(108)에 접속되는 것을 가능하게 하는 일련의 전기 스위치들을 통해 병렬 모터 제어기들(204)을 모터들(108)에 전기적으로 접속시키는 전기 회로를 포함한다. 전력 스위칭 네트워크(202)는, 모터들(108)의 현재 전력 로드 요건들이 임의의 정해진 시간 인스턴트에서 변할 때 이 현재 전력 로드 요건들에 따라 적절한 전력을 모터들(108)에 제공하기 위해 필요에 따라 병렬 모터 제어기들(204)을 연결하도록 전기 스위치들을 제어하는 컴퓨팅 디바이스를 포함하거나 이에 접속될 수 있다. 전력 스위칭 네트워크(202)의 동작들은 아래에 더 상세히 설명될 것이다.

[0016] 도 2에 도시된 예들에서, 3 개의 병렬 모터 제어기들(204) 각각은 도 1에 도시된 종래의 모터 제어기들(106)의 전력 출력 용량보다 더 낮은 전력 출력 용량을 갖는다. 예를 들면, 병렬 모터 제어기들(204A, 204B 및 204C) 각각은, 모터 제어기들(204)의 결합된 전력 출력 용량이 150 kW이도록 50 kW의 전력을 제공할 수도 있다. 이와 대조적으로, 도 1의 종래의 아키텍처(100)는 2 개의 종래의 모터 제어기들(106A 및 106B)을 사용하고, 이들 제어기들 각각은 200 kW의 결합된 전력 출력 용량을 위해 100 kW의 전력 출력 용량을 갖는다. 모터 제어기들의 무게가 통상적으로 전력 출력 용량에 비례하기 때문에, 종래의 아키텍처(100)에서 사용되는 2 개의 종래의 병렬 모터 제어기들(106)과 대조적으로 3 개의 병렬 모터 제어기들(204)이 병렬 모터 제어기 아키텍처(200)에서 사용될지라도, 도 2에 도시된 병렬 모터 제어기 아키텍처(200)는 도 1에 도시된 종래의 아키텍처(100)보다 무게가 덜 나갈 수 있다.

[0017] 본원에 설명된 개념들 및 기술들은, 모터들(108)의 피크 전력 로드들 또는 최대 전력 요건들이 동시에 발생하지 않는 운송수단 및 다른 구현들에서의 모터들(108)의 동작 특성들을 이용한다. 모터들에 대한 상보적인 전력 로드들을 갖는 이러한 구현들에서, 전용의 더 큰 종래의 모터 제어기들(106) 대신에 다수의 더 작은 병렬 모터 제어기들(204)이 사용될 수 있고, 이들 병렬 모터 제어기들(204)은 모터들(108)의 전력 수요들이 지시한 바와 같이 모터들(108) 사이의 전력 전달을 시프팅하기 위해 본원에 설명된 바와 같이 동적으로 재구성될 수 있다.

[0018] 도 2에 도시된 예가 명료함을 위해 간소화된 것이 인지되어야 한다. 3 개의 병렬 모터 제어기들(204A, 204B 및 204C)만이 2 개의 모터들(108A 및 108B)에 접속된 것으로 도시되지만, 다양한 실시예들에 따라 임의의 수의 모터들(108)에 전력을 제공하기 위해 임의의 수의 병렬 모터 제어기들(204)이 사용될 수 있다. 유사하게, 전력 스위칭 네트워크(202)는 명료함을 위해 단일의, 간단한 전기 스위치를 포함하는 것으로 도시된다. 그러나, 모터들(108)로의 전달을 위해 병렬 모터 제어기들(204)의 전력 출력들을 결합하기 위해 임의의 수 및 임의의 타입의 스위칭 메커니즘들이 전력 스위칭 네트워크(202) 내에서 사용될 수 있다.

[0019] 이제 도 3으로 넘어가면, 예시적인 전력 로드 도표(302)가 설명될 것이다. 전력 로드 도표(302)는 본원에 설명된 실시예들이 전력을 모터들(108)에 제공할 때 병렬 모터 제어기들(204)을 사용하기 위해 상이한 비행 단계들 동안에 항공기 상에서 2 개의 상이한 모터들의 상보적인 전력 로드 요건들(304)을 이용하는 방법을 도시한다. 이러한 예에서, 상부 그래프는 지상 동작들, 엔진 시동, 택시, 이륙, 상승, 순항, 하강 및 착륙을 포함하는 8 개의 비행 단계들(306) 동안에 선실 공기 압축기의 전력 로드 요건(304)을 도시한다. 수직 축은 선실 공기 압축기의 현재 전력 로드 요건(304)을 나타낸다.

[0020] 하부 그래프는 동일한 8 개의 비행 단계들(306) 동안에 유압식 전기 모터 펌프의 전력 로드 요건(304)을 도시한다. 다양한 비행 단계들(306)을 통해 2 개의 그래프들을 좌에서 우로 따라가면, 전력을 2 개의 모터들(108) 각각에 함께 제공하는 병렬 모터 제어기들(204) 모두의 전력 출력 용량인 이용 가능한 전력이 150 kW에서 유지되

는 것을 볼 수 있다. 이러한 이용 가능한 전력은, 3 개의 병렬 모터 제어기들(204) 각각의 규격이 50 kW으로 정해진 도 2에 도시된 병렬 모터 제어기 아키텍처(200)를 사용하여 제공될 수 있다. 3 개의 병렬 모터 제어기들(204)의 결합된 150 kW는, 다양한 비행 단계들(306) 동안에 2 개의 모터들(108)의 현재 동작 수요들이 변할 때 선실 공기 압축기와 유압식 전기 모터 펌프 사이에서 동적으로 재분배된다.

[0021] 예로서, 지상 동작들 동안에, 100 kW의 전력이 선실 공기 압축기에 제공되고, 50 kW의 전력이 유압식 전기 모터 펌프에 제공되는 것을 볼 수 있다. 그렇게 하기 위해, 2 개의 병렬 모터 제어기들(204)은 선실 공기 압축기에 접속되고, 하나의 모터 제어기(204)는 유압식 전기 모터 펌프에 접속된다. 엔진 시동 동안에, 모터 제어기들(204)은 발전기에 접속될 수 있어서, 전체 150 kW의 이용 가능한 전력이 엔진 시동을 위해 발전기로 지향된다. 이러한 아키텍처는 도 4b에 관련하여 아래에 추가로 설명될 것이다.

[0022] 택시 및 이륙 동안에, 모터들(108)의 동작 수요들은, 선실 공기 압축기로 출력되는 출력이 50 kW로 감소되고, 반면에 병렬 모터 제어기들(204) 중 2 개로부터 출력되는 전력이 유압식 전기 모터 펌프로 재지향되도록 하는 전력 스위칭 네트워크(202)의 재구성을 유도한다. 상승, 순항 및 하강 동안에, 100 kW의 전력은 선실 공기 압축기로 지향되고, 50 kW의 전력은 유압식 전기 모터 펌프로 지향된다. 마지막으로, 착륙 기어 및 특정 비행 조종면들의 하강으로 인해 유압식 전기 모터 펌프에 대한 더 높은 수요가 존재하는 착륙 동안에, 전력은 100 kW의 전력을 유압식 전기 모터 펌프에 제공하고 50 kW의 전력을 선실 공기 압축기에 제공하도록 시프팅된다.

[0023] 선실 공기 압축기 및 유압식 전기 모터 펌프의 전력 로드 요건들(304)의 값들은 모터들(108)의 전력 로드 요건들에 의해 요구되는 대로 전력을 재분배하기 위한 전력 스위칭 네트워크(202)의 동적 재구성 및 2 개의 모터들(108)의 전력 수요들의 상보적인 성질들을 보여주기 위한 예시적인 목적으로 제공된다는 것이 이해되어야 한다. 선실 공기 압축기 및 유압식 전기 모터 펌프에 대한 예시적인 데이터만이 도시되지만, 임의의 수 및 임의의 타입의 모터들(108)이 사용될 수 있고, 병렬 모터 제어기들(204) 모두로부터의 이용 가능한 전력이 모든 모터들(108) 사이에서 동적으로 분배된다는 것이 또한 인지되어야 한다.

[0024] 도 4a는, 상이한 비행 단계들 동안에 모터들의 현재 동작 수요들이 변할 때 전력을 하나 이상의 병렬 모터 제어기들(204)로부터 하나 이상의 모터들(108)로 재지향하기 위한, 전력 스위칭 네트워크(202) 내의 전기 접속들의 동적 재구성을 예시하기 위해 도 4b 내지 도 4e 전체에 걸쳐 사용될 예시적인 전력 분배 시스템(400)을 도시한다. 도 4a 내지 도 4e에 도시된 이러한 예들 전체에 걸쳐, 6 개의 병렬 모터 제어기들(204A-204F)은 발전기(108A), 선실 공기 압축기(108B), 펌프(108C) 및 팬(108D)을 포함하는 4 개의 모터들(108)에 전력을 제공한다.

[0025] 도 4b는 발전기(108A)를 사용하는 항공기의 엔진 시동 동안에 전력 스위칭 네트워크(202) 내의 전기 접속들을 나타내는 엔진 시동 전력 분배 시스템(402)을 도시한다. 이러한 시나리오에서, 발전기(108A)는 매우 큰 전력 로드를 요구한다. 결과적으로, 병렬 모터 제어기들(204A-204E) 모두는 발전기(108A)에 전기적으로 접속되고, 모터 제어기(204F)는 항공기 장비를 냉각시키기 위해 팬(108D)에 일부 전력을 제공하게 한다.

[0026] 도 4c는 항공기 이륙 동안에 전력 스위칭 네트워크(202) 내의 전기 접속들을 나타내는 이륙 전력 분배 시스템(404)을 도시한다. 발전기(108A)가 엔진 시동 후에 병렬 모터 제어기들(204)로부터 더 이상 전력을 요구하지 않기 때문에, 발전기(108A)는 전력을 버스(450)에 제공하는 것으로 도시된다. 엔진 시동 동안에 전력을 발전기(108A)에 공급한 병렬 모터 제어기들(204)은 전력을 선실 공기 압축기(108B) 및 펌프(108C)에 공급하도록 재구성되었다. 이륙 동안에, 펌프(108C)의 전력 로드 요건(304)은 선실 공기 압축기(108B)의 전력 로드 요건보다 더 크다. 결과적으로, 이러한 예에서, 2 개의 병렬 모터 제어기들(204A 및 204B)은 선실 공기 압축기(108B)에 접속되고, 3 개의 병렬 모터 제어기들(204C-204E)은 펌프(108C)에 접속된다.

[0027] 도 4d는 순항 조건들 동안에 전력 스위칭 네트워크(202)가 재구성되는 순항 전력 분배 시스템(406)을 도시한다. 선실 공기 압축기(108B) 및 펌프(108C)의 전력 로드 요건들(304)은 (도 3에 도시된 바와 같이) 상보적이기 때문에, 선실 공기 압축기(108B)의 더 높은 전력 로드 수요들을 만족시키기 위해 순항 동안 병렬 모터 제어기(204C)의 접속은 펌프(108C)로부터 선실 공기 압축기(108B)로 스위칭된다.

[0028] 도 4e는 착륙 기어의 상승 또는 하강 및 엔진들의 추진력(thrust)의 역전과 같은 일시적인 유압식 조건들 동안에 전력 스위칭 네트워크(202)가 재구성되는 유압식 수요 전력 분배 시스템(408)을 도시한다. 볼 수 있듯이, 6 개의 병렬 모터 제어기들(204) 중 4 개는 펌프(108C)에 전기적으로 접속된다. 제시된 시나리오들 중 임의의 시나리오의 경우에서와 같이, 펌프(108C)의 고전력 로드 요건(304)이 가라앉자마자(subside), 전력 스위칭 네트워크(202)는 모터들(108) 모두의 현재 전력 로드 요건들(304)에 따라 다시 재구성된다.

- [0029] 도 5a 내지 도 5c는 다양한 실시예들에 따른 출력 필터(510)의 다양한 배치들을 예시하기 위해 모터 제어기 시스템의 대안적인 구성들(500, 520 및 540)을 각각 도시한다. 종래의 모터 제어기들(106)은 모터(108)에 의한 사용을 위해 전자 신호들을 컨디셔닝하는 것을 보조하기 위해 필터들을 사용한다. 도 5a는 병렬 모터 제어기들(204A 및 204B)이 전력을 모터(108)에 제공하기 위해 전력 스위칭 네트워크(202)에 접속된 하나의 실시예를 도시한다. 이러한 예에서, 전원(102)은 AC 신호를 병렬 모터 제어기들(204)에 제공한다.
- [0030] 각각의 모터 제어기(204)는 입력 필터(502), 출력 필터(510), 그리고 정류기(504)와 인버터(508) 사이에 위치한 중간 필터(506)를 포함한다. 병렬 모터 제어기들(204)의 컴포넌트들이 도 5a 내지 도 5c에 도시된 것들로 제한되지 않고, 임의의 정해진 병렬 모터 제어기(204)의 컴포넌트들이 도시된 것들에서 벗어날 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 예를 들면, 전원(102)이 DC 입력을 병렬 모터 제어기들(204)에 제공할 때, 병렬 모터 제어기들(204)은, 정류기(504) 또는 임의의 부가적인 필터들을 요구하지 않고, 입력 필터(502), 인버터(508) 및 출력 필터(510)를 포함할 수 있다.
- [0031] 도 5b는, 병렬 모터 제어기들(204)이 단일 출력 필터(510)를 공유하는 대안적인 모터 제어기 구성(520)을 도시한다. 이러한 실시예에서, 출력 필터(510)는, 전력 스위칭 네트워크(202)로부터 수신된 전력이 모터(108)에 의한 수신 이전에 출력 필터(510)에 입력되도록 모터(108)에 접속될 수 있다. 그렇게 하는 것은 병렬 모터 제어기들(204)로부터 출력 필터들(510)의 제거를 허용한다. 각각의 모든 병렬 모터 제어기(204) 내에 출력 필터(510)를 포함시키는 것보다 출력 필터(510)를 공유하는 것은 전체 시스템 무게를 줄일 수 있는데, 왜냐하면 필터들은 비교적 무거운 컴포넌트들이기 때문이다.
- [0032] 무게를 추가로 줄이기 위해, 도 5c에 도시된 실시예는 하나 이상의 병렬 모터 제어기들(204)이 출력 필터(510)를 사용하지 않는 대안적인 모터 제어기 구성(540)을 도시한다. 통상적으로, 항공기 또는 다른 운송수단의 장비 격실(equipment bay) 내의 병렬 모터 제어기들(204)로부터 모터들(108)까지의 전력 피더들(feeders)의 길이로 인해, 출력 필터들(510)이 사용된다. 병렬 모터 제어기들(204)로부터의 전기 신호는, 신호들이 모터들(108)에 의해 수신될 때까지 전력 피더들의 임피던스만큼 증폭되는 상당한 고조파 콘텐츠를 포함하는 펄스-폭 변조 또는 스위치(구형) 파형들로서 구성될 수 있다. 병렬 모터 제어기들(204) 내의 출력 필터들(510)은 파형들을 평활화(smooth out)하고, 필터링되지 않은 구형 파형들의 증폭된 고조파들에 의해 발생하는 모터들(108)에 대한 손상을 막는다. 그러나, 병렬 모터 제어기들(204)이 모터들(108)에 가깝게 위치되는 실시예들에서, 또는 전력 피더들로부터 방사된 릴리스들이 고려 사항이 아닌 경우에, 어떠한 출력 필터들(510)도 포함하지 않는, 도 5c에 도시된 대안적인 모터 제어기 구성(540)이 모터 제어기 시스템의 무게를 추가로 최소화하는데 사용될 수 있다.
- [0033] 도 6 내지 도 17에 설명된 로직 연산들이 (1) 컴퓨터 시스템 상에서 실행되는 컴퓨터 구현 동작들 또는 프로그램 모듈들의 시퀀스로서 및/또는 (2) 컴퓨팅 시스템 내의 상호 접속된 머신 로직 회로들 또는 회로 모듈들로서 구현된다는 것이 인지되어야 한다. 컴퓨팅 시스템은 전력 스위칭 네트워크(202)의 일부이거나 이에 접속될 수 있고, 도 18과 관련하여 아래에 설명될 것이다. 본원에 설명된 로직 연산들의 구현은 컴퓨팅 시스템의 성능 및 다른 요건들에 따라 선택할 수 있다. 따라서, 본원에 설명된 로직 연산들은 상태 연산들, 구조적 디바이스들, 동작들 또는 모듈들로 다양하게 지칭된다. 이러한 연산들, 구조적 디바이스들, 동작들 및 모듈들은 소프트웨어, 펌웨어, 특수 목적 디지털 로직 및 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 도면들에 도시되고 본원에 설명된 것보다 더 많거나 더 적은 연산들이 수행될 수 있다는 것이 또한 인지되어야 한다. 이러한 연산들은 또한 본원에 설명된 것과 상이한 순서로 수행될 수 있다.
- [0034] 이제 도 6으로 넘어가면, 모터들(108)의 그룹을 제어하기 위한 종래 기술의 예시적인 루틴(600)이 이제 설명될 것이다. 루틴(600)은, 각각의 모터(108)의 현재 전력 로드 요건들(304)이 결정되는 동작(602)에서 시작된다. 이러한 동작 및 다른 것들은, 전력 스위칭 네트워크(202)의 부분으로서 또는 전력 스위칭 네트워크(202)와 통신하여, 컴퓨터 시스템 상에서 실행되는 모터 제어기 재구성 애플리케이션에 의해 수행될 수 있다. 상술된 바와 같이, 모터(108)의 현재 전력 로드 요건(304)은 그 시간 인스턴스(at that instance in time)에서 동작 전력 수요를 나타낸다. 도 3에 예시된 바와 같이, 항공기 또는 다른 운송수단 또는 플랫폼 내의 모터(108)의 현재 전력 로드 요건(304)은 동작 단계, 예를 들면, 다양한 비행 단계들(306)에 따라 변할 수 있다. 상이한 모터들(108)의 현재 전력 로드 요건들(304)은, 하나의 모터(108)에 대한 전력 요건의 증가가 다른 모터(108)에 대한 전력 요건의 대응하는 감소와 일치하도록 상보적일 수 있는데, 이는 본원에 설명된 바와 같이 전력 스위칭 네트워크(202) 내의 전기 접속들의 동적 재구성을 허용한다.
- [0035] 동작(602)으로부터, 루틴(600)은, 각각의 모터(108)에 접속될 병렬 모터 제어기들(204)의 수가 결정되는 동작(604)으로 계속된다. 상술된 바와 같이, 임의의 정해진 모터(108)에 접속될 병렬 모터 제어기들(204)의 수는

특정 모터(108)의 현재 전력 로드 요건(304)을 공급할 수 있는 병렬 모터 제어기들(204)의 최소수를 포함할 수 있다. 예를 들면, 모터(108)가 100 kW의 전력을 사용하면, 각각 50 kW의 전력을 제공할 수 있는 2 개의 병렬 모터 제어기들(204)이 모터(108)에 접속된다. 동작(606)에서, 전력 스위칭 네트워크(202)는 동작(604)에서 결정된 바와 같은 모터들의 현재 전력 로드 요건들에 따라 병렬 모터 제어기들(204)을 모터들(108)에 접속하도록 구성된다. 전력 스위칭 네트워크(202)가 병렬 모터 제어기들(204)을 모터들(108) 각각에 접속시키는 회로 내의 임의의 수의 전자 스위치들의 활성화에 의해 구성된다는 것이 인지되어야 한다.

[0036] 동작(606)으로부터, 루틴(600)은 모터 제어기 시스템이 모터 동작 요청들에 대해 모니터링되는 동작(608)으로 계속된다. 일 실시예에 따라, 모터 동작 요청은 스위치, 레버, 제어 디바이스, 또는 하나 이상의 모터들(108)을 사용하는 시스템을 제어하는데 사용되는 다른 장치의 임의의 활성화 또는 모션일 수 있다. 예를 들면, 항공기 환경에서, 모터 동작 요청은 착륙 기어의 하강 또는 상승, 비행 조종면을 이동시키기 위한 제어의 활성화 또는 모션 및 펌프의 활성화를 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 모터 동작 요청이 사람에게 의해 취해진 동작의 결과일 수 있거나, 컴퓨터-제어 동작의 결과일 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 모니터링 동작이 임의의 수의 시스템들의 능동 모니터링 또는 폴링(polling)을 포함할 수 있거나, 요청의 수신과 같은 수동 모니터링일 수 있다는 것이 또한 이해되어야 한다.

[0037] 동작(610)에서, 모터 동작 요청이 수신되지 않는다면, 루틴(600)은 동작(608)으로 복귀하고, 모니터링이 계속된다. 그러나, 동작(610)에서, 모터 동작 요청이 이루어졌거나 수신되었다고 결정되면, 루틴(600)은 모터들(108)의 현재 전력 로드 요건들(304)이 재평가되는 동작(602)으로 복귀하고, 루틴(600)은 상술된 바와 같이 계속된다. 이러한 방식으로, 전력 스위칭 네트워크(202)는 전력을 병렬 모터 제어기들(204)로부터 적용 가능한 모터들(108)로 재지향시킴으로써 모터들(108)의 전력 로드 요건들(304)에서의 변화들에 응답하도록 동적으로 재구성될 수 있다.

[0038] 이제 도 7로 넘어가면, 로드 배분 및 재구성을 통해 모터들(108)의 그룹을 제어하기 위한 예시적인 루틴(700)이 이제 설명될 것이다. 루틴(700)은 제 1 모터에 대한 제 1 전력 로드 수요 및 제 2 모터에 대한 제 2 전력 로드 수요에 기초하여 초기 전력 로드 수요를 결정함으로써 동작(7010)에서 시작된다. 다음 단계는, 동작(7020)에서, 제 1 모터 제어기의 전력 용량, 제 2 모터 제어기의 전력 용량 및 제 3 모터 제어기의 전력 용량으로부터 최대 전력 출력을 결정하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7030)에서, 제 1 모터 제어기의 전력 용량이 제 1 전력 로드 수요와 매칭하기에 충분하고, 제 2 모터 제어기의 전력 용량이 제 2 전력 로드 수요와 매칭하기에 충분하다고 결정하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7040)에서, 최대 전력 출력, 제 1 전력 로드 수요 및 제 2 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7050)에서, 제 1 모터 제어기를 제 1 모터 그리고 제 2 모터 제어기를 제 2 모터에 동시에 연결하도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7070)에서, 초기 전력 로드 수요 및 제 3 전력 로드 수요에 기초하여 업데이트된 전력 로드 수요를 결정하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7060)에서, 제 3 모터에 대한 제 3 전력 로드 수요를 대비하기 위한 전력 요청을 제어 유닛으로부터 수신하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7070)에서, 초기 전력 로드 수요 및 제 3 전력 로드 수요에 기초하여 업데이트된 전력 로드 수요를 결정하는 것을 포함한다.

[0039] 도 7에서 계속하면, 업데이트된 전력 로드 수요의 결정에 이어, 다음 단계는, 동작(7080)에서, 업데이트된 전력 로드 수요가 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7090)에서, 제 2 모터보다 더 높은 우선 순위 레벨로 제 3 모터를 지정하고, 최대 전력 출력, 제 1 전력 로드 수요, 제 2 전력 로드 수요 및 제 3 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하는 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하는 것을 포함한다. "OR" 분기는, 단계(7100)에서, 본 발명의 2 개의 대안적인 실시예들을 나타내고, 여기서 단계(7111)에서 시작하면, 병렬 모터 제어기 아키텍처는 전력을 하나의 모터로부터 다른 모터쪽으로 완전히 전환함으로써 그의 자원들을 재구성하고, 반면에 단계(7121)에서 시작하면, 병렬 모터 제어기 아키텍처는, 전력이 필요로 되는 동안에 요구된 양의 전력만을 전환함으로써 더 높은 우선 순위 모터들에 의한 전력 요청들에 순응한다.

[0040] 재구성 실시예는, 단계(7111)에서, 제 3 모터 제어기의 전력 용량이 제 2 모터 제어기의 전력 용량과 결합하여 제 3 전력 로드 수요와 매칭하도록 요구된다고 결정하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7112)에서, 제 2 모터로부터 제 2 모터 제어기를 분리하고 이어서 제 2 모터 제어기 및 제 3 모터 제어기를 제 3 모터에 연결하도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7113)에서, 전력 요청이 더 이상 유효하지 않다는 것을 식별하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7114)에서, 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 재할당하는 것을 포함한다. 이러한 실시예의 마지막 단계는, 동작(7115)에서, 제 3 모터로부터 제 2 모

터 제어기를 분리하고 이어서 제 2 모터 제어기를 제 2 모터에 재연결하도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 것을 포함한다.

[0041]

로드 배분 실시예는, 단계(7121)에서, 제 3 모터 제어기의 전력 용량이 제 2 모터 제어기의 전력 용량의 제 1 부분과 결합하여 제 3 전력 로드 수요와 매칭하기에 충분하다고 결정하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7122)에서, 제 2 모터 제어기를 제 3 모터에 연결하고, 제 2 모터 제어기의 전력 용량의 제 1 부분을 제 3 모터에 전달하도록 제 2 모터 제어기에 지시하고, 제 3 모터 제어기를 제 3 모터에 연결하도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7123)에서, 전력 요청이 더 이상 유효하지 않다는 것을 식별하는 것을 포함한다. 다음 단계는, 동작(7124)에서, 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 재할당하는 것을 포함한다. 이러한 실시예의 마지막 단계는, 동작(7125)에서, 제 3 모터로부터 제 2 모터 제어기를 분리하고, 이어서 제 2 모터 제어기를 제 2 모터에 재연결하고 이로써 제 2 전력 로드 수요와 완전히 매칭하도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 것을 포함한다.

[0042]

이제 도 8로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 메인 엔진 전기 시동 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(800)이 이제 설명될 것이다. 루틴(800)은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 버스 전력 제어 유닛이 결정할 동작(810)에서 시작된다. 동작(820)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 엔진 시동을 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은 전기 엔진 제어기의 토크의 결정(811)(전자 엔진 제어기는 이 결정을 병렬 모듈형 컨버터로 통신함) 및 발전기 회로 브레이커를 개방하고 여기(excitation)를 스타터/발전기에 인가하는 발전기 제어 유닛의 동작(812)에 의해 영향을 받는다. 동작(830)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 이러한 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(840)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 모터 스타터/발전기에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니터링(841)하는 전자 엔진 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(850)에서, 스타터 컷오프 속도가 달성되지 않는 경우에, 동작(840)이 다시 시작되지만, 스타터 컷오프 속도가 달성되면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 스타터/발전기 모터링 모드를 빠져나올 것이다(860). 동작(880)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스(release)할 것이고, 그 모드가 메인 엔진 전기 시동을 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 전자 엔진 제어기 및 발전기 제어 유닛으로 통신할 것이고, 이어서 동작들(881 및 882)이 시작될 것이다. 동작(881)에서는, 전자 엔진 제어기 엔진이 실행되고, 반면에 동작(882)에서는 발전기 제어 유닛이 여기를 제거하고 발전 모드로의 전환을 시작할 것이다.

[0043]

이제 도 9로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 보조 전력 유닛 엔진 전기 시동 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(900)이 이제 설명될 것이다. 루틴(900)은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 버스 전력 제어 유닛이 결정할 동작(910)에서 시작된다. 동작(920)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 엔진 시동을 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은, 보조 전력 유닛 제어기의 토크의 결정(911)(보조 전력 유닛 제어기가 그 결정을 병렬 모듈형 컨버터로 통신함), 및 보조 스타터 발전기 회로 브레이커를 개방하고 여기를 스타터/발전기에 인가하는 보조 발전기 제어 유닛의 동작(912)에 의해 영향을 받는다. 동작(930)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(940)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 모터 스타터/발전기에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니터링(941)하는 보조 전력 유닛 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(950)에서, 스타터 컷오프 속도가 달성되지 않으면, 동작(940)이 다시 시작되지만, 스타터 컷오프 속도가 달성되면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 스타터/발전기 모터링 모드를 빠져나올 것이다(960). 동작(980)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 보조 엔진 전기 시동을 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 보조 전력 유닛 제어기 및 보조 발전기 제어 유닛으로 통신할 것이고, 이어서 동작들(981 및 982)이 시작될 것이다. 동작(981)에서, 보조 엔진이 실행되고, 반면에 동작(982)에서 보조 발전기 제어 유닛은 여기를 제거하고 발전 모드로의 전환을 시작할 것이다.

[0044]

이제 도 10으로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 배터리 소스 보조 전력 유닛 엔진 전기 시동 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1000)이 이제 설명될 것이다. 루틴(1000)은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 버스 전력 제어 유닛이 결정할 동작(1010)에서 시작된다. 동작(1020)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 배터리 보조 전력 유닛 시동을 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작에는 보조 전력 유닛 제어기의 토크의 결정(1011)(보조 전력 유닛 제어기가 그 결정을 병렬 모듈형 컨버터로 통신함), 및 보조 스타터 발전기 회로 브레이커를 개방하고 여기를 스타터/발전기에 인가하기 위한 보조 발전기 제어 유닛의 동작(1013)에 의해 영향을 받는다. 보조 발전기 제어 유닛에 의한 동작(1013) 이전에, 동작(1012)에서, 배터리 전압 부스트 유닛은 보조 스타터 발전기에 대한 여기 전력을 그리고 병렬 모듈형 컨버터에 대한 고전압을 제공하기 위한 전력

변환을 개시한다는 것을 유의하라. 동작(1030)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(1040)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 모터 스타터/발전기에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니터링(1041)하는 보조 전력 유닛 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(1050)에서, 스타터 컷오프 속도가 달성되지 않으면, 동작(1040)이 다시 시작되지만, 스타터 컷오프 속도가 달성되면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 스타터/발전기 모터링 모드를 빠져나올 것이다(1060). 동작(1080)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 배터리 보조 엔진 전기 시동을 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 보조 전력 유닛 제어기 및 보조 발전기 제어 유닛에 통신할 것이고, 이어서 동작들(1081 및 1083)이 시작될 것이다. 동작(1081)에서, 보조 엔진이 실행되고, 반면에 동작(1083)에서 보조 발전기 제어 유닛은 여기를 제거하고 발전 모드로의 전환을 시작할 것이고, 반면에 동작(1082)에서 배터리 전압 부스트 유닛은 보조 스타터 발전기 여기 및 병렬 모듈형 컨버터에 대한 전력 변환을 정지시킬 것이다.

[0045]

이제 도 11로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 전기 택시 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1100)이 이제 설명될 것이다. 루틴(1100)은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 버스 전력 제어 유닛이 결정할 동작(1110)에서 시작된다. 동작(1120)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전기 택시 모드를 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은, 전기 택시 제어기의 토크, 속도 및 가속/감속의 결정(1111)(전기 택시 제어기가 그 결정을 병렬 모듈형 컨버터로 통신함), 및 브레이크들의 상태를 보고하는 전기 브레이크 제어기의 동작(1112)에 의해 영향을 받는다. 동작(1130)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(1140)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 전기 택시 모터에 인가하고, 속도, 가속 및 감속 피드백 정보는 모터 속도, 가속 및 감속 레이트들을 모니터링(1141)하는 전기 택시 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(1150)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 버스 전력 제어 유닛 및 전기 택시 제어기를 모니터링하고, 정지 커맨드가 수신되지 않았다면, 동작(1140)이 다시 시작되지만, 정지 커맨드가 수신되었다면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 전기 택시 모터 모드를 빠져나올 것이다(1160). 동작(1180)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 전기 택시를 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 전기 택시 제어기로 통신할 것이고, 이어서 동작(1181)이 시작될 것이다. 동작(1181)에서, 항공기는 택싱하고 있지 않고, 동작(1182)에서 전기 브레이크 제어기는 전기 브레이크들의 상태를 제공한다.

[0046]

이제 도 12로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 선실 공기 압축기 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1200)이 이제 설명될 것이다. 루틴(1200)이 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛에서 선실 공기 압축기 모드 요청이 존재하는 동작(1201)에서 시작된다. 동작(1210)에서, 버스 전력 제어 유닛은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 결정할 것이다. 동작(1220)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 선실 공기 압축기 모드를 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛의 속도 커맨드(공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛이 그 속도 커맨드를 병렬 모듈형 컨버터로 통신함)에 의해 영향을 받는다. 동작(1230)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(1240)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 선실 공기 압축기 모터에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니터링(1241)하는 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛과 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(1250)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 버스 전력 제어 유닛 및 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛 제어기를 모니터링하고, 정지 커맨드가 수신되지 않았다면, 동작(1240)이 다시 시작되지만, 정지 커맨드가 수신되었다면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 선실 공기 압축기 모터 모드를 빠져나올 것이다(1260). 동작(1280)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 선실 공기 압축기를 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛으로 통신할 것이고, 이어서 동작(1281)이 시작될 것이다. 동작(1281)에서, 선실 공기 압축기가 실행되지 않는다.

[0047]

이제 도 13으로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 유압식 펌프 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1300)이 이제 설명될 것이다. 루틴(1300)은 유압식 펌프 제어기에서 유압식 펌프 모드 요청이 존재하는 동작(1301)에서 시작된다. 동작(1310)에서, 버스 전력 제어 유닛은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 결정할 것이다. 동작(1320)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 유압식 펌프 모드를 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은 유압식 펌프 제어기의 속도 커맨드(유압식 펌프 제어기가 그 속도 커맨드를 병렬 모듈형 컨버터로 통신함)에 의해 영향을 받는다. 동작(1330)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(1340)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 유압식 펌프 모터에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니

터링(1341)하는 유압식 펌프 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(1350)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 버스 전력 제어 유닛 및 유압식 펌프 제어기를 모니터링하고, 정지 커맨드가 수신되지 않았다면, 동작(1340)이 다시 시작되지만, 정지 커맨드가 수신되었다면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 유압식 펌프 모터 모드를 빠져나올 것이다(1360). 동작(1380)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 유압식 펌프를 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 유압식 펌프 제어기로 통신할 것이고, 이어서 동작(1390)이 시작될 것이다. 동작(1390)에서, 유압식 펌프가 실행되지 않는다.

[0048]

이제 도 14로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 질소 생성 시스템 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1400)이 이제 설명될 것이다. 루틴(1400)은 질소 생성 시스템 제어기에서 질소 생성 시스템 모드 요청이 존재하는 동작(1401)에서 시작된다. 동작(1410)에서, 버스 전력 제어 유닛은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 결정할 것이다. 동작(1420)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 질소 생성 시스템 모드를 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은 질소 생성 시스템 제어기의 속도 커맨드(질소 생성 시스템 제어기가 그 속도 커맨드를 병렬 모듈형 컨버터로 통신함)에 의해 영향을 받는다. 동작(1430)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(1440)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 질소 생성 시스템 모터에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니터링(1441)하는 질소 생성 시스템 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(1450)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 버스 전력 제어 유닛 및 질소 생성 시스템 제어기를 모니터링하고, 정지 커맨드가 수신되지 않았다면, 동작(1440)이 다시 시작되지만, 정지 커맨드가 수신되었다면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 질소 생성 시스템 모터 모드를 빠져나올 것이다(1460). 동작(1480)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 질소 생성 시스템을 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 질소 생성 시스템 제어기로 통신할 것이고, 이어서 동작(1481)이 시작될 것이다. 동작(1481)에서, 질소 생성 시스템 압축기가 실행되지 않는다.

[0049]

이제 도 15로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 환경 제어 시스템 팬 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1500)이 이제 설명될 것이다. 루틴(1500)은 환경 제어 시스템 팬 제어기에서 환경 제어 시스템 팬 모드 요청이 존재하는 동작(1501)에서 시작된다. 동작(1510)에서, 버스 전력 제어 유닛은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 결정할 것이다. 동작(1520)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 환경 제어 시스템 팬 모드를 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은 환경 제어 시스템 팬 제어기의 속도 커맨드(환경 제어 시스템 팬 제어기가 그 속도 커맨드를 병렬 모듈형 컨버터로 통신함)에 의해 영향을 받는다. 동작(1530)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(1540)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 환경 제어 시스템 팬 모터에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니터링(1541)하는 환경 제어 시스템 팬 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(1550)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 버스 전력 제어 유닛 및 환경 제어 시스템 팬 제어기를 모니터링하고, 정지 커맨드가 수신되지 않았다면, 동작(1540)이 다시 시작되지만, 정지 커맨드가 수신되었다면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 환경 제어 시스템 팬 모터 모드를 빠져나올 것이다(1560). 동작(1580)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 환경 제어 시스템 팬을 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 환경 제어 시스템 팬 제어기로 통신할 것이고, 이어서 동작(1581)이 시작될 것이다. 동작(1581)에서, 환경 제어 시스템 팬이 실행되지 않는다.

[0050]

이제 도 16으로 넘어가면, 구체적으로, 신규한 화물 냉각 시스템 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1600)이 이제 설명될 것이다. 루틴(1600)은 화물 냉각 시스템 제어기에서 화물 냉각 시스템 모드 요청이 존재하는 동작(1601)에서 시작된다. 동작(1610)에서, 버스 전력 제어 유닛은 병렬 모듈형 컨버터에 대해 얼마나 많은 전력이 이용 가능한지를 결정할 것이다. 동작(1620)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 화물 냉각 시스템 모드를 위한 전력 스위칭 네트워크를 구성하고, 그 동작은 화물 냉각 시스템 제어기의 속도 커맨드(화물 냉각 시스템 제어기가 그 속도 커맨드를 병렬 모듈형 컨버터로 통신함)에 의해 영향을 받는다. 동작(1630)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 적절한 모터 제어 알고리즘을 선택하는데, 그 선택은 그 모터 제어 알고리즘이 병렬 모듈형 컨버터에 이용 가능하다는 정보에 기초한다. 동작(1640)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 전력을 화물 냉각 시스템 모터에 인가하고, 속도 피드백 정보는 모터 속도를 모니터링(1641)하는 화물 냉각 시스템 제어기와 병렬 모듈형 컨버터 사이에서 공유된다. 동작(1650)에서, 병렬 모듈형 컨버터는 버스 전력 제어 유닛 및 화물 냉각 시스템 제어기를 모니터링하고, 정지 커맨드가 수신되지 않았다면, 동작(1640)이 다시 시작되지만, 정지 커맨드가 수신되었다면, 병렬 모듈형 컨버터는 소프트 셋다운을 개시하고, 화물 냉각 시스템 모터 모드를 빠져나올 것이다(1660). 동작(1680)에서, 버스 전력 제어 유닛은 전력 버짓을 다른 시스템들에 릴리스할 것이고, 그 모드가 화물 냉각 시스템을 위해 더 이상 설정되지 않는다는 것을 화물 냉각 시스템 제어기로 통신할 것이고, 이어서 동작(1681)이 시

작될 것이다. 동작(1681)에서, 화물 냉각 시스템 압축기가 실행되지 않는다.

[0051] 이제 도 17로 넘어가면, 구체적으로 신규한 로드 배분 및 재구성 동작 로직에 관련된 예시적인 루틴(1700)이 본 발명의 바람직한 실시예로서 이제 설명될 것이다. 루틴(1700)은, 병렬 모듈형 컨버터가 (특정 모드 요청 및 그 모드와 연관된 전력을 통신하는) 버스 전력 제어 유닛 출력을 수신하고, 모터 제어기들(또는 모듈들)의 총수, 그 모터 제어기들(또는 모듈들) 각각의 전력 및 만약 있다면 고장난 모터 제어기들(또는 모듈들)의 수를 포함하는 병렬 모듈형 컨버터의 구성이 설정되는 동작(1710)에서 시작된다. 다음 단계, 즉, 동작(1720)에서, 어떠한 모드들이 현재 실행중인지 및 그러한 실행되는 모드들의 결과로서 얼마의 전력이 소비되고 있는지에 대한 결정이 이루어진다. 단계(1730)에서, 다른 모드들의 사용을 위해 여전히 이용 가능한 현재 전력 용량에 대한 결정이 이루어진다. 단계(1740)에서, 현재 전력 용량이 버스 전력 제어 유닛에 의해 요청된 모드에 대해 필요한 전력 미만이 아닌지에 대한 결정이 이루어지면, 그러면 병렬 모듈형 컨버터는 요청된 모드를 요청된 용량으로 실행하고, 병렬 모듈형 컨버터 시스템은 이러한 새로운 모드의 실행을 고려하기 위해 자신의 남아있는 전력 용량을 감소시키고(1741), 단계(1742)에서 이것에 관하여 버스 전력 제어 유닛에 알려진다. 현재 전력 용량이 요청된 모드에 대해 필요한 전력 미만이면, 다른 실행되는 모드들에 대해 요청된 모드의 우선 순위의 결정이 이루어진다(1750). 요청된 모드의 우선 순위가 모든 다른 현재 실행되는 모드들보다 낮거나 이와 동일하면, 병렬 모듈형 컨버터는 요청된 모드를 현재 이용 가능한 용량으로만 실행하고, 병렬 모듈형 컨버터는 남아있는 전력 용량을 제로(zero)로 설정하고(1760), 요청된 모드가 감소된 전력으로 실행되는 것, 및 병렬 모듈형 컨버터 이용 가능 전력 용량이 제로라는 것에 관하여 버스 전력 제어 유닛에 알려진다.

[0052] 단계(1770)에서, 요청된 모드의 우선 순위가 적어도 하나의 다른 현재 실행되는 모드보다 더 높은 경우 및 그 적어도 하나의 다른 더 낮은 우선 순위 모드로 전달되는 전력을 감소시키는 것이 가능한 경우(1771), 요청된 모드에 대해 요청된 전력과 매칭시키기 위해 필요한 전력의 밸런스를 제공하기 위해, 더 낮은 우선 순위를 갖는 임의의 그러한 모드들에 대한 총 전력이 감소될 것이고, 병렬 모듈형 컨버터는 요청된 모드를 실행하고, 남아있는 전력 용량을 제로로 설정하는 동시에(1772), 더 낮은 우선 순위 모드가 요청된 것보다 더 낮은 전력으로 실행되고 총 남아있는 병렬 모듈형 컨버터 전력 용량이 제로라는 것을 버스 전력 제어 유닛에 통지할 것이다(1773). 단계(1776)에서, 더 낮은 우선 순위 모드들에 대한 전력 전달의 증분적 감소가 불가능하면, 모든 더 낮은 우선 순위 모드들을 완전히 셧 다운하는 것의 결과로서, 최대 가능한 감소의 결정이 계산되고, 요청된 모드에는 그러한 더 낮은 우선 순위 모드들에 대해 앞서 지향된 전력이 제공된다.

[0053] 단계(1780)에서, 요청된 모드의 우선 순위가 적어도 2 개의 다른 현재 실행되는 모드들 - 이들 모드 중 하나는 적어도 하나의 다른 현재 실행되는 모드보다 더 높은 우선 순위를 가짐 - 보다 더 높은 경우에, 및 그 적어도 하나의 다른 더 낮은 우선 순위 모드들로 전달되는 전력을 감소시키는 것이 가능한 경우에(1781), 요청된 모드에 대해 요청된 전력과 매칭시키기 위해 필요한 전력의 밸런스를 제공하기 위해, 임의의 그러한 가장 낮은 우선 순위 모드들에 대한 총 전력이 감소될 것이고, 병렬 모듈형 컨버터는 요청된 모드를 실행할 것이고, 어떠한 더 낮은 우선 순위 로드들이 더 낮은 전력으로 실행되는지를 그리고 남아있는 병렬 모듈형 컨버터 전력 용량이 제로라는 것을 버스 전력 제어 유닛에 통지할 것이다(1782). 단계(1786)에서, 가장 낮은 우선 순위 모드들에 대한 전력 전달에서 증분적 감소가 불가능하면, 모든 가장 낮은 우선 순위 모드들을 완전히 셧 다운하고 요청된 모드보다 더 낮지만 가장 낮은 우선 순위 모드들보다는 더 높은 우선 순위를 갖는 모든 모드들을 부분적으로 셧 다운하는 것의 결과로서, 최대 가능한 감소의 결정이 계산되고, 요청된 모드에는 그러한 더 낮은 우선 순위 모드들에 대해 앞서 지향된 전력이 제공된다. 단계(1790)에서, 단계(1786)에서 설명된 전력 전달에서의 감소가 불가능하면, 모든 더 낮은 우선 순위 모드들을 완전히 셧 다운하는 것의 결과로서 최대 가능한 감소의 결정이 계산되고, 요청된 모드에는 그러한 더 낮은 우선 순위 모드들에 앞서 지향된 전력이 제공된다. 이러한 프로세스는, 프로세스가 모든 더 낮은 우선 순위 모드들에 대해 실행되거나 및/또는 요청된 모드가 자신이 요청한 전력 모두를 수신하거나 자신의 요청이 더 이상 유효하지 않을 때까지 반복될 수 있다. 증분적 감소들이 가능하지 않을 수 있는 하나의 방법은, 요청된 모드가 증분적 감소들에 의해 제공된 부가된 양의 전력만으로 동작 가능하지 않다는 것이다.

[0054] 도 18은 앞서 제시된 방식으로 전력을 모터들(108)의 그룹에 제공하기 위해 본원에 설명된 소프트웨어 컴포넌트들을 실행시킬 수 있는, 항공기(1801) 내에 하우징되는 컴퓨터(1800)에 대한 예시적인 컴퓨터 아키텍처를 도시한다. 도 18에 도시된 컴퓨터 아키텍처는 종래의 데스크톱, 랩톱 또는 서버 컴퓨터를 예시하고, 본원에 제시된 방법들의 임의의 양상들을 실행하는데 사용될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 컴퓨터(1800)는 전력 스위칭 네트워크(202)의 부분일 수 있거나, 전력 스위칭 네트워크(202)에 통신 가능하게 링크될 수 있다. 바람직한 실시예가 항공기 내에 하우징되지만, 본 발명의 범위 내의 대안적인 실시예들은 제트 항공기, 프로펠러 항공기,

헬리콥터, 호버크래프트, 육상 운송수단, 해상 운송수단 내에 포함된 시스템들, 또는 일련의 모터 제어기들 및 모터들을 독립적으로 제어하는 임의의 다른 시스템 상에서 구현될 수 있다.

[0055] 도 18에 도시된 컴퓨터 아키텍처는 중앙 프로세싱 유닛(CPU)(1802), 랜덤 액세스 메모리(RAM)(1814) 및 판독-전용 메모리(ROM)(1816)를 포함하는 시스템 메모리(1808), 및 메모리를 CPU(1802)에 연결하는 시스템 버스(1804)를 포함한다. 가령, 시동 동안에 컴퓨터(1800) 내의 엘리먼트들 사이에서 정보를 전달하는 것을 돕는 기본 루틴들을 포함하는 기본 입력/출력 시스템은 ROM(1816)에 저장된다. 컴퓨터(1800)는, 본원에 더 상세히 설명되는, 운영 시스템(1818), 애플리케이션 프로그램들 및 다른 프로그램 모듈들을 저장하기 위한 대용량 저장 디바이스(1810)를 더 포함한다.

[0056] 대용량 저장 디바이스(1810)는 버스(1804)에 접속된 대용량 저장 제어기(도시되지 않음)를 통해 CPU(1802)에 접속된다. 대용량 저장 디바이스(1810) 및 그의 연관된 컴퓨터-판독 가능 매체들은 컴퓨터(1800)에 대한 비휘발성 저장부를 제공한다. 본원에 포함된 컴퓨터-판독 가능 매체들의 설명이 하드 디스크 또는 CD-ROM 드라이브와 같은 대용량 저장 디바이스와 관련되지만, 컴퓨터-판독 가능 매체들이 컴퓨터(1800)에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용 가능한 컴퓨터 저장 매체들일 수 있다는 것이 당업자들에 의해 인지되어야 한다.

[0057] 비제한적인 예로서, 컴퓨터-저장 매체들은 컴퓨터-판독 가능 명령들, 데이터 구조들, 프로그램 모듈들 또는 다른 데이터와 같은 정보의 저장을 위해 임의의 방법 또는 기술로 구현되는 휘발성 및 비휘발성, 착탈식 및 비착탈식 매체들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 컴퓨터-저장 매체들은 RAM, ROM, EPROM, EEPROM, 플래시 메모리 또는 다른 고체 상태 메모리 기술, CD-ROM, 디지털 다기능 디스크들(DVD), HD-DVD, 블루-레이 또는 다른 광학 저장부, 자기 카세트들, 자기 테이프, 자기 디스크 저장 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 원하는 정보를 저장하는데 사용될 수 있고 컴퓨터(1800)에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

[0058] 다양한 실시예들에 따라, 컴퓨터(1800)는 네트워크(1822)와 같은 네트워크를 통한 원격 컴퓨터들로의 로직 접속들을 사용하여 네트워크 환경에서 동작할 수 있다. 컴퓨터(1800)는 버스(1804)에 접속된 네트워크 인터페이스 유닛(1806)을 통해 네트워크(1822)에 접속될 수 있다. 네트워크 인터페이스 유닛(1806)이 또한 다른 타입들의 네트워크들 및 원격 컴퓨터 시스템들에 접속하는데 사용될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 컴퓨터(1800)는 또한 키보드, 마우스 또는 전자 스타일러스(도 18에 도시되지 않음)를 포함하는 다수의 다른 디바이스들로부터 입력을 수신하여 프로세싱하기 위한 입력/출력 제어기(1812)를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 입력/출력 제어기는 출력을 디스플레이 스크린, 프린터, 또는 다른 타입의 출력 디바이스(또한 도 18에 도시되지 않음)에 제공할 수 있다.

[0059] 앞서 간략히 언급된 바와 같이, 네트워크 데스크톱, 랩톱 또는 서버 컴퓨터의 동작을 제어하기에 적합한 운영 시스템(1818)을 비롯하여 다수의 프로그램 모듈들 및 데이터 파일들이 컴퓨터(1800)의 대용량 저장 디바이스(1810) 및 RAM(1814)에 저장될 수 있다. 대용량 저장 디바이스(1810) 및 RAM(1814)은 또한 하나 이상의 프로그램 모듈들을 저장할 수 있다. 특히, 대용량 저장 디바이스(1810) 및 RAM(1814)은 앞서 설명된 동작들을 수행하도록 동작 가능한 모터 제어기 재구성 애플리케이션(1820)을 저장할 수 있다. 대용량 저장 디바이스(1810) 및 RAM(1814)은 또한 다른 타입들의 프로그램 모듈들을 저장할 수 있다.

[0060] 또한, 본 발명은 다음의 항목들에 따른 실시예를 포함한다.

[0061] 항목 1: 컴퓨터 시스템 상에서 적어도 하나의 프로세서에 의해 복수의 모터 제어기들을 통한 실시간 전력 제어를 위한 방법은,

[0062] 제 1 복수의 활성 모터들로부터의 제 1 전력 로드 수요를 결정하는 단계 - 제 1 복수의 활성 모터들은 복수의 모터들의 서브세트임 - ,

[0063] 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력에 적어도 부분적으로 기초하여, 제 1 전력 로드 수요를 만족시키기 위해 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 1 조합의 모터 제어기들을 선택하는 단계,

[0064] 최대 전력 출력 및 제 1 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들(system-wide priorities)을 할당하는 단계,

[0065] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 1 복수의 활성 모터들이 제 1 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계,

[0066] 제 1 제어 유닛으로부터 제 1 모터에 대한 전력 요청을 수신하는 단계 - 전력 요청은 제 1 우선 순위 레벨과

연관됨 - ,

- [0067] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 관련하여 제 1 우선 순위 레벨에 대한 제 1 우선 순위 지정 (designation)을 결정하는 단계,
- [0068] 제 1 우선 순위 지정 및 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하는 단계,
- [0069] 제 2 복수의 활성 모터들로부터의 제 2 전력 로드 수요를 결정하는 단계 - 제 2 복수의 활성 모터들은 제 1 복수의 활성 모터들 및 제 1 모터를 포함함 - ,
- [0070] 제 2 전력 로드 수요를 만족시키기 위해 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 2 조합의 모터 제어기들을 선택하는 단계, 및
- [0071] 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 2 복수의 활성 모터들이 제 2 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 포함한다.
- [0072] 항목 2: 제 1 항목에 있어서, 상기 방법은,
- [0073] 제 2 제어 유닛으로부터 제 1 신호를 수신하는 단계 - 제 1 신호는 전력 요청과 연관됨 - , 및
- [0074] 제 1 신호에 기초하여 제 1 우선 순위 지정을 조정하고, 이로써 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 조정하는 단계를 더 포함한다.
- [0075] 항목 3: 제 2 항목에 있어서, 상기 방법은,
- [0076] 제 2 전력 로드 수요가 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하는 단계, 및
- [0077] 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트를 분리하는 단계를 더 포함한다.
- [0078] 항목 4: 제 2 항목에 있어서, 상기 방법은,
- [0079] 제 2 전력 로드 수요가 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하는 단계, 및
- [0080] 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 2 조합의 모터 제어기들이 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 전력량 미만으로 감소되는 전력의 양을 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 전달하도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 더 포함한다.
- [0081] 항목 5: 제 4 항목에 있어서, 상기 방법은,
- [0082] 전력 요청이 더 이상 유효하지 않다는 것을 식별하는 단계,
- [0083] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 재할당하는 단계, 및
- [0084] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 전달되는 전력의 양이 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 전력량으로 다시 증가되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 더 포함한다.
- [0085] 항목 6: 제 2 항목에 있어서, 상기 방법은,
- [0086] 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력이 더 낮은 최대 전력 출력으로 감소되었다고 결정하는 단계, 및
- [0087] 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트를 분리하는 단계를 더 포함한다.
- [0088] 항목 7: 제 2 항목에 있어서, 상기 방법은,
- [0089] 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력이 더 낮은 최대 전력 출력으로 감소되었다고 결정하는 단계, 및
- [0090] 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 전달되는 전력의 양이 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 레벨 미만으로 감소되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하는 단계를 더 포함한다.
- [0091] 항목 8: 제 1 항목에 있어서,
- [0092] 상기 제 1 제어 유닛은 버스 전력 제어 유닛이다.

- [0093] 항목 9: 제 1 항목에 있어서,
- [0094] 상기 복수의 모터들 각각은 메인 엔진 전기 스타트, 스타터(starter), 발전기, 전자 엔진 제어기, 보조 전력 유닛 제어기, 보조 엔진 전기 스타트, 보조 스타터 발전기, 배터리 보조 엔진 전기 시동 제어 유닛, 전기 택시(taxi) 모터, 선실 공기 압축기(cabin air compressor), 유압식 펌프(hydraulic pump), 질소 생성 모터, 환경 제어 시스템 팬(fan) 및 화물 냉각 모터(cargo chilling motor)를 포함하는 그룹으로부터 선택될 수 있다.
- [0095] 항목 10: 제 2 항목에 있어서,
- [0096] 상기 제 2 제어 유닛은 발전기 제어 유닛, 전자 엔진 제어기, 보조 전력 유닛 제어기, 보조 발전기 제어 유닛, 배터리 전압 부스트 유닛 제어기, 전기 택시 제어기, 전기 브레이크 제어기, 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛, 유압식 펌프 제어기, 질소 생성 시스템 제어기, 환경 제어 시스템 팬 제어기 및 화물 냉각 시스템 제어기를 포함하는 그룹으로부터 선택된다.
- [0097] 항목 11: 모터 제어 시스템은,
- [0098] 복수의 모터들,
- [0099] 병렬 전기 접속을 위해 구성된 복수의 모터 제어기들,
- [0100] 복수의 모터들을 복수의 모터 제어기들에 전기적으로 접속시키는 전력 스위칭 네트워크, 및
- [0101] 컴퓨터 실행 가능 명령들이 저장된 비일시적인 저장 매체 및 적어도 하나의 프로세서를 갖는 컴퓨터를 포함하는, 전력 스위칭 네트워크를 동적으로 제어하기 위한 병렬 모듈형 컨버터를 포함하고,
- [0102] 컴퓨터 실행 가능 명령들은, 컴퓨터 상에서 실행될 때, 컴퓨터로 하여금,
- [0103] 제 1 복수의 활성 모터들로부터의 제 1 전력 로드 수요를 결정하게 하고 - 제 1 복수의 활성 모터들은 복수의 모터들의 서브세트임 - ,
- [0104] 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력에 적어도 부분적으로 기초하여, 제 1 전력 로드 수요를 만족시키기에 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 1 조합의 모터 제어기들을 선택하게 하고,
- [0105] 최대 전력 출력 및 제 1 전력 로드 수요에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하게 하고,
- [0106] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 1 복수의 활성 모터들이 제 1 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 하고,
- [0107] 제 1 제어 유닛으로부터 제 1 모터에 대한 전력 요청을 수신하게 하고 - 전력 요청은 제 1 우선 순위 레벨과 연관됨 - ,
- [0108] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 관련하여 제 1 우선 순위 레벨에 대한 제 1 우선 순위 지정을 결정하게 하고,
- [0109] 제 1 우선 순위 지정 및 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 할당하게 하고,
- [0110] 제 2 복수의 활성 모터들로부터의 제 2 전력 로드 수요를 결정하게 하고 - 제 2 복수의 활성 모터들은 제 1 복수의 활성 모터들 및 제 1 모터를 포함함 - ,
- [0111] 제 2 전력 로드 수요를 만족시키기에 충분한 전력을 제공하기 위해 필요한, 복수의 모터 제어기들 중 제 2 조합의 모터 제어기들을 선택하게 하고, 그리고
- [0112] 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 2 복수의 활성 모터들이 제 2 조합의 모터 제어기들에 전기적으로 접속되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 한다.
- [0113] 항목 12: 제 11 항목에 있어서,
- [0114] 비일시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 컴퓨터로 하여금 추가로,
- [0115] 제 2 제어 유닛으로부터 제 1 신호를 수신하게 하고 - 제 1 신호는 전력 요청과 연관됨 - , 그리고
- [0116] 제 1 신호에 기초하여 제 1 우선 순위 지정을 조정하고, 이로써 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 조정하

게 한다.

- [0117] 항목 13: 제 12 항목에 있어서,
- [0118] 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 컴퓨터로 하여금 추가로,
- [0119] 제 2 전력 로드 수요가 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하게 하고, 그리고
- [0120] 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트를 분리하게 한다.
- [0121] 항목 14: 제 12 항목에 있어서,
- [0122] 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 컴퓨터로 하여금 추가로,
- [0123] 제 2 전력 로드 수요가 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력보다 더 크다고 결정하게 하고, 그리고
- [0124] 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 제 2 조합의 모터 제어기들이 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 전력량 미만으로 감소되는 전력의 양을 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 전달하도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 한다.
- [0125] 항목 15: 제 14 항목에 있어서,
- [0126] 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 컴퓨터로 하여금 추가로,
- [0127] 전력 요청이 더 이상 유효하지 않다는 것을 식별하게 하고,
- [0128] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들을 재할당하게 하고, 그리고
- [0129] 제 1 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 전달되는 전력의 양이 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 전력량으로 다시 증가되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 한다.
- [0130] 항목 16: 제 12 항목에 있어서,
- [0131] 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 컴퓨터로 하여금 추가로,
- [0132] 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력이 더 낮은 최대 전력 출력으로 감소되었다고 결정하게 하고, 그리고
- [0133] 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트를 분리하게 한다.
- [0134] 항목 17: 제 12 항목에 있어서,
- [0135] 비밀시적인 저장 매체 상에 저장된 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 컴퓨터로 하여금 추가로,
- [0136] 복수의 모터 제어기들의 최대 전력 출력이 더 낮은 최대 전력 출력으로 감소되었다고 결정하게 하고, 그리고
- [0137] 제 2 세트의 시스템-전체 우선 순위들에 따라 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 전달되는 전력의 양이 더 낮은 우선 순위 활성 모터들의 서브세트에 대한 최적의 동작 레벨 미만으로 감소되도록 전력 스위칭 네트워크를 구성하게 한다.
- [0138] 항목 18: 제 11 항목에 있어서,
- [0139] 상기 복수의 모터들 각각은 메인 엔진 전기 스타트, 스타터, 발전기, 전자 엔진 제어기, 보조 전력 유닛 제어기, 보조 엔진 전기 스타트, 보조 스타터 발전기, 배터리 보조 엔진 전기 시동 제어 유닛, 전기 택시 모터, 선실 공기 압축기, 유압식 펌프, 질소 생성 모터, 환경 제어 시스템 팬 및 화물 냉각 모터를 포함하는 그룹으로부터 선택될 수 있다.
- [0140] 항목 19: 제 12 항목에 있어서,
- [0141] 상기 제 2 제어 유닛은 발전기 제어 유닛, 전자 엔진 제어기, 보조 전력 유닛 제어기, 보조 발전기 제어 유닛, 배터리 전압 부스트 유닛 제어기, 전기 택시 제어기, 전기 브레이크 제어기, 공기 컨디셔닝 팩 제어 유닛, 유압식 펌프 제어기, 질소 생성 시스템 제어기, 환경 제어 시스템 팬 제어기 및 화물 냉각 시스템 제어기를 포함하는 그룹으로부터 선택된다.
- [0142] 항목 20: 항공기는 모터 제어 시스템을 갖고, 모터 제어 시스템은,

- [0143] 복수의 모터들,
- [0144] 병렬 전기 접속을 위해 구성된 복수의 모터 제어기들,
- [0145] 복수의 모터들을 복수의 모터 제어기들에 전기적으로 접속시키는 전력 스위칭 네트워크, 및
- [0146] 컴퓨터 실행 가능 명령들이 저장된 비일시적인 저장 매체 및 적어도 하나의 프로세서를 갖는 컴퓨터를 포함하는, 전력 스위칭 네트워크를 동적으로 제어하기 위한 병렬 모듈형 컨버터를 포함하고,
- [0147] 컴퓨터 실행 가능 명령들은, 컴퓨터 상에서 실행될 때, 컴퓨터로 하여금,
- [0148] 요청된 모드 및 요청된 모드 전력량을 포함하는 통신을 수신하게 하고,
- [0149] 모터 제어기들의 총수 및 각각의 모터 제어기와 연관된 전력량에 적어도 부분적으로 기초하여 최대 전력 용량을 계산하게 하고,
- [0150] 어떠한 모드들이 현재 실행되는지에 그리고 그러한 실행 모드들의 결과로서 얼마의 전력이 소비되는지에 적어도 부분적으로 기초하여 현재 전력 사용을 계산하게 하고,
- [0151] 최대 전력 용량과 현재 전력 사용 사이의 차이를 취함으로써 사용을 위해 현재 이용 가능한 현재 전력 용량을 결정하게 하고,
- [0152] 현재 전력 용량이 요청된 모드 전력량 미만인 경우에만, 요청된 모드를 실행하고, 요청된 모드의 실행을 고려하기 위해 현재 전력 용량을 감소시키게 하고, 그러나, 현재 전력 용량이 요청된 모드 전력량 미만인 경우에,
- [0153] 모든 다른 실행 모드들에 대해 요청된 모드 우선 순위 지정을 결정하게 하고,
- [0154] 요청된 모드의 우선 순위가 모든 다른 실행되는 모드들의 우선 순위 미만이거나 이와 동일한 경우에만, 요청된 모드를 단지 현재 전력 용량으로만 실행하고, 이어서 요청된 모드의 실행을 고려하기 위해 현재 전력 용량을 감소시키게 하고, 그러나 요청된 모드의 우선 순위가 모든 다른 현재 실행되는 모드들의 우선 순위 미만이거나 이와 동일하지 않은 경우에,
- [0155] 단지 요청된 모드 우선 순위 지정보다 더 낮은 우선 순위 지정을 갖는 임의의 더 낮은 우선 순위 모드들이 존재하는지를 결정하게 하고, 임의의 더 낮은 우선 순위 모드들이 존재하는 경우에,
- [0156] 존재하는 단지 더 낮은 우선 순위 모드들이 요청된 모드 우선 순위 지정보다 더 낮은 단일 레벨만을 우선 순위 지정으로 갖는 제 1 최소의 우선 순위 모드들인지를 결정하게 하고, 그리고 임의의 제 1 최소의 우선 순위 모드들이 존재하는 경우에,
- [0157] 그러한 제 1 최소의 우선 순위 모드들에 의해 현재 사용되는 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 결정하게 하고,
- [0158] 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 가능한 경우에만, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 부분적으로 감소시키고, 그 부분적으로 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키고, 현재 전력 용량을 제로로 설정하게 하고, 그러나 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 불가능한 경우에,
- [0159] 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 완전히 감소시키고, 그 완전히 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키고, 현재 전력 용량을 제로로 설정하게 하고,
- [0160] 제 1 최소의 우선 순위 모드 지정 레벨과 요청된 모드 우선 순위 지정 레벨 사이의 우선 순위 지정을 갖는 제 2 최소의 우선 순위 모드들이 존재하는지를 결정하게 하고, 만일 임의의 제 2 최소의 우선 순위 모드들이 존재하면,
- [0161] 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 가능한 경우에만, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 부분적으로 감소시키고, 그 부분적으로 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키게 하고, 그러나, 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 불가능한 경우에,
- [0162] 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 완전히 감소시키게 하고,
- [0163] 그러한 제 2 최소의 우선 순위 모드들에 의해 현재 사용되는 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 결정하게 하고,

[0164] 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 가능한 경우에만, 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 부분적으로 감소시키고, 그 부분적으로 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키게 하고, 그러나 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력의 부분적인 감소가 불가능한 경우에,

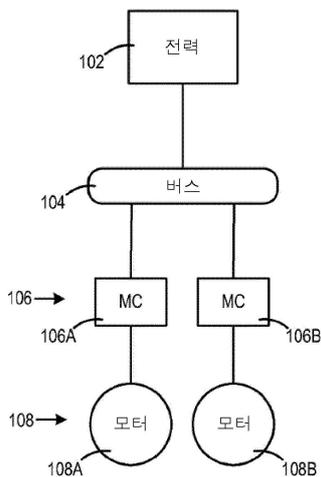
[0165] 제 1 최소의 우선 순위 모드 총 전력 및 제 2 최소의 우선 순위 모드 총 전력을 완전히 감소시키고, 그 결합된 완전히 감소된 전력을 요청된 모드로 지향시키고, 현재 전력 용량을 제로로 설정하게 한다.

[0166] 앞서 말한 것에 기초하여, 모터들(108)의 현재 전력 로드 요건들(304)이 변할 때, 전력을 임의의 수의 병렬 모터 제어기들(204)로부터 하나 이상의 모터들(108)로 재지향시키도록 전력 스위칭 네트워크(202)를 재구성하기 위한 기술들이 본원에 제공된다는 것이 인지되어야 한다. 본원에 설명된 실시예들을 사용하면, 항공기, 운송수단 또는 다른 플랫폼 내의 모터들(108)의 그룹을 서비스하는 병렬 모터 제어기들(204)의 수는 증가하거나 종래의 시스템들에서와 동일하게 유지될 수 있다. 그러나, 본원에 설명된 바와 같이 병렬 모터 제어기들(204)을 모터들(108)에 접속시키는 전력 스위칭 네트워크(202) 내의 전기 접속들의 동적 재구성이, 병렬 모터 제어기들(204)의 전력 출력 용량이 감소되도록 허용하기 때문에, 모터 제어기 시스템의 전체 무게는 감소될 수 있다.

[0167] 앞서 말한 것으로부터, 본 발명의 특정 실시예들이 항공기에 대해 예시 목적으로 본원에 설명되었지만, 본 발명에서 벗어나지 않고 다양한 수정들이 이루어질 수 있다는 것이 인지될 것이다. 예를 들면, 모터 제어기들은 위의 특정 실시예들에서 설명된 고정 모드들의 수보다 더 많거나 더 적은 모드를 가질 수 있다. 모드들은 앞서 논의된 것들과 상이한 비행 방식들에 대응할 수 있다. 특정 실시예들은 특정 시스템들(예를 들면, 유압식 펌프 모터들, ECS 시스템들 및 질소 생성 시스템들)의 맥락에서 설명되었지만, 다른 실시예들에서 다른 시스템들 및/또는 시스템들의 조합에 적용될 수 있다. 특정 실시예들의 맥락에서 설명된 본 발명의 양상들은 다른 실시예들에서 조합 또는 제거될 수 있다. 예를 들면, 백업 모터 제어기 기능들의 양상들은 고정 수의 미리 결정된 모드들로 동작하는 모터 제어기들과 결합하여 제공될 수 있다. 또한, 본 발명의 특정 실시예들과 연관된 이점들이 그러한 실시예들의 맥락에서 설명되었지만, 다른 실시예들이 또한 그러한 이점들을 나타낼 수 있고, 모든 실시예들이 본 발명의 범위 내에 속하는 그러한 이점들을 반드시 나타낼 필요는 없다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항들에 의해서만 제한된다.

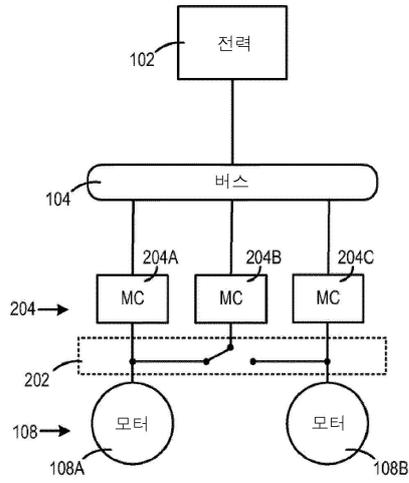
도면

도면1

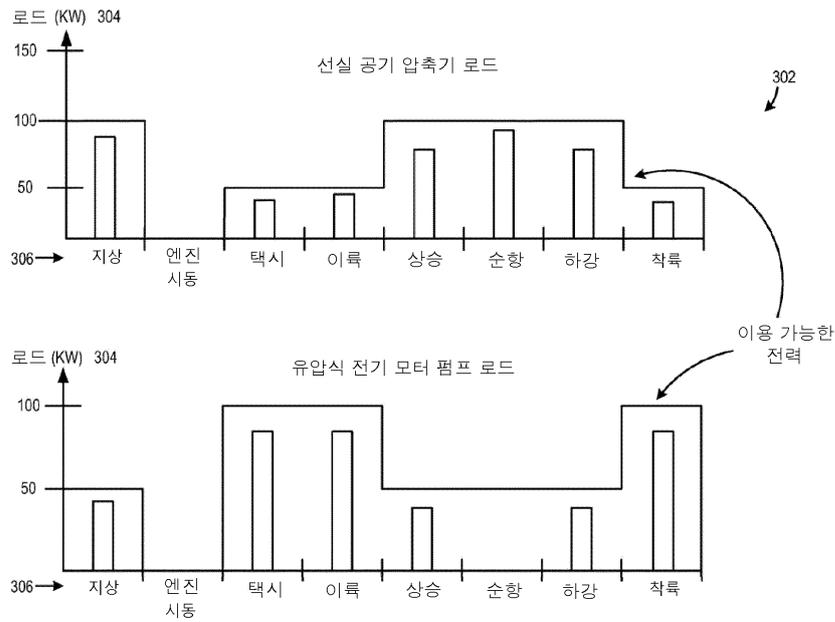


(종래 기술)

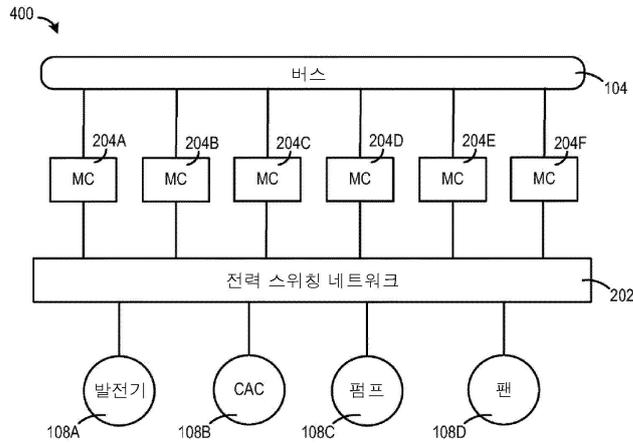
도면2



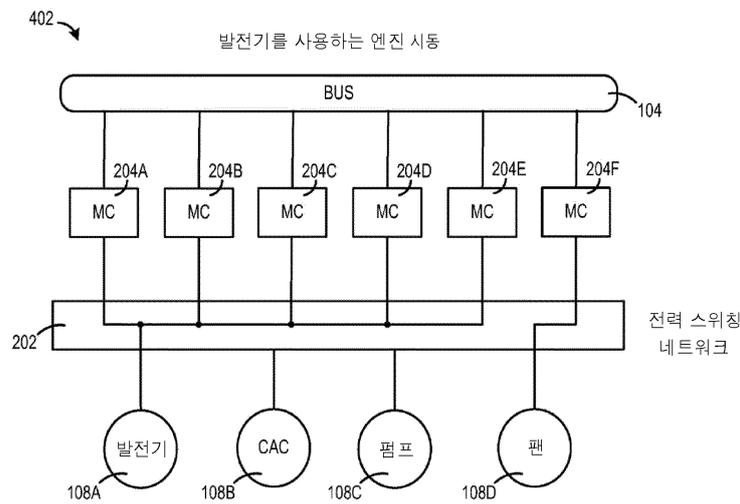
도면3



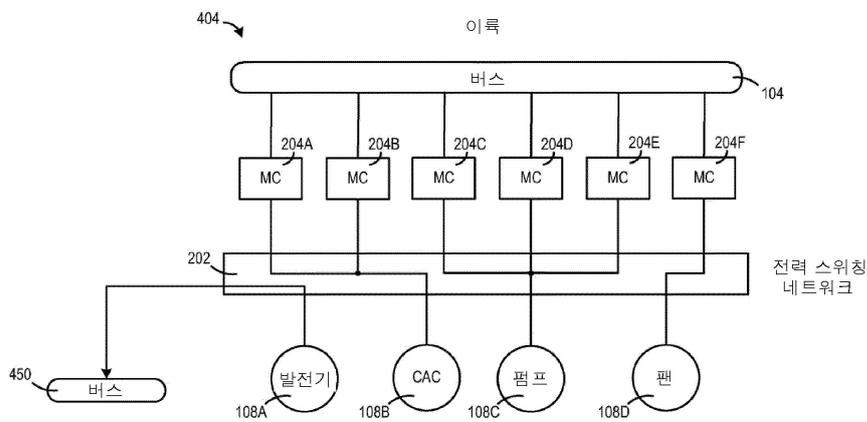
도면4a



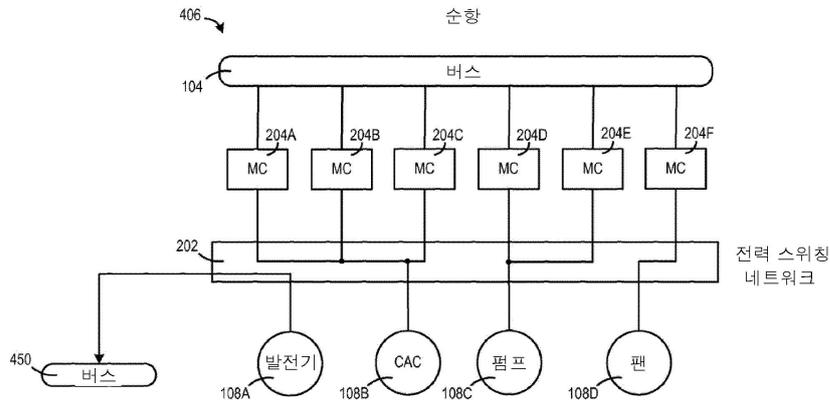
도면4b



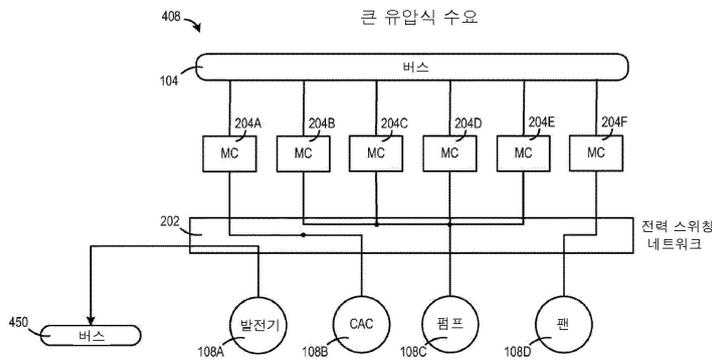
도면4c



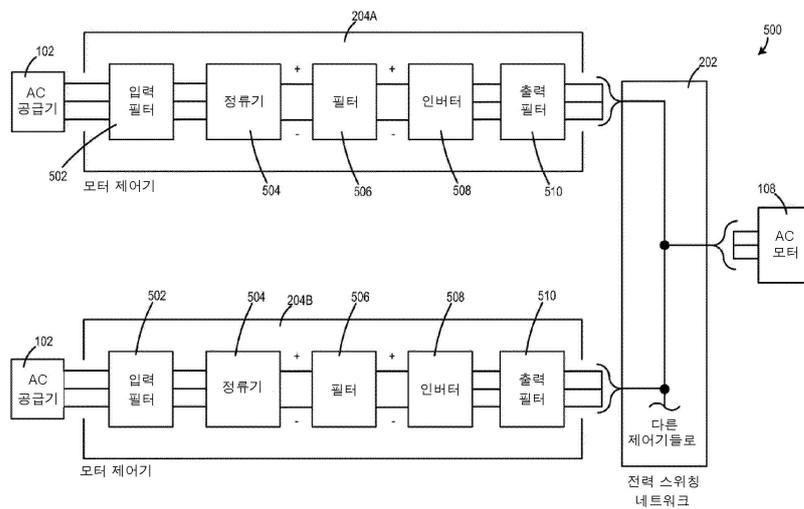
도면4d



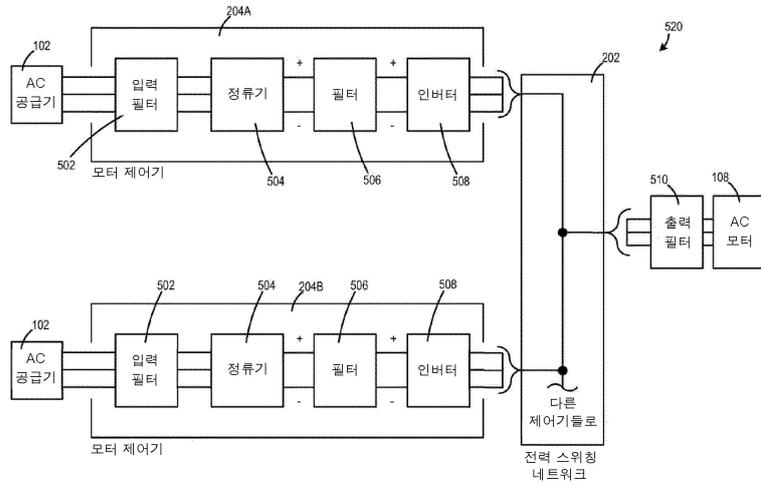
도면4e



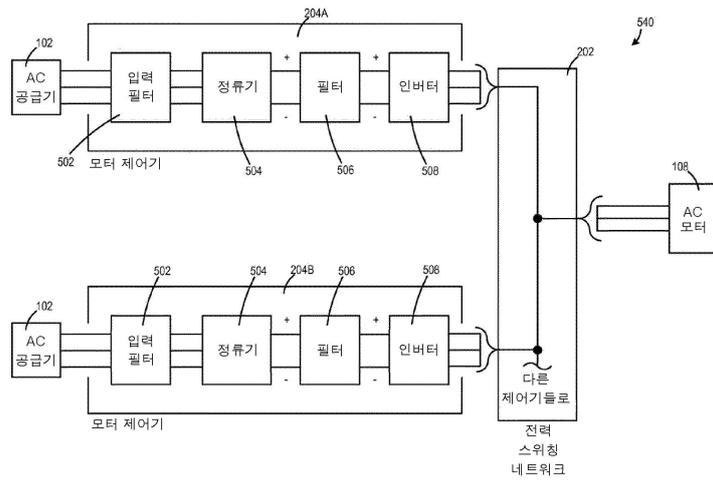
도면5a



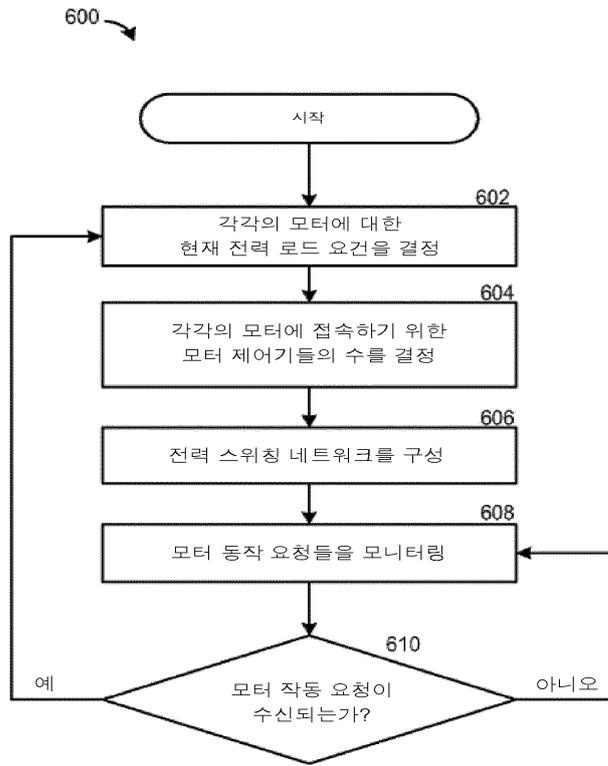
도면5b



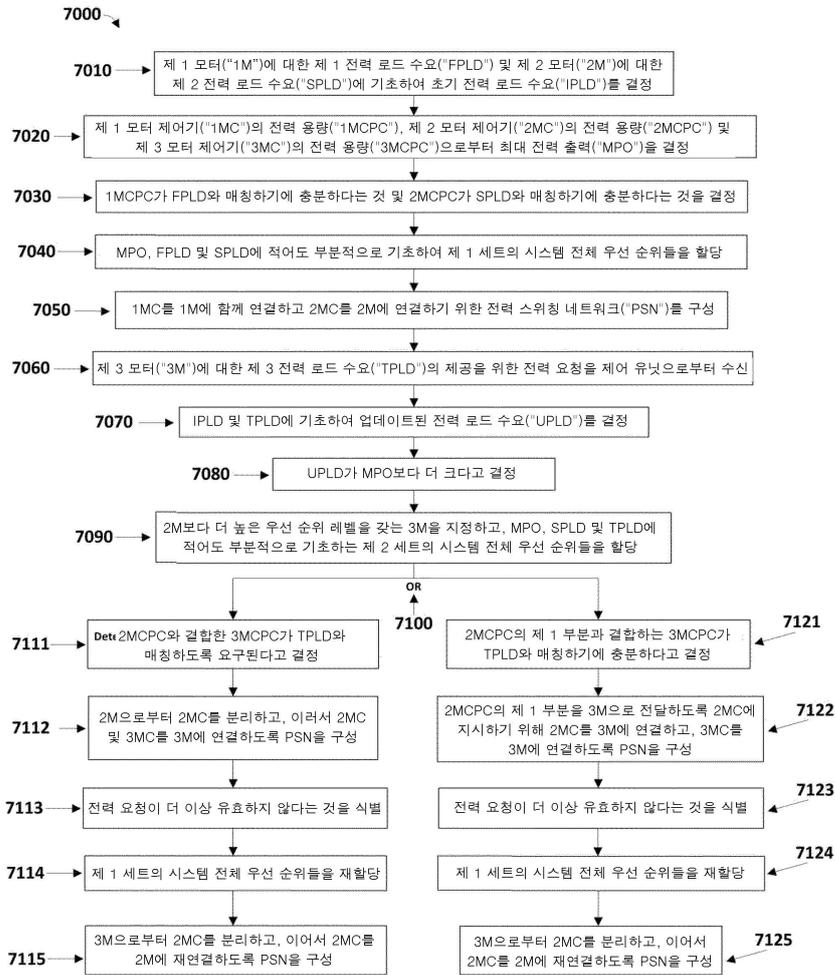
도면5c



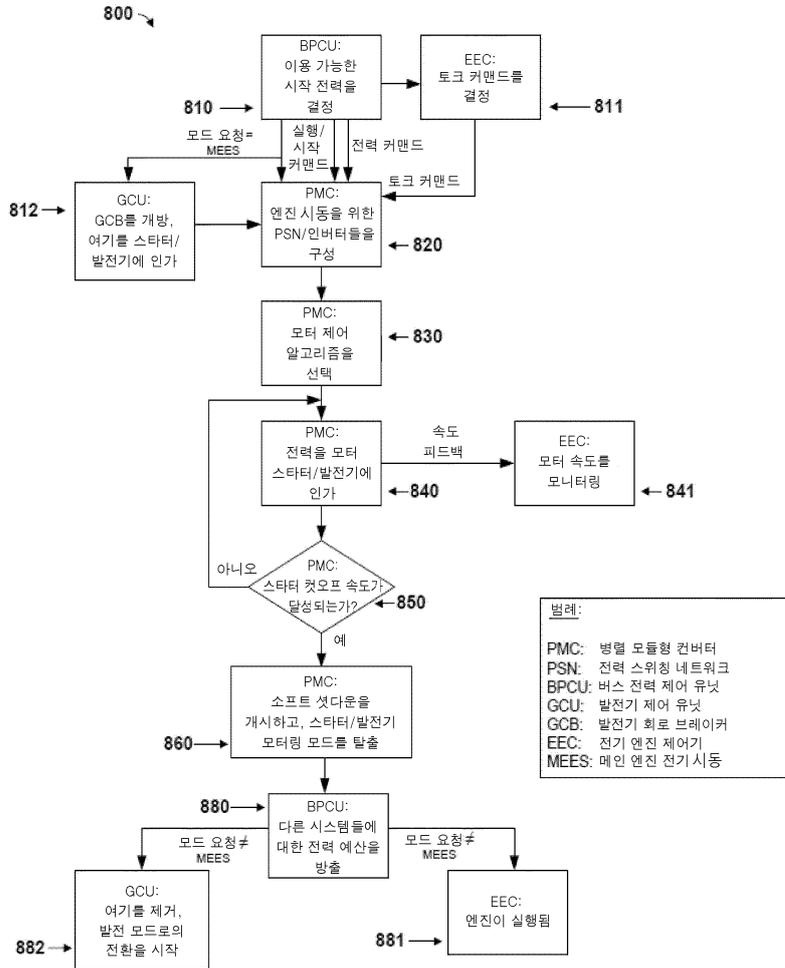
도면6



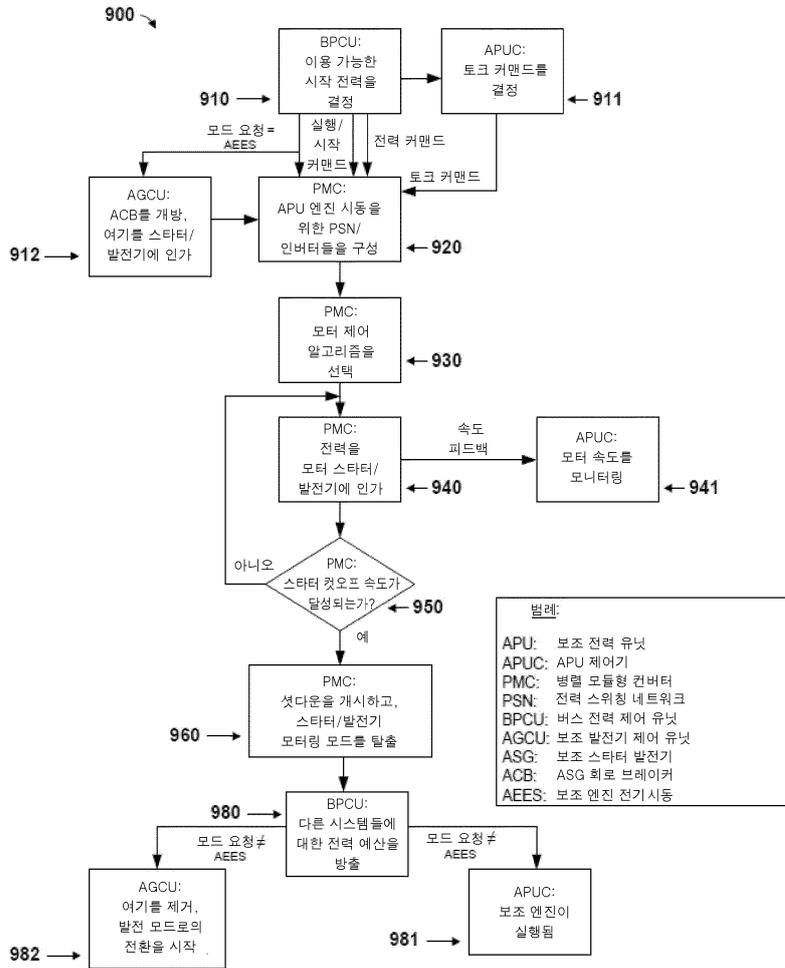
도면7



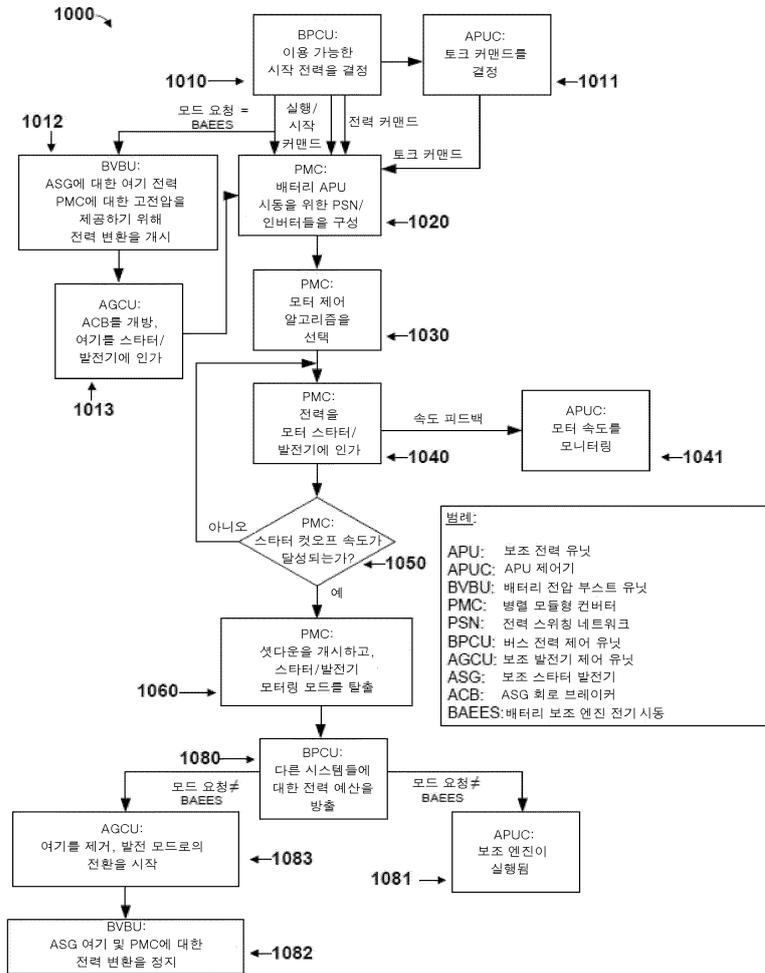
도면8



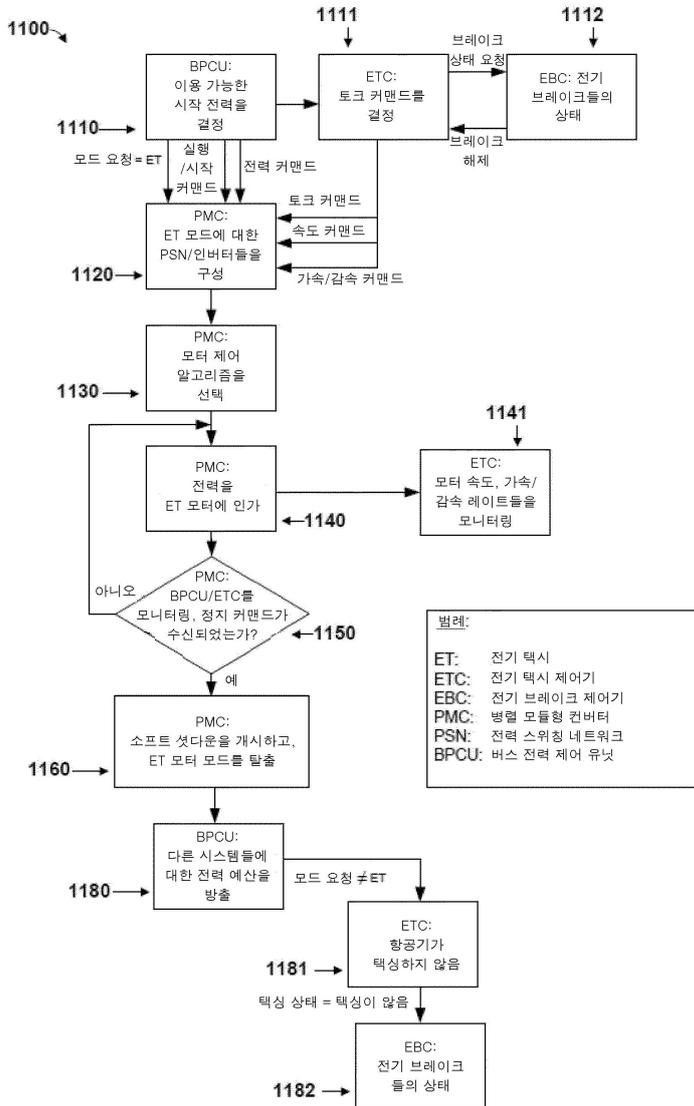
도면9



도면10

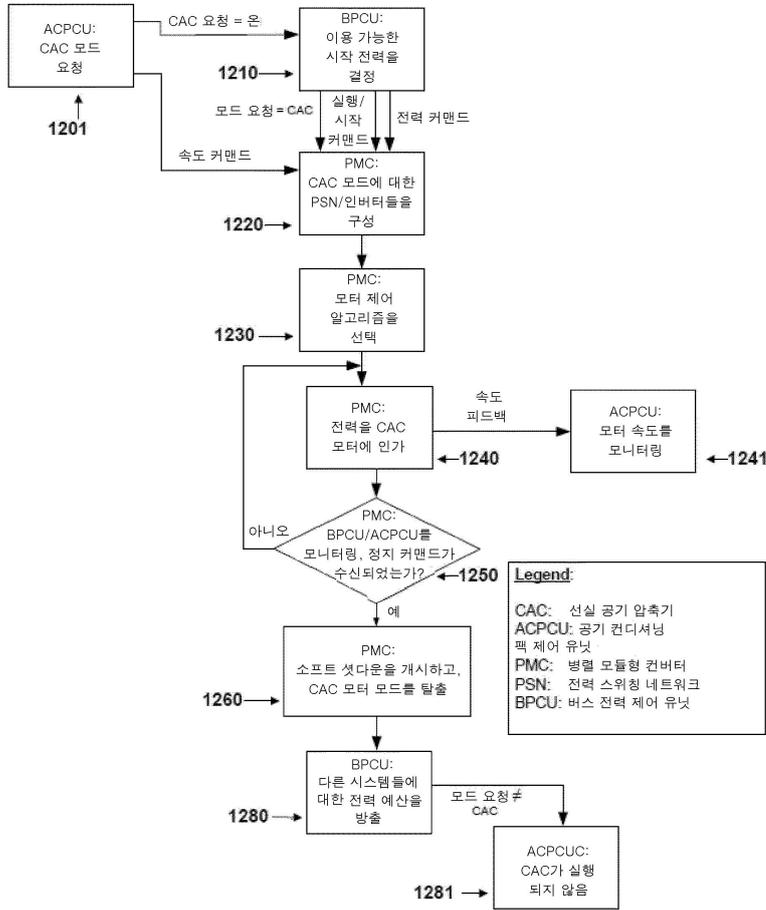


도면11



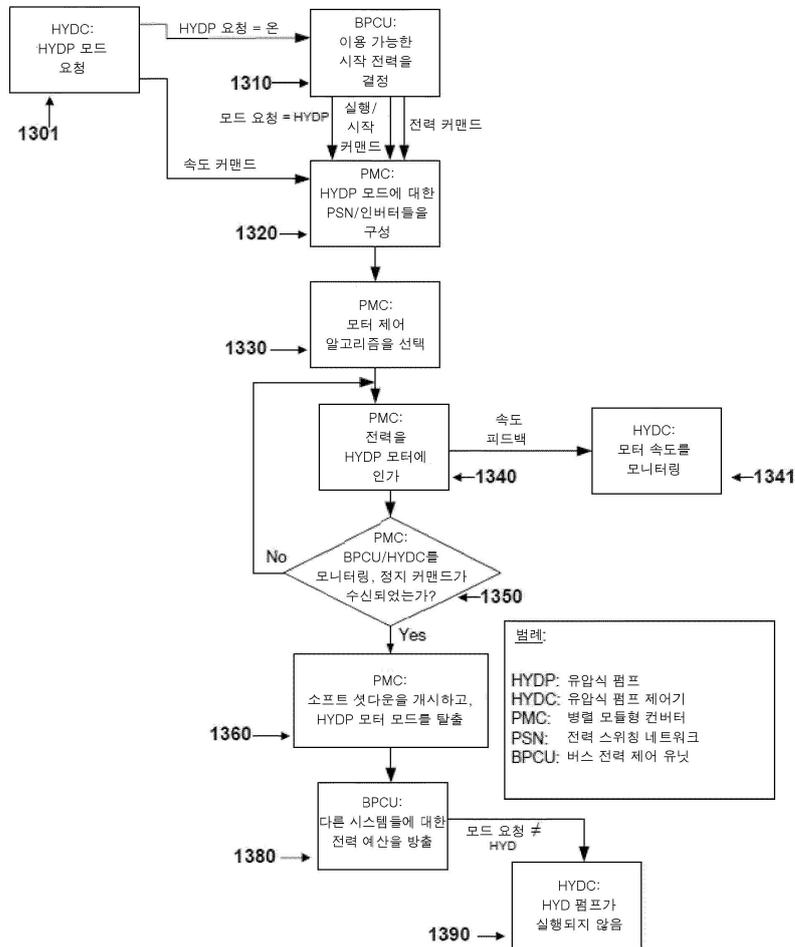
도면12

1200

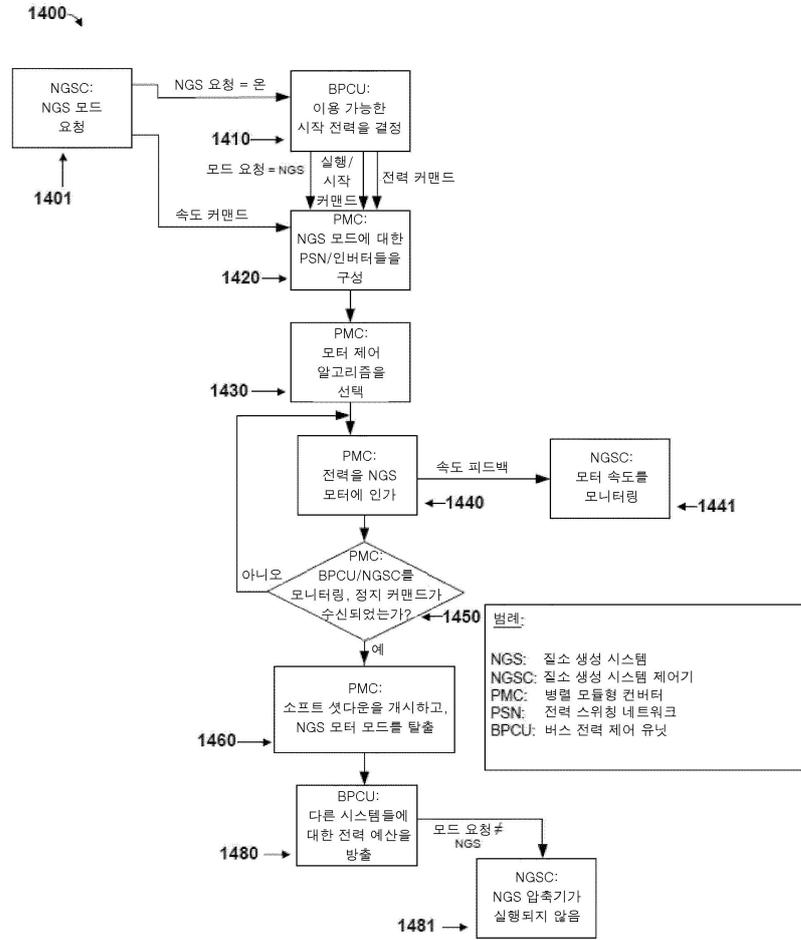


도면13

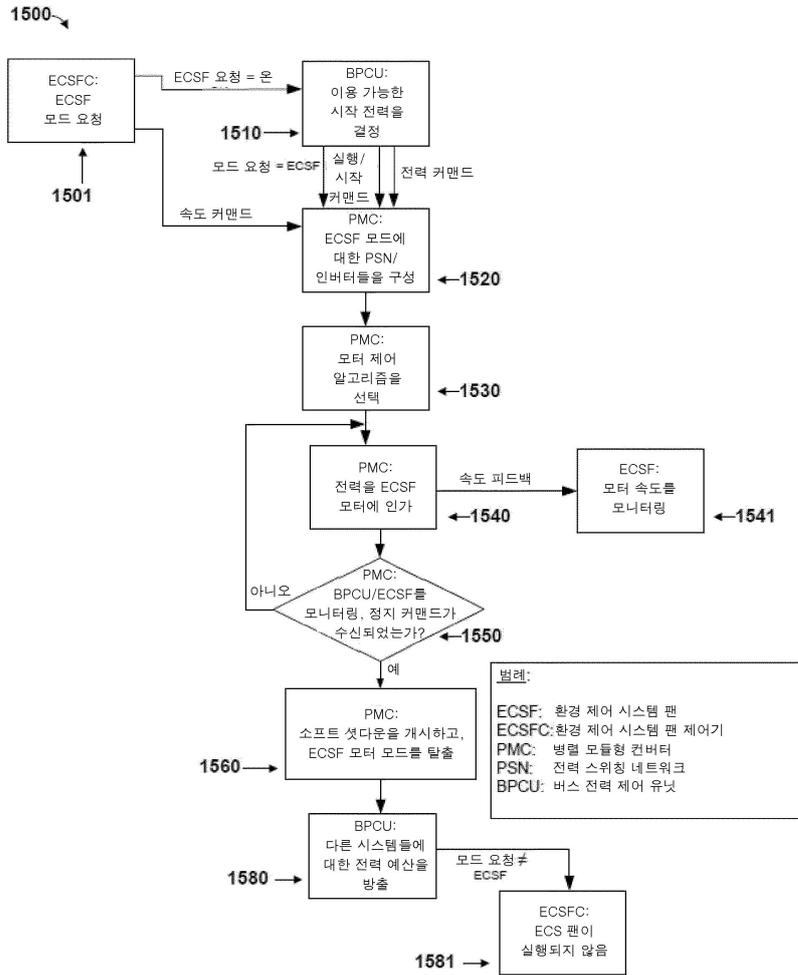
1300



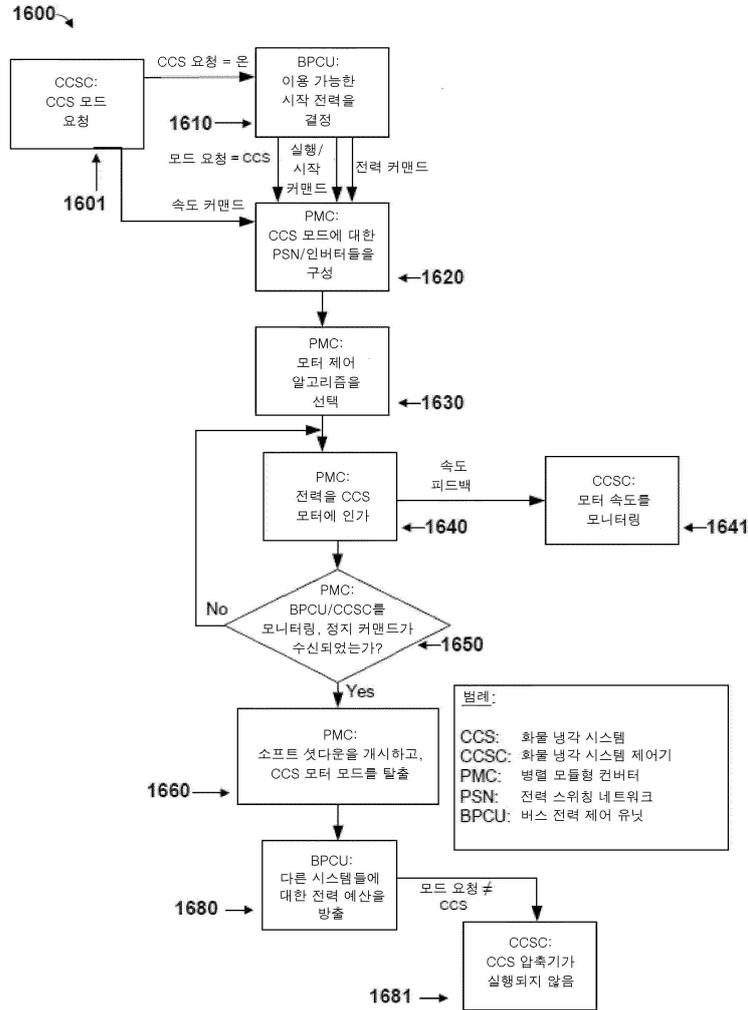
도면14



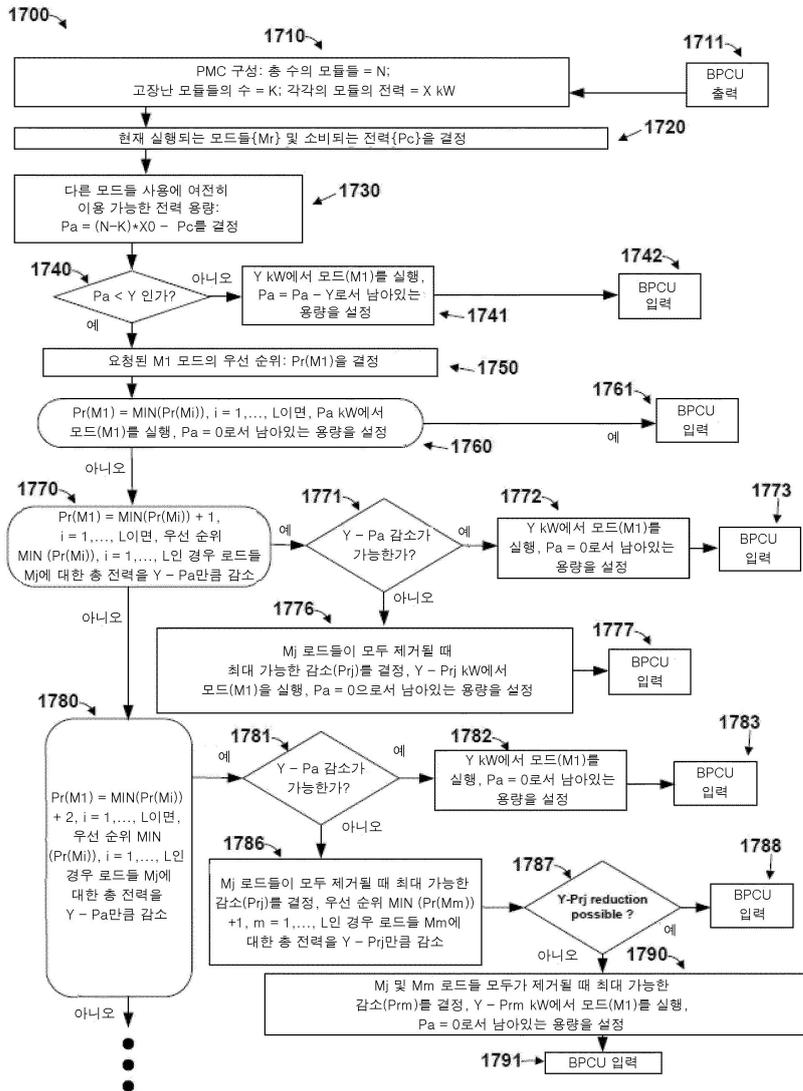
도면15



도면16



도면17



도면18

