



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월03일  
(11) 등록번호 10-1533317  
(24) 등록일자 2015년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B64F 1/36 (2006.01) B60H 1/32 (2006.01)  
F24F 11/02 (2006.01) F24F 13/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-7011519  
(22) 출원일자(국제) 2008년10월24일  
심사청구일자 2013년10월18일  
(85) 번역문제출일자 2010년05월26일  
(65) 공개번호 10-2010-0096114  
(43) 공개일자 2010년09월01일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/081081  
(87) 국제공개번호 WO 2009/058677  
국제공개일자 2009년05월07일  
(30) 우선권주장  
12/250,503 2008년10월13일 미국(US)  
(뒷면에 계속)  
(56) 선행기술조사문헌  
US6568203 A  
US6637215 A  
WO2005005254 A1

(73) 특허권자  
일리노이즈 툴 워크스 인코퍼레이티드  
미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 에비뉴 155  
(72) 발명자  
맨 3세 제임스 더블류.  
미국, 일리노이즈 60026, 글렌뷰, 웨스트 레이크  
에비뉴 3600  
몬트미니 제프리 이.  
미국, 일리노이즈 60026, 글렌뷰, 웨스트 레이크  
에비뉴 3600  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
문경진, 김학수

전체 청구항 수 : 총 10 항

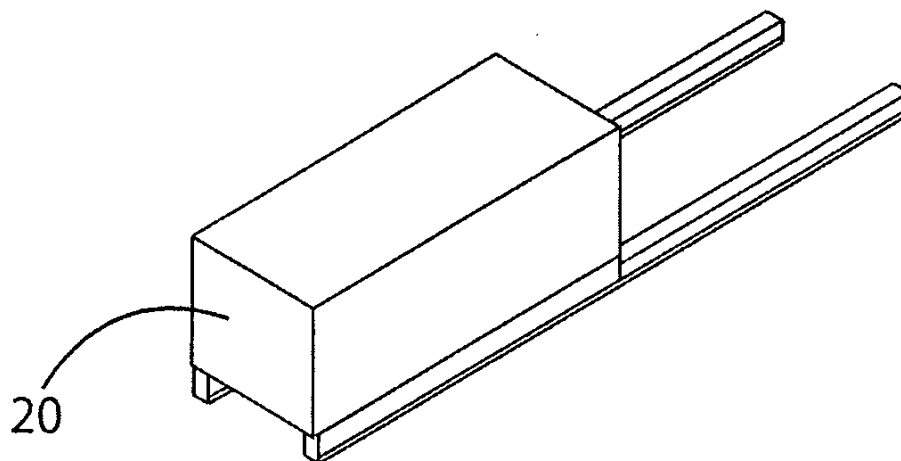
심사관 : 신성식

(54) 발명의 명칭 범용 항공기 지상 지원 장비 카트를 위한 조정가능한 공기 조화 제어 시스템

(57) 요약

지상 지원 장비 공기 조화 시스템은 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결된다. 공기 도관은, 공기 덕트 또는 호스(26)의 일단부에 연결되도록 적응되는 커플링에 공기 흡입구 및 필터를 연결하고, 공기 덕트 또는 호스(26)의 타단부는 항공기의 포트에 연결되도록 적응된다. 공기 도관에서의 가변 속도 송풍기(508)는 항공기에 공급된 압  
(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



력을 조절하기 위해 제어기(525)에 의해 변하는 속도를 갖는다. 이러한 제어기는, 항공기에 전달되는 공기의 압력, 및 또한 상이한 유형 또는 분류의 항공기의 요건에 매칭하기 위해 변할 수 있는 셋포인트 압력을 감지하기 위해 커플링에 인접한 공기 도관에 연결된 압력 센서(526)에 의해 감지된 압력을 입력으로서 수신한다. 제 1 및 제 2 에어컨(520, 522) 각각은 컴프레서, 응축기, 팽창 밸브, 및 증발기를 통해 냉매를 이끄는 순환 냉매 도관을 포함한다. 증발기는 송풍기(508) 앞에 있는 제 1 에어컨의 증발기(504) 및 공기 도관에서의 송풍기에 뒤따르는 제 2 에어컨의 증발기(514)를 갖는 공기 도관에 위치된다. 응축기 냉각 팬은 2개의 응축기를 통해 공기를 구동하고, 공기 또는 냉매 도관 중 하나에서 또는 주변 공기에서 측정된 하나 이상의 압력 또는 온도에 응답하여 제어기(1900)에 의해 제어된다.

(72) 발명자

**뉴웰 벤자민 이.**

미국, 일리노이즈 60026, 글렌뷰, 웨스트 레이크  
에비뉴 3600

**뉴웰 타이 에이.**

미국, 일리노이즈 60026, 글렌뷰, 웨스트 레이크  
에비뉴 3600

(30) 우선권주장

60/984,142 2007년10월31일 미국(US)

60/984,155 2007년10월31일 미국(US)

61/036,756 2008년03월14일 미국(US)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템으로서,

공기 덕트 또는 호스의 일단부에 연결되도록 적응된 커플링(coupling)에 공기 흡입구(intake) 및 필터를 연결시키는 공기 도관으로서, 공기 덕트 또는 호스의 타단부가 항공기의 포트에 연결되도록 적응되는, 공기 도관과;

상기 공기 도관에서의 가변 속도 송풍기, 항공기로 전달되는 공기의 압력을 감지하기 위해 상기 커플링에 인접한 상기 공기 덕트에 연결된 압력 센서, 및 입력으로서 상기 압력 센서에 의해 감지된 압력과, 상이한 유형 또는 분류의 항공기의 요건에 매칭하도록 변경될 수 있는 셋포인트(setpoint) 압력을 수신하고, 항공기에 공급된 압력을 조절하기 위해 송풍기 속도를 변경하는, 제어기;

컴프레서, 응축기, 팽창 밸브, 및 증발기를 통해 냉매를 이끄는(channeling) 순환 냉매 도관을 각각 포함하는 제 1 및 제 2 에어컨으로서, 상기 증발기는 상기 공기 도관에 위치하고, 상기 제 1 에어컨의 증발기는 송풍기 앞에 있고, 상기 제 2 에어컨의 증발기는 공기 도관에서의 송풍기에 뒤따르는, 제 1 및 제 2 에어컨과;

2개의 응축기를 통해 공기를 구동하고, 공기 또는 냉매 도관 중 하나 또는 주변 공기에서 측정된 하나 이상의 압력 또는 온도에 응답하여 제어기에 의해 제어된 응축기 냉각 팬을

포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 각 에어컨은

응축기 및 팽창 밸브를 우회하고, 에어컨의 증발기의 하류에 있는 상기 공기 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 셋포인트 온도 값을 또한 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서 배출 우회 밸브를 포함하는, 냉매 회로를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 3**

제 2항에 있어서, 각 에어컨은

증발기로부터 하류에 있는 냉매 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 또한 셋포인트 온도 값을 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서로부터 상류에 있는 냉매 도관에서의 증발기 압력 조절기 밸브를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 4**

제 2항에 있어서, 각 에어컨은

증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기를 자극 상태로(whetted) 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 5**

제 2항에 있어서,

증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 회로에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인 서브 냉각기를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 6**

제 1항에 있어서, 각 에어컨은

증발기로부터 하류에 있는 냉매 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 또한 셋포인트 온도 값을 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서로부터 상류에 있는 냉매 도관에서의 증발기 압력 조절기를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 7**

제 1항에 있어서,

증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기를 자극 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 8**

제 1항에 있어서,

증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인 서브냉각기를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 9**

제 1항에 있어서, 2개의 에어컨의 컴프레서를 시동하고, 시스템을 체크하기 위해 먼저 저속으로, 그런 후에 정상 동작 속도로 송풍기를 시동하는 공기 또는 냉매 도관의 측정된 하나 이상의 압력 또는 온도에 응답하여, 이들 작업을 30초에 완료하는 에어컨 프로세서를

더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**청구항 10**

제 1항에 있어서, 압력 측정치가 필터가 곧 세척 또는 대체를 필요로 한다는 것을 나타낼 때를 신호 발신(signals)하는 에어컨 프로세서에 압력 측정치를 제공하는 필터 양단의 차분 압력 센서를 더 포함하는, 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 출원은 2007년 10월 31일에 출원된 가특허 출원 번호 60/984,142(출원인 관리 번호 21606-P1), 2007년 10월 31일에 출원된 가특허 출원 번호 60/984,155(출원인 관리 번호 21607-P1), 및 2008년 3월 14일에 출원된 가특허 출원 번호 61/036,756(출원인 관리 번호 50-007 ITW 21606-P2)의 정규 출원이다.

[0002] 본 특허 출원은 본 출원과 동일 날짜로 출원되고 공통적으로 몇몇 발명자들을 공유하고, 항공기 지상 지원 장비 및 카트에 관련된 공동 소유된 출원 세트 중 하나이다. 여기에 기술된 이 세트에서 다른 출원은 본 출원에 참고용으로 병합된다: James W. Mann, III 및 David Wayne Leadingham의 "A Multi-Voltage Power Supply for a Universal Airplane Ground Support Equipment Cart,"(출원 번호\_, 출원인 관리 번호 50-002 ITW 21608U); Jeffrey E. Montminy 및 Steven E. Bivens의 "An Adjustable Cooling System for Airplane Electronics,"(출원 번호\_, 출원인 관리 번호 50-003 ITW 21585U); Jeffrey E. Montminy, Brian A. Teeters, 및 Kyta Insixiangmay의 "A Frame and Panel System for Constructing Modules to be Installed on an Airplane Ground Support Equipment Cart,"(출원 번호\_, 출원인 관리 번호 50-004 ITW 21588U); Jeffrey E. Montminy, Brian A. Teeters, 및 Kyta Insixiangmay의 "A System of Fasteners for Attaching Panels onto Modules that are to be Installed on an Airplane Ground Support Equipment Cart,"(출원 번호\_, 출원인 관리 번호 50-005 ITW 21587U); James W. Mann, III 및 Jeffrey E. Montminy의 "Airplane Ground Support Equipment Cart Having

Extractable Modules and a Generator Module that is Separable from Power and Air Conditioning Modules,"(출원 번호, 출원인 관리 번호 50-006 ITW 21586U); Jeffrey E. Montminy, Kyta Insixiengmay, James W. Mann, III, Benjamin E. Newell, 및 Ty A. Newell의 "A Compact, Modularized Air Conditioning System that can be Mounted Upon an Airplane Ground Support Equipment Cart,"(출원 번호, 출원인 관리 번호 50-008 ITW 21583U); James W. Mann, III, Jeffrey E. Montminy, Steven E. Bivens, 및 David Wayne Leadingham의 "Maintenance and Control System for Ground Support Equipment,"(출원 번호, 출원인 관리 번호 50-009 ITW 21605U).

[0003] 본 발명은 일반적으로 항공기 지상 지원 장비 카트 분야에 관한 것으로, 더 구체적으로 항공기 지상 지원 장비 카트용 조정가능한 항공기 공기 조화 제어 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0004] 항공기가 엔진을 중단시킨 채로 지상에 있을 때, 항공기는 일반적으로 전기 시스템을 위한 전력 및 공기 조화 시스템을 위한 냉기를 제공할 수 없고; 일부 항공기는 또한 몇몇 중요한 전자(또는 "항공 전자") 구성요소를 위한 액체 냉각제를 제공할 수 없다. 그러한 지상에 있는 항공기를 항공기 지상 지원 장비 시스템에 연결시키는 것이 통상적으로 이루어진다. 그러한 시스템은 모바일 장비 카트 상에 장착된 구성 요소를 가질 수 있는데, 이러한 모바일 장비 카트는 항공기 지상 지원 장비 카트라 불리고, 지상 지원을 요구하는 항공기에 가까이 편리하게 파킹(parked)되고, 위치되거나, 장착될 수 있다. 그러한 카트는 일반적으로 조절되고 냉기를 항공기에 제공할 수 있는 에어컨을 포함하며, 로컬 전력망으로부터의 전력을 항공기에 요구된 적절한 전압(AC 또는 DC) 및 주파수의 전력으로 전환할 수 있는 전력 변환기를 포함한다. 그러한 항공기 지상 지원 장비 카트는 또한 전기 발전기에 연결된 디젤 엔진을 포함할 수 있는데, 이러한 전기 발전기는 카트가 로컬 전력망으로의 어떠한 연결 없이도 항공기를 위한 공기 조화 및 전력 모두를 제공하도록 한다. 그리고 만약 항공기가 전자장비를 위한 냉각된 액체 소스를 필요로 하면, 몇몇 카트는 또한 액체 냉각제의 소스를 포함할 수 있다.

[0005] 과거에는, 특히 군사용 항공기에 관해, 그러한 지상 지원 장비 카트는 단일의 특정 유형 또는 분류의 항공기의 특정한 요구를 충족시키도록 주문형으로 설계되었다. 이에 따라, 제 1 유형 또는 분류의 항공기의 특정한 요건 및 요구를 지원하도록 설계된 카트는 다른 유형 또는 분류의 항공기의 차이나는 특정한 요건 및 요구를 지원하는데 사용될 수 없다. 상이한 항공기는 일반적으로 상이한 압력 및 부피의 냉각된 공기, 상이한 전력량, 상이한 전압 레벨, 및 상이한 전기 주파수(또는 직류)를 요구할 수 있다. 그리고 상이한 항공기는 일반적으로 냉각 온보드(onboard) 전자장비를 냉각시키는데 사용하기 위한 차이나는 압력 및 부피의 냉각된 액체를 요구할 수 있다. 따라서, 각 공항 또는 군사 기지에서 착륙 및 이륙할 수 있는 상이한 유형 또는 분류의 항공기만큼의 상이한 유형의 지상 지원 장비 카트가 공항마다 공급되어야 한다. 특정 유형 또는 분류의 항공기의 요구를 서비스 하도록 적합하게 설계된 지상 지원 장비 카트가 있는 것보다 더 많은 특정 유형의 항공기가 특정 장소에 도달할 때 문제가 발생한다.

[0006] 더 구체적으로, 몇몇 항공기는 지상 지원 장비가 더 작은 내부를 갖는 다른 항공기보다 더 높은 압력으로 상당히 더 많은 기류를 제공하도록 요구한다. 몇몇 항공기는 전력이 초마다 400번 교대로 흐르거나 교류하는 115V의 교류(A.C.)(115V, 400Hz A.C.)로 조정되는 것을 요구한다. 다른 항공기는 교대로 흐르지 않는 270V 직류(270V, D.C.)를 요구한다. 또 다른 항공기는 28V의 직류(28V, D.C.)의 소스를 요구한다. 그리고 항공기들은 또한 흐르는 전력량에서 차이가 있다.

[0007] 몇몇 항공기들, 특히 제트 전투기는 전자장비 및 레이더 시스템을 포함하는, 소위 항공 전자 시스템에 가해진 액체 냉각제의 형태로 지상 지원 장비로부터 추가 냉각 소스를 필요로 한다. 이러한 액체는 일반적으로 폴리알파올레핀, 또는 PAO, 열전달 액체 또는 액체 냉각제이다. 이러한 유체는, 항공기의 터보 팬 추진 엔진이 동작 중에 있을 때마다 존재하는 냉각 공기를 이용하여 액체를 냉각시키는 항공기 내의 하나 이상의 열 교환기를 통해 펌프에 의해 추진된다. 그런 후에 냉각된 액체는 항공 전자장비를 통해 전달된다.

[0008] 그러한 항공기의 엔진이 동작 중이 아닐 때, PAO 액체는 항공 전자장비를 과열로부터 보호하기 위해 몇몇 다른 방식으로 냉각되어야 한다. 이를 달성하는 한 가지 방식은, 항공기 지상 지원 장비에서 PAO 펌프 및 PAO 열전달 유체를 냉각시키기 위한 메커니즘을 포함하는 것이다. 한 쌍의 호스는 항공기의 PAO 유체 시스템을 지상 지원 장비에 연결시킬 수 있고, 항공기와 지상 지원 장비 사이의 순환 흐름이 확립되며, 이에 의해 PAO 유체는, 항공기에서의 항공 전자장비로부터 지상 지원 장비로 흐르고, 여기서 펌프가 액체를 냉각시키기 위해 열 교환 메커니즘의 몇몇 형태를 통해 유체를 추진하고, 그런 후에 유체는 항공기 및 항공 전자장비로 다시 흐른다. PAO 냉각을 위한 온도 및 압력 및 유체 흐름 부피 요건이 하나의 유형 또는 분류의 항공기로부터 다음 항공기로 변할

수 있기 때문에, 하나의 항공기의 특수한 PAO 냉각 요구를 충족시키도록 설계된 PAO 냉각 시스템은 다른 유형 또는 분류의 항공기의 약간 상이한 요구를 반드시 충족할 필요가 없을 것이다.

[0009] 항공기를 위한 공기 및 전기 조절을 제공하는 항공기 카트 장치(arrangement)의 일례로서, PCT 특허 출원 PCT/US2006/043312(2007년 5월 31일에 공개된 국제 공보 WO 2007/061622 A1)는 전기 조절 구성요소의 모듈러(modular) 설계를 갖는 항공기 지상 지원 카트를 기재한다. 이러한 카트는 공기 조화 및 전력 변환 뿐 아니라 선택적인 전력 생성 서비스를 항공기에 제공한다. 도 5는, 이 특허 출원에 개시된 카트가 상호 교환가능한 모듈러 전력 변환 모듈을 수용할 수 있다는 것을 나타낸다. 따라서, 3-상 115V 400Hz A.C. 전력을 생성하는 모듈(72)은 제거되어 270V D.C. 전력을 생성하는 모듈(78)로 대체될 수 있다. 도 6은, 이러한 카트가 28V D.C. 전력을 생성하는 모듈(92)을 또한 수용할 수 있다는 것을 예시한다.

[0010] 상기 PCT 특허 출원의 도 2는 항공기 지상 지원 장비 카트(14) 내에 이중 공기 조화 시스템의 기계 구성요소의 일반적인 장치를 예시한다. 에어컨의 기계 구성요소 모두는 카트(14)의 전체 길이에 걸쳐 확장된다. 2세트의 응축기 코일(34)은 카트(14)의 일단부에 위치하고; 연관된 냉각 팬의 두께와 함께, 코일(34) 및 그 하우징의 두께는 카트의 전체 길이의 거의 1/5를 차지한다. 필터 및 상류 증발 코일(30) 및 하류 증발 코일(40) 및 출구 연결부(42)(항공기에 연결되는 덕트가 이에 부착될 수 있음)는 카트(14)의 다른 말단부에 위치하여, 카트의 전체 길이의 1/5보다 약간 적게 차지한다. 송풍기 팬(32), 방출 플리넘(discharge plenum)(38), 및 2개의 압축기(36)는 카트(14)의 중심부에 위치한 것으로 도시된다. 공기 조화 시스템의 이들 기계 구성요소는 카트(14)의 부피의 일부분 내에 직사각형 모듈 내에 제한된다- 이들 구성요소는 모두 카트(14)에 걸쳐 확장하여, 카트(14)로부터 서비스를 위해 또는 이용을 위해 카트로부터 편리하게 제거될 수 없다. 디젤 엔진(54) 및 발전기(56)(PCT 출원의 도 4에 도시됨) 및 전력 변환기 유닛(72)(PCT 출원의 도 5에 도시됨)과 같은 다른 카트 구성요소는 공간이 있는 곳마다 공기 조화 구성요소 중에 밀어 넣어진다. 공기 조화 구성요소와 비-공기 조화 구성요소의 이러한 혼합은 동일한 속박된 공간에 모두 밀집해 있기 때문에 모든 구성요소의 서비스를 크게 복잡하게 한다. 에어컨 컴프레서 또는 송풍기를 작동시키는 서비스 기사는, 디젤 엔진(54)과 발전기(56)가 예를 들어 이들 구성요소의 길목에 있음을 발견할 수 있다.

[0011] 그러한 종래의 지상 지원 장비 시스템의 공기 조화 시스템은 또한 특정한 온도 및 압력에서 특정한 부피의 냉각된 공기를 특정한 유형 또는 분류의 항공기에 제공하도록 설계된다. 그러한 시스템이 몇몇 다른 유형 또는 분류의 항공기에 인도된(ducted) 냉각 공기를 덕트로 공급하는 경우, 공기 조화 시스템으로부터 너무 많거나 너무 적은 공기가 흐를 것이고, 이것은 공기 조화 시스템의 균형을 잃어버려서, 공기가 너무 적거나 너무 많이 냉각 되도록 하고, 아마도 내부 증발기들의 결빙 또는 항공기에 대한 손상을 야기할 것이다. 그리고 제공된 온도 및 압력은 몇몇 다른 유형 또는 분류의 항공기에 대해 적절하지 않을 수 있다. 마찬가지로, 전기 시스템은 차이나는 유형 또는 분류의 항공기의 요구를 제공할 수 없을 것이고, PAO 액체 냉각 시스템은 차이나는 유형 또는 분류의 항공기의 항공 전자장비를 냉각시키는데 사용될 때 적절히 균형을 이루지 않을 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0012] 본 발명의 일실시예는 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결하는 공기 조화 시스템에 관한 것이다. 공기 도관은 공기 입구(intake) 및 필터를 공기 덕트 또는 호스의 일단부에 연결되도록 적용된 결합부(coupling)에 연결시키고, 타단부는 항공기의 포트에 연결되도록 적용된다. 공기 도관에서의 가변 속도 송풍기는 항공기에 공급된 압력을 조절하기 위해 제어기에 의해 변하는 속도를 갖는다. 이러한 제어기는, 항공기에 전달되는 공기의 압력과 상이한 유형 또는 분류의 항공기의 요건에 매칭하도록 변할 수 있는 셋포인트(setpoint) 압력을 또한 감지하기 위해 결합부에 인접한 공기 도관에 연결된 압력 센서에 의해 감지된 압력을 입력으로서 수신한다. 제 1 및 제 2 에어컨 각각은 컴프레서, 응축기, 팽창 밸브, 및 증발기를 통해 냉매(refrigerant)를 이끄는(channeling) 순환 냉매 도관을 포함한다. 증발기는 송풍기 앞의 제 1 에어컨의 증발기와, 공기 도관에서의 송풍기에 뒤따르는 제 2 에어컨의 증발기를 갖는 공기 도관에 위치된다. 응축기 냉각 팬은 2개의 응축기를 통해 공기를 안내(drive)하고, 공기 또는 냉매 도관 중 하나에서 또는 주변 공기에서 측정된 하나 이상의 압력 또는 온도에 반응하는 제어기에 의해 제어된다.

[0013] 본 발명의 일실시예는 적어도 하나의 에어컨에서 냉매 회로를 포함하는데, 이러한 냉매 회로는 응축기 및 팽창 밸브를 우회하고, 에어컨의 증발기의 하류에 있는 공기 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고, 셋포인트 온도 값을 또한 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서 배출 우회 밸브를 포함한다. 다른 실시예는 적어

도 하나의 에어컨에서, 증발기로부터 하류에 있는 냉매 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 또한 셋포인트 온도 값을 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서로부터 상류에 있는 냉매 도관에서의 증발기 압력 조절기 밸브를 포함한다. 또 다른 실시예는 적어도 하나의 에어컨에서, 증발기의 상류 및 하류에서의 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기를 자극 상태로(whetted) 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를 포함한다. 다른 실시예는 적어도 하나의 에어컨에서, 증발기 팽창 밸브의 상류에서의 냉매 도관을 냉매 도관에 결합하는 열 교환기를 포함하는 흡입 라인 서브냉각기를 포함한다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템은,
- [0015] 공기 덕트 또는 호스의 일단부에 연결되도록 적용된 커플링(coupling)에 공기 흡입구(intake) 및 필터를 연결시키는 공기 도관으로서, 공기 덕트 또는 호스의 타단부가 항공기의 포트에 연결되는, 공기 도관과;
- [0016] 상기 공기 도관에서의 가변 속도 송풍기, 항공기로 전달되는 공기의 압력을 감지하기 위해 상기 커플링에 인접한 상기 공기 덕트에 연결된 압력 센서, 및 입력으로서 상기 압력 센서에 의해 감지된 압력과, 상이한 유형 또는 분류의 항공기의 요건에 매칭하도록 변경될 수 있는 셋포인트(setpoint) 압력을 수신하고, 항공기에 공급된 압력을 조절하기 위해 송풍기 속도를 변경하는, 제어기;
- [0017] 컴프레서, 응축기, 팽창 밸브, 및 증발기를 통해 냉매를 이끄는 순환 냉매 도관을 각각 포함하는 제 1 및 제 2 에어컨으로서, 상기 증발기는 상기 공기 도관에 위치하고, 상기 제 1 에어컨의 증발기는 송풍기 앞에 있고, 상기 제 2 에어컨의 증발기는 공기 도관에서의 송풍기에 뒤따르는, 제 1 및 제 2 에어컨과;
- [0018] 2개의 응축기를 통해 공기를 구동하고, 공기 또는 냉매 도관 중 하나 또는 주변 공기에서 측정된 하나 이상의 압력 또는 온도에 응답하여 제어기에 의해 제어된 응축기 냉각 팬을 포함한다.
- [0019] 각 에어컨은
- [0020] 응축기 및 팽창 밸브를 우회하고, 에어컨의 증발기의 하류에 있는 상기 공기 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 셋포인트 온도 값을 또한 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서 배출 우회 밸브를 포함하는, 냉매 회로를
- [0021] 더 포함한다.
- [0022] 각 에어컨은
- [0023] 증발기로부터 하류에 있는 냉매 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 또한 셋포인트 온도 값을 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서로부터 상류에 있는 냉매 도관에서의 증발기 압력 조절기 밸브를
- [0024] 더 포함한다.
- [0025] 각 에어컨은
- [0026] 증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기가 자극(whetted) 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 공급하는, 온도 센서를 더 포함한다.
- [0027] 공기 조화 시스템은
- [0028] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 회로에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0029] 더 포함한다.
- [0030] 공기 조화 시스템은
- [0031] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 회로에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0032] 더 포함한다.
- [0033] 각 에어컨은
- [0034] 증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기가 자극 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브

브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를

- [0035] 더 포함한다.
- [0036] 공기 조화 시스템은
- [0037] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0038] 더 포함한다.
- [0039] 각 에어컨은
- [0040] 증발기로부터 하류에 있는 냉매 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 또한 셋포인트 온도 값을 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서로부터 상류에 있는 냉매 도관에서의 증발기 압력 조절기를
- [0041] 더 포함한다.
- [0042] 각 에어컨은
- [0043] 증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기가 자극 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를
- [0044] 더 포함한다.
- [0045] 공기 조화 시스템은
- [0046] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0047] 더 포함한다.
- [0048] 각 에어컨은
- [0049] 증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기가 자극 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를
- [0050] 더 포함한다.
- [0051] 공기 조화 시스템은
- [0052] 증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기가 자극 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 흡입 라인을
- [0053] 더 포함한다.
- [0054] 공기 조화 시스템은
- [0055] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0056] 더 포함한다.
- [0057] 공기 조화 시스템은,
- [0058] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0059] 더 포함한다.
- [0060] 공기 조화 시스템은,
- [0061] 2개의 에어컨의 컴프레서를 시동하고, 시스템을 체크하기 위해 먼저 저속으로, 그런 후에 정상 동작 속도로 송풍기를 시동하는 공기 또는 냉매 도관의 측정된 하나 이상의 압력 또는 온도에 응답하여, 이들 작업을 약 30초에 완료하는 에어컨 프로세서를
- [0062] 더 포함한다.

- [0063] 공기 조화 시스템은,
- [0064] 압력 측정치가 필터가 곧 세척 또는 대체를 필요로 한다는 것을 나타낼 때를 신호 발신하는 에어컨 프로세서에 압력 측정치를 제공하는 필터 양단의 차분 압력 센서를 더 포함한다.
- [0065] 항공기 상의 포트에 착탈식으로 연결되는 공기 조화 시스템은
- [0066] 공기 덕트 또는 호스의 일단부에 연결되도록 적용된 커플링에 공기 흡입구 및 필터를 연결시키는 공기 도관으로서, 공기 덕트 또는 호스의 타단부가 항공기의 포트에 연결되는, 공기 도관과;
- [0067] 상기 공기 도관에서의 가변 속도 송풍기, 항공기로 전달되는 공기의 압력을 감지하기 위해 상기 커플링에 인접한 상기 공기 덕트에 연결된 압력 센서, 및 입력으로서 상기 압력 센서에 의해 감지된 압력과, 상이한 유형 또는 분류의 항공기의 요건에 매칭하도록 변경될 수 있는 셋포인트 압력을 수신하고, 항공기에 공급된 압력을 조절하기 위해 송풍기 속도를 변경하는, 제어기;
- [0068] 컴프레서, 응축기, 팽창 밸브, 및 증발기를 통해 냉매를 이끄는 순환 냉매 도관을 포함하는 적어도 하나의 에어컨으로서, 상기 증발기는 상기 공기 도관에 위치하는, 적어도 하나의 에어컨;
- [0069] 2개의 응축기를 통해 공기를 구동하고, 공기 또는 냉매 도관 중 하나에서 또는 주변 공기에서 하나 이상의 압력 또는 온도에 응답하여 제어기에 의해 제어된 응축기 냉각 팬;
- [0070] 응축기 및 팽창 밸브를 우회하고, 에어컨의 증발기의 하류에 있는 상기 공기 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고 또한 셋포인트 온도 값을 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서 배출 우회 밸브를 포함하는 냉매 회로를
- [0071] 포함한다.
- [0072] 각 에어컨은
- [0073] 증발기로부터 하류에 있는 냉매 도관에 연결된 온도 센서로부터 신호를 수신하고, 또한 셋포인트 온도 값을 수신하는 제어기에 의해 제어된 컴프레서로부터 상류에 있는 냉매 도관에서의 증발기 압력 조절기 밸브를
- [0074] 더 포함한다.
- [0075] 각 에어컨은
- [0076] 증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기가 자극 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를
- [0077] 더 포함한다.
- [0078] 공기 조화 시스템은
- [0079] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0080] 더 포함한다.
- [0081] 공기 조화 시스템은
- [0082] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을
- [0083] 더 포함한다.
- [0084] 각 에어컨은
- [0085] 증발기의 상류 및 하류에 있는 냉매의 온도를 샘플링하고, 증발기가 자극 상태로 유지하기 위해 증발기 팽창 밸브를 조절하는 제어기에 이들 온도를 공급하는 온도 센서를
- [0086] 더 포함한다.
- [0087] 공기 조화 시스템은
- [0088] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기

의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을

[0089] 더 포함한다.

[0090] 공기 조화 시스템은

[0091] 증발기 팽창 밸브의 상류에 있는 냉매 도관을 증발기의 하류에 있는 냉매 도관에 결합시키고 냉매를 위한 용기의 역할을 하도록 낮게 장착된 열 교환기를 포함하는 흡입 라인을

[0092] 더 포함한다.

**발명의 효과**

[0093] 본 발명은 냉각된 공기 및 냉각된 액체의 상이한 압력 및 부피를 상이한 항공기에 제공할 수 있고, 상이한 유형 및 양의 전력을 상이한 항공기에 제공할 수 있다. 본 발명은 또한, 항공기 서비스 인원이 서비스받을 항공기의 유형을 간단히 선택하고 특정 유형의 항공기를 위한 지원을 최적화하도록 자동으로 구성된 카트 상의 다양한 장비를 가질 수 있는 간략하고 통합된 제어 패널을 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

[0094] 도 1은 모듈러 설계를 갖는 범용 항공기 지상 지원 장비 카트의 일실시예를 도시한 등각도.

도 2는 카트의 나머지로부터 분리되어 도시된 카트의 후방 부분을 형성하는 디젤 엔진 및 발전기 모듈 부분을 갖는 도 1에 도시된 카트의 등각도.

도 3은 유지보수 목적을 위하거나 상이한 모듈로 대체될 카트의 측면으로부터 어떻게 슬라이딩될 수 있는지를 도시하기 위해 도 1에 도시된 카트의 전기 변환 모듈을 도시한 등각도.

도 4는 도 1에 도시된 카트의 전면 부분 상에 장착되는 2-스테이지 공기 조화 모듈의 사시도로서, 공기 조화 모듈은 내부 구조적 세부사항을 나타내기 위해 선회되게 도시된 마이크로채널 응축기 코일 지원 도어가 열린 상태로 도시되는, 도면.

도 5는 도 4에 도시된 2-스테이지 공기 조화 모듈을 통해 흐를 때 공기의 흐름 경로를 도시한 개략도.

도 6은 도 4에 도시된 2-스테이지 공기 조화 모듈 내의 제 1, 또는 "사전-냉각" 공기 조화 유닛 내의 냉매 순환 경로를 도시하고, 또한 개별적인 PA0 냉각 시스템(미도시)으로부터 제 1 공기 조화 유닛 내의 냉매로 열을 전달하는 열 교환기를 도시하는 개략도.

도 7은 도 4에 도시된 2-스테이지 공기 조화 모듈 내에 제 2, 또는 "사후-냉각" 공기 조화 유닛 내의 냉매 순환 경로를 도시한 개략도.

도 8은 항공기로부터 도 4에 도시된 2-스테이지 공기 조화 모듈 내의 제 1, 즉 "사전-냉각" 공기 조화 유닛으로 열을 전달하는 도 4에 도시된 공기 조화 유닛 내의 PA0 냉각 시스템의 개략도.

도 9는, 직사각형 프레임 내에 장착되고, 항공기로 연결되는 외부 배관에 냉각된 공기를 운반하는 튜브-형태의 도관에 부착된 정사각형 어레이로 조립된 4개 플레이트 핀 증발기 코일의 분해 사시도.

도 10은 냉각될 공기를 플레이트 핀 증발기 코일의 표면에 걸쳐 균일하게 살포하는 2개의 튜브-형태의 도관 사이에 장착된 도 9에 도시된 플레이트 핀 증발기 코일의 조립체의 사시도

도 11은 도 4에 도시된 2-스테이지 공기 조화 모듈의 2개의 도어 상에 장착되고 쌍으로 사용된 유형의 마이크로 채널 응축기 유닛의 사시도.

도 12는 공기 채널의 내부 세부사항을 예시하는, 마이크로채널 응축기 유닛의 도 10의 라인 A-A을 따라 취한 부분적인 단면도.

도 13은 전력 생성 모듈, 2개의 전력 변환기 모듈, 및 8개의 푸쉬버튼 및 범용 제어 및 진단 프로세서를 갖는 디스플레이 스크린을 포함하는 제어 모듈을 갖는 2-스테이지 공기 조화 모듈을 상호 연결하는 방식, 및 신호-전달 버스를 도시한 블록도.

도 14는 전체 시스템의 정상 시동 및 작동 절차를 도시하고, 경고, 알람 및 정지 상태를 도시하는 조합된 흐름도 및 상태도.

도 15는, 사전-냉각 및 사후-냉각 공기 조화 유닛 및 또한 PAO 냉각 시스템에서 공기 흐름 및 냉매 순환 경로를 예시하고, 특히 이들 시스템의 동작, 및 입력 신호를 이들 제어기에 제공하는 온도 및 압력 및 셋포인트를 제어하는 8개의 피드백 제어 루프 및 제어기를 식별하는 개략도(도 5, 6, 7, 8로부터 취한 요소와 결합됨).

도 16은 2개의 공기 조화 유닛 내의 컴프레서의 동작을 도시한 상태도.

도 17은 2개의 에어컨 유닛을 통해 공기를 항공기로 배출하는 송풍기 팬의 동작이 송풍기 팬을 구동하는 모터를 위한 가변 주파수 구동기의 이용을 통해 어떻게 자동으로 제어되는지를 도시한 흐름도.

도 18은 380 내지 500V, 50 내지 60 Hz 3-상 전원으로의 2개의 컴프레서, 2-속도 응축기 냉각 팬, 및 송풍기 팬의 가변 주파수 구동기의 연결을 도시하고, 또한 컴프레서, 냉각 팬 및 송풍기 팬을 위한 제어 신호를 도시한 개략도.

도 19는, 냉각 및 PAO 프로세서에 들어가는 모든 중요한 시스템 상태 신호(온도, 압력 등)를 예시하고 명칭을 붙이며, 또한 모든 공기 조화 프로세스를 제어하기 위해 프로세서가 생성하여, 공기 조화 시스템이 상이한 유형 및 분류의 항공기에 의해 야기될 수 있는 크게 변하는 부하 상태에 융통성있고 적절히 응답하도록 하는, 모든 중요한 온/오프 및 0-10 V 출력 제어 신호를 도시하는 도면.

도 20은 제어 모듈의 디스플레이 스크린의 면 상에 디스플레이될 수 있는 모든 메뉴 및 하위 메뉴의 블록도와 함께, 이들 메뉴와 하위 메뉴 사이의 항해 경로를 제공하는 도면.

도 21은 메인 메뉴를 도시한 도면.

도 22는 도 21에 도시된 메인 메뉴 상에서 "도움" 항목이 선택될 때 나타나는 도움 메뉴를 도시한 도면.

도 23은 도 21에 도시된 메인 메뉴 상에서 항공기 "T-50 골든 이글"이 선택될 때 나타나는 메뉴의 도면.

도 24는 도 23에 도시된 "T-50 골든 이글" 메뉴 상에서 "도움" 항목이 선택될 때 나타나는 도움 메뉴의 도면.

도 25는 도 21에 도시된 메인 메뉴 상에서 "유지보수" 항목이 선택될 때 나타나는 유지보수 메뉴의 도면.

도 26은 도 25에 도시된 유지보수 메뉴 상에서 "데이터 로그 스크린" 항목이 선택될 때 나타나는 스크롤가능한 데이터 로깅 메뉴 및 시청 윈도우를 도시한 도면.

도 27은 도 25에 도시된 유지보수 메뉴 상에서 "A/C 유지보수" 항목이 선택될 때 나타나는 사전-냉각 공기 조화 유닛의 상태를 도시한 도면.

도 28은 도 25에 도시된 유지보수 메뉴 상에서 "중계 상태 스크린" 항목이 선택될 때 나타나는 2개의 액추에이터 상태 및 중계 상태 스크린 중 하나- 디스플레이된 값은 도 19에 도시된 공기 조화 및 PAO 프로세서에 의해 생성된 더 중요한 출력 제어 신호에 대응하는, -를 도시한 도면.

도 29는 제어 모듈의 디스플레이 스크린을 도시하고, 무선 주파수 파장 차단 스크린의 역할을 하는 금속 스크리닝에 의해 스크린이 커버되는 것을 도시하는 분해도,

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0095] 다음의 상세한 설명은 2개의 섹션으로 나누어진다. 섹션 A는 모듈화된 범용 항공기 지상 지원 장비 카트(도 1 내지 도 3)를 위한 조정가능한 공기 조화 제어 시스템의 설계에 관한 것인 본 발명의 배경에 대한 도입부를 제공한다. 섹션 B는, 시스템의 내부 기계 세부사항(도 1 내지 4, 9 내지 12 및 29), 공기 흐름 세부사항(도 5), 냉매 및 PAO 냉각제 흐름 경로 세부사항(도 6 내지 8), 전자 제어 시스템 세부사항(도 13 내지 19), 및 디스플레이 시스템 및 인간 상호작용 세부사항(도 20 내지 28)을 포함하는, 완전한 지상 지원 공기 조화 시스템의 정황에서 공기 조화 제어 시스템의 상세한 설명을 제공한다. 본 발명의 초점은 공기 조화 제어 시스템(다양한 세부사항이 많은 다른 도면에 개시되며, 도 15에서 약간 간략화된 형태로 개시됨)이다.

[0096] A. 모듈러 및 범용 항공기 지상 지원 장비 카트

[0097] 항공기 지상 지원 장비 카트는, 공기 조화, 항공 전자 장비 액체 냉각, 및 전력 변환 및 생성 서비스를 엔진이 증진된 항공기에 제공하는 바퀴형 견인용 카트 또는 고정된 장착된(영구적으로 또는 임시로) 디바이스이다. 이들 카트는 바람직하게 군용 및 다른 항공기에 의해 전세계의 공항 및 군사 기지에 운반되어야 하므로, 이러한 장비가 표준 군용 장비 운반 팔레트(palette)보다 더 크지 않도록 하는 것이 편리하고 유리하다. 그러나, 오늘날 그러한 많은 카트는 하나의 표준 팔레트에 맞지 않고, 이것은 그 분야에서 이용가능한 지상 지원 장비의 개

수를 감소시킨다. 전형적으로, 그러한 지상 지원 장비 카트는 주문형으로 설계된다 - 이들은 단지 하나의 유형 또는 분류의 항공기에 그러한 서비스를 제공한다. 따라서, 상이한 카트는 각각의 상이한 유형의 항공기를 위해 제공되어야 한다. 또한 전형적으로, 그러한 카트 상에 장착된 공기 조화 구성요소는 너무 부피가 커서, 카트의 전체 영역을 차지하므로, 공간이 있는 곳마다 전력 변환 및 다른 구성요소를 삽입할 필요가 있고, 이를 통해 그러한 카트-장착된 구성요소를 서비스하거나 대체하는 것을 매우 어렵게 한다.

[0098] 본 발명은 범용 항공기 지상 지원 장비 카트에서 구현된다 - 전체적으로 단지 한가지 유형 또는 분류보다는 다양한 유형 및 분류의 항공기의 변화된 요구를 서비스하도록 설계된다는 관점에서. 이러한 지상 지원 장비 카트는 또한 모듈러 방식이다 - 그 구성요소는 서비스 또는 교환을 위해 카트로부터 쉽게 분리되거나 제거될 수 있는 직사각형 모듈이다. 모듈은 또한 카트와 독립적으로 사용될 수 있고, 특정 유형의 항공기에 필요하지 않은 모듈은 매우 융통성있는 방식으로 대기 상태로 어디서든지 쉽게 제거되고 사용될 수 있다. 그러한 카트(10) 및 여러 개의 모듈 - 전력 생성 모듈(14), 전력 변환 모듈(20), 및 이중 공기 조화 모듈(400)(또한 PAO 액체 냉각을 제공) -은 도 1 내지 3에서 간략화된 형태로 도시된다(이들 구성요소에 대한 더 많은 상세한 도면은 본 출원 및 또한 위에 언급된 관련 출원에 포함된다).

[0099] 사용 중에, 카트(10)는 적합한 트랙터 또는 트럭(미도시)에 의해 항공기(미도시) 근처에 장착되거나 항공기에 견인된다. 조작자는 이중 공기 조화 모듈(400)로부터 공기 조화 플리넘 또는 공기 덕트(26)를 항공기 상의 냉각된 공기 입력 포트(미도시)에 연결시킨다. 그리고 만약 항공기가 액체 냉각제 공급부를 요구하는 항공 전자장비 또는 다른 전자 구성요소를 갖는다면, 조작자는 또한 공기 조화 모듈(400)로부터 한 쌍의 PAO 액체냉각제 도관(28)을 항공기 상의 한 쌍의 PAO 포트에 연결시킨다. 그런 후에, 조작자는 전력 변환 모듈(20) 상의 전력 출력 포트 또는 소켓(도 1 내지 3에서는 미도시)을 항공기 상의 매칭 포트 또는 케이블에 연결시키기 위해 적합한 전력 케이블(미도시)을 사용한다. 상이한 유형의 항공기의 다양한 요구를 제공하기 위해, 카트(10)의 2개의 전력 변환 모듈(20), 즉 115V, 400Hz AC 전력 출력 포트 및 또한 개별적인 270 V DC 전력 출력 포트 양쪽 모두를 갖는 제 1 모듈(20), 및 28 V DC 전력 출력 포트를 갖는 제 2 모듈(1308)(도 13)만큼 있을 수 있다(이들 모듈(20 또는 1308) 중 하나 또는 다른 하나는 카트(10)로부터 제거될 수 있다).

[0100] 다음으로, 도 13을 참조하면, 조작자는 디스플레이 스크린(24)을 갖는 제어 모듈(22)의 전면 패널 상의 "시작" 푸시버튼(1316)을 누르고, 그런 후에 이러한 디스플레이 스크린(24)은 도 21에 도시된 것과 같은 메인 메뉴를 디스플레이한다. 항공기가 T-50 골든 이글이면, 조작자는 이러한 메뉴(도 21) 상의 라벨 "T-50 골든 이글"에 인접한 4개의 푸시버튼 중 하나(1304)를 누르고, 그런 후에, 조작자는 그 다음에 나타나는 "T-50" 메뉴(도 23) 상의 라벨 "시작"에 인접한 4개의 푸시버튼 중 하나(1302)를 누른다. 응답시, 모든 모듈은, 적절한 압력 및 부피의 공기의 공기 조화, 적절한 유형, 전압 및 주파수의 전력, 및 액체 냉각제(필요시)로 이러한 특정한 유형의 항공기를 서비스하기 위해 필요한 만큼 자동으로 재구성한다. 조작자가 잘못된 유형의 항공기를 선택하면, 압력 및 공기 흐름 측정은 이것을 검출하고 시스템을 중지시킬 수 있어서, 에러를 신호 발신(signal)하기 위해 채색된 상태 광(1318)을 조명하고 제어 패널(24) 상의 적절한 에러 메시지를 조작자에게 디스플레이한다. 시스템은, 조작자가 제어부(22)의 전면 상의 "중지" 푸시버튼(1318), 또는 디스플레이 스크린(24) 메뉴 중 하나 상에 라벨 "중지"에 인접한 푸시버튼(1302 또는 1304)을 누를 때 정지된다.

[0101] 범용 항공기 지상 지원 장비 카트는 크게 변하는 공기 조화 및 액체 냉각 및 전력 지원 요구를 갖는 상이한 많은 유형 및 분류의 항공기의 요구를 위한 융통성있는 지원을 제공하도록 설계된다. 본 발명은 냉각된 공기 및 냉각된 액체의 상이한 압력 및 부피를 상이한 항공기에 제공할 수 있고, 상이한 유형 및 양의 전력을 상이한 항공기에 제공할 수 있다. 본 발명은 또한, 항공기 서비스 인원이 서비스받을 항공기의 유형을 간단히 선택하고 특정 유형의 항공기를 위한 지원을 최적화하도록 자동으로 구성된 카트 상의 다양한 장비를 가질 수 있는 간략하고 통합된 제어 패널을 제공한다.

[0102] 모듈러 항공기 지상 지원 장비 카트는, 카트에 의해 제공된 상이한 지원 시스템 각각이 쉽게 제거되고, 서비스되고, 대체될 수 있고 카트 및 다른 모듈러 구성요소로부터 개별적으로 독립형으로 사용되는 단단하고 콤팩트한, 선택적으로 EMI 차폐된 직사각형 모듈에 한정된다.

[0103] 카트(10)에서, 예를 들어, 2-스테이지의 공기 조화 모듈(400)은 액체 PAO 냉각 시스템을 포함하는, 카트(10)의 모든 공기 조화 구성요소를 포함한다. 전력 변환기 모듈(20)은 270 V D.C. 공급부 및 115 V 400Hz A.C. 공급부를 포함하는, 카트(10)의 전력 변환 구성요소를 포함하고; 모듈(20)은 28 V D.C. 공급부를 포함하는 다른 모듈(1308)(도 13)로 대체되거나 보충될 수 있어서, 상이한 유형 및 분류의 항공기의 특별한 요구에 따라 최대 3가지의 상이한 유형의 전력 변환을 제공한다.

- [0104] 전원 모듈(14)은, 카트가 360 내지 500 V, 50 또는 60 사이클 A.C.로 편리하게 설치(hooked)될 수 없을 때 60 사이클, 3-상, 460 V 전력을 생성하기 위한 발전기, 및 디젤 엔진을 포함하고, 3상 공급은 로컬 전력망에 의해 제공된다. 전원 모듈(14)은 카트(10)의 일단부에 한정되고, 도 2에 도시된 바와 같이 카트(10)로부터 탈착될 수 있다.
- [0105] 이들 모듈(14, 20, 400, 및 1308) 중 임의의 모듈 또는 모든 모듈은 선택적으로 내부 변압기(미도시)가 설치될 수 있고, 이러한 내부 변압기는 인입하는 고전압 전력을 50-또는 60- Hz에서 120 V 또는 240 V로 변압하고, 전력을 핸드 툴(hand tools) 및 휴대용 조명 장비 등에 제공하는데 사용될 수 있는 표준 기상 보호된 콘센트(미도시)에 이러한 낮은 전력을 공급하면서, 지상 장애 보호는 또한 이들 장비에 제공된다.
- [0106] 도 13에 도시된 바와 같이, 제어 모듈(22)은 전력 변환기 모듈(20) 위의 카트(10) 상에 장착된다. 제어 모듈(22)은 전면 패널 상에 한 쌍의 시작 및 정지 푸쉬버튼(1316 및 1318), 채색된 상태 광(1314), 및 디스플레이 스크린(24)을 갖는 디스플레이 스크린(24)은 디스플레이 스크린(24)의 좌측 및 우측에 인접하게 위치한 4개의 푸쉬버튼의 세트(1302 및 1304)를 갖는다. 턴 온될 때, 디스플레이 스크린(24)은 도 21에 도시된 메인 메뉴 디스플레이를 제공하고, 이러한 메인 메뉴 디스플레이는 항공기 유지보수 인원이 인접한 푸쉬버튼(1302 및 1304) 중 하나를 누름으로써 서비스될 항공기 유형을 선택하도록 한다. 도 25에 도시된 유지보수 메뉴 디스플레이는, 서비스 인원이 공기 조화 상태 및 PAO 모듈(400), 전력 변환기 모듈(20 및 1308), 및 전원 모듈(14)을 보고 (몇몇 경우에) 변경하도록 한다. 도 13에 개략적으로 도시된 바와 같이, 모든 모듈(14, 20, 22, 400 및 1308)은 카트(10) 상에 설치될 때 네트워크(1312)에 의해 함께 자동으로 네트워킹된다. 더욱이, 각 모듈(14, 20, 22, 400, 1308)은 푸쉬버튼(1302 및 1304)의 누름을 대체하는 도 20 내지 28에 도시된 메뉴 상의 마우스 클릭을 통해, 모든 모듈을 위한 제어 모듈 및 디스플레이의 역할을 할 수 있는 외부 휴대용 컴퓨터(미도시)에 연결될 수 있는 네트워크 잭(미도시)이 설치된다.
- [0107] 카트(10)는 선택적으로 2개의 바퀴 및 차축의 트럭 조립체(18 및 19) 상에 장착된다. 전력 생성 모듈(14)과 2-스테이지 공기 조화 모듈(400) 사이의 카트(10) 상의 공간에서, 전력 변환기 모듈(20 및 1308)의 하나 또는 양쪽 모두는 도 2 및 3에 도시된 바와 같이, 카트(10)에 슬라이딩되고 이에 부착될 수 있다. (양쪽 모두 설치되면, 이들은 도시된 바와 같이 카트의 대향 측부상에 있을 수 있거나, 포개져 설치될 수 있다.)
- [0108] 전력 생성 모듈(14)이 특정 항공기 지원 작업을 위해 요구되지 않으면, 모듈(14) 및 모듈(14) 아래의 바퀴 및 차축 트럭 조립체(19)는 도 2에 도시된 바와 같이 카트(10)의 나머지 부분으로부터 완전히 탈착될 수 있고, 60 Hz, 460 V의 3-상의 휴대용 전원이 요구될 때마다 어디서든지 완전히 개별적으로 사용되도록 제거될 수 있다. 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 전력 변환기 모듈(20 및 1308)은 이들 모듈(20 및 1308) 및 그 내부 전기 및 전자 구성요소의 서비스를 위해 편리한 접근을 서비스 인원에게 제공하기 위해 트랙 상에서 슬라이딩되어 빼내어지고 적소에 록킹(locked)될 수 있다. 이들은 또한 독립형 전원 변환기로서 어디서든지 수리 또는 이용을 위해 제거될 수 있거나, 상이한 항공기에 서비스하기 위해 필요할 때 상이한 전압 및 주파수를 생성하는 상이한 전력 변환기 모듈로 대체될 수 있다.
- [0109] B. 2-스테이지 공기 조화 및 PAO 액체 냉각 시스템
- [0110] 아래에 설명되는 2-스테이지 공기 조화 시스템 및 PAO 액체 냉각 시스템은 많은 가치 있는 속성을 갖는다. 특히, 냉매 시스템(도 15 및 아래에 제공된 첨부되는 설명된 재료를 참조)의 내부 부피를 최소화함으로써 시스템 및 고유하게 낮은 냉매 시스템 충전의 모든 양상에 걸쳐 가해지는 밀접한 제어로 인해, 종래의 항공기 지상 지원 장비의 에어컨을 시동하는데 요구되는 수 분보다는, 30-초의 에어컨 시동을 달성할 수 있다. 디지털 제어 알고리즘이 비정상적인 상태에 맞추기 위해 프로세서(1900)에 의해 동적으로 변할 수 있기 때문에, 에어컨은, 많은 센서 및 제어기가 제어 안내(guidance)를 제공하기 위해 실제 센서 판독 대신에 상태를 예측하기 위해 의존될 수 있는 과거 동작의 기억에 기초하여 작동하지 않는 경우조차 여전히 동작할 수 있다. 그리고 설명되는 바와 같이, 조작자는 어떤 유형 또는 분류의 항공기가 서비스될 것인지를 메뉴(도 18) 상에 나타낸다. 에어컨이 최종 송풍기 속도보다 더 느린 송풍기 속도로 초기에 시동될 때, 온도, 압력, 및 전력 소모 측정 센서에 의해 포착된 압력 및 공기 흐름 측정이 항공기의 유형 또는 분류의 선택에 대응하면, 에어컨은 정지될 수 있고, 잘못된 유형의 항공기가 가장 가능성있게 선택된다는 적절한 경고 메시지를 조작자에게 제공할 수 있다. 시스템의 속성의 다른 예는 아래에 설명된다. 개선된 사용자 인터페이스는, 시작 및 중지 버튼 및 채색된 램프가 이용가능성을 개선시키기 위해 디스플레이에 추가되고 메뉴가 이에 따라 조정되는 경우, 본 출원에 대한 첨부에 제공된다.
- [0111] 이제 도 4 내지 도 12를 참조하면, 2-스테이지 공기 조화 모듈(400)의 내부 기계 및 유체 흐름 경로 세부사항이

도시된다. 모듈(400)은 2개의 공기 조화 스테이지 - 사전-냉각 에어컨(520)(도 5 및 6에 도시됨) 및 사후-냉각 에어컨(522)(도 5 및 7에 도시됨)를 포함한다. 2개의 에어컨(520 및 522)을 통해 경로(500)를 따르는 공기 흐름은 도 5에 설명된다. 2개의 에어컨(50 및 522) 스테이지를 통하는 냉각제 흐름은 도 6(사전-냉각 에어컨(520)) 및 도 7(사후-냉각 에어컨(522))에 도시된다. 사전-냉각 에어컨(520)은 PAO 액체 냉각 시스템(700)과 연관된다. 도 8은 이러한 PAO 액체 냉각 시스템(700)을 통해 시스템(700)과 항공기(823) 내의 항공 전자장비(825) 사이에서의 항공 전자장비 액체 냉각제 흐름을 도시한다. 에어컨의 플레이트 핀 증발기 어레이의 기계적 세부사항은 도 9 및 10에 도시되고, 각 에어컨의 마이크로-채널 응축기 코일의 기계적 세부사항은 도 11 및 12에 도시된다.

[0112] 도 4는 후방 측부(402)에서 보여진 2-스테이지 공기 조화 모듈(400)의 사시도를 도시하며, 여기서 공기 조화된 공기를 항공기(미도시)에 전달하는 공기 덕트(26)는 우측으로 연장된 것으로 도시된다(도 1 및 2에서, 공기 덕트(26)는 좌측으로 연장한다). 이에 따라 측부(402)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 이들 모듈(400, 20, 22, 1308)이 모두 카트(10) 상에 장착될 때 전력 변환기 모듈(20 및 1308) 및 제어 모듈(22)에 인접하지 않은 모듈(400)의 측부이다. 따라서, 모듈(400)의 후방 측부(402)는 모듈(400)을 서비스하기 위해 항상 접근가능하고, 다른 모듈의 존재에 의해 차단되지 않는다.

[0113] 힌지형(hinged) 루버(louvered) 도어(404)는 모듈(400)의 후방 측부(402)(도 4)로부터 선회되어 열린 것으로 도시되고, 이러한 도어는 서비스 및 유지보수 절차를 위해 모듈(400) 내에 모든 공기 조화 및 PAO 구성요소로의 자유로운 접근을 서비스 인원에게 제공하지만, 동작 동안 개방 상태로 남겨지지 않는다. 제 2 힌지형 루버 도어(408)는 모듈(400)의 상부측으로부터 위로 선회되어 열린 것으로 도시된다. 이러한 도어(408)는 모듈(400)의 상부 근처에 장착되는 PAO 시스템(700) 구성요소로의 접근을 서비스 인원에게 제공한다.

[0114] 2개의 루버 도어(404 및 408) 각각은 한 쌍의 얇은 마이크로채널 에어컨 응축기 코일(406 및 410)을 지지하고, 상기 코일에 대한 세부사항은 도 11 및 12(아래에 논의됨)에 도시된다. 각 쌍의 2개의 응축기 코일(406 및 410)은 공기 조화 모듈(400) 내에 장착된 2개의 에어컨(520 및 522) 스테이지 중 각 하나와 연관된다. 2-속도 응축기 팬(414)은 공기 조화 모듈(400)의 일측부(416)- 공기 덕트(26)에 의해 항공기에 연결되지 않는 측부 -에서 팬 입구(fan portal)(418)로부터 공기를 배출한다. 도어(404 및 408) 양쪽 모두가 닫힐 때, 응축기 팬(414)은 마이크로채널 응축기 코일(406 및 410) 쌍의 양쪽 모두를 통해 공기를 흡입하여, 2개의 응축기 코일(406 및 410) 내에 냉매를 냉각시킨다. 팬(414)은, 디스플레이 스크린(24)을 보거나 공기 덕트(26) 또는 PAO 액체 냉각제 도관(28)을 연결시키는 서비스 인원이 통상적으로 서있는 곳으로부터 카트(10)의 측부(416) 상의 팬 입구(418) 밖으로 2개의 응축기 코일(406 및 410)을 통해 통로에 의해 가열된 공기를 배출한다. 도 15 및 18을 참조하면, 팬(414)은 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 알고리즘으로서 구현되는 제어기(1518)에 의해 생성되는 저속(415) 및 고속(417) 팬 제어 신호를 갖는다. 제어기는 2개의 에어컨(520 및 522)의 적절한 동작을 유지하는데 있어서 프로세서에 도움을 주기 위해 필요할 때 팬(414)을 저속으로부터 고속으로 변화시킴으로써 도 5, 6 및 7에 도시된 주변 온도, 다양한 온도 및 압력 신호에 응답한다. 이것은, 시스템이 정격 용량을 조정하는 다른 방식, 시스템이 낮은 용량, 즉 낮은 주변 상태에서 작동할 때 특히 유용한 방식이다.

[0115] 도 5는 2-스테이지 공기 조화 모듈(400)을 통과할 때 냉각되고, 습기 제거되고, 압축되는 공기에 의해 취해진 공기 경로(500)의 개략도를 도시한다. 501로 도시된 외부 공기는 송풍기(508)에 의해 사전-냉각 에어컨(520)을 통해 흡입되고, 그런 후에 상기 송풍기(508)는 사후-냉각 에어컨(522) 및 공기 덕트(26)를 통해 공기를 추진하고, 공기 덕트(26)로부터 항공기(미도시)에 직접 흐르는 냉각된, 습기 제거된, 가압된 공기의 스트림으로서 빠져나온다.

[0116] 사전-냉각 에어컨(520)은 구성요소로서 제 1 증발기 어레이(504)(도 4 및 5), 및 한 쌍의 마이크로채널 응축기 코일(406)(도 4) 및 모두가 도 6에 함께 도시되는 다른 구성요소(아래에 설명됨)를 포함한다. 사후-냉각 에어컨(522)은 구성요소로서 제 2 증발기 어레이(514)(도 4 및 5), 및 제 2 쌍의 마이크로채널 응축기(410)(도 4) 및 모두가 도 7에 도시되는 다른 구성요소(아래에 설명됨)를 포함한다. 2개의 에어컨(520 및 522)은, 사전-냉각 에어컨(520)이 도 8에 도시된 PAO 액체 냉각제 회로(700)로부터 열을 흡수하는 PAO 열교환기(602)(도 6 및 8)를 포함한다는 점을 제외하고 본질적으로 동일하다.

[0117] 이제 도 4 및 5를 참조하면, 습기 제거되고 냉각되는 공기(501)는 공기 경로(500)를 따라 먼저 공기 필터(502)를 통과하고 그 다음에 공기가 부분적으로 냉각되고 습기 제거되는 경우에, 사전-냉각 에어컨(520)의 플레이트 핀 증발기 어레이(504)를 통해 흐른다. 다음으로 공기는 좁아지는 플리넘(505)(도 4)을 통해 흐르고, 그런 후에 증가된 압력으로 공기를 앞쪽으로 추진하는 송풍기(508)로 전방으로 흐른다. 다음으로 공기는 엘보우(elbow)(512)(도 4)를 통해 방향 전환하기 전에 송풍기(508)로부터 나오는 속도 압력을 정적 압력(정적 회복)으

로 변환하도록 설계된 출구 콘(cone)(510)(도 4)을 통과한다. 그런 후에, 공기는, 공기가 사전-냉각 에어컨(522)의 플레이트 핀 증발기 어레이(514)의 모든 부분을 통해 균일하게 통과하도록, 공기를 살포하는 배플(baffle) 플레이트를 포함하는 팽창 챔버 또는 공기 튜넬(513)(도 10)로 흐른다. 그런 후에, 추가로 냉각되고 습기 제거된 공기는 좁아지는 폴리넘(516)(도 4, 9 및 10) 및 순환 커플링(circular coupling)(518)(도 4, 9, 및 10)을 통해 공기 덕트(26)(도 1, 4 및 5) 밖으로 그리고 항공기(미도시)의 내부로 전방으로 흐른다.

[0118] 송풍기(508)는 가변-속도 전기 모터(506)에 의해 구동되고, 상기 모터의 속도는 모터(506)의 인입 전력의 주파수에 의해 제어된다. 전압-주파수 변환기(525)는 직렬 디지털 제어 신호(1706)를 수용하고, 이러한 신호(1706)는 모터(506)의 주파수를 규정하고, 에어컨 및 PAO 프로세서(1900)(실시간 프로세스 제어 컴퓨터 시스템- 도 19 참조)에 의해 공급된다. 변환기(525)는 출력 압력{압력 센서(526)에 의해 측정됨}을 감시하는 제어 알고리즘에 기초하여 제어 신호(1706)에 의해 호출된 주파수에 따라 모터(506)에 대한 입력 전력의 주파수를 위아래로 변경 시킴으로써 그러한 신호(1706)에 응답한다. 프로세서(1900)는, 항공기(미도시)에 냉각된 공기를 공급하는 공기 덕트(26) 및 링(518) 내의 압력을 측정하는 압력 센서(526)로부터 0-10 V 압력 측정 신호를 수신한다. 도 5 및 15를 참조하면, 프로세서(1900)는 압력 센서(526)에 의해 판독된 압력을, 한 가지 유형 및 분류의 항공기로부터 다음 항공기로 변할 수 있는 바람직한 셋포인트 압력과 비교하고, 그런 후에 특정 유형 또는 분류의 항공기를 냉각시키는데 요구되는 적절한 압력에서 또는 이러한 압력에 가깝게 공기 덕트(26) 내에 압력을 유지시키는 설정으로 송풍기(508)의 속도를 조정하도록 제어 신호(1706)를 조정한다.

[0119] 도 15에서, 제어기(1514)가 상징적으로 도시되는데, 이러한 제어기(1514)는 셋포인트 압력(Psp)을 압력 센서(526)에 의해 측정된 공기 덕트 압력과 비교하고, 그런 후에 송풍기(508) 속도를 제어하는 신호(1706)를 생성한다. 제어기(1514)는 실제로 프로세서(1900) 내에서 디지털 방식으로 구현된다. 제어기(1514)는 일반적으로 시간에 따라 압력 에러를 0을 향해 구동시키기 위해 압력 에러 및 통합 구성요소를 최소화하도록 비례 구성요소를 갖는다. 도 21에 도시된 선택 메뉴와 관련하여 아래에 설명된 항공기 선택 프로세스는, 상이한 유형 및 분류의 항공기의 특정 요구 및 요건에 도 15에 도시된 에어컨 및 PAO 제어기를 맞추기 위해 압력 셋포인트(Psp) 값 및 다른 온도 셋포인트(Tsp) 값(아래에 설명됨)을 변경할 수 있다. 디스플레이 스크린(24)(도 13)에 인접한 푸쉬버튼들 중 하나(1304)가 눌러져서 예를 들어 T-50 글든 이글(도 21 참조)을 서비스하기 위해 카트(10) 상의 모듈을 프로그래밍할 때, 그러한 항공기를 위한 최적의 온도(Tsp) 및 압력(Psp) 셋포인트는 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)에 의해 선택되고, 셋포인트(1317)(도 13)의 메모리에 위치된다.

[0120] 아래에 설명되는 도 17은 송풍기(508) 제어 알고리즘의 다른 양상을 약간 더 구체적으로 설명한다.

[0121] 차분 압력 센서(528, 530, 532, 534)는, 프로세서(1900)가 다양한 공기 조화 시스템 구성요소 양단의 압력 강하를 감시하도록 한다. 이들 압력 판독치는 프로세서(1900)에 의해 수집되고, 데이터 로그(1319)(도 13)에 저장되고, 유지보수 목적을 위해 나중에 사용된다. 예를 들어, 여분의 압력은, 곧 공기 필터(502)를 세척하거나 대체할 시간이 되는 차분 압력 센서(528)에 의해 측정된 공기 필터(502) 양단에 강해진다. 여분의 압력은 너무 냉각되게 작용하는 증발기 어레이 또는 세척을 요구하는 클로깅된(clogged) 증발기 어레이의 결빙을 신호 발신할 수 있는 차분 압력 센서(530 및 534)에 의해 측정된 증발기 어레이(504 또는 514) 양단에 강해진다. 송풍기(508) 양단의 압력 강화되는 신호(1706) 주파수 값 또한 송풍기(508)에 인가된 전력{도 18에 모두 도시된 전압 센서(1720) 및 전류 센서(1722)에 의해 측정됨}과 비교될 때 송풍기 및 모터의 상태, 및 서비스가 필요한 지의 여부를 나타낼 수 있다. 이러한 정보는 프로세서(1900)의 데이터 로그(1319)(도 13)에 저장된다.

[0122] 압력 센서(536)(도 5를 참조)는 프로세서(1900)에 의해 데이터 로그(1319)에 리코딩된 외부 공기 압력을 감시한다. 압력 센서(543)(도 5)는 공기 폴리넘 내의 공기 압력, 또한 프로세서(1900)에 의해 데이터 로그(1319)에 리코딩될 수 있는 압력인, 송풍기(508)에 의해 생성된 외부 공기 압력을 감시한다. RTD(Resistor Temperature Device) 온도 센서(538, 540, 542, 및 544)는 공기가 2개의 증발기 어레이(504 및 514)를 통과하기 전후에 공기 온도를 감시한다. 이들 온도 측정치는 프로세서(1900)에 공급되고, 이러한 프로세서(1900)는 이들을 데이터 로그(1319)에 리코딩하고, 예측적인 유지보수를 위해 이들을 사용할 수 있다. 선택으로서, 이들 온도 및 압력의 일부 또는 전부는 도 15에 도시된 바와 같이, 2개의 에어컨 각각에 의해 생성되는 냉각의 양을 조정하는데 사용될 수 있다.

[0123] 도 6 및 도 7은 사전-냉각 에어컨(520)과 사후-냉각 에어컨(522)의 상세한 개략도를 도시한다. 본 발명의 일실시예에서, 이들 에어컨(520 및 522)의 구조에 사용된 냉매 튜브는 ACR 구리 튜브이며, 브레이징 접합부(brazed joints) 및 많은 스위팅 부속품(sweated fittings)이 냉매 흐름의 굴곡진 경로를 달성하는데 사용된다. 다른 실시예에서, 알루미늄 튜브는 구리 튜브 대신에 사용된다. 그런 후에 튜브 벤더(bender)는 많은 스위팅 접합부 대

신에 사용되고, 이것은 각 시스템 사에 사용된 부품의 수를 감소시키고, 비용을 더 감소시킨다. 알루미늄의 큰 특징은, 알루미늄이 구리의 약 70% 미만의 중량을 갖고 비용이 대략 1/3이기 때문에, 구리에 비교할 때 시스템을 매우 경량화되게 하고 비용을 감소시킨다는 것이다. 더욱이, 플레어형 부속품(flared fittings)의 사용은 또한, 조립 기술자가 구리 납땜 분야의 숙련자를 기다리는 것 대신에 단지 렌치(wrench)를 돌리는데 필요한 사전-제작 길이 및 튜브 구성으로 조립이 발생하도록 한다. 이것은 현장 수리를 이전보다 훨씬 더 빠르게 한다.

[0124] 도 6은 사전-냉각 에어컨(520)의 개략도를 도시한다. 도 6을 참조하면, 컴프레서(601)는 냉매를 압축하고, 이를 경로(604)를 따라 응축기 코일 쌍 중 하나(406)로 보내고, 여기서 냉매는 전술한 바와 같이 응축기 팬(414)의 힘을 받아 공기 조화 모듈(400)을 통해 흐르는 공기에 의해 냉각되고, 여기서 냉매는 냉각되고 액화된다. 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)(도 19)는 제 1 온/오프 사전-냉각 차단 신호를 솔레노이드 밸브(603) 및 신호(1702) 상의 온/오프 사전-냉각 컴프레서로 송신하고, 신호(1702)는 사전-냉각 컴프레서(520)를 턴 온 및 오프 할 수 있고(도 18 및 19를 참조), 솔레노이드 밸브(603)를 차단함으로써 컴프레서(601)를 중단시키고 냉매 이주로부터 컴프레서(601)를 격리시킴으로써 사전-냉각 에어컨(520)을 정지시킬 수 있다. 그런 후에 정지 알고리즘은 컴프레서(601)로 돌아가는 냉매 이주를 추가로 방지하기 위해 모든 냉매 밸브(620, 638, 및 632)(도 6)를 차단할 것이다.

[0125] 냉각 및 액화된 냉매는 도 4에 614로 도시된 바와 같이, 다음으로 경로(612)에 걸쳐 충전 밸브(608), 필터 드라이어(606), 및 시창 유리(sight glass)(610)를 지나 공기 조화 모듈(400)의 바로 그 바닥에 장착되는 브레이징 플레이트 열 교환기(614)(도 4 및 6)로 흐른다. 브레이징 플레이트 열 교환기(614)는 그 설계에서 다목적성을 갖는다: 컴프레서(601)(증기를 펌핑하도록 설계되는)에 대한 손상을 방지하기 위해 컴프레서(601)와 증발기 어레이(504) 사이의 흡입 라인에 있을 수 있는 임의의 여분의 액체 냉매, 및 임의의 여분의 오일을 수집하는 액체 냉매 축적기의 역할을 한다. 브레이징 플레이트 열 교환기(614)는, 또한 경로(628 및 630)를 따라 흐르고 컴프레서(601)에 들어가는 팽창된 가스가 라인(612 및 618) 및 브레이징 플레이트 열 교환기(614)에서의 액체 냉매로부터 열을 흡수하도록 함으로써 액체 냉매를 하위 냉각하는 액체 흡입 라인 하위-냉각기의 역할을 한다. 브레이징 플레이트 열 교환기(614)의 액체 라인 측부는 냉매 수용기의 역할을 하여, 시스템의 응축기 측 상의 여분의 냉매 충전물을 축적한다. 브레이징 플레이트 열 교환기(614)는 높은 부하 상태에서 냉각 시스템의 용량 및 효율을 증가시킨다. 마지막으로, 브레이징 플레이트 열 교환기는 흡입 라인 과열을 제어하는데 사용되어, 증발기들이 완전히 가득 차 있도록(flooded) 한다. 증발기들을 가득 차게 하는 것은, 증발기들로부터 높은 냉각 용량을 허용할 뿐 아니라 증발기 용량을 증가시키면서, 증발기에 서리가 끼는 것을(forsting) 피하는데 도움을 주는 더 높은 냉매 온도를 유지하도록 한다.

[0126] 경로(618)는 프로세서(1900)에 의해 생성된 0-10 V 신호에 의해 제어되는 전자 제어된 팽창 밸브(620)로 냉각되지만 여전히 액화된 냉매를 전도한다. 액체 냉매는 팽창 밸브(620)를 통해 냉매 회로의 저압의 냉각 측으로 흐르고, 여기서 액체는 증발하고 주변으로부터 열을 흡수하기 시작한다. 이러한 끓는 액체는 먼저 PAO 열 교환기(602)를 통과하고, 이러한 PAO 열교환기(602)에서, 라인(622) 안으로 그리고 라인(624) 밖으로 흐르는 액체 PAO 유체를 냉각시키고, 이들 라인은 PAO유체 회로(도 8에 700으로 도시됨)로 안내된다(lead). 끓는 냉매는 경로(626)에 걸쳐 전방으로 도 9에 도시된 증발기 어레이(514)와 본질적으로 동일한 플레이트 핀 증발기 어레이(504)로 흐르고, 이러한 증발기 어레이(504)에서, 냉매는 외부 공기로부터 공기 필터(502) 및 플레이트 핀 증발기 어레이(504)를 통해 송풍기(508)로 501(도 5)에서 모듈(400)에 흡입되는 공기를 냉각시킨다. 기체 냉매는 플레이트 핀 증발기 어레이(504)를 떠나, 브레이징 플레이트 열 교환기(614)를 통해 되돌아가는 경로(628)를 따라 컴프레서(601)로 되돌아가는 경로(630)에 걸쳐 흐르고, 상기 컴프레서(601)에서, 다시 한번 압축되고, 압축될 응축기 코일 쌍(406)에 공급되어, 이러한 증기 압축 사이클을 통해 냉매의 통과를 완료한다.

[0127] 조합된 온도 및 압력 트랜스듀서는 이러한 회로 전체에서 냉매의 상태를 감시한다. RTD(Resistor Temperature Device) 온도 및 압력 트랜스듀서(607)는, 액체 냉매가 응축기 코일(406)를 떠나 브레이징 플레이트 열 교환기(614)에 들어갈 때 액체 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 제 2 RTD 온도 및 압력 트랜스듀서(616)는, 액체 냉매가 경로(618)에 걸쳐 브레이징 플레이트 열 교환기(614)를 떠나 팽창 밸브(620)를 통해 흐를 때 액체 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 다른 온도 및 압력 트랜스듀서(634)는 플레이트 핀 증발기 어레이(504)로부터 흐르는 기체 냉각된 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 한 쌍의 온도 및 압력 트랜스듀서(609 및 611)는, 컴프레서(601)에 들어가도 또한 컴프레서(601)를 떠나는 기체 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 이들 트랜스듀서(607, 616, 634, 609, 611) 모두에 의해 생성된 냉매 온도 및 압력 관독치 및 또한 RTD 공기 온도 트랜스듀서(540)에 의해 측정된 사전-냉각 응축기 공기 출력 온도는, 이들 온도 및 압력이 데이터 로그(1319)(도 13)에 저장될 수 있는 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)(도 19 참조)에 공급된다.

- [0128] RTD 온도 트랜스듀서(609, 616, 634)에 의해 측정된 냉매 온도 및 사전-냉각 에어컨 출력 RTD 온도 트랜스듀서(540)에 의해 측정된 공기 온도는 또한 도 15에 도시된 바와 같이, 에어컨 제어 목적을 위해 사용된다.
- [0129] RTD 온도 트랜스듀서(540)에 의해 측정된 사전-냉각 에어컨 출력 온도는 에어컨 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 디지털 프로세스 제어 알고리즘으로서 구현되는 제어기(1506)에 의해 셋포인트 온도, 일반적으로 10°C 또는 대략 그 정도의 온도와 비교된다. 원하는 출력 온도가 사용자에게 의해 조정될 때, 이러한 셋포인트 온도는 변경될 수 있다. 이러한 제어기(1506)에는 비례 및 적분 출력 모두가 제공되는데, 이러한 비례 및 적분 출력은 합산되고 전자 배출 가스 우회 밸브(638)(EGBV- 도 6 및 15)를 제어하는데 사용(0-10V 신호로서)되고, 이러한 밸브(638)는 개방되는 정도로, 압축된 고온 가스가 응축기 코일(406) 및 팽창 밸브(620)를 우회하도록 하고, 컴프레서(601)로부터 직접 증발기 어레이(501)로 흐르도록 하여, 이를 통해 증발기 어레이(504) 내에서 온도를 상승시키고 여분의 액체 냉매를 끄게 한다. 프로세서(1900)는, 증발기 어레이(504)가 결빙되게 하지 않도록 사전-냉각 에어컨의 플레이트 핀 증발기 어레이(504)에서의 온도를 빙점에 또는 빙점 바로 위로 유지시키기 위해 이러한 EGB 밸브(638)를 계속해서 조정한다.
- [0130] PAO 열교환기(602) 및 플레이트 핀 증발기 어레이(504)의 입구인, 전자 팽창 밸브(EEV)(608)의 출구에서 냉매 온도(RTD 트랜스듀서(616)에 의해 측정됨)는 또한 에어컨 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 디지털 프로세스 제어 알고리즘으로서 구현되는 다른 제어기(1502)(도 15)에 공급된다. 이러한 제어기(1502)에는 또한 비례 및 적분 출력 모두가 주어지는데, 이러한 비례 및 적분 출력은 가산되고, 전자 증발기 어레이 압력 조절기 밸브(EPR)(632)(도 6 및 15)를 제어하는데 사용(0-10 V 신호로서)되고, 이러한 밸브는, 얼마나 많은 냉각된, 팽창된 기체 냉매가 컴프레서(601)에 들어가도록 허용되는지를 제어한다. 이러한 방식으로, 증발기 어레이(504) 및 PAO 액체 열 교환기(602)로의 입력에서의 온도는 셋포인트 값(Tsp)으로 제어되고 유지되며, 이러한 셋포인트 값은 제어기(1502)(도 15)에 공급된다. 이러한 셋포인트는 일반적으로 1°C로 유지된다. 원하는 유닛 출력 온도가 사용자에게 의해 조정될 때, 이러한 셋포인트는 변경될 수 있다. 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)는 이러한 셋포인트 값 뿐 아니라 다른 유사한 온도 및 압력 셋포인트 값을 셋포인트를 위한 메모리(1317)(도 13)에 유지시키고, 이러한 메모리에서, 이들 값은 상이한 유형 및 분류의 항공기가 서비스되고 있을 때 종종 변경될 수 있다.
- [0131] PAO 열 교환기(602) 및 플레이트 핀 증발기 어레이(504)로의 입구인, 전자 팽창 밸브(EEV)(608)의 출구에서의 냉매 온도(RTD 트랜스듀서(616)에 의해 측정됨)는 에어컨 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 디지털 프로세스 제어 알고리즘으로서 또한 구현되는 다른 제어기(1504)에 의해 플레이트 핀 증발기 어레이(504)의 출구에서의 냉매 온도(트랜스듀서(634))와 비교된다. 이러한 제어기(1504)는 초기에 비례 및 적분 출력 모두가 주어질 수 있고, 이러한 비례 및 적분 출력은 합산되고, 전자 팽창 밸브(EEV)(608)(도 6 및 15)를 제어하는데 사용(0-10 V 신호)되며, 상기 밸브는 전체 증발기 어레이(504)가 어느 정도까지 완전히 잠기거나 냉각 프로세스에 참여하는 지를 제어한다. 그러나, 실험은, 제어기(1504)가 비선형 방식으로 프로그래밍되어야 한다는 것을 보여주었고, 제어 파라미터는 실험에 의해 경험적으로 성립되고, 간단한 비례 및 적분 제어기로부터 약간 변한다. EEV(608)는 플레이트 핀 증발기 어레이(504) 양단의 최대 온도 강하에 의해 표시된 바와 같이, 증발기 어레이의 효과적인 냉각 영역을 최대화하도록 조정된다. 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)는 제어기(1504) 뿐 아니라 다른 제어기(1502 및 1506)를 위한 상이한 제어 알고리즘을 셋포인트(1315)(도 13)의 메모리에 유지시켜, 상이한 제어 알고리즘 및 전략은 서비스되는 상이한 유형 및 분류의 항공기를 위해 선택되고 구현될 수 있다.
- [0132] 도 7은 사후-냉각 에어컨(522)의 개략도를 도시한다. 도 7을 참조하면, 컴프레서(702)는 냉매를 압축하고, 이를 경로(704)를 따라 응축기 코일 쌍 중 하나(410)로 보내는데, 응축기 코일(410)에서, 냉매는, 냉매가 냉각되고 액화되는 전술한 응축기 팬(414)의 힘을 받아 공기 조화 모듈(400)을 통해 흐르는 공기에 의해 냉각된다. 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)(도 19)는 제 1 온/오프 사전-냉각 차단 신호를 솔레노이드 밸브(703)로 보내고, 온/오프 사전-냉각 컴프레서는 신호(1704)를 송신하는데, 신호(1704)는 사후-냉각 컴프레서(522)를 턴 온 및 오프할 수 있고(도 18 및 19를 참조), 컴프레서(702)를 중단시키고 솔레노이드 밸브(703)를 차단함으로써 냉매 이주로부터 컴프레서(702)를 격리시킴으로써 사후-냉각 에어컨(522)을 정지시킬 수 있다. 그런 후에 정지 알고리즘은 컴프레서(702)로 돌아가는 냉매 이주를 추가로 방지하기 위해 모든 냉매 밸브(720, 738, 및 732)(도 7)를 차단할 것이다.
- [0133] 냉각된 및 액화된 냉매는 도 4에 714로 도시된 바와 같이, 다음으로 경로(712)에 걸쳐 충전 밸브(708), 필터 드라이어(706), 및 시창 유리(710)를 지나 공기 조화 모듈(400)의 바로 그 바닥에 장착되는 브레이징 플레이트 열교환기(714)(도 4 및 7)로 흐른다. 브레이징 플레이트 열교환기(714)는 그 설계에서 다목적용을 갖는다: 컴프레서(702)(증기를 펌핑하도록 설계되는)에 대한 손상을 방지하기 위해 컴프레서(702)와 증발기 어레이(514) 사이의 흡입 라인에 있을 수 있는 임의의 여분의 액체 냉매 및 임의의 여분의 오일을 수집하는 액체 냉매 축적기의

역할을 한다. 브레이징 플레이트 열 교환기(714)는, 또한 경로(728 및 730)를 따라 흐르고 컴프레서(702)에 들어가는 팽창된 가스가 라인(712 및 718) 및 브레이징 플레이트 열 교환기(714)에서의 액체 냉매로부터 열을 흡수하도록 함으로써 액체 냉매를 하위 냉각하는 액체 흡입 라인 하위-냉각기의 역할을 한다. 브레이징 플레이트 열 교환기(714)의 액체 라인 측부는 냉매 수용기의 역할을 하여, 시스템의 응축기 측 상의 여분의 냉매 충전물을 축적한다. 브레이징 플레이트 열 교환기(714)는 높은 부하 상태로 냉각 시스템의 용량 및 효율을 증가시킨다. 마지막으로, 브레이징 플레이트 열 교환기는 흡입 라인 과열을 제어하는데 사용되어, 증발기들이 완전히 가득 차 있도록 한다. 증발기들을 가득 차게 하는 것은, 증발기들로부터 높은 냉각 용량을 허용할 뿐 아니라 증발기 용량을 증가시키면서, 증발기에 서리가 끼는 것을 피하는데 도움을 주는 더 높은 냉매 온도를 유지하도록 한다.

[0134] 경로(718)는 프로세서(1900)에 의해 생성된 0-10 V 신호에 의해 제어되는 전자 제어된 팽창 밸브(720)로 냉각되지만 여전히 액화된 냉매를 전도한다. 액체 냉매는 팽창 밸브(720)를 통해 냉매 회로의 저압의 냉각 측으로 흐르고, 여기서 액체는 증발하고 주변으로부터 열을 흡수하기 시작한다. 이러한 끓는 액체는 도 9 및 10에 도시된 플레이트 핀 증발기 어레이(514)로 흐르고, 상기 증발기 어레이(514)에서, 냉매는 공기 덕트(26)를 통해 항공기(미도시)로 배출되는 공기를 냉각시킨다. 기체 냉매는 플레이트 핀 증발기 어레이(514)를 떠나, 경로(728)를 따라 브레이징 플레이트 열 교환기(714)를 다시 통과하여, 컴프레서(702)로 되돌아가는 경로(730)에 걸쳐 흐르고, 상기 컴프레서(702)에서, 다시 한번 압축되고, 냉각되고 액화된 응축기 코일 쌍(410)에 공급되어, 이러한 순환 냉매 회로를 통하는 전체 경로를 완료한다.

[0135] 조합된 온도 및 압력 트랜스듀서는 이러한 회로 전체에서 냉매의 상태를 감시한다. RTD 온도 및 압력 트랜스듀서(707)는, 액체 냉매가 응축기 쌍(410)을 떠나 브레이징 플레이트 열 교환기(714)에 들어갈 때 액체 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 제 2 RTD 온도 및 압력 트랜스듀서(716)는, 액체 냉매가 브레이징 플레이트 열 교환기(714)를 떠나 경로(718)에 걸쳐 팽창 밸브(720)를 통해 흐를 때 액체 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 다른 온도 및 압력 트랜스듀서(734)는 플레이트 핀 증발기 어레이(514)로부터 흐르는 기체 냉각된 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 한 쌍의 온도 및 압력 트랜스듀서(709 및 711)는, 컴프레서(702)에 들어가고 또한 컴프레서(702)를 떠나는 기체 냉매의 온도 및 압력을 감시한다. 이들 트랜스듀서(707, 716, 734, 709, 711) 모두에 의해 생성된 냉매 온도 및 압력 판독치, 및 또한 RTD 공기 온도 트랜스듀서(544)에 의해 측정된 사후-냉각 응축기 공기 출력 온도는, 이들 온도 및 압력이 데이터 로그(1319)(도 13)에 저장될 수 있는 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)(도 19 참조)에 공급된다.

[0136] RTD 온도 트랜스듀서(709, 716, 734)에 의해 측정된 냉매 온도 및 사전-냉각 에어컨 출력 RTD 온도 트랜스듀서(544)에 의해 측정된 공기 온도는 또한 도 15에 도시된 바와 같이, 에어컨 제어 목적을 위해 사용된다.

[0137] RTD 온도 트랜스듀서(544)에 의해 측정된 사전-냉각 에어컨 출력 온도는 에어컨 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 디지털 프로세스 제어 알고리즘으로서 구현되는 제어기(1512)에 의해 셋포인트 온도, 일반적으로 10°C 또는 대략 그 정도의 온도와 비교된다. 원하는 출력 온도가 사용자에게 의해 조정될 때, 이러한 셋포인트 온도는 변경될 수 있다. 이러한 제어기(1512)에는 비례 및 적분 출력 모두가 제공되는데, 이러한 비례 및 적분 출력은 합산되고 전자 배출 가스 우회 밸브(738)(EGBV- 도 7 및 15)를 제어하는데 사용(0-10V 신호로서)되고, 이러한 밸브(738)는 개방되는 정도로, 압축된 고온 가스가 응축기 코일(410) 및 팽창 밸브(720)를 우회하도록 하고, 컴프레서(702)로부터 직접 증발기 어레이(514)로 흐르도록 하여, 이를 통해 증발기 어레이(514) 내에서 온도를 상승시키고 여분의 액체 냉매를 끓게 한다. 프로세서(1900)는, 증발기 어레이(514)가 결빙되게 하지 않도록 사전-냉각 에어컨의 플레이트 핀 증발기 어레이(514)에서의 온도를 빙점에 또는 빙점 바로 위로 유지시키기 위해 이러한 EGB 밸브(738)를 계속해서 조정한다.

[0138] 플레이트 핀 증발기 어레이(514)의 입구인, 전자 팽창 밸브(EEV)(708)의 출구에서 냉매 온도(RTD 트랜스듀서(716)에 의해 측정됨)는 또한 에어컨 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 디지털 프로세스 제어 알고리즘으로서 구현되는 다른 제어기(1508)(도 15)에 공급된다. 이러한 제어기(1508)에는 또한 비례 및 적분 출력 모두가 주어지는데, 이러한 비례 및 적분 출력은 가산되고, 전자 증발기 어레이 압력 조절기 밸브(EPR)(732)(도 7 및 15)를 제어하는데 사용(0-10 V 신호로서)되고, 이러한 밸브는, 얼마나 많은 냉각된, 팽창된 기체 냉매가 컴프레서(702)에 들어가도록 허용되는지를 제어한다. 이러한 방식으로, 증발기 어레이(514)의 입력에서의 온도는 셋포인트 값(Tsp)으로 제어되고 유지되며, 이러한 셋포인트 값은 제어기(1508)(도 15)에 공급된다. 이러한 셋포인트는 일반적으로 1°C로 유지된다. 원하는 유닛 출력 온도가 사용자에게 의해 조정될 때, 이러한 셋포인트는 변경될 수 있다. 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)는 이러한 셋포인트 값 뿐 아니라 다른 유사한 온도 및 압력 셋포인트 값을 셋포인트를 위한 메모리(1317)(도 13)에 유지시키고, 이러한 메모리에서, 이들 값은 상이한 유형 및 분류

의 항공기가 서비스되고 있을 때 종종 변경될 수 있다.

- [0139] 플레이트 핀 증발기 어레이(514)의 입구인, 전자 팽창 밸브(EEV)(708)의 출구에서의 냉매 온도{RTD 트랜스듀서(716)에 의해 측정됨}는 에어컨 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 디지털 프로세스 제어 알고리즘으로서 또한 구현되는 다른 제어기(1510)에 의해 플레이트 핀 증발기 어레이(514)의 출구에서의 냉매 온도{트랜스듀서(734)}와 비교된다. 이러한 제어기(1510)는 초기에 비례 및 적분 출력 모두가 주어질 수 있고, 이러한 비례 및 적분 출력은 합산되고, 전자 팽창 밸브(EEV)(708)(도 7 및 15)를 제어하는데 사용(0-10 V 신호)되며, 상기 밸브는 전체 증발기 어레이(514)가 어느 정도까지 완전히 잠기거나 냉각 프로세스에 참여하는 지를 제어한다. 그러나, 실험은, 제어기(1510)가 비선형 방식으로 프로그래밍되어야 한다는 것을 보여주었고, 제어 파라미터는 실험에 의해 경험적으로 성립되고, 간단한 비례 및 적분 제어기로부터 약간 변한다. EEV(708)는 플레이트 핀 증발기 어레이(514) 양단의 최대 온도 강하에 의해 표시된 바와 같이, 증발기 어레이의 효과적인 냉각 영역을 최대화하도록 조정된다. 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)는 제어기(1510) 뿐 아니라 다른 제어기(1512 및 1508)를 위한 상이한 제어 알고리즘을 셋포인트의 메모리(1315)(도 13)에 유지시켜, 상이한 제어 알고리즘 및 전략이 서비스되는 상이한 유형 및 분류의 항공기를 위해 선택되고 구현될 수 있다.
- [0140] 컴프레서(601 및 702)는 OH, 시드니, Copeland의 부품 번호 ZR300-KCE-TWD-250이다. 흡입 라인 하위 냉각기 또는 브레이징 플레이트 열 교환기(614 및 714)는 스웨덴, Landskrona, SWEP International의 부품 번호 AA6259이다. 압력 트랜스듀서는 CT, Plainville, Gems Sensors & Controls에 의해 제공된 부품 번호 MX5018이다. 60"x 34" 사전 조립된 마이크로채널 응축기 코일 쌍(406 및 410)은 FL, Palmetto, Trilectron Industries에 의해 주문 조립된 부품 번호 26944 D13이다.
- [0141] 명백하게, 방금 설명된 에어컨 구성요소의 적절한 동작은 많은 공기 및 냉매의 온도 및 압력 측정의 적절한 동작에 좌우된다. 임의의 측정 기구가 실패하면, 공기 조화 프로세서(1900)의 제어 하에 에어컨(520 및 522)은 계속해서 동작하려고 하며, 경고 메시지를 통해, 주변 기상 상태 및 항공기의 유형 또는 분류가 동일할 때 이전에 리코딩된 기록상 온도 및 압력 측정치를 실제 온도 및 압력 측정치로 대체한다. 이러한 방식으로, 공기 조화 시스템은, 심지어 센서 및 제어기가 동작하지 않을 때조차 계속해서 동작한다.
- [0142] 방금 설명된 공기 조화 시스템의 주요 장점은, 먼저 시동될 때 종래의 공기 조화 항공기 지상 지원 장비에서와 같이 수 분 이후가 아니라, 20초 정도 내에서 적절한 온도로 냉각된 공기의 완전한 압력을 제공하는 완전 동작 상태에 들어갈 능력이다.
- [0143] 전술한 바와 같이, PAO 액체 냉각제 시스템(700)은 사전-냉각 에어컨(520)의 부분인 열 교환기(602)로부터 냉각을 유도한다. PAO 시스템(700)은 사후-냉각 에어컨(522)으로부터 냉각을 유도하지 않는다. 따라서, PAO 시스템이 동작 중일 때, 사전-냉각 에어컨(520)의 냉각 용량을 감소시킨다. 사후-냉각 에어컨(522)은 공기 덕트(26)를 통해 항공기에 흐르는 공기에 제공하는 냉각량에서 위로 조정될 수 있어서, PAO 시스템(700)의 턴 온 및 오프는 공기 덕트(26)에 의해 항공기에 제공된 냉각된 및 습기 제거된 공기의 온도 및 압력을 반드시 변경할 필요가 없다.
- [0144] PAO 냉각 시스템(700)은 도 8에 개략적으로 도시된다. PAO 냉각 시스템의 대부분의 요소는, 가능한 한 많이 PAO 액체 냉각제 도관(28)의 길이를 단축시키기 위해 PAO 액체를 항공기에/로부터 전달하는 도 1 및 2에 도시된 PAO 액체 냉각제 도관 쌍(28)에 인접한 모듈의 상부 근처의 공기 조화 모듈(400) 내에 위치한다. PAO 액체 용기(803)는 PAO 액체 냉각제의 예약된 양을 위한 용기의 역할을 하기 위해 모듈(400) 내에 낮게 위치된다.
- [0145] 도 8을 참조하면, PAO 유체 펌프(805)는 PAO 유체를 제 1 체크 밸브(807) 및 제 2 체크 밸브(809)를 통해 전술한 바와 같이, 사전-냉각 에어컨(520)의 부분인 열 교환기(602)로 펌핑한다. 그런 후에, 냉각된 PAO 유체는 경로(811)에 걸쳐 필터(813)를 통과하고, 경로(817)에 걸쳐 프로세서(1900)(도 19)에 의해 턴 온 및 오프되는 공급 솔레노이드 밸브(819)로 흘러 전방 진행한다. 밸브(819)가 개방될 때, PAO 유체는 경로(820)를 통해 공기 조화 모듈(400) 밖으로 흘러, 도관(822)을 통해 항공기(823)로 흐르며, 여기서 PAO 유체는 전자장비 및 항공 전자 구성요소(825)를 통해 흘러 이들을 냉각시킨다.
- [0146] 그런 후에, PAO 유체는 제 2 도관(824)을 통해 흘러 항공기(823)로부터 공기 조화 모듈(400)로 되돌아가고, 수집하는 PAO 액체 용기(803)로 안내되는 경로(826)에 걸쳐 흘러서, 펌프(828)에 의해 회수되어 다시 열 교환기(602)로 되돌아 보내지기를 대기한다. 이것은 PAO 액체 냉각제 회로를 완료한다.
- [0147] PAO 액체냉각제는 액체 용기(803)에서 수집된다. 액체 레벨 센서(824)는 액체 레벨이 너무 낮을 때 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)(도 19)로 신호 발신한다. PAO 시스템이 항공기까지 케이블 설치(cabled)될 때, 일반적으로

로 도관(822 및 824) 및 가능하면 전자장비 및 항공 전자장비에 공기가 존재한다. PAO 시스템이 먼저 턴 온될 때, 솔레노이드 밸브(819)는 개방되고, 그런 후에 PAO 압력은 적절한 동작 압력까지 천천히 상승한다. 시스템에 존재하는 임의의 공기는 용기(803)에서의 액체 이상을 수집하고, 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)(도 19)에 의해 작동된 진공 펌프(833)는 액체 용기(803)로부터 이러한 공기를 펌핑한다. 이것은 공기가 순환 시스템에서 PAO 액체 냉각제를 대체함으로써(displacing) 야기된 전자장비 및 항공 전자장비(825)의 과열을 방지한다.

[0148] 3-방향 비례 흐름 조절기 밸브(828)(도 8 및 15)는 냉각 효과를 감소시키기 위해 PAO 액체의 일부로 열 교환기(602)를 우회하는 액체 냉각제 우회 경로(829-830)를 제어하고 계속해서 조정한다. 조절기(828)는 온도 및 압력 센서 트랜스듀서(832)로부터 직접 온도 신호를 수신한다. 대안적으로, 프로세서(1900)는, 트랜스듀서(832)에 의해 측정된 온도를 조정가능한 셋포인트 온도와 비교할 수 있고 그런 후에 이에 따라 조절기 밸브(828)를 조정하는 디지털 제어기를 구현할 수 있다.

[0149] 우회 경로(834)는 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)에 의해 설정되고 변경될 수 있는 압력 셋포인트를 갖는 전자 제어된 비례 흐름 제약 밸브(821)에 의해 제어된다. 도 15에 도시된 바와 같이, 제어기(1516)는 온도 및 압력 감지 트랜스듀서(832)에 의해 측정된 PAO 시스템 출력 압력을 셋포인트 압력(Psp){셋포인트(1317)를 위한 메모리에 저장됨(도 13)}과 비교하고, 그런 후에 합산되고 난 후 제어 신호로서 전자 제어된 비례 흐름 제약 밸브(821)에 공급되는 제어 신호를 생성하기 위해 비례 및 적분 제어 함수를 이용하여 압력차를 증폭한다. 제어기(1516)는 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900) 내에서 제어 알고리즘으로서 구현될 수 있다. 압력 셋포인트(Psp)는 도 21에 도시된 메인 메뉴를 이용하여 항공기 선택에 응답하여 서비스되는 상이한 유형 및 분류의 항공기의 특정한 요구에 따라 변할 수 있다. 또한 제약 밸브(821)가 프로세서(1900) 및 제어기(1516)를 이용하지 않고도 트랜스듀서(832)로부터 압력을 나타내는 신호에 직접 응답하도록 하고, 이것은 도 8에 실제로 도시된 장치이다{이러한 이유로 인해, 도 19는 밸브(821)로 안내되는 프로세서(1900)로부터 출력 신호를 현재 도시하지 않는다}.

[0150] 과도 현상(transients)으로부터 PAO 시스템(700)을 보호하기 위해, 우회 밸브(835)는 트랜스듀서(832)에 의해 감지된 여분의 압력에 의해 작동될 수 있고, 열 교환기(602), 펌프(805), 및 용기(803)를 우회하도록 개방될 수 있다. 프로세서(1900) 내에서 구현된 제어기(1516)는 우회 밸브(835)를 개방한다.

[0151] 구성요소(819, 821, 835)를 포함하는 부품 번호 AGA15700-0-C인 PAO 유압 매니폴드(manifold) 조립체는 Rexroth Bosch Group으로부터 얻어질 수 있다. 모델 4600-20인 PAO 펌프(833)는 WI, Grantsburg, McNally Industries로부터 생산된다. PAO 열교환기(602)는 Sweden, Landskrona, Swep International의 부품 번호 AA 6283이다. PAO 펌프 압력 릴리프 시스템은 FL, Sarasota, Sun Hydraulics에 의해 공급된 부품 번호 a971207 zc 04a2이다.

[0152] 효율을 증가시키고, 또한 증발기 어레이(504 및 514)의 크기를 감소시키기 위해, 일실시에에서, 이들 증발기 어레이 각각은, 단단한 정사각형 프레임(810)에 조립되고 커버 플레이트(812)에 의해 적소에 고정된 4개의 차량 플레이트 핀 증발기 어레이(802, 804, 806, 808)(도 9 및 10)로부터 구성된다. 도 8에 도시된 조립된 프레임(810) 및 플레이트 핀 증발기 어레이(802 내지 808)는 2개의 증발기 어레이(504 및 514) 각각을 구성하는데 사용된다. 인입 팽창 챔버 또는 공기 퓨넬(513)(도 9)에 부착된 증발기 어레이(514)는 도 9 및 10에 도시되고, 상기 공기 퓨넬(513)은 송풍기(508)로부터 흐르는 공기를 수용하고, 이러한 유닛의 냉각 효율을 최대화하기 위해 4개의 플레이트 핀 증발기 어레이(802 내지 808)의 표면에 걸쳐 균일한 방식으로 이러한 공기를 분산한다. 공기는 증발기 어레이(514)로부터 제 2 퓨넬(516)로 흐르고, 이러한 제 2 퓨넬(516)은 냉각된 공기를 항공기에 전달하는 공기 덕트(26)(도 1, 2, 4, 5)가 부착되는 나가는 냉각된 공기 포트(518)에 공기를 안내(duct)한다. 증발기 어레이(504)(도 8 및 도 9에 도시되지 않음 - 도 4 및 5에 도시됨)는 공기 필터(502)를 통해 증발기 어레이(504)에 직접 흐르는 외부 공기(501)를 수용한다. 공기는 증발기 어레이(504)로부터 퓨넬(505)(도 4)을 통해 송풍기(508)에 직접 흐른다. 증발기 어레이(504 및 514)의 플레이트 및 핀 설계는 증발기 어레이가 저렴하고, 컴팩트하고, 크게 효율적이 되도록 한다.

[0153] 응축기 코일(406 및 410)의 크기를 감소시키고 응축기 코일(406 및 410)의 효율을 증가시키기 위해, 각 응축기는 한 쌍의 덮어 씌어지고 상호 연결된 마이크로채널 응축기 코일로부터 구성된다. 도 4를 참조하면, 이들 쌍의 응축기 코일(406 및 410)은 패널 또는 도어 조립체(404 및 408) 상에 장착될 정도로 길고 넓다. 도어(404)는 도 8에 도시된 바와 같이, 모듈(400) 내의 다른 기계적 공기 조화 구성요소로의 편리한 접근을 제공하기 위해 선회되어 열릴 수 있다. 응축기 코일 쌍(406 및 410)은 매우 얇아서, 훨씬 더 부피가 큰 이전의 튜브 및 핀 장치와 달리, 공기 조화 모듈(400) 내에 많은 공간을 차지하지 않는다.

[0154] 도 11 및 12를 참조하면, 마이크로채널 응축기 코일(응축기 코일(406 및 408)을 구성하기 위해 쌍으로 사용됨)

각각은 구리 또는 유연한 튜브로의 편리한 부착을 위해 좁아지거나 점점 가늘어지는 단부 섹션(1006 및 1008)을 갖는 한 쌍의 평행하게 이격된 냉매 파이프(1002 및 1004)로서 구성된다. 중공의 직사각형 덕트(1010)는 파이프(1002 및 1004) 사이에 그리고 파이프(1002 및 1004)에 수직으로 장착되고, 덕트(1010)의 단부는 도 12에 가장 잘 도시된 바와 같이, 파이프(1002 및 1004)의 측부를 통해 절단된 슬롯을 통과한다. 직사각형 덕트(1010)는, 냉매가 덕트(1010)를 통해 흐르는 2개의 파이프(1002 및 1004) 사이에서 통과할 수 있는 경로를 제공하는 매우 작은 직사각형 채널로 파티션(1012)에 의해 내부적으로 추가로 분할된다. 직사각형 덕트(1010) 사이의 공간은 마이크로채널 응축기 코일을 통해 흐르는 공기와 파이프(1002)로부터 파이프(1004)에 흐르는 냉매 사이의 열 전달을 최대화하기 위해 접혀진, 아코디언 스타일로 접혀진 얇은 알루미늄 핀으로 채워진다. 이들 알루미늄 핀 뿐 아니라 응축기 코일 쌍의 배치는 공기가 지그재그 코스를 이동하도록 하고, 이것은 추가로 설계의 효율에 추가된다.

[0155] 그러한 마이크로채널 응축기 코일의 일반적인 설계에 관련된 추가 세부사항은 2006년 1월 24일에 Justin P. Merkys 등에 허여된 미국 특허 6,988,538에서 발견될 수 있다.

[0156] 이제 도 13을 참조하면, 모든 모듈(14, 20, 22, 400, 1308)은 네트워크(1312)에 의해 함께 네트워킹된 것으로 도시되며, 상기 네트워크(1312)는 일실시예에서 독일, Erlangen, CIA(CAN In Automation)에 의해 개발된 CAN 버스를 이용하여 실행된다. 명백하게, 이들 구성요소를 함께 네트워킹하기 위한 이더넷 및 TCP/IP를 포함하는 다른 버스 프로토콜이 또한 사용될 수 있다. CAN 버스는 특히 좋지 않은 차량 외부 환경에 사용하기 위해 설계된 것이다. 제어 모듈(22)은 카트 네트워크 버스 드라이버(1310)를 이용하여 CAN 버스 네트워크(1312)와 통신하고, 모든 다른 모듈-기반의 프로세서도 마찬가지로 통신된다(도 13에 도시되지 않음).

[0157] 제어 모듈(22)은, 디스플레이된 이미지 상의 메뉴 선택(메뉴 및 서브메뉴를 참조, 도 21 내지 28)과 정렬된, 좌측으로의 4개의 푸쉬버튼(1302)의 어레이와, 우측으로의 4개의 푸쉬버튼(1304)의 제 2 어레이를 갖는 디스플레이 스크린(24)을 갖도록 도시된다. 메뉴는, 디스플레이 스크린(24) 및 몇몇 진단 작업 등을 관리하는 범용 제어 및 진단 프로세서(1306) 내에 저장된다. 프로세서(1306)는, 어떤 모듈이 존재하는지 버스 네트워크(1312)를 통해 질문하고, 이에 따라 디스플레이된 정보에 맞춘다(tailors). 메뉴 및 진단은 존재하지 않거나 동작하지 않는 임의의 모듈에 대해 디스플레이되지 않는다.

[0158] 메뉴 및 다른 디스플레이의 하나의 가능한 세트의 계층적 배치가 도 20에 도시된다. 시스템이 먼저 턴 온될 때, 메인 스크린 또는 메뉴(도 21에 구체적으로 도시됨)가 디스플레이된다. 이러한 메인 메뉴는 카트(10)의 조작자가, 여러 항공기 중에서 어떤 것을 지상 지원 장비 카트가 서비스할 것인지를 간단히 선택하도록 한다. 조작자가 "T-50 골든 이글" 항목에 인접한 푸쉬버튼을 누르면, 도 23에 도시된 2차 메뉴가 디스플레이된다. 조작자가 "시작" 항목에 인접한 푸쉬버튼을 누를 때, 에어컨, 전원들 중 하나, 및 PAO 액체 냉각 시스템 모두가 시동된다. 프로세서(1306)는 서비스될 항공기(T-50)의 신원을 다른 모듈 내의 프로세서, 특히 에어컨 및 PAO 프로세서(1900)로 전달하고, 이것은 예를 들어 에어컨 및 PAO 프로세서가 T-50 분류의 항공기의 특정한 요구에 따라 2개의 에어컨 및 PAO 시스템의 동작을 제어하는 셋포인트(1317)를 조정하도록 한다. 도 15는 카트(10) 상의 장비를 특정 유형 및 분류의 항공기의 요구에 적응시키기 위해 이러한 방식으로 조정될 수 있는 설정을 갖는 많은 온도(Tsp) 및 압력(Psp) 셋포인트를 도시한다.

[0159] 조작자는 메인 메뉴(도 21)로 되돌아갈 수 있고, "유지보수"에 인접한 푸쉬버튼을 누르고, 그런 후에 유지보수 메뉴가 디스플레이된다(도 25). 이러한 유지보수 메뉴로부터, 온도, 압력, 및 시간에 따라 얻어진 다른 데이터의 로그를 통해 스크롤링할 수 있는 데이터 로그 디스플레이(도 26)로 향해(navigate)할 수 있다. 이러한 데이터 로그 정보(1319)(도 13)는 또한, 특정 구성요소가 서비스를 요구하거나 고장날 가능성이 있을 때 그러한 것을 예측하는 보고서를 생성할 수 있는 범용 제어 및 진단 프로세서(1306)에 의해 추가로 처리하기 위해 이용가능하다. 예를 들어, 차분 압력 센서(528)에 의해 측정된 공기 필터(502) 양단의 차분 압력에서의 점진적인 증가는, 필터(502)가 세척되거나 교체되어야 할 때를 예측하도록 한다. 다른 유사한 유지보수 및 수리 예측 보고서는 진단 프로세서(1306)에 의해 이러한 방식으로 생성될 수 있다. 데이터 로그(1319)는 각 모듈 내에서 프로세서{프로세서(1900)와 같은}에 의해 유지되어, 이러한 정보는 모듈이 이동되고 분리되는 경우 각 모듈과 함께 존재한다.

[0160] 다른 더 많이 집중된 유지보수 보고서가 디스플레이될 수 있다. 예를 들어, 사전-냉각 에어컨 상태 보고서(도 27)는 에어컨(520)의 현재 상태를 나타내어, 전술한 바와 같이, 증발기 어레이(504)의 온도를 감소시키기 위해 얼마나 많은 냉매가 우회 밸브(638)를 통해 흐름으로써 응축기 코일 쌍(406)을 현재 우회하고 있는지와 같은 유용한 것을 나타낸다. 팽창 밸브(620) 및 다른 밸브의 현재 설정 및 응축기 팬(414)의 속도는 또한 2개의 컴프레

서(601 및 702)의 온/오프 상태와 함께 나타난다.

- [0161] 도움 메뉴는 또한 도 22 및 24에 도시된 예시적인 메뉴에 도시된 바와 같이 제공된다.
- [0162] 도 29는 디스플레이 스크린(24)의 몇몇 기계적 세부사항을 도시한다. 디스플레이 스크린(24)은 극단적인 온도 범위에 걸쳐 완전히 동작가능한 흑백의 전계 발광 디스플레이이다. 디스플레이 스크린(24)은 금속 스크린(2902) 및 보호 플라스틱 커버 플레이트(2904)와 함께 삽입되고, 이들 모두는 카트(10) 앞에 서있는 조작자를 향하는 제어 모듈(22)의 측부에 장착된다. 스크린(2902)은 무선 주파수 차폐를 디스플레이에 제공하여, 신호가 제어 모듈(22)로 또는 제어 모듈(22)로부터 누출되지 못하게 한다. 전천후(all-weather) 디스플레이 및 8개의 모난 푸쉬버튼(1302 및 1304)의 이러한 모난 간단한 배치는, 지상 지원 장비 카트를 위한 이전 설계에서, 카트 전체에서 산재되는 많은 디스플레이 및 제어부를 각 장비를 위한 개별적인 게이지 및 제어부와 결합하는 전천후 디스플레이를 제어의 균일성 없이 제공한다.
- [0163] 이제 도 14를 참조하면, 에어컨 및 PAO 프로세서(1900)를 위한 마스터 프로세스(1400)의 상태 기계가 도시된다. 전력이 모듈(400)에 인가될 때, 프로세서(1900)는 동작을 위해 프로세서(1900)를 준비하는 부트 시퀀스(1402)를 개시한다. 부트 시퀀스(1402)는 프로세서(1900)가 "독립형" 또는 "카트-장착된" 모듈로서 구성될지를 결정하도록 한다. 모듈(400)이 카트에 장착되면, 시작 명령이 도 23에 도시된 것과 같은 항공기-특정 메뉴 상의 시작 메뉴 명령의 작동 이후에 CAN 데이터 버스로부터 오는 것을 대기한다(단계 1406). 그렇지 않으면, 프로세서(1900)는 자체적으로 더 많은 원시 사용자 인터페이스(가능하면 이더넷, CAN, 또는 USB 포털을 이용하여 모듈(400)에 플러그인되는 휴대용 컴퓨터)로부터 이산 신호를 탐색한다.
- [0164] 부트 시퀀스(1402) 이후에, 프로세서(1900)는 데이터 로깅 서브-기계(1404)를 인에이블링(enables)시킨다. 데이터 로깅 서브-기계(1404)는 모듈(400)로부터 현재 센서 신호를 수신하고, 이들을 데이터 로그(1319)에 리코딩한다. 이러한 데이터 로그는 설명된 바와 같이, 예측적인 장애 및 개선된 진단 기능을 위해 프로세서(1900 및 1306)에 의해 사용된다.
- [0165] 프로세서(1900)가 데이터 로깅 서브-기계(1404)를 인에이블링시킨 후에, 1406에서 휴지(idle) 상태에 들어간다. 휴지 상태(1406)에서, 프로세서(1900)는 도 23에 도시된 항공기-특정 메뉴 상의 "시작" 메뉴로부터 "온" 명령이 도달하기를 대기한다. 이러한 "온" 명령은 CAR 데이터 버스 또는 모듈(400)의 사용자 인터페이스로부터 나올 수 있다. 프로세서(1900)가 "온" 명령을 수신한 후에, 휴지 상태(1406)를 빠져나가고, 1408에서 전력 상태 체크에 들어간다.
- [0166] 전력 상태 체크(1408)에서, 프로세서(1900)는 자가 테스트를 수행한다. 저장된 디폴트 파라미터 또는 메뉴-선택된 동작 파라미터는 전력 제공시 프로세서(1900)에 제공된다. 이들 동작 파라미터는 프로세서(1900)가 달성하기를 원하는 셋포인트(1317) 온도의 압력을 설정한다(도 15에 도시된 값(Tsp 및 Psp)을 참조). 이들 동작 파라미터는 공기 조화 및 PAO 모듈(400)에 연결될 필요가 있을 수 있는 임의의 주어진 항공기에 의해 요구된 출력 온도 및 압력( 및 전력)에 적절한 동작 파라미터로 조정된다. 전력 상태 체크가 이루어진 후에, 프로세서(1900)는, 에어컨 출력 온도(트랜스듀서(544)에 의해 측정됨)가 원하지 않는 레벨을 초과하도록 허용되지 않는지를 보장하도록 컴프레서(601 및 702) 및 송풍기(508)를 계획한다(stages). 추가적으로, 프로세서(1900)는 전원의 과도한 일시적인 부하를 방지하기 위해 모든 나머지 큰 부하를 계획한다. 따라서, PAO 시스템(700)은 점진적으로 압력을 높이고 온도를 낮추고, 진공 펌프(833)는 완전히 라인 상에 있기 전에 공기의 PAO 시스템을 세척한다.
- [0167] 전력 상태 체크(1408)에 있는 동안, 프로세서(1900)는 또한 입력 전력 유형을 자동-검출하고(도 18에 도시된 트랜스듀서(1708 내지 1718)를 이용하여) 이에 따라 2개의 에어컨(520 및 522) 및 PAO 시스템(700)의 설정을 변경하여, 적은 전력 이용가능성을 반영하도록 최대로 얻어질 수 있는 성능을 저하시키거나, 공기 냉각 이외에 PAO 냉각을 제공할 요구를 저하시킨다. 예를 들어, 프로세서(1900)가 트랜스듀서(1710, 1712, 1716) 상의 원하는 입력 전압보다 더 낮은 입력 전압을 검출하면, 프로세서(1900)는 이를 보상하기 위해 적은 냉각을 항공기에 제공하도록 셋포인트(1317)를 조정할 수 있다. 변하는 전력 상태에 대한 이러한 자동 응답은, 유닛이 동작되는 도시 또는 국가에 상관없이 유닛의 끊임없는 이용을 사용자에게 허용한다.
- [0168] 프로세서(1900)가 10초 동안 전력이 없거나 비정상적인 전력을 감지하면, 현재 작동 중인 임의의 기계를 디스에이블시키고, 전력 장애를 단절시키려는 노력을 하고, 그런 후에 시스템 장애 트리거링 알람 상태(1422)에 들어간다. 그러한 시스템 장애는 청각 및 시각적 알람으로 통보된다. 임의의 전력이 이에 이용가능한 한, 프로세서(1900 및 1306)는 계속해서 동작하여, 장애의 단절 및 모듈의 나머지의 계속된 이용을 허용한다. 임시로 전하를 저장하는 커패시터는 전력 장애에 뒤따라 프로세서(1900 및 1306)를 위한 계속되는 짧은 작동 시간을 제공

한다. 대안적인 장치에서, 백업 배터리는 각 모듈 내에 제공될 수 있어서, 전력이 몇몇 이유로 인해 이용가능하지 않을 때 진단을 동작하고 수행하기 위해 계속된 전력을 모듈 프로세서에 제공한다.

[0169] 적절한 전력이 이용가능하면, 프로세서(1900)는 다양한 실시간 배경 프로세스를 시동하는 인에이블 서브-상태 기계 상태(1410)에 들어간다. 상태(1410)로부터, 프로세서(1900)는 작동 상태(1412)로 진행한다. 작동 상태(1412)에서, 프로세서(1900)는 정상 동작을 개시한다. 정상 동작 하에, 프로세서(1900)는, 응축기 팬(414)을 느린 및 빠른 설정으로 계획함으로써, 그리고 원하는 출력을 생성하기 위해 공기 조화 및 PAO 파라미터를 조정함으로써 가능한 한 효율적으로 원하는 출력 파라미터(주어진 셋포인트 온도 및 압력)를 달성한다. 선택된 파라미터 또는 셋포인트는 도 15에 도시된 바와 같이 이용되며, 여기서 제어기(1502, 1504, 1506, 1508, 1510, 1514, 1516) 모두는 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900) 내에 구성된 제어 체인으로서 프로세스 제어 디지털 알고리즘으로서 구현되어, 각 제어기는 2개의 에어컨(520 및 522) 및 PAO 시스템(700) 내에서 도 15에 도시된 피드백 제어 루프들 중 하나의 부분이 되는 프로세서(1900) 내의 제어 체인을 구현한다. 데이터 로그 처리는 프로세서(1900)의 이러한 정상 동작 동안 계속된다.

[0170] 유지보수 및 진단은 또한 2개의 프로세서(1900 및 1306)에 의해 수행된다. 데이터 로그(1319)는 예측적인 장애 및 개선된 진단에서의 이용을 위해 수집된다. 사소한 구성요소 장애 또는 급박한 주요 구성요소 장애의 경우에, 프로세서(1306)는 안전 보장(fail safe) 상태(1418)에 들어간다. 수집된 데이터에 기초하여, 계속된 동작의 위험이 있는 경우, 프로세서(1306)는 치명적인 시스템 장애를 통보하고, 알람 상태(1422)에 들어가고, 즉시 1420에서 유닛을 정지시킨다. 데이터 로그(1319)가 유닛이 정상 동작 범위 밖에서 동작한다는 것을 나타내면, 프로세서(1306)는 시스템 장애를 통보하고, 알람 상태(1422)에 들어가지만, 전체 모듈(400)을 정지시킬 필요는 없다. 데이터 로그(1319)가 가까운 미래에 문제가 발생할 수 있음을 나타내면, 프로세서(1306)는 시스템 경고를 간단히 통보하고, 안전 보장 상태(1418)에 들어갈 수 있다. 안전 보장 상태(1418)는 알람을 울리지 않지만, 경고의 특성에 관한 디스플레이(22) 상의 표시를 보여준다. 알람 상태(1422), 안전 보장 상태(1418), 정지 상태(1422)는 프로세서(1900)의 마스터 프로세스(1300)에서 모든 다른 상태(1416)로부터 진행될 수 있다.

[0171] 제어기는, 일반적으로 도 21, 23, 25에 도시된 메뉴 중 하나로부터 "오프" 또는 "중지" 명령을 수신할 때까지 작동 상태(1412)에서의 정상 동작을 계속한다. "오프 명령"을 수신한 후에, 프로세서(1900)는 디스에이블 서브-상태 기계 상태(1414)에 들어간다. 이러한 상태(1414)에 있는 동안, 프로세서(1900)는 모든 시스템 구성요소의 동작을 완화시키고(winds down), 임의의 데이터 로그(1319)를 저장한다. 프로세서(1900)는 그런 후에 휴지 상태(1406)로 되돌아가고, 다른 "온" 또는 "시작" 명령을 기다린다.

[0172] 이제 도 16을 참조하면, 컴프레서(601 또는 702) 중 하나에 대한 프로세서(1900) 구현된 상태 기계(1501)가 도시된다. 컴프레서 상태 기계(1501)는 휴지 상태(1503)에서 시작한다. 일단 프로세서(1900)가 컴프레서 상태 기계(1501)를 인에이블링하고 현재 장애가 없다면, 컴프레서 상태 기계(1501)는 대기 상태(1505)에 들어간다. 대기 상태(1505)에 있는 동안, 컴프레서 상태 기계(1501)는 지연을 생성하기 위해 짧은 사이클 타이머를 실행한다. 일단 짧은 사이클 타이머가 0에 도달하면, 컴프레서 상태 기계(1501)는 대기 상태(1505)로부터 시작 상태(1507)로 이동하고, 컴프레서(601 또는 702)를 시작한다. 시작 상태(1507)에 있는 동안, 컴프레서 상태 기계(1501)는 작동 상태(1509)로 진행하기 전에 30초 동안 일시 정지된다.

[0173] 컴프레서 상태 기계(1501)는 작동 상태(1509)에 남아있고, 컴프레서(601 또는 702)는, 프로세서(1900)가 컴프레서가 디스에이블된다는 것을 신호 발신할 때까지 계속해서 동작한다. 일단 컴프레서 디스에이블 명령이 수신되면, 컴프레서 상태 기계(1501)는 작동 상태(1509)로부터 중지 상태(1511)로 이동한다. 컴프레서 상태 기계(1501)는, 컴프레서가 시스템 장애의 경우에 임의의 정상 상태(1513) 동안 디스에이블되었음을 신호 발신받을 수 있다. 그러한 신호의 수신시, 컴프레서 상태 기계(1501)는 정지 상태(1511)에 들어간다. 마지막으로, 정지 상태(1511)로부터, 컴프레서 상태 기계(1501)는 휴지 상태(1503)에 다시 들어간다.

[0174] 이제 도 17을 참조하면, 송풍기(508) 상태 기계(1600)가 도시된다. 송풍기 상태 기계(1600)의 목적은, 2개의 에어컨의 덕트 내에 위치한 가변 속도 임펠러를 제어함으로써 임의의 주어진 항공기의 동작 파라미터를 충족시키기 위해 공기 및 압력의 원하는 흐름율을 달성하는 것이다. 송풍기(508)는 1602에서 휴지 상태에서 시작한다. 일단 프로세서(1900)가 송풍기 상태 기계(1600)를 인에이블링하고 압력 동작 셋포인트를 제공하면, 송풍기 상태 기계는 2개의 고장 발견(troubleshooting) 상태의 첫 번째 상태(1604)에 들어간다. 이 상태에서, 임펠러는 동작할 송풍기(508)의 방해 또는 장애와 같이 임의의 초기 문제의 고장을 발견하기 위해 저속으로 설정된다. 그런 후에, 송풍기 상태 기계(1600)는, 공기 덕트(26)가 카트(10)와 항공기 사이에 연결되는 지, 또는 몇몇 다른 양상에서, 압력이 나쁜지를 알아보기 위해 송풍기(508)에 대한 압력 및 전력의 체크가 실행되는 제 2 고장 발견

상태(1606)에 들어간다. 어떠한 공기 덕트(26)도 연결되지 않았다면, 또는 공기 덕트(26)가 잘못된 유형 또는 분류의 항공기에 연결되면, 또는 송풍기 시스템 상의 센서가 다른 경우에 10초 동안 불량한 압력 판독치를 감지하면, 송풍기 상태 기계(1600)는 알람 상태(1622)에 들어가서, 적절한 경고를 조작자에게 제공한다.

[0175] 공기 덕트(26)가 연결되고, 다른 경우 양호한 압력이 있는 경우에, 송풍기 상태 기계(1600)는 송풍기 모터 주파수 조정 상태(1610)에 들어간다. 여기서 모터(506) A.C. 전력 주파수가 설정된다. 그런 후에, 송풍기 상태 기계(1600)는 송풍기(508) 양단의 압력 변화를 체크하는 상태(1608)에 들어간다. 어떠한 공기 덕트(26)도 연결되지 않으면, 또는 공기 덕트(26)가 잘못된 유형 또는 분류의 항공기에 연결되면, 또는 송풍기 시스템 상의 센서가 다른 경우 10초 동안 불량한 압력을 감지하면, 다시 한번 송풍기 상태 기계(1600)는 알람 상태(1622)에 들어가서, 적절한 경고를 조작자에게 제공한다. 공기 덕트(26)가 연결되면, 그리고 양호한 압력이 있으면, 그리고 항공기의 유형 또는 분류가 도 21에 도시된 메뉴를 이용하여 선택되면, 차분 압력 센서(532)(도 5)에 의해 측정된 송풍기(508) 양단의 압력 변화, 및 전압(1720)과 전류(1722)를 공급(도 18), 송풍기 전압-주파수 변환기(525)에 의해 소비된 전력은 도 21에 도시된 메뉴 상에 선택된 항공기의 유형 또는 분류에 대해 데이터 로그(1319)에서 발견된 정상 로깅된 값에 비교된다. 소비된 압력 및 전력이 항공기의 그러한 유형에 대응하지 않으면, 문제가 체크되는 동안 조작자에게 알람(1622)이 주어지고, 휴지 상태(1602)에 들어간다.

[0176] 송풍기 상태 기계(1600)는 다음으로 송풍기 맵(1612)을 체크한다. 송풍기 맵은 송풍기 모터 주파수를 설정하는 프로세서(1900) 내의 제어 알고리즘을 가이드하고 형성하는 데이터를 포함한다. 이러한 데이터는 송풍기 시스템의 동작상 한계를 설정하고, 또한 송풍기 시스템의 상태(health)를 평가하는 정보를 포함한다.

[0177] 송풍기(508)의 상태 데이터가 송풍기 맵 내에 포함되면, 송풍기 상태 기계(1600)는, 송풍기(508)가 주어진 주파수에서 작동하도록 허용되면서, 카트(10) 출력 압력(압력 트랜스듀서(526)에 의해 측정됨)의 편차가 체크되는 상태(1614)에 들어간다. 편차 또는 에러가 임계값을 초과하면(단계 1650), 송풍기 주파수는 에러를 최소화하기 위해 단계(1615)에서 다시 한번 조정된다.

[0178] 단계(1612)에서, 송풍기에 대한 데이터가 송풍기 맵 내에서 발견되지 않으면, 송풍기 상태 기계(1600)는 알람 상태(1422)에 들어가고, 에어컨을 정지시킨다.

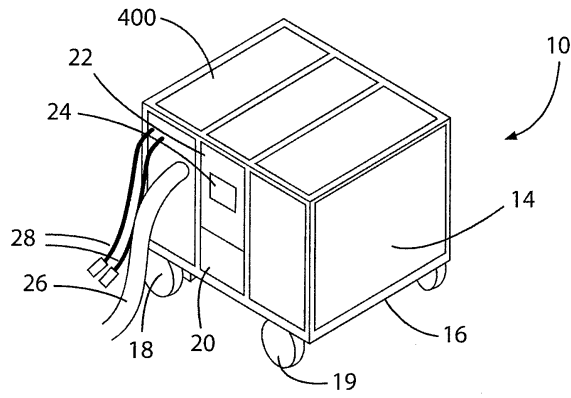
[0179] 도 18은 컴프레서(601 및 702), 2가지 속도의 응축기 팬(414), 및 송풍기(508), 모터(506), 및 전압-주파수 변환기(525)와의 신호 및 전기 전력 연결의 부분적인 블록 및 부분적인 개략도를 도시한다. 전압 및 전류 센서의 위치가 도시되며, 이들 모두는 신호를 도 19에 도시된 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)에 공급한다. 프로세서(1900)(도 19에 도시됨)에 의해 생성되고 구성요소(601, 702, 414, 525)에 공급된 신호는 도 18에 또한 도시되어, 다양한 공기 조화 프로세스에 프로세서(1900)를 연결시키는 모든 중요한 신호의 개시를 완료한다.

[0180] 도 19는 공기 조화 및 PAO 프로세서(1900)를 도시한다. 도 19는, 공기 조화 프로세스 및 PAO 프로세스와 연관된 다양한 유형의 센서로부터 프로세서(1900)로 흐르는 모든 신호를 나타내고, 기술하고 카테고리화한다. 도 19는 또한 공기 조화 프로세스 및 PAO 프로세스의 구성요소로 다시 흐르고 이를 제어하는 프로세서(1900)에 의해 생성된 모든 제어 신호를 나타내고, 기술하고 카테고리화한다. 도 19에서, 모든 신호는 인입 신호 소스인 트랜스듀서 또는 나가는 신호의 목표인 디바이스에 할당되는 동일한 참조 번호, 및 이름으로 식별된다. "PRE-C"는 도 6에 주로 도시된 사전-냉각 에어컨(520)에 관련된 신호이다. "POST-C"는 도 7에 도시된 사후-냉각 에어컨(522)에 관련된 신호이다. "PAO"는 도 8에 도시된 PAO 액체 냉각제 프로세서에 관련된 신호이다. 프로세스의 실제 제어에 관련된 도 19에 도시된 많은 신호는 또한 도 12에 도시된 프로세스 제어 도면에 도시된다. 다른 신호는 도 18에 유래하거나 도 18에 있다. 이들 신호의 이용은 이미 위에 설명되었다.

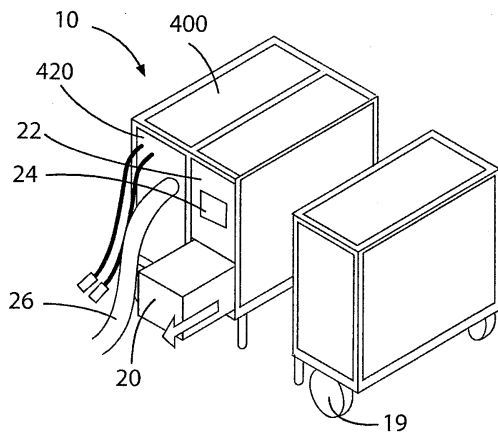
[0181] 본 발명의 실시예가 개시되었지만, 당업자는, 다수의 변형 및 변경이 첨부된 본 명세서에 첨부되어 본 명세서의 일부를 형성하는 청구항에 의해 한정되는 청구항의 진정한 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고도 이루어질 수 있다는 것을 인식할 것이다.

도면

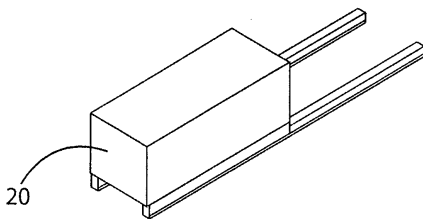
도면1



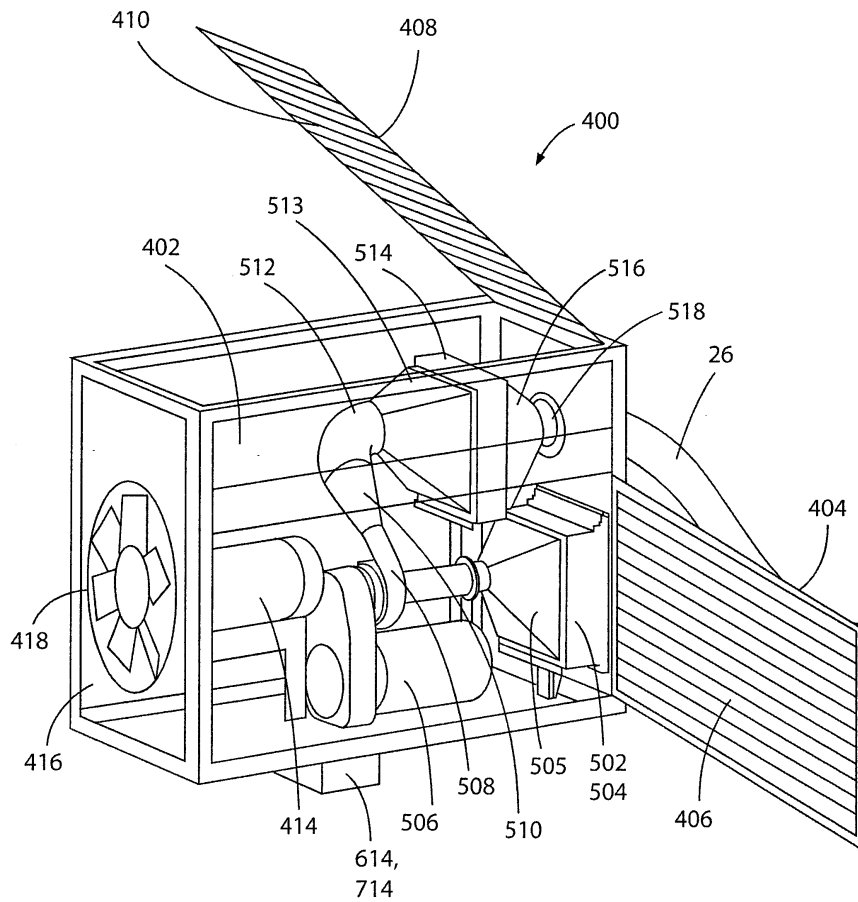
도면2



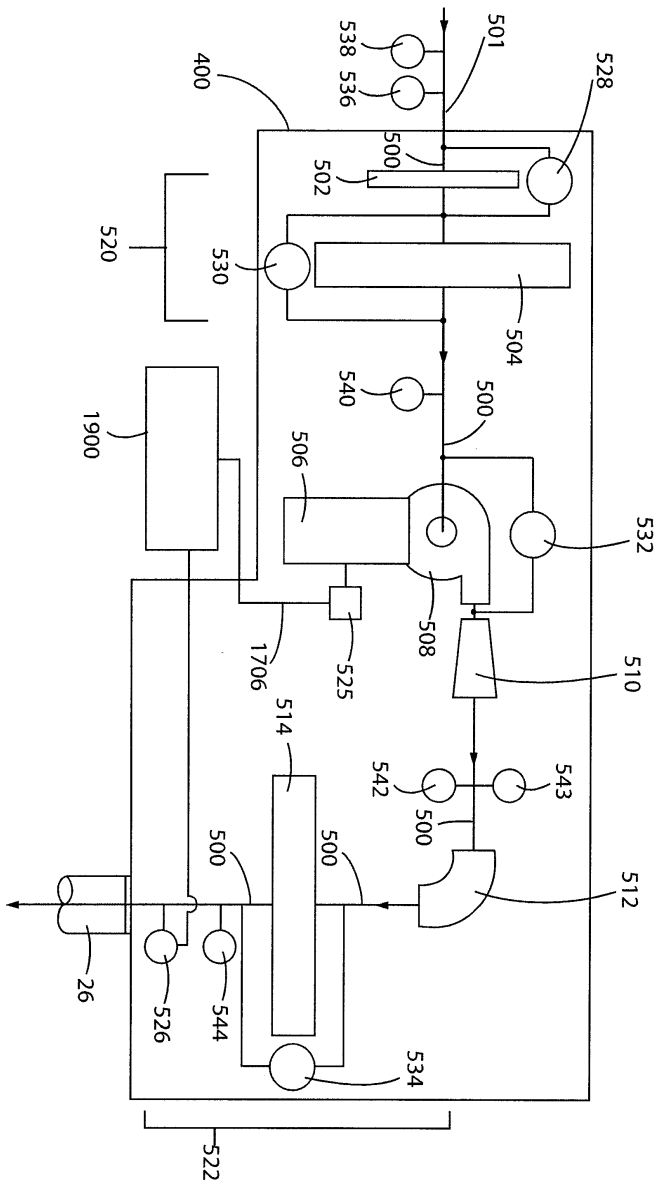
도면3



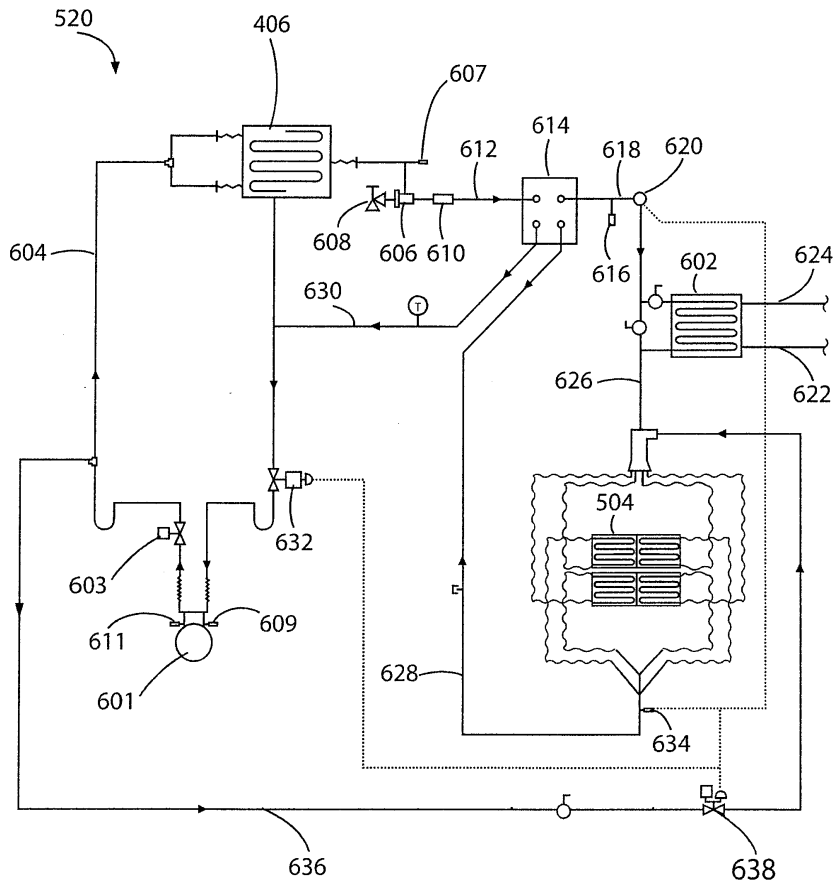
도면4



도면5

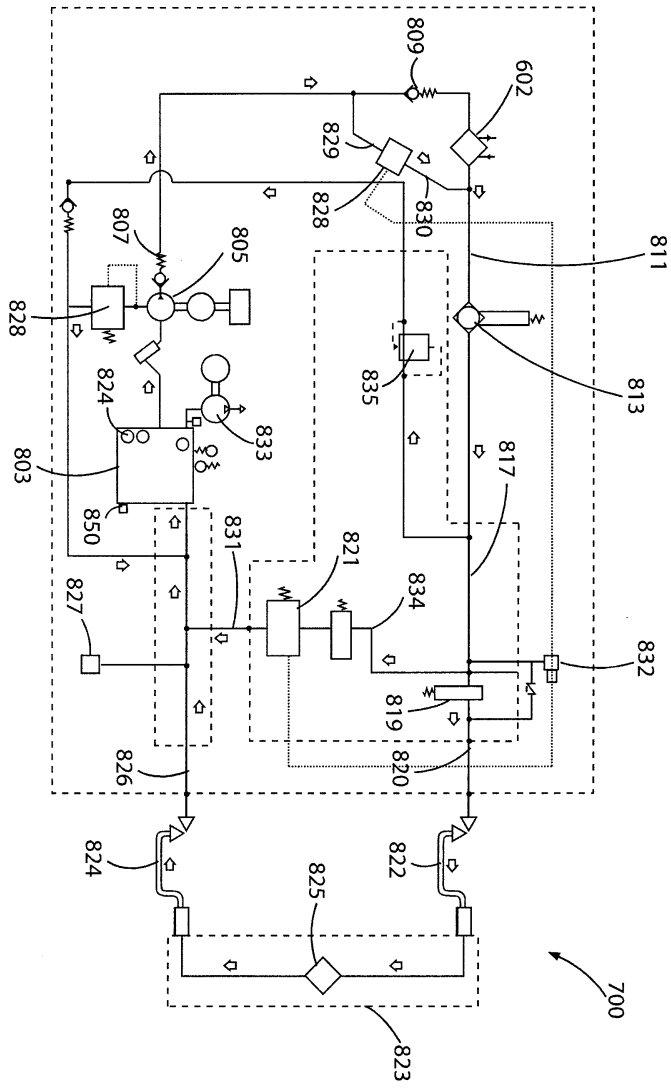


도면6

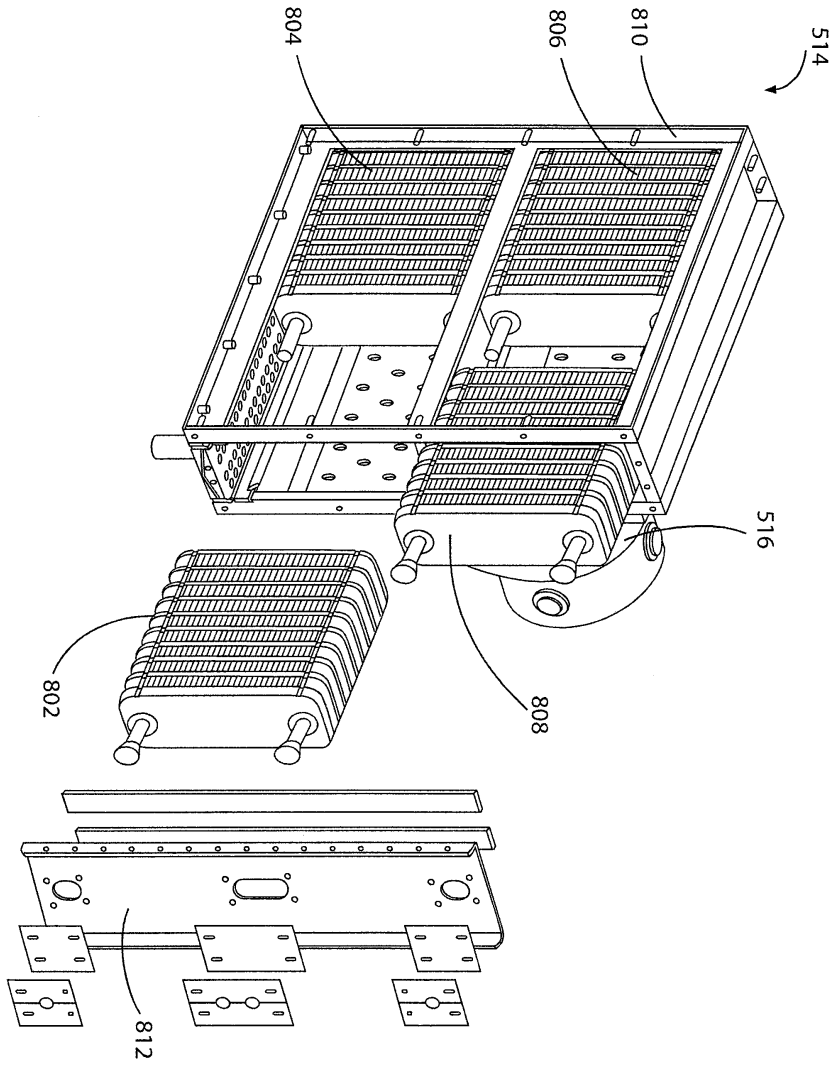




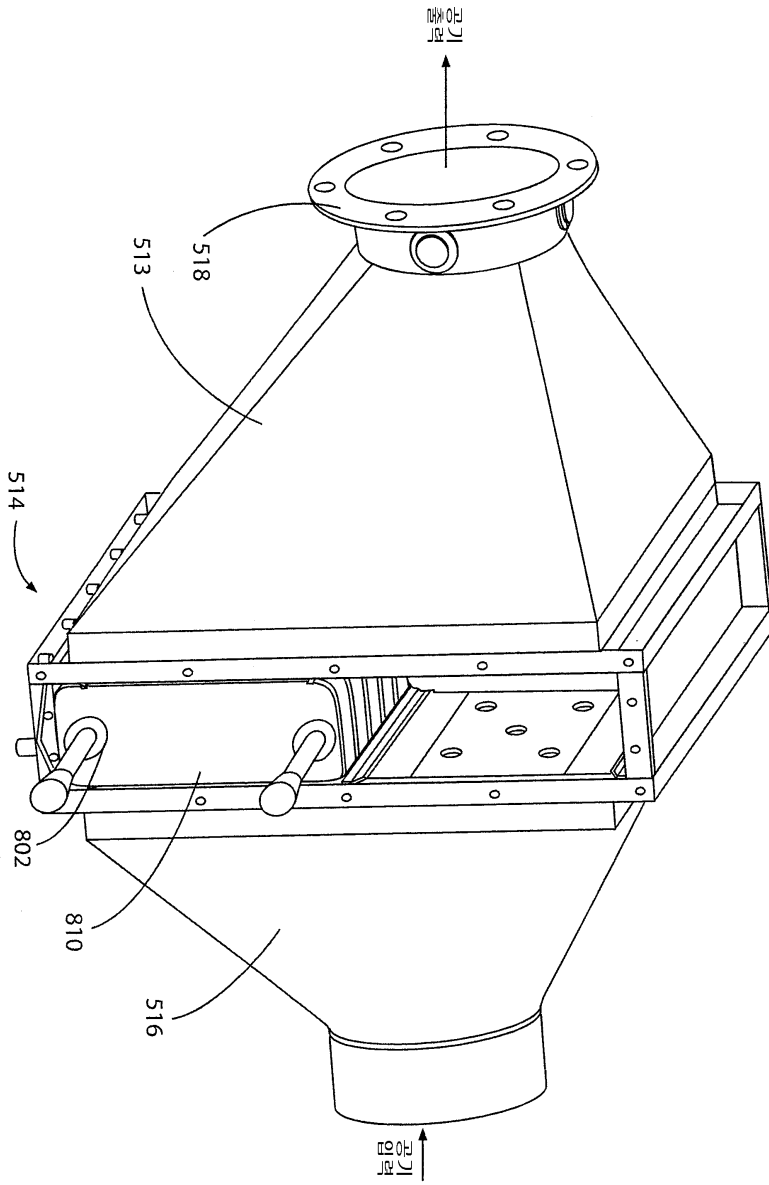
도면8



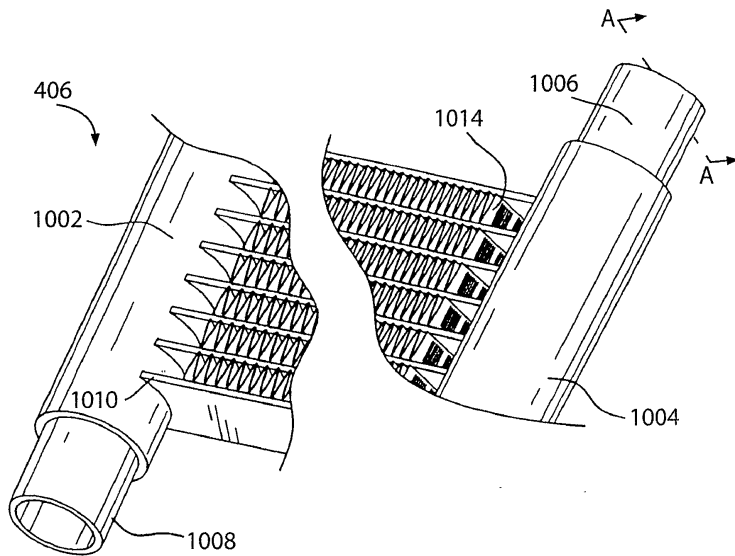
도면9



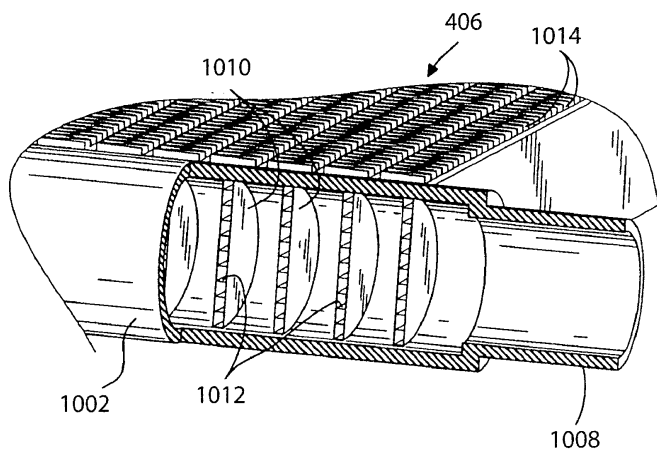
도면10



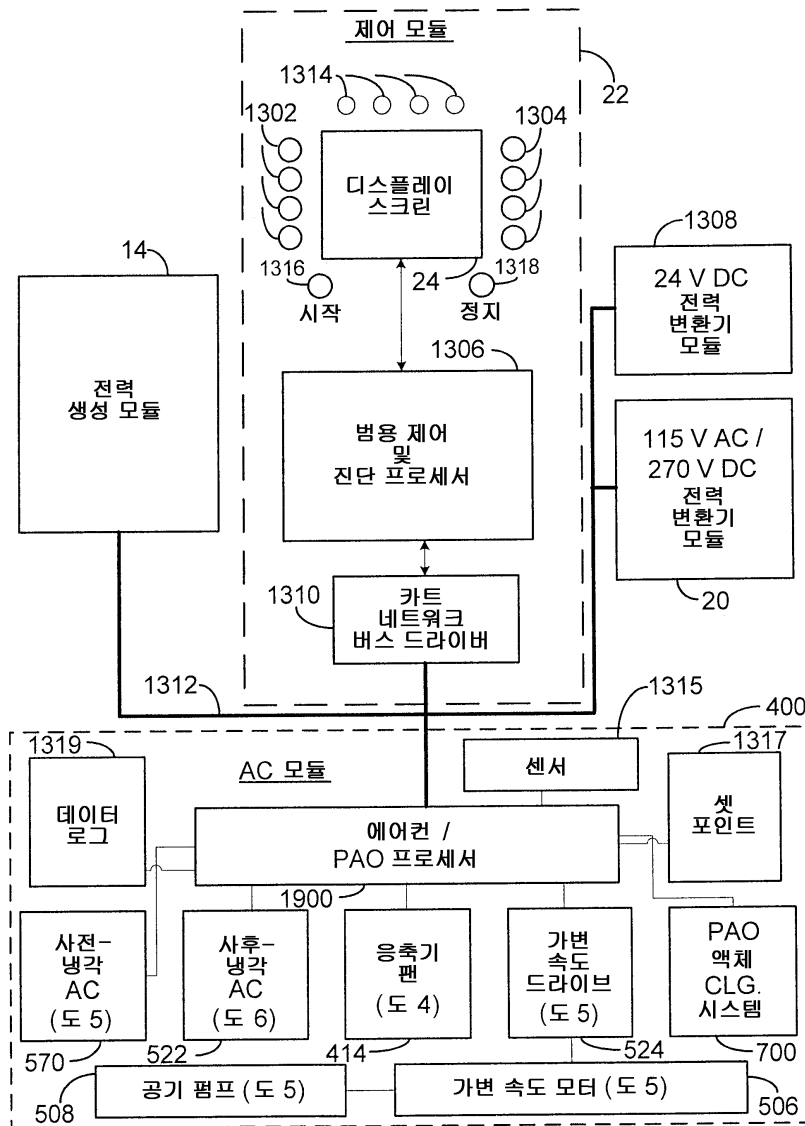
도면11



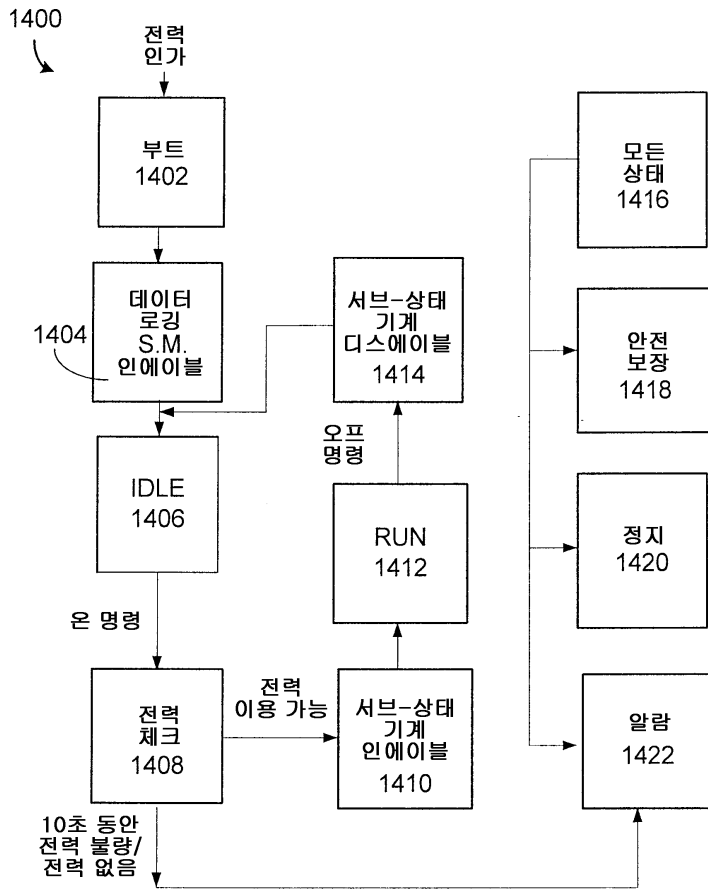
도면12



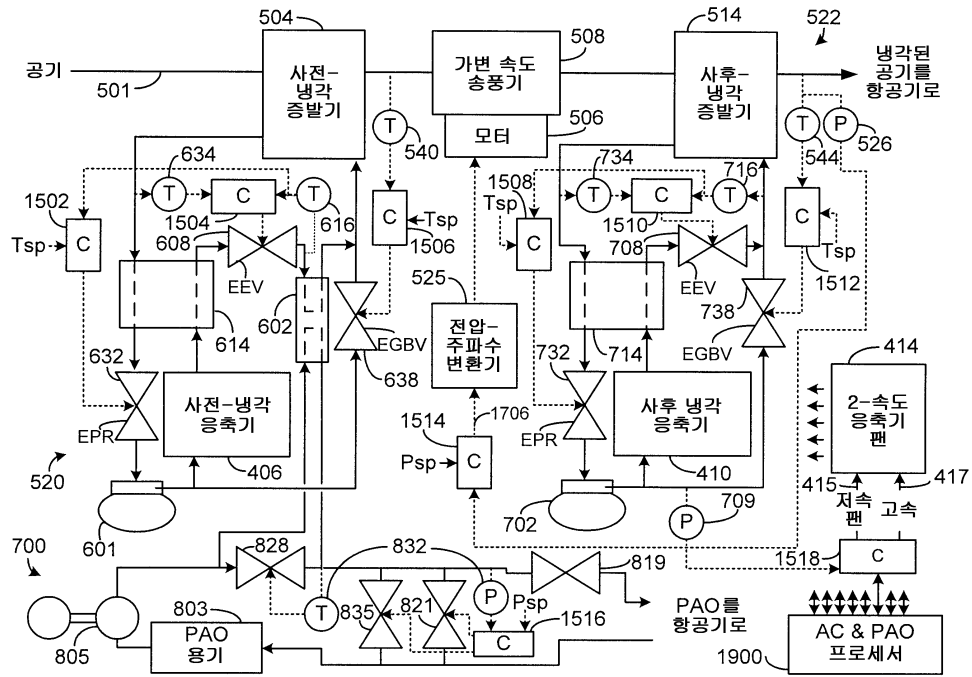
도면13



도면14

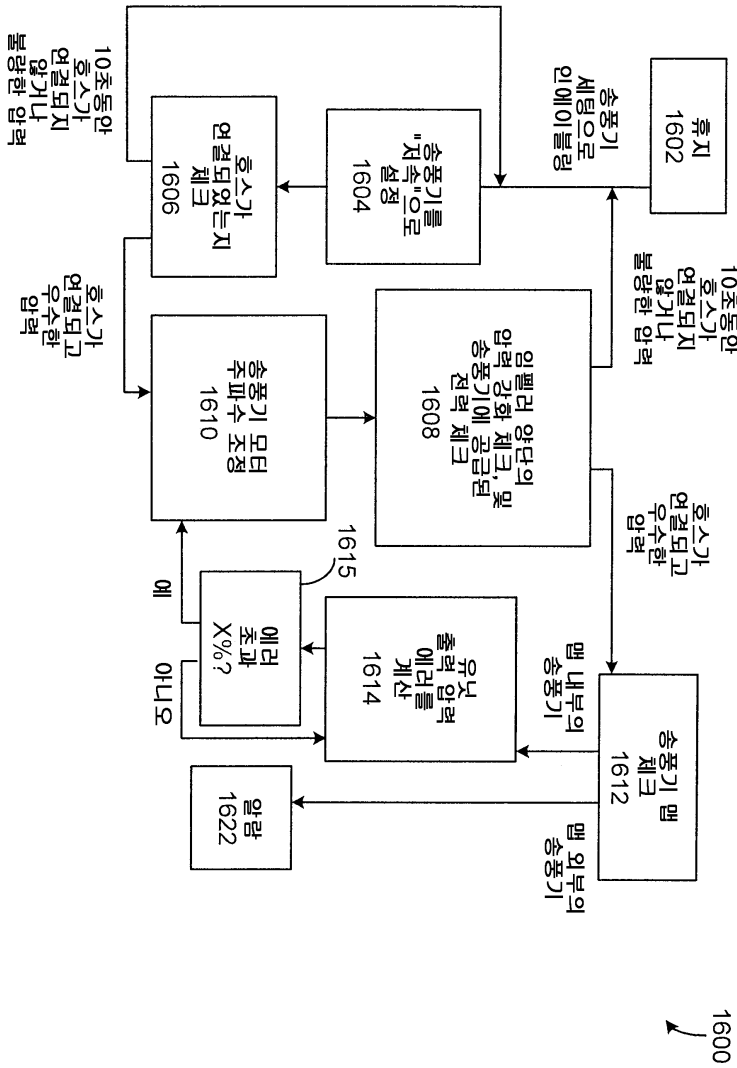


도면15





도면17

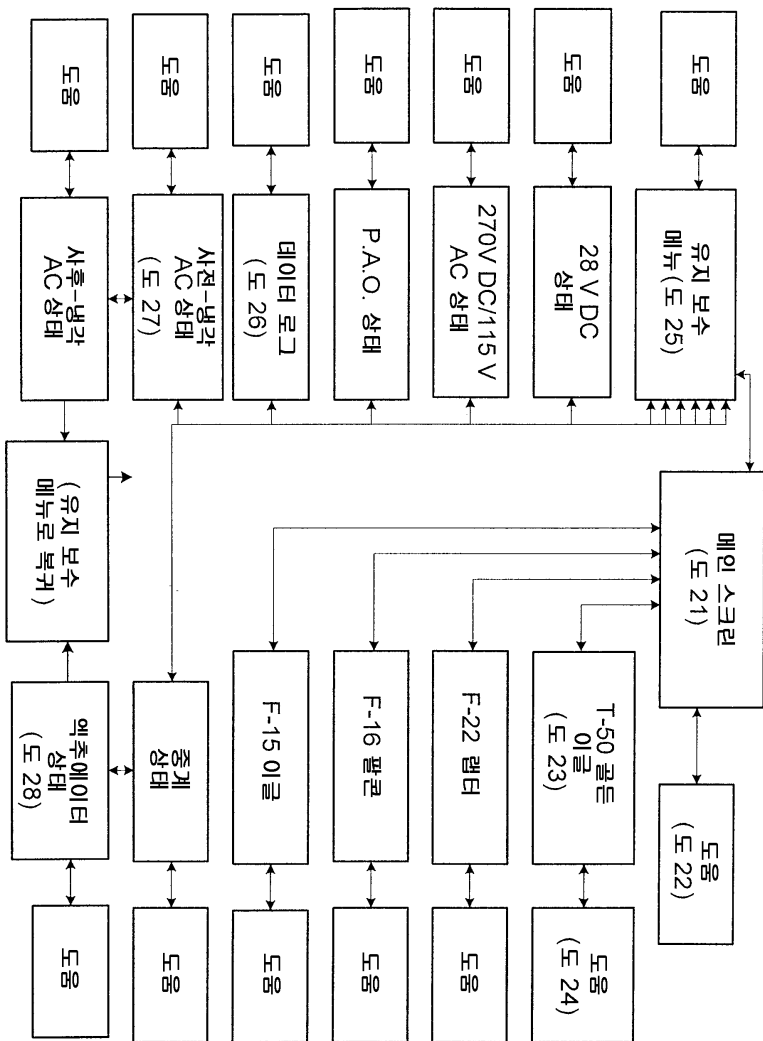




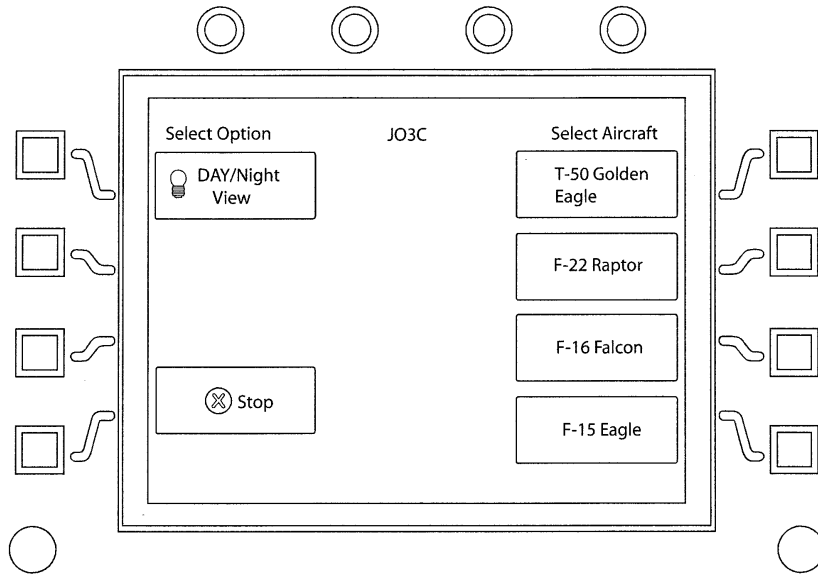
도면19

<p><u>전기 값</u></p> <p>1708 Ph A V&gt; 1710 Ph A I&gt; 1712 Ph B V&gt; 1714 Ph B I&gt; 1716 Ph C V&gt; 1718 Ph C I&gt; 1720 BLOWER V&gt; 1722 BLOWER I&gt; 1724 PRE-C V&gt; 1726 PRE-C I&gt; 1728 POST-C V&gt; 1730 POST-C I&gt; 1732 위상 감시 &gt;</p>	<p>공기 조화 및 PAO 프로세서</p>	<p><u>온도</u></p> <p>&lt;538 주변 538 &lt;540 사전-냉각 540 &lt;542 송풍기 542 &lt;526 전달됨 526 &lt;PAO 복귀 온도 827 &lt;PAO 예약 온도 850</p>
<p><u>압력 및 온도</u></p> <p>611 PRE-C DISCH&gt; 607 PRE-C COND&gt; 616 PRE-C SUCT L&gt; 634 PRE-C EVAP&gt; 609 PRE-C SUCT&gt; 711 POST-C DISCH&gt; 707 POST-C COND&gt; 716 POST-C SUCT L&gt; 739 POST-C EVAP&gt; 709 POST-C SUCT&gt; 832 PAO OUTPUT&gt;</p>		<p><u>액체 레벨</u></p> <p>&lt;PAO 액체 레벨 824</p> <p><u>온/오프 신호 출력</u></p> <p>&gt;PAO 펌프 805 &gt;PAO 진공 펌프 833 &gt;PAO 공급 밸브 819 &gt;PRE-C ISOL. SOL. 1734 &gt;PRE-C COMPR. ON 1702 &gt;PRE-C SHUTOFF 603 &gt;POST-C ISOL. SOL. 1732 &gt;POST-C COMPR. ON 1704 &gt;POST-C SHUTOFF 703 &gt;COMP FAN LOW SPD 415 &gt;COMP FAN HI SPD 417 &gt;BLOWER VFD ON 1734</p>
<p><u>압력</u></p> <p>526 AT OUTPUT&gt; 543 AT BLOWER&gt; 528 ACCR. AIR FILTER&gt; 530 ACCR. PRE-C&gt; 532 ACCR. BLOWER&gt; 534 ACCR. POST-C&gt;</p>	<p><u>0 - 10 V 신호 출력</u></p> <p>&gt;PRE-C EEV 620 &gt;PRE-C EGBV 638 &gt;PRE-C EPR 652 &gt;POST-C EEV 720 &gt;POST-C EGBV 738 &gt;POST-C EPR 732 &gt; 송풍기 속도 1706 (직렬 링크)</p>	
		<p>1900</p>

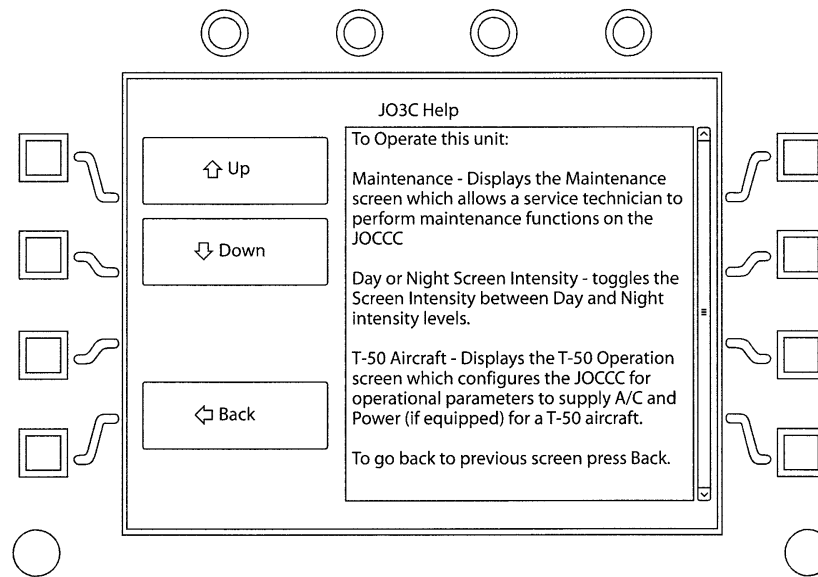
도면20



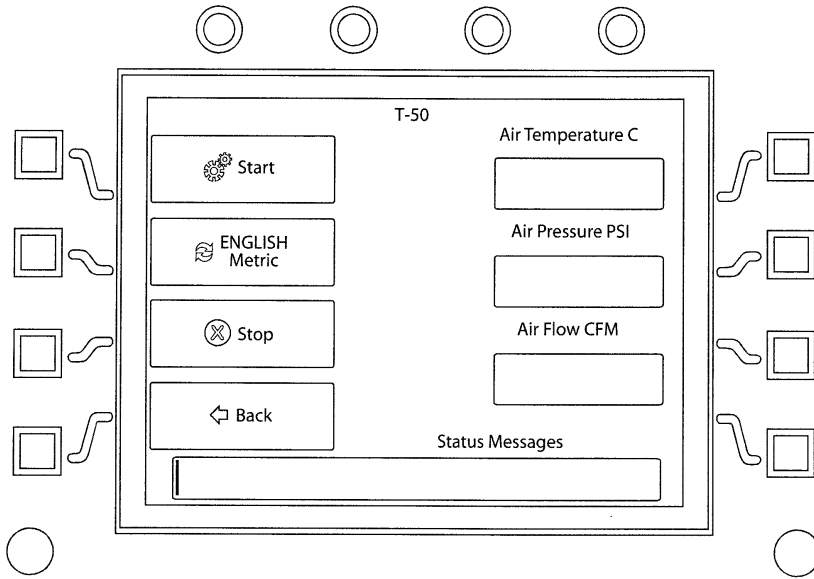
도면21



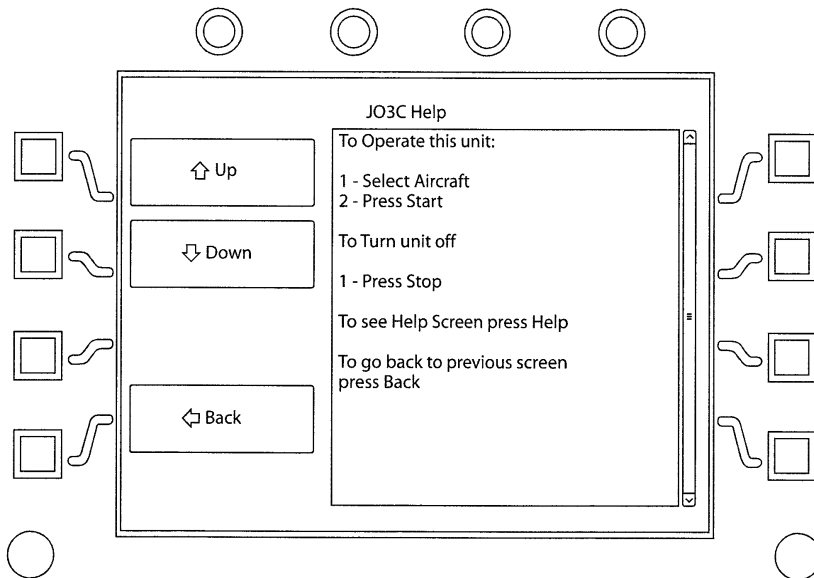
도면22



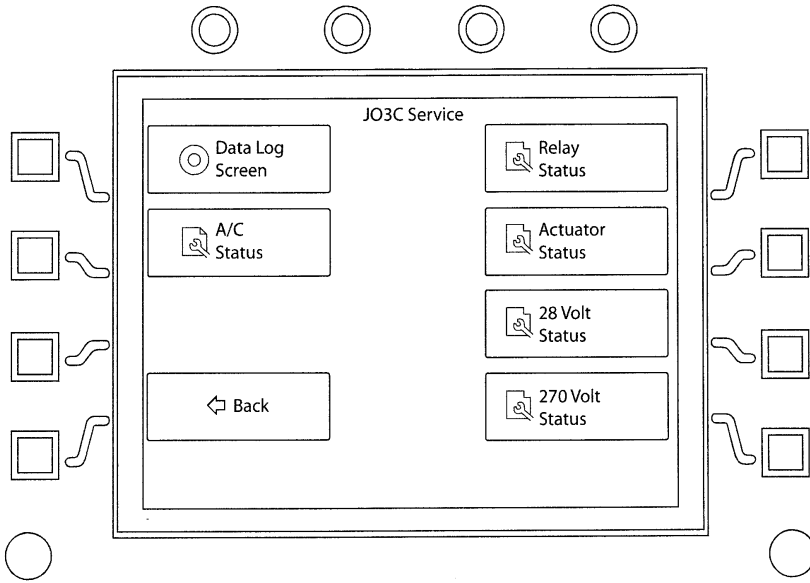
도면23



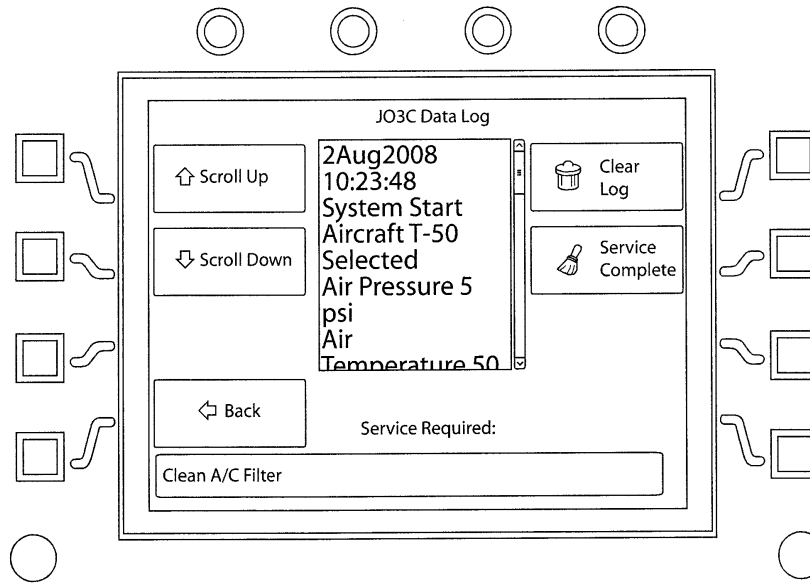
도면24



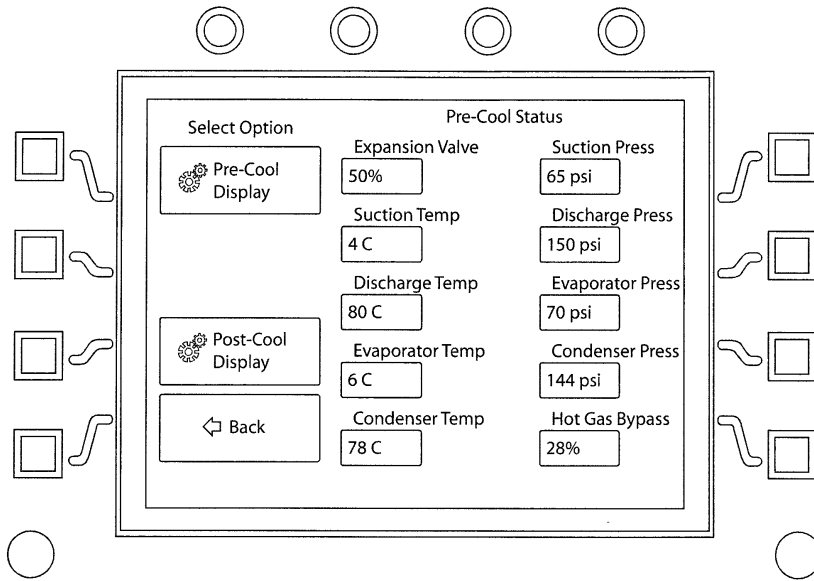
도면25



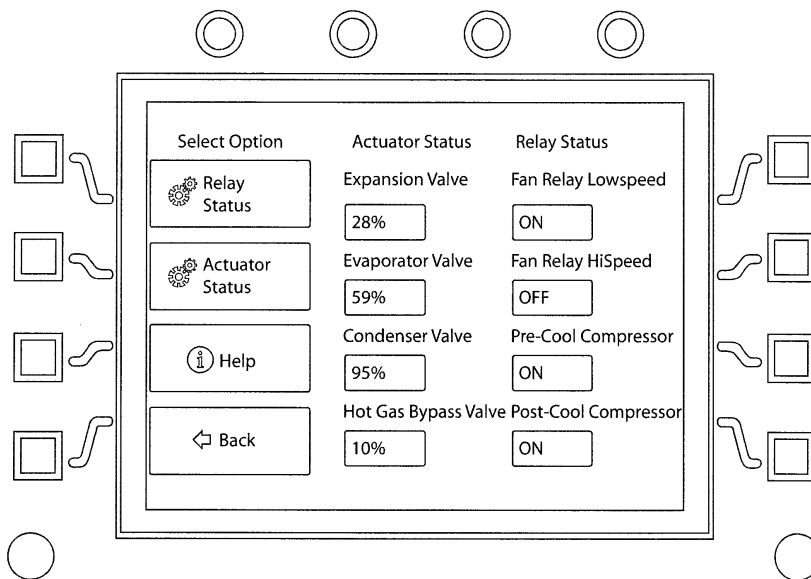
도면26



도면27



도면28



도면29

