

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. (45) 공고일자 2006년07월20일
H02J 9/06 (2006.01) (11) 등록번호 10-0603245
(24) 등록일자 2006년07월13일

(21) 출원번호	10-1999-7005669	(65) 공개번호	10-2000-0069651
(22) 출원일자	1999년06월21일	(43) 공개일자	2000년11월25일
번역문 제출일자	1999년06월21일		
(86) 국제출원번호	PCT/EP1997/007273	(87) 국제공개번호	WO 1998/28832
국제출원일자	1997년12월19일	국제공개일자	1998년07월02일

(81) 지정국 국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 가나, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 시에라리온, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 감비아, 기니 비사우,

AP ARIPO특허 : 가나, 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 짐바브웨, 감비아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 핀란드, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장 96/10787 1996년12월20일 남아프리카(ZA)

(73) 특허권자 마뉴엘 도스 산토스 다 폰테
남아프리카 공화국, 프레토리아, 0181,와터크루프 리지, 플레이아데스 애비뉴 282

(72) 발명자 마뉴엘 도스 산토스 다 폰테
남아프리카 공화국, 프레토리아, 0181,와터크루프 리지, 플레이아데스 애비뉴 282

레치그르제시악
폴란드오시코아11M31바르샤바01-928

로드지미얼즈코크자라
폴란드11M10초심스카바르샤바00-791

파웰포스피치

폴란드올스즈틴스카35M7라돔26-600

안드르제니드지알코우스키
폴란드수왈스카32M84바르샤바03-252

(74) 대리인 하상구
 하영욱

심사관 : 박태식

(54) 혼성 발전 장치

요약

혼성 발전 장치는 엔진/발전기와 가변 전압의 전기 출력을 공급하는 기타 제어가능한 전기적 전원(10)을 포함하며, 이 출력은 정류되어 DC-DC변환기(12)에 공급되며, 출력(VDC)은 제어 회로(16)에 의해 감시된다. 이 출력은 중간 DC 출력으로 공급되고, 이것은 전형적으로 외부 부하에 공급하는 AC출력을 생성하도록 인버터(14)에 전력 공급을 위해 사용된다. DC-DC변환기의 사용은 중간 DC출력을 발전기 출력으로부터 격리하고, 발전 장치가 부하 요구량에 따라 광범위한 엔진/발전기 속도 범위에 걸쳐 효율적으로 동작하게 한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 시간에 따라 실질적으로 변하는 부하를 공급하기 위해 사용될 수 있는 발전 장치에 관련된 것이다.

배경기술

종래의 전기 발전기에서는 엔진 혹은 기타 원동기가 정확한 주파수의 AC 전기 출력을 공급하도록 계산된 공칭의 일정 속도로 동기 교류 발전기를 구동시킨다. 실제로, 엔진속도는 정확히 일정하게 유지되지 않으므로 그러한 발전 장치의 전기 출력 주파수에서 바람직하지 않은 변화가 발생한다.

최대 부하 요구량을 공급하기 위해 발전 장치는 이에 상응하여 크기가 결정되어야 하는데, 일반적으로 평균부하가 최고부하의 단지 20%라는 사실 때문에 매우 소모적일 수 있다. 부하 요구량이 크게 변화하고 발전 장치의 간헐적인 큰 부하를 가진 용접, 전지 충전 및 전기 모터의 개시/동작등의 많은 응용이 있다. 따라서, 이와 같은 응용에 사용되는 발전 장치는 낮은 부하 조건에 대해 효율적으로 대처할 수 있는 것이 바람직하다.

엔진/발전기의 속도를 변화시킴으로써 부하 요구량에 있어서의 변화에 응답하고, 전지를 이용하여 저부하 조건하에서 부하에 공급하는 변속 발전기가 제안되었다(예로, Plahn et al의 US특허 5,563,802호 참고). 그러나, 이런 종류의 알려진 시스템들은 제한적 엔진 속도 동작 범위, 부담이 따르는 듀티사이클에 기인하는 나쁜 전지수명, 그리고 역 부하 상태에서의 나쁜 성능을 포함하는 다양한 제한을 갖는다.

본 발명의 목적은 부하의 실질적인 변화에 잘 대처할 뿐만 아니라 효율적으로 동작할 수 있는 혼성 발전 장치를 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명에 의한 발전 장치는,
가변 전압 및/또는 전류 전기 출력을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 제어가능한 전원과,
실질적으로 상기 전원의 전기출력변화에 대해 독립적인 상기 적어도 하나의 제어가능한 전원의 가변전압 및/또는 전기출력으로부터 중간 DC 출력을 발생하는 디커플링 변환 수단과,
상기 중간 DC 출력으로부터 시간 변화 부하에 제공하도록 AC 또는 DC출력을 발생하는 출력수단과,
상기 적어도 하나의 제어가능한 전원의 전압 및/또는 전류 그리고 중간 DC 출력을 감시하고, 그것에 상응하는 출력신호를 발생하는 센서수단과,
상기 출력신호에 응답하여 상기 적어도 하나의 제어가능한 전원의 구동을 제어하고, 상기 전원의 전력을 동적으로 변화시킴으로써 시간 변화 부하에 필요한 전력을 공급하는 제어수단을 포함한다.

삭제

삭제

삭제

삭제

상기 제어가능한 전원은 연료전지, 수력 발전기, 풍력 터빈, 가스 터빈/발전기 또는 비전기입력으로부터 전기출력을 발생하는 기타 장치를 포함할 수 있다.

대안으로, 상기 제어가능한 전원은 디커플링 변환수단에 가변전압출력을 제공하는 엔진 및 발전기를 포함할 수 있다.

바람직하게는, 상기 발전기는 가변전압 및 가변주파수 AC 출력을 상기 디커플링 변환수단에 제공하는 AC발전기이고, 상기 발전 장치는 발전기의 AC출력을 정류하는 정류수단을 포함하며, 상기 디커플링 변환수단은 정류된 AC출력을 기준전압과 관련하여 제어되는 전압을 갖는 중간 DC 출력으로 변환하는 DC-DC 변환기를 포함한다.

상기 제어수단은 변환수단의 중간 DC 출력 및/또는 제어가능한 전원의 부하를 감시하여 부하가 설정값을 초과할 때 엔진의 속도를 증가시키도록 배치된 센서수단을 포함할 수 있다.

한 실시 예에서, 상기 제어수단은 상기 제어가능한 전원에서 출력된 전류를 설정 레벨 또는 설정 범위에서 유지하도록 동작하며, 상기 센서수단은 상기 변환수단의 중간 DC 출력에서 출력전압을 감시하여 중간 DC 출력의 전압이 제1전압 임계값 아래로 떨어질 때 엔진의 속도를 증가시켜 상기 변환수단으로 제공된 전력을 증가시키도록 배치된 전압센서를 포함한다.

다른 실시 예에서, 상기 제어수단은 실질적으로 일정한 중간 DC 출력 전압을 유지하도록 동작하고, 상기 센서수단은 상기 제어가능한 전원에서 출력된 전류를 감시하여 그 제어가능한 전원에서 출력된 전류가 제1전류임계값을 초과할 때 엔진의 속도를 증가시켜 상기 변환수단으로 제공되는 전력을 증가시키도록 배치된 전류센서를 포함한다.

상기 장치는 중간 DC 출력으로부터 충전되며, 중간 DC 출력이 공칭값이하로 떨어질 때 에너지를 중간 DC출력으로 방전시키도록 배치된 적어도 하나의 제1에너지 저장수단을 포함할 수 있다.

대안으로 또는 추가로, 상기 장치는 부담이 되는 보조 부하의 상기 출력 수단으로의 접속을 검출하여 상기 보조 부하로의 전력 공급을 제어함으로써 상기 출력수단의 과도한 부하를 방지하도록 배치된 보조 부하제어수단을 포함할 수 있다.

바람직하게는, 상기 장치는 적어도 제2에너지 저장수단과, 상기 변환수단의 중간 DC 출력으로부터 제2에너지저장수단을 충전하도록 배치된 충전회로와, 상기 중간 DC 출력전압이 상기 제1전압임계값 보다 아래의 제2전압임계값 아래로 떨어질 때 상기 제1에너지 저장수단과 병렬로 상기 제2에너지 저장수단을 방전하도록 배치된 방전회로를 포함할 수 있다.

한 실시 예에서, 상기 장치는 제3에너지 저장수단과, 전원에서부터 상기 제3에너지저장수단을 충전하도록 배치된 충전회로와, 상기 제2에너지 저장수단이 적어도 부분적으로 방전된 후에 상기 제1 및 제2에너지 저장수단과 병렬로 상기 제3에너지 저장수단을 방전하도록 배치된 보조 변환수단을 포함한다.

상기 제1 및 제2에너지 저장수단은 바람직하게는 캐패시터이고, 상기 제3에너지 저장수단은 바람직하게는 전지이다.

상기 장치는 상기 엔진/발전기의 속도를 감시함과 아울러 그것과 관련된 속도출력신호를 발생하는 속도센서와, 상기 속도 출력신호로부터 전력신호를 발생하는 함수 발생수단을 포함하며, 상기 전력 신호는 엔진의 전력/속도 특성을 나타내며 상기 제어수단에 의해 이용되어 상기 엔진의 동작을 최적화시킨다.

상기 장치는 주위의 압력과 온도를 감시하여 압력 및 온도출력신호를 각각 발생하는 주위 압력 및 온도센서와, 엔진 디레이팅(engine derating) 특성을 갖는 출력을 발생하여 주위 동작 압력 및 온도의 변화를 보상하는 압력 및 온도함수 발생기를 추가로 포함할 수 있다.

상기 장치는 상기 엔진 배기온도를 감시하여 배기온도출력신호를 발생하도록 배치된 배기온도센서와, 상기 속도 출력 신호로부터 배기온도/속도-부하 특성신호를 발생하는 배기온도함수발생기와, 상기 배기 온도 출력신호와 상기 배기 온도/속도-부하 특성 신호간의 차로부터 에러신호를 발생함으로써 상기 엔진 배기 온도에 영향을 미치는 요인을 보상하는 제어를 추가로 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 전압 제어 방식을 이용한, 본 발명에 의한 혼성 발전 장치의 매우 단순화된 블록도이다.

도 2는 도 1의 것과 유사한 도면으로, 전류 제어 방식을 채택한 장치의 변형을 도시한다.

도 3은 부하 예측 회로를 포함하는 도 1의 장치를 그 출력 회로와 함께 상세히 예시한다.

도 4는 본 장치의 교류 출력회로를 도시한다.

도 5는 제 1 및 제 2 에너지 저장장치를 포함하는, 도 1의 장치에 대한 변형을 도시한다.

도 6은 도 5에 도시된 것과 유사하나 제 3 에너지 저장 장치를 포함하는 장치의 변형을 도시한다.

도 7a는 내연 엔진에 의해 구동되는 영구 자석 AC 발전기를 포함하는, 본 발명의 바람직한 실시예의 상세 개략도이다.

도 7b는 도 7a의 장치의 제어 시스템에서 다양한 임계값과 기준전압의 관계를 도시하는 도면이다.

도 8a~8c와 9a~9c는 본 발명의 장치에 대한 실시예의 성능을 도시하는 그래프이다.

도 10과 11은 보다 정교한 전압과 전류 제어 루프를 각각 이용한 장치의 다른 변형을 도시한다.

도 12, 13 및 14는 본 발명의 장치와 이용되어 동작을 최적화할 수 있는 부가적인 제어 회로를 도시하는 개략도이다.

도 15는 제어가능한 전원으로서 연료 전지를 채용하는 본 발명의 실시예를 위한 제어 루프를 도시하는 블록도이다.

실시예

도 1은 본 발명에 의한 혼성 발전 장치의 배치를 매우 단순화한 블록도 형태로 도시한다. 엔진/발전기, 연료 전지, 태양 전지 시스템, 수력 발전기, 풍력 터빈, 또는 출력을 변화시키도록 제어가능한 기타 전기 에너지를 포함하는 제어가능한 전원(10)이 DC-DC 변환기(12)를 포함하는 디커플링 변환 수단에 접속되어 있다. DC-DC 변환기의 출력을 여기서는 전압 VDC를 갖는 중간 DC 출력이라 칭하기로 한다. 이 중간 DC 출력은 대부분의 실시예에서 중간 DC 출력을 외부 부하에 공급하는 AC 파형으로 변환하는 인버터 등의 출력 변환 수단인 "부하"(14)로 공급된다. 그러나, 다른 경우에서 외부 부하는, 예컨대 DC 부하 또는 차량 모터인 경우도 있다.

디커플링 변환 수단(12)은 본 장치의 제어 방식이 전원(10) 출력의 대폭적인 변동에 대처할 수 있도록 중간 DC 출력을 전원(10)의 전류 및/또는 전압 출력의 변동으로부터 디커플링 또는 분리하는 중요한 기능을 제공한다. 예컨대, 전원(10)이

엔진/발전장치인 경우 디커플링 변환 수단(12)의 디커플링 작용에 의해 엔진/발전기의 넓은 속도 범위에 걸친 동작을 가능하게 하면서 중간 DC 출력을 소망의 동작 파라미터의 범위로 유지한다. 또한, 변환 수단(12)은 전원을 부하의 변동으로부터 디커플링 또는 분리하는 기능도 제공한다.

디커플링 변환 수단(12)은 제어가능한 전원(10)의 중별에 따라서 각종 형태를 취할 수 있다. 전원 출력이 DC 출력인 경우 디커플링 수단은 DC-DC 변환기이다. AC 출력을 포함한 전원(10)의 경우 AC-DC 변환기를 이용할 수도 있다. 필수적으로, 디커플링 변환 수단(12)은 변환기능을 가지며, 전원(10)으로부터의 광 범위로 변동하는 전기 출력을 수신하며, 측정 및 제어회로로부터의 제어신호에 따라서 전원(10)의 전기 출력으로부터 중간 DC 출력을 발생한다.

도 1에서, 측정 및 제어 회로는 참조 번호 16으로 나타내었다. 이 회로는 아날로그 혹은 디지털 회로를 포함할 수 있으며, 적절한 소프트웨어의 제어 하에 실행되는 마이크로프로세서를 사용하여 쉽게 실시될 수 있다. 그러나, 다음 설명을 위하여, 측정 및 제어 "회로"라 한다.

제 1 전압 센서(18)는 중간 DC 출력 VDC 값을 감시하여 측정 및 제어 회로(16)에 공급되는 전압 신호(V₁)를 생성한다. 제 2 전압 센서(20)는 전원(10)의 전압출력을 측정하여 측정 및 제어 회로(16)에 공급되는 제 2 전압 신호(V₂)를 생성한다. 또한, 전류 센서(22)는 DC-DC 변환기(12)로의 전원의 전류출력을 측정하여 측정 및 제어 회로(16)에 공급되는 전류 신호(I₂)를 생성한다. 회로(16)에는 또한, 전압 및 전류 기준 신호(V_{ref2}, I_{ref2}) 각각이 공급된다.

전압 센서의 출력(V₁)이 또한, 기준 전압(V_{ref1})이 제공된 제어 루프(24)에 공급되고, 전원(10)의 제어 시스템(26)에 적용될 전기 출력 신호를 생성한다. 전원의 종류에 따라 제어 시스템(26)은, 예를 들어, 내연 엔진의 연료 주입 제어기 혹은 연료 전지에서 가스(예, 수소와 산소)흐름을 제어하는 제어기일 수 있다.

도 1의 장치는 참조 번호 28로 지시된 에너지 저장 장치를 포함하고, 이는 회로의 중간 DC 출력에 접속되어 있다. 본 발명의 단순한 변형에 있어서, 에너지 저장 장치(28)는 중간 DC 출력과 단지 병렬로 접속되어 중간 DC 출력에 적용된 부하가 갑자기 변할 때 단기간의 보충 에너지를 제공하는 캐패시터를 포함할 수 있다. 보다 정교한 실시예(하기 참조)에서 에너지 저장 장치(28)에는 각각의 제어 시스템을 갖춘 하나이상의 다른 에너지 저장장치가 추가될 수 있다.

도 1의 장치는 전압제어 루프와 함께 작동하고, 그 전압 제어 루프는 디커플링 DC-DC 변환기(12)가 기준 전압(V_{ref2})에 따라 최대 전압으로 중간 DC 출력 전압 VDC를 효율적으로 조절하도록 배치되어 VDC의 값은 전원(10)으로부터의 입력 전압의 변화에 관계없이 기준 값에 따라 제어 루프에 의해 조절된다.

동시에, 이런 동작 모드에서 변환기(12)는 전류 기준(I_{ref2})에 따라 통과하는 전류를 제어해서 전원(10)은 최적으로 부하가 걸린다. 예를 들어, 엔진/발전기 세트의 경우에 엔진/발전기가 그것의 가변속도 범위 내에서 동작하고 있을 때 엔진은 엔진의 최적 전력/속도 특성에 근접하는 바람직한 곡선에 따라 부하가 걸린다. 부하 전력 요구량이 갑자기 증가하면, 변환기(12)에 의해 공급된 전류 제어는 전원으로부터 인출된 전류의 증가에 의해 증가된 부하 전력 요구량이 공급되는 것을 방지한다. 이는 중간 DC 출력이 전력 결핍되어 부하가 중간 DC 출력을 증가시키는 에너지 저장 장치(28)로부터 직접적으로 에너지를 인출하게 함을 의미한다. 이 장치로부터 에너지가 인출되기 때문에, 그 장치의 출력과 중간 DC 출력 전압 VDC는 저하될 것이다.

첫 번째 전압 센서(18)에 의해 감지된 VDC의 값이 제 1 전압 임계값 아래로 떨어 졌을 때, 제어루프(24) 및 제어시스템(26)에 적용된 입력 신호(V₁)는 그것의 전력 출력을 증가시키기 위해 전원(10)을 제어한다. 엔진/발전기의 경우에, 제어 시스템(26)은 엔진의 속도를 증가시키고, 결국 발전기의 출력 전압도 증가한다. 전압에서의 이러한 증가는 변환기(12)에 공급된 전력을 증가시켜 변환기가 기준(I_{ref2})에 의해 설정된 전원 전류를 초과하지 않으면서 중간 DC 출력에 높은 전력을 공급하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 전원(10)은 부하를 만족하고, 에너지 저장 장치(28)를 재충전한다. 중간 DC 출력 전압 VDC는 전압 기준 신호(V_{ref1})에 의해 결정되는 전압 임계값으로 복구될 때까지 상승하고, 전원(10)은 새롭고, 높은 레벨의 출력전력으로 안정화 될 것이다.

부하 전력 요구량이 감소할 때, 전원과 부하 사이의 균형은 다시 불안정해 진다. 이 경우에, 전압 VDC는 증가할 것이고, 전압/속도 제어 루프는 전원(예, 엔진/발전 장치 경우의 엔진 속도)의 출력 전력을 줄이도록 작동하여, 출력 전력과 전원의 전압을 줄이며, 변환기(12)가 그것의 출력 전압을 공칭값으로 되돌아 가게 한다.

위에서 설명된 동작의 모드에서, 전류제어의 형태는 주 전압제어 방식과 관련하여 사용된다. 전원으로부터 인출된 전류를 제한하거나 제어함으로써 중간 DC 출력의 전압 VDC는 부하 요구량의 변화에 따라 변환기(12)와 그것의 제어 회로(16)에

의해 허가된 전압 변화의 미리 결정된 윈도우(window)안에서 변화되도록 된다. 이 "윈도우"의 크기는 실제적으로, 특히, 부하 변환기(14)의 성능 파라미터, 에너지 저장 장치(28)의 에너지 저장 용량 그리고 제어 시스템(26)에 대한 전원(10)의 동적 반응에 의해 결정된다.

도 2의 장치는 사용된 제어 방식이 전압 제어 방식보다는 주로 전류 제어 방식이라는 것을 제외하면 도 1과 대체로 유사하다. 전류 제어 방식에 따라서, 변환기(12)는 기준 전압(V_{ref})에 따라 중간 DC 출력 전압(VDC)을 조정하여 VDC의 값이 변환기(12)의 입력 전압에서의 변화에 상관없이 거의 일정하게 유지되도록 동작한다.

부하 전력 요구량(중간 DC 출력에서 DC 전압과 DC 전류의 곱)이 증가할 때, 변환기에서의 전류와 전원(10)에 의해 공급된 전류는 VDC가 거의 일정하게 남아있도록 조절되는 것처럼 증가해야 한다. 변환기(12)는 전류가 안전 작동 범위 내에서 부하 전력 요구에 따라 증가 또는 감소하도록 한다.

부하의 값이 증가할 때, VDC의 값이 거의 일정하게 유지되기 때문에 변환기(12)는 전원(10)으로부터 보다 많은 전류를 요구하여 부하에 공급을 시도한다. 전류 센서(22)는 이러한 증가를 검출하여 측정 및 제어 회로(16)와 제어 루프(24) 모두에 공급되는 출력 신호(I_2)를 생성한다. 제어 시스템(26)을 통해 제어 루프(24)는 그것의 전력 출력 증가를 위해 전원(10)의 출력을 조정한다. 예를 들어, 엔진/발전 장치의 경우에, 엔진 속도는 증가하여 발전기의 출력 전압과 전력을 증가시킨다. 전원의 전압출력의 상승은 변환기(12)가 전압 스텝업(step-up) 비(ratio)를 감소시키게 한다. 입력 전압이 상승함에 따라 변환기(12)의 입력 전류는 전류 기준 신호(I_{ref2})에 의해 결정되는 전류 임계값으로 되돌아 갈 때까지 감소할 것이고, 전원(10)은 새로운 출력 전력으로 안정화될 것이다(엔진/발전기의 경우에 엔진은 새롭고 보다 높은 속도에서 안정화 될 것이다).

반대로, 부하 전력 요구량이 감소할 때 변환기(12)는 전원으로부터 전류를 덜 요구하게 된다. 전류값이 I_{ref2} 로 설정된 미리 정해진 임계값 아래로 감소할 때, 전원의 전력 출력은 감소한다(예를 들어, 엔진/발전기 세트의 엔진 속도가 감소한다). 전원 출력 전압의 상응하는 감소는 전원으로부터 인출된 전류의 증가를 야기시킨다. 전류가 전류 기준값 I_{ref2} 로써 결정된 값으로 회복될 때, 전원은 그것의 새로운 전력 출력값으로 안정화된다(예를 들어, 엔진/발전기 세트내의 엔진 속도가 그것의 새롭고 보다 낮은속도로 안정화 될 것이다).

이와 같은 작동 모드에서, 전원은 전원으로부터 인출되는 최대 전류값을 제한하는 변환기(12)에 의해서 보호된다. 전원 전류가 최적 값으로 증가 할 때(예를 들어, 엔진/발전기 세트의 출력 전류가 엔진의 최적의 토크 출력을 표시하는 값에 가까워 질 때), 전압 제어 방식의 참조로 설명된 전류 제한 기능은 작동할 수 있다. 부하 요구의 증가는 전력의 중간 DC 출력을 약화시켜 중간 DC 출력 전압 VDC에 있어서의 상응하는 하락을 야기시킨다.

위에 설명된 두 제어 방식에서, 디커플링 변환기(12)의 사용은 매우 중요한 것으로 인식될 수 있으며, 상당히 다른 특성들을 갖는 가변 전원의 사용을 가능하게 한다.

위에 설명된 기본 장치의 많은 변형과 수정이 가능하다.

예를 들어, 에너지 저장 장치(28)의 위치에 둘 이상의 보조 에너지원을 이용하여 단기간 및 장기간의 피크 부하들(하기 참조)에 보다 효과적으로 응답하는 시스템을 공급할 수 있다. 몇몇 다른 경우, 보충 에너지 저장장치가 제외될 수 있다. 대신에, 높은 충격 또는 큰 단계의 부하에 대처하기 위해 부하 추정 회로를 도입할 수 있다. 도 3은 도 1에 근본적으로 상응하는 장치를 보여주는데, 여기서 내부 부하(14)는 AC 전기 출력을 주 부하(30)로 공급하도록 배치되는 DC-AC 변환기(즉, 인버터)를 포함한다. 게다가, 두번째로, 부하가 따르는 보조 부하(32)가 제공된다. 이 부하는 동작에 있어서 일시적이고, 임시적인 과부하를 야기할 것으로 예상된다. 이 부하는 인버터(14)로부터 부하 전류의 크기에 관련된 제어기(38)로 출력전류 신호(I_4)를 제공하는 인터페이스 회로(34)와 전류 센서(36)를 경유하여 공급된다. 제어기(38)는 인터페이스 회로(34)의 동작을 제어한다.

부하를 검출할 때, 인터페이스 회로(34)는 빠르게 인버터(14)로부터 부하를 단절시키거나, 부하로의 출력의 주파수와 전압 중 하나 또는 모두를 떨어뜨린다. 제어기(38)는 전원(10)이 최대 출력 전력(엔진/발전기 세트의 경우에 엔진은 최대 속도로 가속된다)을 생성하도록 제어 루프(24)에 적용되는 출력신호(V_{a2x})를 발생시킨다. 순간적인 부 부하 상황이 일어나고, 공칭의 부하에 적합한 전력 제어 루프는 일시적으로 오버라이드된다. 인터페이스 제어기(38)가 제 2 전압 센서(20)의 출력(V_2)으로부터 전원(10)의 출력이 최대값임을 검출할 때, 제어기(38)는 인터페이스(34)로 제어신호(V_{ali})를 출력하여 미리 정해진 인터페이스 특성들(예: on/off, 가변 전압/주파수 또는 소프트 스타트)에 따라 보조 부하(32)를 인버터(14)에 접속한다. 순간적인 오버라이드후에, 공칭의 부하에 적합한 제어 시스템이 작동을 재개하고, 전원(10)의 전력 출력은 그 출력 전력과 총 부하 요구량이 균형을 이루도록 안정화된다.

예로서, 보조 부하가 DC 셉트 모터(DC shunt motor)라면, 인터페이스는 셉트 와인딩(shunt winding)에 전압을 제공하여 아마추어(armature) 회로상에서 공칭의 동작값으로 전압을 올려 준다. 보조 부하가 AC모터 라면, 인터페이스는 소프트 스타트 회로내에서와 같이 적용된 전압을 저하시키거나, 조절가능한 속도 구동(ASD)에 있어서와 같이 전압과 주파수를 비례적으로 줄일 수 있다. 전원이 그것의 최대 출력 전력레벨로 접근할때, 보조 부하 역시 간단히 단절되거나 재접속될 수 있다.

도 4는 내부 부하(14)가 주 DC부하(40)에 공급하는 DC-DC 변환기인 것을 제외하고는, 도 3의 배치와 유사함을 보여준다 (반복을 피하기 위해 동일한 요소들은 생략되었다). 보조 부하(42)(DC 또는 AC)는 장치의 중간 DC출력으로부터 인터페이스(44)와 전류 센서(36)를 직접 경유하여 공급된다.

도 5에서, 장치의 변형은 제 2 보조 에너지 저장 장치(46)를 제외하고, 도 1의 실시예와 실질적으로 대응되는 것임을 알 수 있다. 이 배치 내에서 에너지 저장장치들(28, 46)은 전형적으로 하나 이상의 캐패시터나 울트라-캐패시터를 포함한다. 대신에, 특히 제 2 에너지 저장장치(46)의 경우에 있어서, 듀티 사이클이 덜 부담이 되며, 배터리나 플라이휠 모터/발전기 같은 다른 장치들이 사용될 수 있다. 캐패시터(들)(46)는 측정 및 제어 회로(50)와 접속된 DC-DC 변환기(48)를 경유하여 중간 DC출력에 접속된다. 제어 회로(50)는 에너지 저장장치(46)의 말단 전압에 대응하는 제 3 전압 센서(52)의 출력(V_3)과, 보조 에너지 저장 장치와 변환기(48)사이의 전류 크기에 대응하는 전류 센서(54)로부터의 출력(I_3)뿐만아니라, VDC 값에 대응하는 제 1 전압 센서(18)로부터 출력(V_1)을 받는다.

VDC값이 기준전압 V_{ref1} 으로 정해진 제 1 임계값보다 낮은 제 2 임계값 아래로 떨어질때, 측정-제어 회로(50)는 변환기(48)를 제어하여 에너지를 제 2 에너지 저장장치(46)로부터 중간 DC출력으로 공급하도록 배치된다. 따라서, 부하의 전력 요구량의 급격한 증가의 경우에 VDC값은 제 2 임계값 아래로 떨어지고, 캐패시터들(28) 및 주 디커플링 변환기(12)에 의해 공급되는 에너지와 병렬로 캐패시터(46)로부터의 추가적인 에너지가 부하에 공급된다.

가변 전압 소자(즉, 캐패시터의 말단 전압은 그것의 충전 상태에 따라 변한다)인 캐패시터들을 수용하기 위해, DC-DC 변환기(48)는 필요에 따라 스텝업(step up) 또는 스텝다운(step down) 가변 비율 변환기(캐패시터들의 동작 전압에 의존함) 모두로서 동작하여, 출력을 VDC와 통상의 같은 전압을 갖는 중간 DC출력으로 전송할 수 있다. 이 배치는 실제로 다른 특징들(예: 더 높거나 낮은 동작 전압)을 갖는 보조 에너지원들이 병렬로 사용되는것을 허용한다.

도 6에서, 배터리(56) 형태로 되어 있는 제 3 보충 에너지 저장 장치가 포함된것을 제외하고, 도 5에 도시한 것과 유사한 배치이다. 이 경우 에너지 저장장치들(28, 46)은 모두 캐패시터들의 뱅크(bank)들이다. 이 배열에서 배터리(56)는 주 전원(10)으로부터 전달될 수 있으며, 예컨대, 보조 전원 태양전지판 또는 그 밖의 에너지원으로부터 전달될 수 있는 에너지원(58)로부터 충전되도록 배치된다. 전원(58)의 출력은 변환기(60)로 보내지는데, 특징은 전원(58)의 성질에 의해 결정된다. 변환기(60)의 출력은 전류 센서(62)를 경유하여 배터리(56)로 보내지고, 그것의 동작은 전류 센서(62), 전압 센서(66) 그리고 전류와 전압의 기준 신호들(V_{ref4} , I_{ref4})의 출력에 반응하는 측정-제어 회로(64)에 의해 제어된다.

배터리(56)는 인터페이스 회로(68)를 경유하여 DC-DC 변환기의 입력으로 접속되어 있다. 이 접속점은 장치의 제 2 중간 DC출력이며, 변환기(48)에 의하여 주 중간 DC출력으로부터 고립되고, 디커플링되어 있다.

본 발명의 위에 설명한 실시예는, 다중의 제어 가능한 전원들을 이용한, 미리 정해진 제어 방식에 따라 둘 이상의 상이한 전원으로부터 하나 이상의 부하에 공급할수 있는 혼성 발전 시스템을 나타낸다. 따라서, 본 발명은 특정한 적용들을 위한 혼성 발전기를 설계하는데 큰 유연성을 부여한다.

도시된 배치에서, VDC값이 부하 요구량의 증가로 인하여 떨어질때, 제 1 에너지 저장장치(28)는 부하(14)로 방전한다. 제 1 전압 임계값 아래로 VDC값이 더 떨어지면, 도 1을 참고하여 위에서 설명된 바와 같이 전력 제어 루프가 활성화 된다. VDC값이 제 1 임계값 아래의 제 2 전압 임계값 아래로 떨어지면, 제 2 에너지 저장장치(46)는 에너지를 중간 DC출력으로 방전한다. 제 2 에너지 저장장치(46)의 출력에서 측정된 전압(V_3)이 배터리(56)의 말단 전압아래로 떨어지면, 제 3 에너지원(예비 전지 56)은 방전된다.

한번 VDC값이 제 2 임계값 아래의 제 3 임계값 아래로 떨어지면 배터리(56)가 중간 DC출력으로 전력을 전달하도록 배치될 수 있다 하더라도, 예비 전지를 위한 제어 회로가 제 1 및 제 2 임계값들과 독립적인 어떤 희망 지점에 인터페이스(68)를 경유하여 전력을 공급하도록 배치될 수 있다는 것을 이해하는 것이 중요하다. 이 유연성은 본 발명의 특징적인 이점이다.

도 6의 배치에서, 배터리(56)는 캐패시터들(28, 46)의 뱅크들과 비교하여 부하에 공급하는데 상대적으로 드물게 사용된다. 이는 캐패시터는 배터리와 비교하여 많은 회수의 충전/방전 사이클을 견딜 수 있는 반면, 배터리의 듀티 사이클은 극적으로 감소하기 때문에 바람직하다. 그러므로, 이 배치는 시스템의 신뢰성과 수명을 향상시키면서, 실질적인 유연성 및 보충 에너지 용량을 가진 장치를 제공한다.

캐패시터나 배터리 대신에, 플라이휠 모터/발전기 배치와 같은 다른 방식의 에너지 저장 장치가 이용될 수 있다. 적절한 인터페이스들의 사용과는 별도로, 중요한 기준은 보조 에너지 저장장치들에 의해 부합되어야 하는 일시적이고 장기간의 에너지 요구량 모두와 선택된 방식의 에너지 저장장치를 정합시키는 것이다.

이제 도 7a를 참고하여 본 발명의 실시예의 상세 블록도를 설명한다. 이 실시예는 조절가능한 전력원(10)으로써, 엔진/발전기를 이용한다. 원형에서 사용된 엔진은 연료 주입이 있는 디젤 엔진이고, 발전기(72)는 AC 영구 자석 3상 발전기이다. 엔진은 엔진 속도 제어기 회로(76)로부터의 전기 제어신호에 응답하는 연료 주입 제어기(74)에 의해 제어된다. 발전기(72)의 AC 출력이 3상의 정류기 회로(78)로 보내지고, DC-DC 변환기(82)(앞 도면의 디커플링 변환기(12)에 대응함)의 입력으로 보내지기 전에 LC필터(80)로 보내진다. 이 변환기는 스텝업 초퍼(chopper)로서 동작한다. 발전기(72)의 출력은 엔진(70)의 속도에 따라 전압과 주파수 모두 변할것이다. 그리고, DC-DC 변환기(82)는 이 가변 전압 출력을, 교대로 외부 부하(84)에 전력을 공급하는 내부 부하(14)(전형적으로 인버터)에 전력을 공급하는데 이용되는 중간 DC출력으로 변환한다. 위에서 설명한대로, DC-DC 변환기(82)는 발전기/정류기 출력과 효과적으로 디커플링되거나 분리되며, 이 출력은 엔진(70) 속도에 의해 중간 DC출력으로부터 실제적으로 변한다.

이 장치의 제어 회로는 기준 전압 함수 발생기(88)로부터의 주 기준 입력 전압(V_{r10v})과, VDC(즉, 중간 DC 출력의 전압) 값에 대응하는 전압 센서(90)로부터의 제 2 입력 전압(V_{a8})이 공급되는 전압 제어 회로(86)를 포함한다. V_{a8} 의 값은 적용된 부하의 크기 변화에 기인한 VDC 값의 변화를 반영한다. 전압 제어 회로(86)는 필수적으로 VDC의 측정 값을 주 기준 전압(V_{r10v})과 비교하는 레귤레이터(regulator)로서 기능한다. 엔진/발전기의 낮은 속도의 동작에 대응하는 낮은 부하 작동 상태의 경우에는, 부하 변환기(14)의 전압 강하는 낮아지고, 주 기준 입력 전압(V_{r10v})은 함수 발생기(88)에 의해 감소되어 장치의 부분 부하 효율을 향상시킨다.

DC-DC 변환기(82)는 기준 전류 함수 발생기(94)로부터의 기준 전류 신호(V_{r9i})와 전압 기준 신호(V_{r9v})뿐만 아니라 전압 센서(90)의 출력(V_{a8})을 수신하는 전류/전압 변환기 제어 회로(92)를 가진다. 게다가, 전류/전압 제어기(92)는 정류기(8)로부터 DC-DC 변환기(82)로 공급되는 전류 크기로부터 인출된 입력신호(V_{a5})를 받는다. 전압 제어 회로(86)는 기준 속도 신호(V_{r11})를, 속도 센서(96)로부터의 출력신호(V_{a2})와 함께 엔진 속도 제어기(76)에 적용되는, VDC의 측정 변화에 응답하여 생성한다. 속도 제어기(76)는 연료 분사 제어기(74)에 적용되는 출력신호(V_{r12})를 생성하여 엔진(70)의 속도를 변경한다.

속도 신호(V_{a2}) 또한, 엔진의 토크/속도 특성에 대응하는 속도의 함수로서 기준 전류 신호(V_{r9i})를 수정하는 기준 전류 함수 발생기(94)에 적용된다. 영구자석 발전기에서, 출력 전압이 속도에 선형적으로 변화하면, 발전기 전류는 엔진 토크와 대응한다. 결과적으로, 전류/전압 제어기(92)는 변환기(82)를 제어하는데, 이것은 엔진(70)상에 그 토크/속도 특성에 따라 부하를 걸어서 넓은 범위의 변동하는 부하에 대한 성능을 최적화한다.

부하(84)의 크기가 증가하고 그 결과로 전압신호(V_{a8})가 속도 제어 임계값인 기준 전압(V_{r10v}) 값보다 작은 값을 가질때, 전압 제어 회로(86)는 엔진 속도를 증가시키기 위하여 출력신호(V_{r11}) 값을 증가시킨다. 발전기 출력 전류를 기준 전류 신호(V_{r9i})로 설정된 값과 같게 하기 위하여 전류/전압 제어기(92)는 DC-DC 변환기(82)의 동작을 조절한다. 발전기 전압과 그로인한 변환기(82)로의 입력 전력이 속도와 더불어 증가함에 따라, 중간 DC출력으로 전달되는 전력의 상응하는 증가는 VDC 값의 증가를 야기시킨다. V_{a8} 값이 V_{r10v} 값과 같을때 안정성이 생긴다. 역으로, 전압신호(V_{a8})(VDC 값의 변화에 대응함)가 기준전압(V_{r10v})보다 클때, 엔진 속도는 감소한다. 만약 엔진이 최소 작동 속도에 다가가고 VDC 값이 기준 전압 신호(V_{r9v})(이것은 크기상 V_{r10v} 보다 근사적으로 더 크다)보다 더 크게 남아 있으면, 전류/전압 제어기(92)는 DC-DC 변환기(82)의 출력을 줄이도록 작동하여, VDC 값이 기준전압(V_{r9v})와 같아질때까지 전류 신호(V_{a5})는 줄어든다.

제 1 에너지 저장기구(캐패시터)(28)에 추가적으로, 이 장치는 캐패시터(C3)와 배터리(BAT)로 이루어지는 보충 에너지 저장 기구를 포함한다. 배터리는 다이오드(D6)에 의해 캐패시터로부터 격리되어 있고 캐패시터와 병렬로 혼성 배터리를 형성한다. 배터리 전압(V_{bat})은 실질적으로 캐패시터 전압(V_{c3})보다 낮아, 캐패시터(C3)는 방전함에 따라 부하로 실질적인 양을 전달할 수 있어 그것의 단말전압은 비교적 높고 충분히 충전된 전압에서 결국 배터리의 말단 전압(V_{bat})에 이르는 값으로 저하된다. 캐패시터 말단 전압이 V_{bat} 와 같을때, 배터리는 전력 전달 함수를 취한다. 이는 그것이 다이오드 D6을 통해 충전/방전 변환기(98)를 경유하여 중간 DC출력으로 에너지를 공급함에 따라 이루어진다.

충전/방전 변환기(98)는 다이오드 D2, D3와 함께 트랜지스터 T2, T3의 쌍과 choke(choke) L3로 이루어진다. 트랜지스터 T3와 다이오드 D3는 충전 제어기(100)에 의해 제어되고, 중간 DC출력으로부터 캐패시터(C3)를 방전하도록 스텝다운 쇼퍼로서 choke(L3)와 함께 접속되어 기능을 한다. 트랜지스터(T2)와 다이오드(D2)는 방전 제어기(102)에 의해 제어되며, choke L3와 접속된 스텝업 쇼퍼로서 역할을 하여 캐패시터(C3)의 중간 DC출력으로서의 방전을 제어한다. 예비 전지(BAT)는, 또한 트랜지스터(T2), 다이오드(D2) 및 choke(L3)로 이루어진 스텝업 쇼퍼를 경유하여 중간 DC출력으로 방전된다.

방전 제어기(102)는 중간 DC출력의 미리 결정된 전압 임계값과 위에서 설명한 전류 센서(118)에 의해 공급되는 적절한 방전 전류 피드백 신호(Ises)에 따라 기능을 한다.

Vr18v보다 근사적으로 높게, 중간 DC 출력 전압 신호(Va8)가 충전 가능 전압 기준값(Vr19vb)을 초과하면, 충전 제어기(100)는 비교기(119)로부터의 충전 가능 신호(V21)에 응답하여 동작한다. 이것은, 특히, 엔진 속도와 이용가능한 전력에 따라 캐패시터(C3)의 충전을 최적화하도록 속도 센서(96)로부터의 속도 피드백 신호(Va2)의 함수로서 기준전류 신호를 수정하는 캐패시터 기준 전류 함수 발생기 회로(104)의 출력에 따라 동작한다.

블로킹 다이오드(D5)의 존재때문에 보조 배터리(BAT)는 충전/방전 변환기(98)를 경유하여 단지 방전만 가능하다(충전은 안된다). 그러므로, 트랜지스터(T4), 다이오드(D4)와 choke(L4)로 이루어진 추가 충전 변환기(106)가 배터리를 충전하는 목적으로 구비된다. 변환기(106)는 충전 제어기(108)에 의해 제어되고, 배터리 전압 감시기(110)로부터의 피드백 배터리 전압 신호(Vbat)와, 피드백 배터리 전류 신호(Ibat)와, 배터리 전압 기준 신호(Vbat.ref)와, 충전전류 기준신호(Ibat.ref)에 따라 배터리를 충전하도록 스텝다운 쇼퍼로서 작동한다. 맨 마지막의 기준 신호는 배터리 기준 전압, 배터리 기준 전류 함수 발생기들(112, 114)에 의하여 각각 발생한다. 캐패시터(C5)와 인덕터(L5)로 이루어진 필터는 높은 리플(ripple) 전압/전류의 결과로 배터리에 가해지는 손상을 방지하기 위해 충전 변환기(106)의 출력을 평탄하게 한다.

충전하는 동안의 가스발생을 막기위해, 배터리 기준 전압 함수 발생기(112)는 배터리 온도에 따라 배터리 기준 전압 신호(Vbat.ref)를 수정한다. 이용가능한 전력에 대해서 배터리 충전을 최적화 하기 위하여, 배터리 기준 전류 함수 발생기는 속도 피드백 신호(Va2)에 따라 배터리 기준 전류 신호(Ibat.ref)를 수정한다.

도시된 예에서, 배터리 충전 변환기(106)를 위한 에너지는 중간 DC출력으로부터 인출되지만, 태양 전지판 같은 독립 전력원이 배터리(BAT)를 충전하도록 이용될 수 있다고 인식될수 있다.

충전/방전 변환기(98)의 제어 회로가 부하 크기의 갑작스런 증가(즉, 일시적인 과부하 상태)에 기인한 VDC값의 하락을 감출하면서 거의 순간적으로 동작할수 있기 때문에, 엔진(70)을 그와 같은 요구에 대처하기 위해 비능률적으로 높은 속도로 구동될 필요가 없다. 대신에, 부가 에너지원들이, 부하에 충분히 공급할수 있도록 엔진 속도가 충분히 증가 할때까지, 이 피크 부하 요구량과 부합하도록 충분한 에너지를 공급할 수 있다. 따라서, 본 발명의 설명된 실시예는 가변 속도, 가변 출력 발전기 세트와 병렬로 빠르게 동작하는 단기간의 에너지원을 효과적으로 포함한다.

도 7b는 도 7a의 회로내에 있어서의 다양한 기준 전압과 동작 임계 전압들사이의 상호 관계를 보여준다. 전압 센서(90)로부터의 신호(Va8)에 상응하는 중간 DC출력의 전압(VDC)은 제 2 임계 전압(Vr18v)아래로 떨어질때, 캐패시터(C3)의 하강 말단 전압과 관계없이 변환기(98)는 캐패시터(C3)로부터 중간 DC출력으로 전류를 펌핑하여 제 2 임계 전압(Vr18v)에서 값을 유지한다. 이 말단 전압(Vses)은 전압 감시기(116)의 입력 전압이고, 이것은 충전 제어기(100)로 출력을 보낸다. 캐패시터 방전 전류(Ises)는 전류 센서(118)로부터 얻어지고, 방전 제어기(102)뿐만 아니라 충전 제어기(100)로 보내진다.

과부하로부터 변환기(98)를 보호하고 과도한 방전율로부터 캐패시터(C3)와 배터리(BAT)를 보호하기 위하여, 방전 제어기(102)는 기준 전류값(Vr18i)에 따라 방전 전류를 제한한다.

캐패시터(C3)의 전압(Vses)이 제 3 임계값 아래의 배터리(BAT)의 충전 불량 상태를 나타내는 레벨로 떨어질때, 변환기(98)를 경유한 방전은 방전 제어기(102)에 의해 불가능하게 된다. 배터리 보호 수단은 도 7a에서 단순화를 위해 생략한다. 그럼에도 불구하고, 배터리(BAT) 방전의 직접적인 제어가 없다. 캐패시터(C3)의 말단 전압이 예비 전지(BAT)의 말단 전압 아래로 떨어질때, 전류는 배터리로부터 다이오드(D5)를 경유하여 캐패시터(C3)로 보내지고, 거기서부터 변환기(98)를 경유하여 중간 DC출력으로 보내진다. 다이오드(D5) 양단간의 전압 강하때문에 캐패시터(C3) 양단간의 전압은 제 2 임계값 아래의 제 3 임계값으로 안정화된다. 이 전압 레벨은 캐패시터(C3)로부터의 전력전달 기능을 이어 받기 때문에 예비 전지의 방전-전압 특성에 달려있을 것이다.

비록 종래의 지혜가 발전기의 출력과 부하 사이에 DC-DC변환기를 배치하는것을 제안했지만 변환기의 100% 보다 낮은 효율 때문에 실제 유익한 결과가 얻어진다. 발전기/정류기와 부하 사이에 DC-DC변환기를 배치하는 효과는 발전기 출력을 시스템의 중간 DC출력과 "디커플링" 또는 "격리"한다. 이는 계속해서 효율적으로 동작하면서 시스템을 엔진/발전기 속도의 보다 넓은 범위에 대해 대처하게 한다. 따라서, 엔진/발전기로부터 낮은 부하를 효율적으로 공급할 수 없고 대신 이 목적을 위해 배터리를 사용해야 하는 선행기술의 시스템과 비교하여, 본 발명의 장치는 부하가 조금 걸렸을때도 효율적으로 동작할 수 있다. 변환기의 손실로부터 발생하는 단가의 악영향은 본 발명의 장치의 연료 효율성과 전체적인 전기적 출력 효율성에 있어서의 이득과 비교하면 무시할 만하다.

도 8a에서 8c와 도 9a에서 9c는 도 7의 속도/전력 제어 시스템의 작용의 원리를 도시한다.

도 8a에서 발전기 출력 전력이 엔진 속도의 함수로서 보여진다. "A"는 최소 속도 동작점이고, "B"는 최대 속도 동작점이다. A와 B둘다 일정 속도 동작점이다. A, B 지점사이에서 엔진은 가변 속도 모드로 동작한다. 위의 선(점선)은 엔진의 최대 전력/속도 특성을 보여주고, 아래의 선은 어떤 주어진 순간에서 예비 가속 전력이 존재하도록 항상 엔진의 최대 전력 곡선 아래의 바람직한 부하 전력 곡선을 보여준다.

최소 속도 동작점(A)에서 부하 전력은 1 지점(도 8a 참조)까지 증가하도록 허용된다. 부하가 더 증가함에 따라 엔진은 최대 동작 속도점(2)에 도달할때까지 가속된다. 이 일정한 속도의 동작 모드에서 부하 전력은 최대 엔진 전력 비율(3)에 도달할 때까지 증가하게 된다.

발전기와 시스템의 중간 DC출력 사이에 제어가능한 디커플링 변환기의 사용은 최소, 최대 속도 동작 지점들(A,B)에서의 제한들을 포함하여 바람직한 곡선에 따라 1, 2 지점 사이에서 가변 속도 영역내에서 엔진의 부하를 제어하는 기회를 제공한다. 제어는 바람직한 기준 전류 특성 곡선에 따라 발전기에서 인출된 전류를 제어함으로써 영향을 받는다. 도 8c는 영구 자석 발전기의 실제상으로 선형적인 전압/속도 특성을 보여준다. 발전기 부하 전력이 발전기의 정류된 DC전압과 DC전류 출력의 승산으로 나타내면, 이는 주어진 전압특성에 의해 기준전류 곡선이 산출되어 도 8a의 1과 2지점사이의 바람직한 전력 곡선에 부합하는 부하 전력을 생성할 수 있다.

도 8b에서 위의 선은 도 8c에 보인 전압이 곱해졌을때 도 8a의 위의 선으로 보인 엔진 최대 전력 특성 곡선을 생성하는 전류를 도시한다. 전류는 엔진의 토크에 비례한다. 유사하게, 도 8b의 아래의 선은 도 8a의 아래의 선으로 도시되는 부하 전력 특성을 생성하기 위해 필요한 전류를 도시한다. 최소 동작 속도 모드에서 어떻게 발전기 전류가 1지점 까지 증가하도록 허용되는지를 알 수 있다. 1, 2지점 사이에서, 발전기 전류는 바람직한 전력 특성이 생성되도록 제어될 수 있다. B지점의 최대 일정 동작 속도 모드에서, 전류는 도 8c에서 상응하는 전압과 함께 엔진의 최대 전력 비율을 생성하는(도 8a의 3지점에 대응함) 전류를 표현하는 3지점까지 증가하도록 다시 허용된다.

도 9a에서 9c는 부하 전력의 함수로서 발전기의 전압, 전류와 속도를 각각 보여준다. 영구 자석 발전기의 선형 전압/속도 특성들 때문에 도 9a와 9c의 곡선들은 비슷하다. 일정 속도 모드에서 전압은 일정하게 유지된다. 부하가 증가하고 A지점 값을 초과함에 따라, 엔진 속도는 1과 2지점 사이에서 증가하게 되어 엔진은 증가된 부하로 대처할 수 있다. 지점 B는 최대 일정 속도를 도시하여 속도와 전압은 2와 3지점 사이에서 일정하게 유지된다.

도 9b는, 요구되는 속도/부하 전력 특성들을 얻기 위해 필요한 발전기 출력 전류를 보여준다. 부하 전류는 1지점까지 선형적으로 증가하도록 허용된다. 1, 2지점 사이에서, 바람직한 속도/전력 특성을 얻도록 전류는 도시된 바와 같이 제어된다. 부하가 더 증가할때 전류는 일정 속도 동작 모드내에서 최대 엔진 전력 비율이 3지점에 이를때까지 증가하도록 다시 한번 허용된다.

위의 도면들은 전력 대 속도, 감소 요소등과 같은 성능 특성에 따라 엔진의 작동을 최적화하는 비교적 단순한 제어 방식을 보여준다. 엔진 속도는 최소 동작 속도와 최대 동작 속도의 사이에서 변하여 그 부하가 엔진의 성능 곡선에 의해 결정되는 최적의 전력/속도 곡선을 따르게함으로써 부하가 증가하면 몇몇 예비 캐패시터를 가속시키게 한다.

주어진 엔진의 전력/속도 특성에 있어서 영구 자석 발전기의 출력 전압이 속도와 선형적으로 변한다는 사실을 고려하면, 특성 곡선(도 8b와 도 9b)에 따른 전류의 비교적 단순한 제어는 부하가 시간과 함께 변하면서 엔진이 최적의 상태로 동작하고, 엔진 속도가 도 8a와 도 9a에 보인 전력/속도 관계에 따라 변하게 된다는 것을 입증한다.

단순화된 제어 방식에서, 엔진이 가변 속도 동작 영역내에서 동작할때 전류는 일정하게 유지되도록 조절될 수 있다. 이 경우, 도 9a의 전력/속도 곡선이 도 9c의 전압 곡선을 따를때, 도 8b의 전류/속도 곡선은 한점과 두점사이의 단순한 수평선

이다. 엔진의 전력/속도 특성이 직선에서 상당히 벗어나면 비록 속도가 부하의 함수로서 변하지만, 엔진이 보조적인-최적화로 부하결린 상태에서 때때로 동작할 것임을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고, 많은 경우에 이같은 단순한 제어방식은 완전히 받아들여 질 수 있다.

도 10은 도 1의 배치에서 사용된 제어루프의 변화를 보여준다. 이는 전력원의 전압 특성이 도 8과 9에서 보인 것처럼 선형적이지 않을 경우에 요구된다. 속도 센서(120)는 전원(10)의 출력 전력을 나타내는 상응하는 출력신호(P)를 발생시키는 전력 함수 발생기(122)로 보내지는 속도 출력 신호(Va2)를 발생시킨다(즉, 발전기를 구동하는 엔진의 전력대 속도 특성). 이 신호는 전압 센서(20)로부터의 신호(V_2)와 더불어 측정 및 제어 회로(16)로 보내지는 기준전류 신호(I_ref2)를 발생시키는 제산 회로(124)에 제공된다. 제산기(124)는 전력/속도 특성 곡선(P)을 실시간으로 전압 신호(V_2)로 제산하여, 도 9a에 대응하는 바람직한 기준 전력 곡선을 발생할 수정된 전류 기준 신호를 DC-DC 변환기를 제공한다.

유사하게, 도 11에서 도 2의 전류 제어 방식이 속도 센서(120)의 출력(Va2)을 전력 함수 발생기(122)로 보냄으로써 수정된다. 그 출력(P)은 제산 회로(124)내에서 전압 신호(V_2)에 의해 제산되어 수정된 전류 기준 신호(Iref_2x)를 발생시킴으로써 소망의 기준 전력 곡선을 형성한다.

도 12, 13과 14는 설명된 장치들의 동작을 향상시키는데 사용될 회로를 도시한다. 도 12에서 주위 온도 센서(128)와 주위 압력 센서(130)가 구비되고, 그 출력들은 각각의 함수 발생 회로들(132, 134)로 보내진다. 온도 센서(128)는 엔진에 유입되는 공기의 온도를 감시하고, 함수 발생기(132)의 출력신호(Kder1)는 주위의 높은 온도 동작을 위해 엔진의 감쇄 특성에 비례한다. 유사하게, 압력 센서(128)는 엔진의 공기 흡입구에서 공기 압력을 감시하고, 고도의 동작을 위한 엔진의 감쇄 특성에 비례하는 출력 신호(Ader1)를 발생하는 주위 압력 함수 발생기(134)로 압력신호를 공급한다. 토크 기준 신호(T)는 엔진 속도 센서(120)에 의해 공급되는 엔진 속도 신호(Va2)로부터 토크 함수 발생기(136)에 의해 발생되고, 세 신호 모두 합산블록(138)에서 가산되어 표준 기준 상태에서 벗어난 사이트(site) 조건들을 위해 감쇄되는 엔진 토크/속도 특성에 비례하는 출력 전류 기준(I_ref2)을 발생한다.

도 13에서, 온도 센서(148)는 엔진 속도 신호(Va2)로부터 배기 온도 함수 발생기(142)에 의해 발생하는 엔진 배기 온도/속도-부하 특성신호(Kex2)와 배기 온도 부하 제어기(140)에서 비교되는 배기 온도 신호(Kex1)를 제공하기 위해 사용된다. 배기 온도 제어기(140)는 기준 신호와 실제 배기 온도의 오차와 연관된 출력신호(Kex3)를 발생시킨다. 이 에러 신호(Kex3)는 합산 블록(138)내에서 엔진 토크/속도 함수 발생기(136)의 출력(T)과 합산되어 정정된 전류 기준 신호(I_ref2)를 발생시킨다.

배기 온도는 주위의 온도, 압력(고도의 측정) 부하와 엔진의 양호 상태와 사용된 연료의 품질에 비례하는 파라미터이다. 그러므로, 나쁜 연료 품질, 높은 주위온도, 높은 고도 또는 엔진 튜닝의 불량 상태등과 같은 상태들을 보상하기 위하여, 단순히 엔진 배기 온도를 감시하여 배기 온도 기준 신호에 따른 변화를 정정함으로써, 엔진은 주어진 부하 전력 요구를 위해 그 속도를 증가시킴으로써 편리하게 감소될 수 있다.

도 14에서는, 도 13의 배치가 함수 발생기(142)내에서, 에러 신호(Kex5)를 발생시키는 제 2 배기 온도 제어기(144)에서 실제 배기 온도(Kex1)와 비교되는 제 2 출력(Kex4)을 발생시킴으로써 확장된다. 최대 속도 기준 신호는 제 2 합산 블록(146)내에서 에러 신호(Kex5)와 합산되어 엔진 속도 제어 회로를 위한 출력 속도 기준 신호를 생산한다. 이것은 배기 온도 에러에 따라 엔진 속도를 제어하도록 개선된 제어 루프를 추가한다.

도 12, 13 및 14에 보인 엔진 토크 기준 신호는 도 10의 엔진 전력/속도 특성을 나타내는 수정된 전류신호(I_ref2)로 대체될 수 있다. 도 12, 13 및 14를 참조하여 위에서 설명된 감쇄 기술이 이 장치의 작동상 위에서 설명한 전압과 전류의 제어 방식에 모두 적용될 수 있다.

이제 도 15를 참조하여 위에서 설명한 엔진/발전기 대신에 연료 전지 스택(150)을 포함한 대안의 전원을 도시한다. 도 1에서 사용된 비슷한 참조 번호가 사용되었다. 개념적으로, 도 15의 배치는 도 1의 전압 조절 방식하에서 발전기를 구동시키는 디젤 엔진의 배치와 매우 유사하다. 중간 DC 출력의 VDC값을 설정하는 전압 기준(V_1xref)과 전류 기준 신호(I_2ref)인 두 기준 입력들을 이용하여, 디커플링 DC-DC 변환기(12)는 전용의 제어 회로(16)에 의해 제어된다. 여기서 전류 기준 신호는 연료 전지 성능 특성에 부합되도록 수정된다. 여기에는 I_2(연료 전지 출력 전류 또는 변환기 입력 전류를 나타냄)과 V_1(중간 DC출력의 전압)인 두 피드백 신호가 있다.

DC-DC 변환기(12)는 도 1의 배치와 유사한 방법으로 작동한다. 주전력 제어기(152)는 중간 DC출력의 전압(VDC)을 감시한다. 이 전압이 기준 전압(V_1xref) 아래로 떨어질때, 제어기(152)는 주 연료 전지 제어기(24)를 활성화시키는 전력 기준 신호(P)를 발생시킨다. 이는 제어 소프트웨어로 프로그램되는 연료 전지 성능도(performance map)를 갖는 보다 복잡

한 제어기이다. 연료 전지 출력 전압(V_2)과 전류(I_2)를 감시하여 전류 기준 신호(I_{2ref})를 발생시킨다. 이 전류 기준 신호는 DC-DC 변환기와 그 제어기를 경유하여, 최적화된 성능 특성과 주 전력 흐름 제어기(152)의 전력 요구 신호(Pref)에 따라, 중간 DC출력 전력의 공급을 조정한다. 동시에, 주 연료 전지 제어기(24)는 산소량(Oxygen Vol_ref) 및 연료압(Fuel Pressure_ref) 신호인 두개의 출력 신호들을 발생시킨다. 산소/공기의 흐름과 파라미터의 연료 압력은 연료 전기의 비 전기적 입력을 조절하여 출력 전력을 조정한다. 연료 압력과 산소 흐름의 조정은 연료 전지가 시간적으로 변화하는 부분적인 부하에 의해 효과적으로 작동할 수 있게 한다.

산업상 이용 가능성

삭제

(57) 청구의 범위

청구항 1.

가변 전압 및/또는 전류 전기 출력을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 제어가능한 전원과,

상기 전원의 전기출력변화에 대해 독립적인 상기 적어도 하나의 제어가능한 전원의 가변전압 및/또는 전기출력으로부터 중간 DC 출력을 발생하는 디커플링 변환 수단과,

상기 중간 DC 출력으로부터 시간 변화 부하에 제공하도록 AC 또는 DC출력을 발생하는 출력수단과,

상기 적어도 하나의 제어가능한 전원의 전압 및/또는 전류 그리고 중간 DC 출력을 감시하고, 그것에 상응하는 출력신호를 발생하는 센서수단과,

상기 출력신호에 응답하여 상기 적어도 하나의 제어가능한 전원의 구동을 제어하고, 상기 전원의 전력을 동적으로 변화시킴으로써 시간 변화 부하에 필요한 전력을 공급하는 제어수단을 포함하는 발전 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제어가능한 전원은 비전기입력으로부터 전기출력을 발생하는 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 제어가능한 전원은 디커플링 변환수단에 가변전압출력을 제공하는 엔진 및 발전기를 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 발전기는 가변전압 및 가변주파수 AC 출력을 상기 디커플링 변환수단에 제공하는 AC발전기이고, 상기 발전 장치는 발전기의 AC출력을 정류하는 정류수단을 포함하며, 상기 디커플링 변환수단은 정류된 AC출력을 기준 전압과 관련하여 제어되는 전압을 갖는 중간 DC 출력으로 변환하는 DC-DC 변환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 제어수단은 변환수단의 중간 DC 출력 및/또는 제어가능한 전원의 부하를 감시하여 부하가 설정값을 초과할 때 엔진의 속도를 증가시키도록 배치된 센서수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 제어수단은 상기 제어가능한 전원에서부터 출력된 전류를 설정 레벨 또는 설정 범위에서 유지하도록 동작하며, 상기 센서수단은 상기 변환수단의 중간 DC 출력에서의 출력전압을 감시하여 중간 DC 출력의 전압이 제1전압 임계값 아래로 떨어질 때 엔진의 속도를 증가시켜 상기 변환수단으로 제공된 전력을 증가시키도록 배치된 전압센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 7.

제5항에 있어서, 상기 제어수단은 일정한 중간 DC 출력 전압을 유지하도록 동작하고, 상기 센서수단은 상기 제어가능한 전원에서부터 출력된 전류를 감시하여 그 제어가능한 전원에서부터 출력된 전류가 제1전류임계값을 초과할 때 엔진의 속도를 증가시켜 상기 변환수단으로 제공되는 전력을 증가시키도록 배치된 전류센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 8.

제6항 또는 제7항에 있어서, 중간 DC 출력으로부터 충전되며, 중간 DC 출력이 공칭값이하로 떨어질 때 에너지를 중간 DC출력으로 방전시키도록 배치된 적어도 하나의 제1에너지 저장수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 9.

제1항 내지 제7항 중의 어느 한항에 있어서, 부담이 되는 보조 부하의 상기 출력 수단으로의 접속을 검출하여 상기 보조 부하로의 전력 공급을 제어함으로써 상기 출력수단의 과도한 부하를 방지하도록 배치된 보조 부하제어수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서, 적어도 제2에너지 저장수단과, 상기 변환수단의 중간 DC 출력으로부터 제2에너지저장수단을 충전하도록 배치된 충전회로와, 상기 중간 DC 출력전압이 상기 제1전압임계값 보다 아래의 제2전압임계값 아래로 떨어질 때 상기 제1에너지 저장수단과 병렬로 상기 제2에너지 저장수단을 방전하도록 배치된 방전회로를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서, 제3에너지 저장수단과, 전원에서부터 상기 제3에너지저장수단을 충전하도록 배치된 충전회로와, 상기 제2에너지 저장수단이 적어도 부분적으로 방전된 후에 상기 제1 및 제2에너지 저장수단과 병렬로 상기 제3에너지 저장수단을 방전하도록 배치된 보조 변환수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 제1 및 제2에너지 저장수단은 캐패시터이고, 상기 제3에너지 저장수단은 전지인 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 13.

제4항 내지 제7항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 엔진/발전기의 속도를 감시함과 아울러 그것과 관련된 속도출력신호를 발생하는 속도센서와, 상기 속도출력신호로부터 전력신호를 발생하는 함수 발생수단을 포함하며, 상기 전력 신호는 엔진의 전력/속도 특성을 나타내며 상기 제어수단에 의해 이용되어 상기 엔진의 동작을 최적화시키는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 14.

제13항에 있어서, 주위의 압력과 온도를 감시하여 압력 및 온도출력신호를 각각 발생하는 주위 압력 및 온도센서와, 엔진 디레이팅(engine derating) 특성을 갖는 출력을 발생하여 주위 동작 압력 및 온도의 변화를 보상하는 압력 및 온도함수 발생기를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 15.

제13항에 있어서, 상기 엔진 배기온도를 감시하여 배기온도출력신호를 발생하도록 배치된 배기온도센서와, 상기 속도 출력 신호로부터 배기온도/속도-부하 특성신호를 발생하는 배기온도함수발생기와, 상기 배기 온도 출력신호와 상기 배기 온도/속도-부하 특성 신호간의 차로부터 에러신호를 발생함으로써 상기 엔진 배기 온도에 영향을 미치는 요인을 보상하는 제어기를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 16.

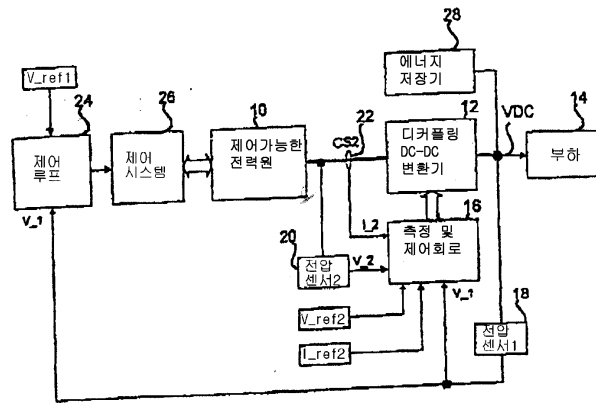
삭제

청구항 17.

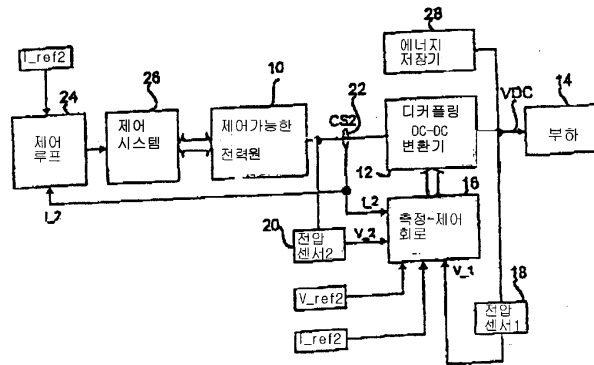
제8항에 있어서, 부담이 되는 보조 부하의 상기 출력 수단으로의 집속을 검출하여 상기 보조 부하로의 전력 공급을 제어함으로써 상기 출력수단의 과도한 부하를 방지하도록 배치된 보조 부하제어수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

도면

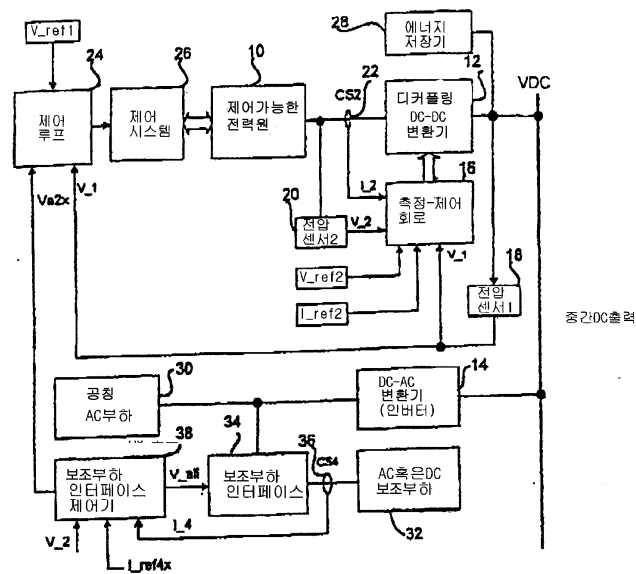
도면1



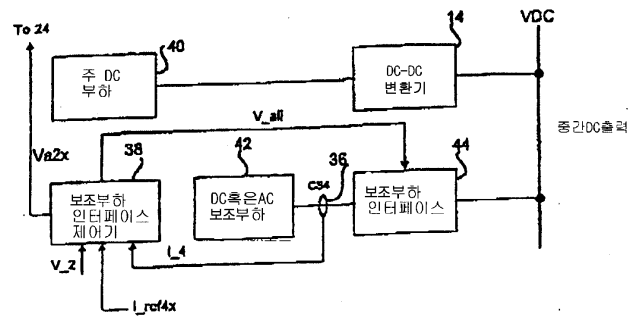
도면2



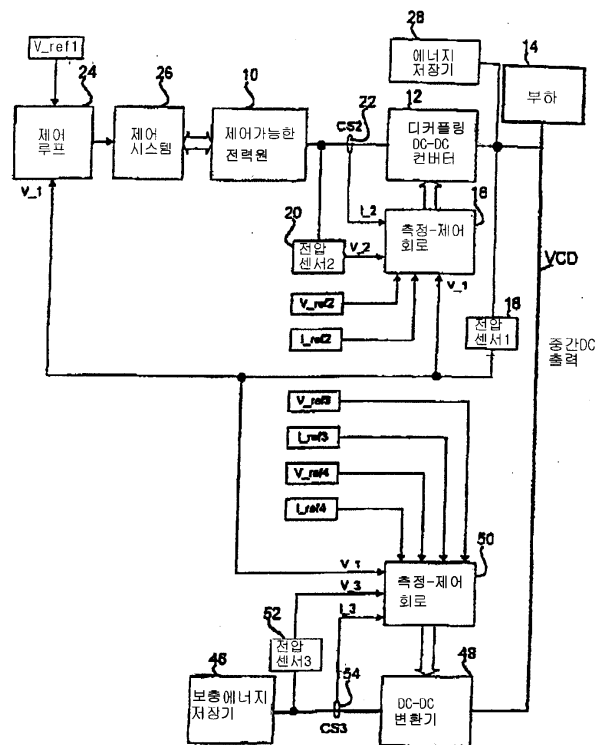
도면3



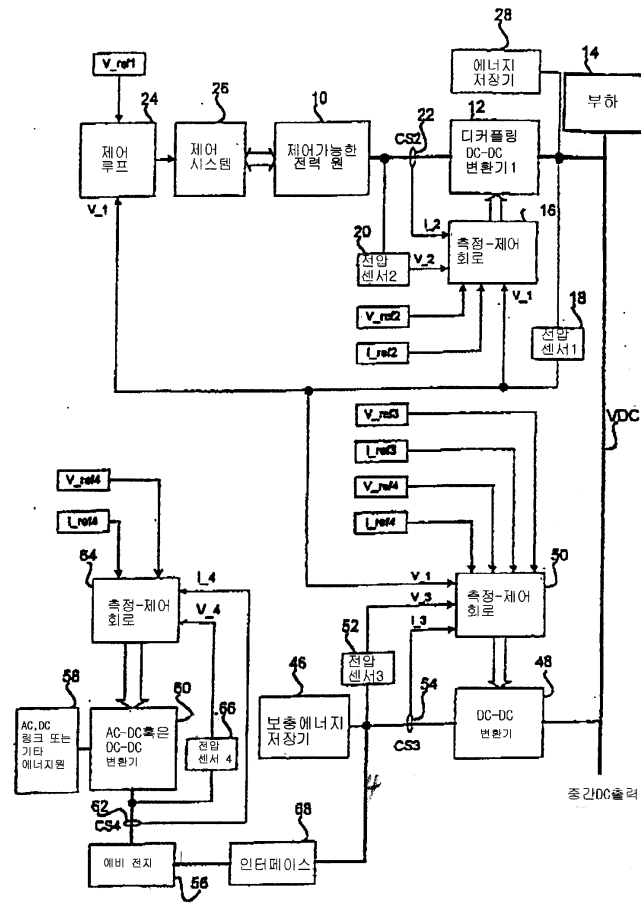
도면4



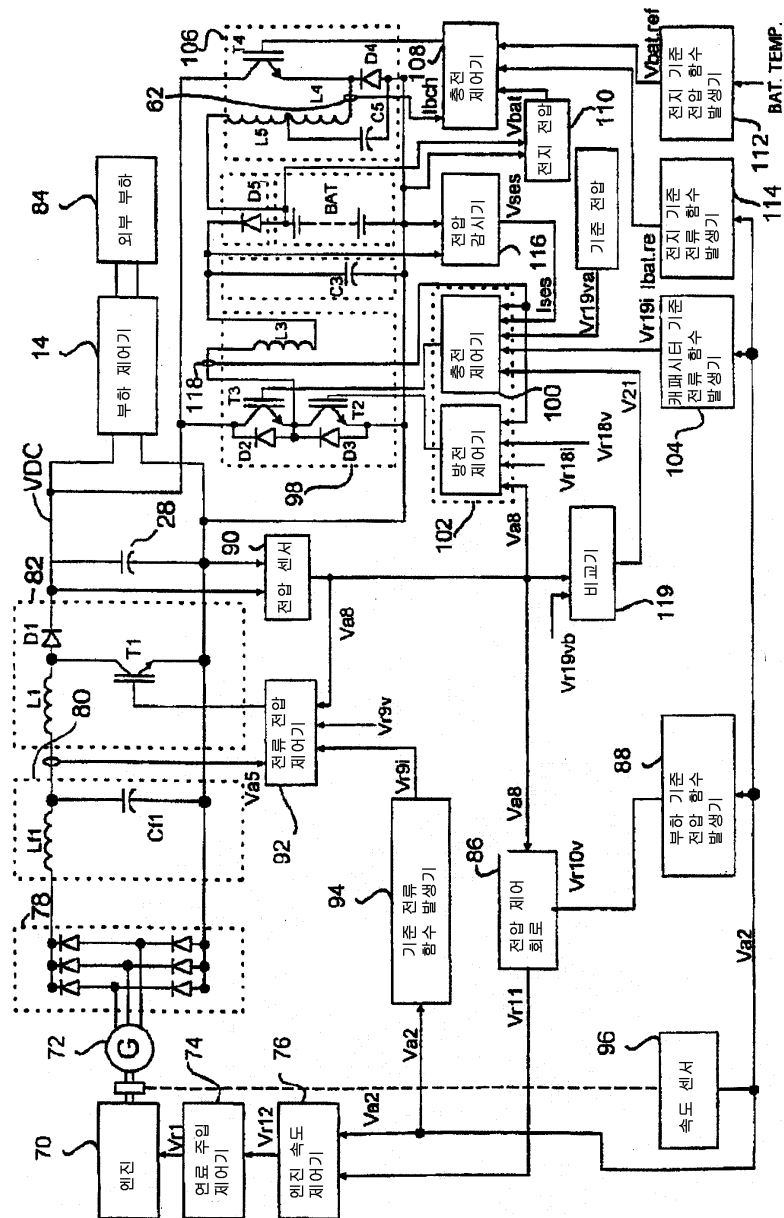
도면5



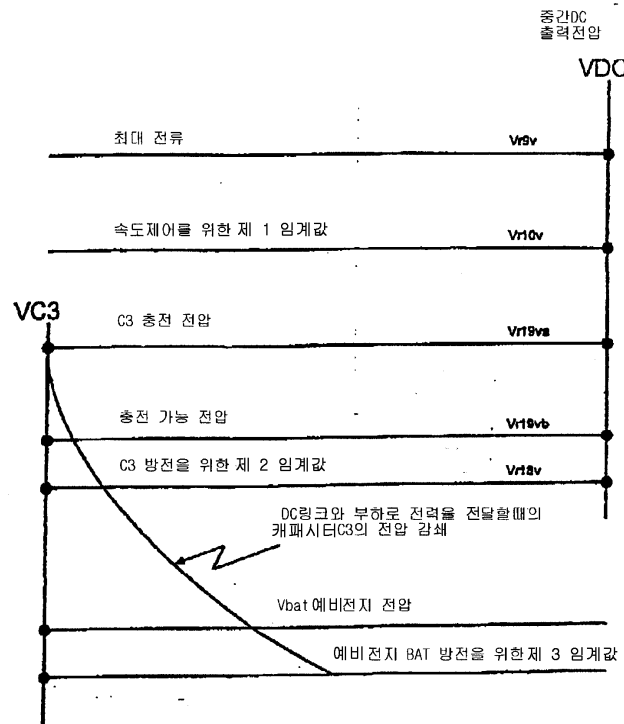
도면6



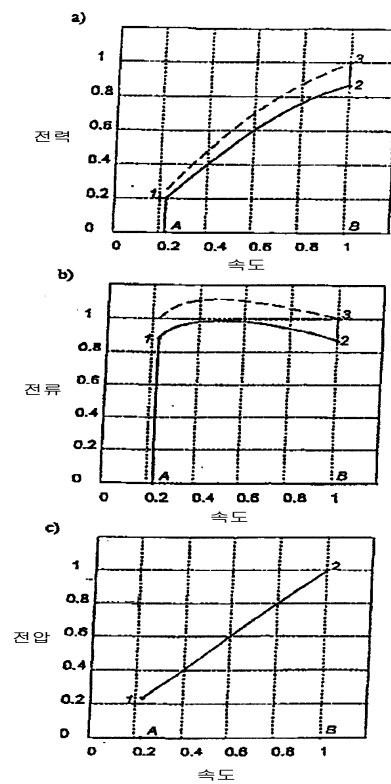
도면7a



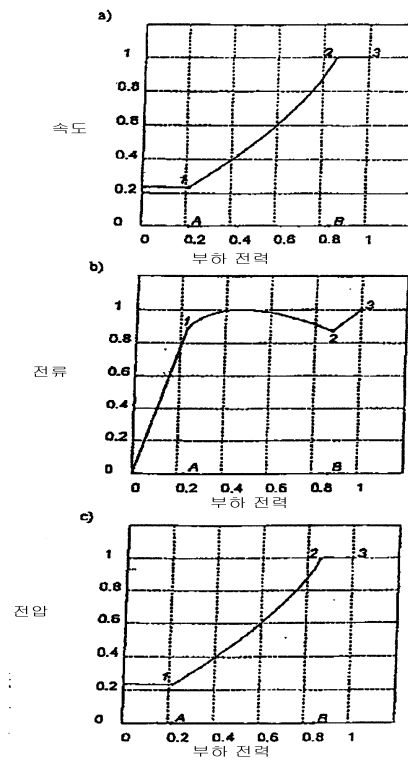
도면7b



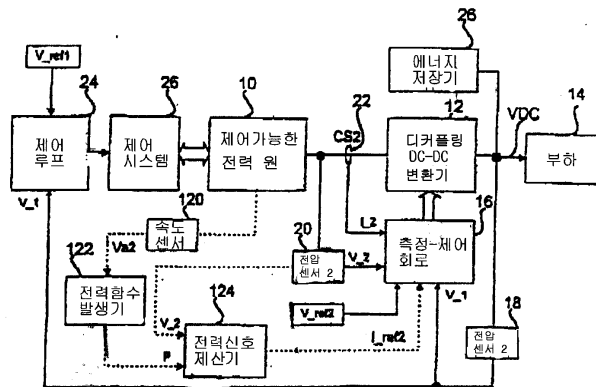
도면8



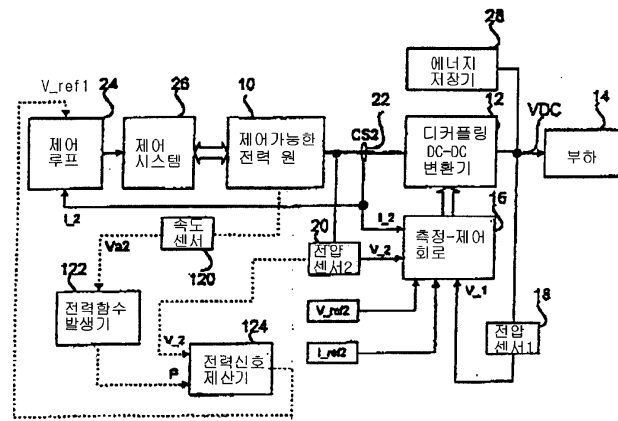
도면9



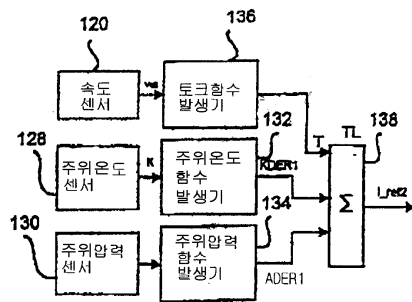
도면10



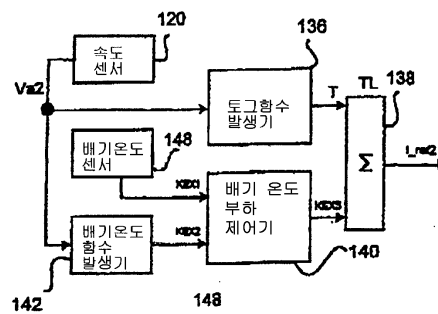
도면11



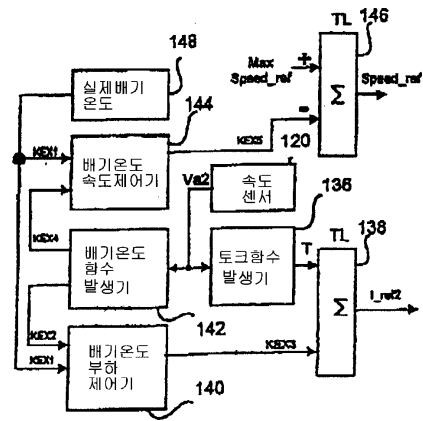
도면12



도면13



도면14



도면15

