



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G05D 7/06 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년05월15일 10-0718209 2007년05월08일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2002-7000296	(65) 공개번호	10-2002-0039317
(22) 출원일자	2002년01월09일	(43) 공개일자	2002년05월25일
심사청구일자	2005년05월02일		
번역문 제출일자	2002년01월09일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2000/017062	(87) 국제공개번호	WO 2001/04715
국제출원일자	2000년06월21일	국제공개일자	2001년01월18일

(81) 지정국

국내특허 : 안티구와바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 벨리제, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카, 알제리, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그라나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아 앤 몬테네그로, 남아프리카, 짐바브웨,

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

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

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

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

(30) 우선권주장 09/350,744 1999년07월09일 미국(US)

(73) 특허권자 셀레리티, 아이엔씨
미합중국 텍사스 78729 씨 파커 드라이브 오스틴 200

(72) 발명자 틸슬리케네스이.
미국텍사스75074플라노팀버룩드라이브3128

테리크페이셜
미국텍사스75025플라노2822알마드라이브7401

(74) 대리인 박종혁
송봉식

김정욱
정삼영

(56) 선행기술조사문헌

KR 100032551 B1 *

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 황준석

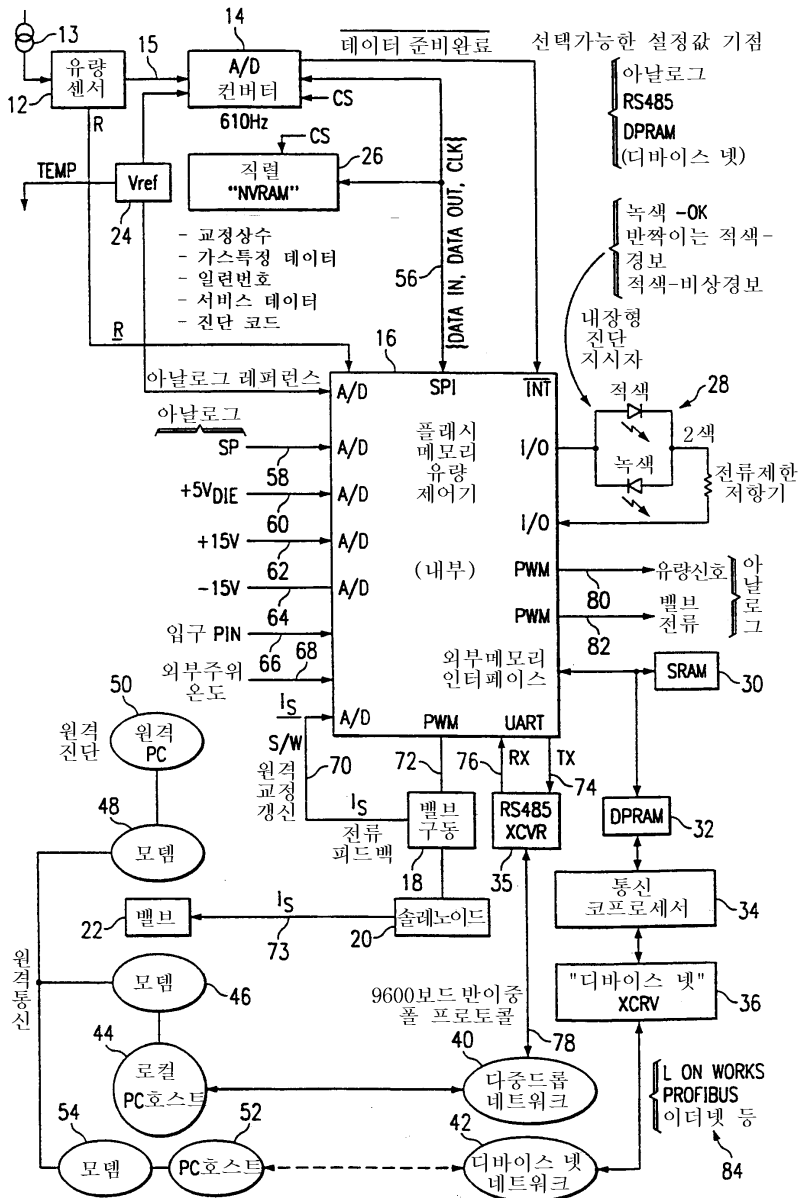
전체 청구항 수 : 총 36 항

(54) 유량 조절기, 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법 및 유량 조절기 교정 방법

(57) 요약

본 발명의 유량 조절기는 센서(12)를 포함한다. 이 센서는 가스 라인내의 유량을 감지하기 위하여 사용된다. 부가적으로, 이 센서는 그 센서에 연결된 전자 제어 시스템(16)에 출력(15)을 제공한다. 전자 제어 시스템은 센서의 출력에 근거하여 기대되는 유량을 결정할 것이다. 전자 제어 시스템은 제1 가스 유량을 조정하기 위하여 제어 신호로 제어 밸브(22)를 조절할 것이다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1.

센서;

상기 센서의 출력에 연결된 전자 제어 시스템; 및

상기 전자 제어 시스템으로부터 제어 신호를 수신하는 제어 밸브;를 포함하고,

상기 제어 신호는 상기 제어 밸브를 통과하는 가스 유량을 조절하도록 사용되고,

상기 전자 제어 시스템은 요구되는 출력 유량 설정포인트를 포함하는 일련의 시스템 변수에 관한 입력을 수신하는 알고리즘을 사용하여 실시간 유량 오차를 계산하고,

상기 전자 제어 시스템은 상기 계산된 실시간 유량 오차에 기초하여 상기 요구되는 출력 유량 설정포인트에 의해 지시되는 요구되는 출력 유량을 달성하기 위하여 상기 제어 밸브로의 상기 제어 신호를 조절하고,

상기 알고리즘은 회귀 기술을 사용하여 다항식 표현으로서 유도되며,

상기 표현은 상기 전자 제어 시스템에 의해 액세스가능한 적어도 하나의 메모리 위치내에 일련의 상수로서 기억되는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 유량 조절기내에서의 결함 또는 잠재적 결함 상태를 식별하는 내장형 진단 시스템을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 내장형 진단 시스템은 유량 조절기내에서 결함 또는 잠재적 결함 상태를 시각적으로 표시해주는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 4.

제 2 항에 있어서, 상기 내장형 진단 시스템은 유량 조절기내의 결함 또는 잠재적 결함 상태를 원격 진단 시스템으로 전달하기 위한 인터페이스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 원격 진단 시스템은 유량 조절기 결함 상태 및 이들 결함 상태의 표시의 이력 데이터베이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템은 공급 유량내에서의 압력 변동 및 유량 변동에 영향을 받지 않는 유량 조절기를 통과하여 상기 요구되는 출력 유량을 유량 조절기에 제공하는 상기 알고리즘을 이용하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수 및 실제 유량 출력을 모니터하고, 상기 다항식 표현을 나타내는 상기 일련의 상수를 계산하는 교정 시스템을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 10.

제 9 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템과 적어도 하나의 외부 네트워크사이에서 데이터를 전달하기 위해 작동가능하며 상기 전자 제어 시스템에 연결된 적어도 하나의 데이터 통신 포트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 데이터 통신 포트는 듀얼 포트 메모리 또는 UART를 사용하여 상기 유량 조절기와 통신하는 주변장치를 지원하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 12.

유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법에 있어서, 전자 제어 시스템으로 하여금,

유량 센서에 의해 제공된 감지된 유량 신호를 수신하도록 하는 단계;

상기 감지된 유량 신호에 기초하여 상기 전자 제어 시스템내에서 상기 유량 조절기를 통과하는 실제 실시간 유량을 계산하도록 하는 단계;

일련의 시스템 변수에 관한 입력을 수신하는 알고리즘으로서, 회귀 기술을 사용하여 다항식 표현으로서 유도되는 상기 알고리즘을 사용하여 요구되는 유량 설정포인트와 상기 실제 실시간 유량사이에서의 유량 오차를 결정하도록 하는 단계;

상기 전자 제어 시스템에 의해 액세스가능한 적어도 하나의 메모리 위치내에 일련의 상수로서 상기 다항식 표현을 기억하도록 하는 단계; 및

제어 밸브를 통과하는 유량을 조절하기 위해 상기 유량 조절기내에서 상기 제어 밸브의 위치를 조절하는 상기 전자 제어 시스템내에서 제어 신호를 발생시키도록 하는 단계; 및

상기 유량 오차를 최소화하도록 하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 13.

삭제

청구항 14.

제 12 항에 있어서, 상기 일련의 상수는 상기 일련의 시스템 변수에 대한 팩터 효과 계수를 표시하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 15.

교정 시스템을 사용한 유량 조절기 교정 방법에 있어서,

(a) 상기 유량 조절기의 외부에 있는 유량 측정 장치 시스템으로부터 상기 유량 조절기를 통과하는 실시간 실제 유량을 획득하는 단계;

(b) 요구되는 출력 유량 설정포인트 및 상기 요구되는 출력 유량 설정포인트와 실제 출력 유량사이의 실시간 유량 오차를 포함하고, 상기 유량 조절기와 연관된 일련의 시스템 변수에 관한 입력을 수신하는 단계;

(c) 상기 시스템 변수로의 상기 유량 조절기의 응답을 기술하고 다항식 표현을 포함하는 다변량 응답 함수를 생성하기 위하여 회귀 분석 기술로 상기 유량 조절기를 통과하는 예측 유량을 모델링하는 단계;

(d) 상기 다변량 응답 함수를, 상기 유량 조절기를 통과하는 유량을 조절하기 위해 작동가능한 전자 제어 시스템에 입력하는 단계; 및

(e) 상기 전자 제어 시스템에 의해 액세스가능한 적어도 하나의 메모리 위치내에 일련의 상수로서 상기 다항식 표현을 기억하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기 교정 방법.

청구항 16.

삭제

청구항 17.

제 1 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는 입구 압력 지시값 및 주위 온도중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 18.

제 17 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는 상기 입구 압력 지시값 및 주위 온도 모두를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 19.

제 18 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는, 솔레노이드 전류, 센서의 기저 저항, 적어도 하나의 전원 공급 전압, 제어 밸브를 통한 누설값, 및 요구되는 출력 유량 설정포인트와 비교되는 실제 출력 유량의 오버슈트값을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 20.

제 17 항에 있어서, 상기 입구 압력 지시값은 상기 유량 조절기를 입구 압력 과도값으로 감도를 억압하기 위해 상기 전자 제어 시스템에 의해 사용되는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 21.

제 1 항에 있어서, 상기 센서는 열 유량 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 22.

제 1 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는, 솔레노이드 전류, 센서의 기저 저항, 적어도 하나의 전원 공급 전압, 제어 밸브를 통한 누설값, 및 요구되는 출력 유량 설정포인트와 비교되는 실제 출력 유량의 오버슈트값을 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 23.

제 1 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템은 디지털 신호 프로세서를 포함하고, 상기 디지털 신호 프로세서는 상기 제어 신호를 페루프 피드백 제어 신호로서 결정하는 소프트웨어 명령어를 구현시키는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 24.

제 23 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 메모리 위치는 상기 유량 조절기에 유일한 교정 데이터를 기억하도록 동작가능한 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 25.

제 10 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 외부 네트워크는 상기 유량 조절기에 데이터를 전달시키도록 적용된 적어도 하나의 네트워크 디바이스를 포함하고, 상기 유량 조절기는 상기 데이터에 기초하여 상기 시스템 변수중 적어도 하나를 업데이트하도록 적용된 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 26.

제 12 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템으로 하여금, 유량 조절기내에서의 결함 또는 잠재적 결함 상태를 식별하는 동작을 실행하도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 27.

제 26 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템으로 하여금, 유량 조절기내에서 결함 또는 잠재적 결함 상태를 시각적으로 표시해주는 동작을 실행하도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 28.

제 26 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템은 유량 조절기내의 결함 또는 잠재적 결함 상태를 원격 진단 시스템으로 전달하기 위한 인터페이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 29.

제 12 항에 있어서, 상기 기억하도록 하는 단계는 상기 유량 조절기의 외부에 있는 유량 측정 장치 시스템에 의해 제공된 실시간 실제 유량 출력값 및 상기 일련의 시스템 변수를 모니터하고 상기 일련의 상수를 계산하는 교정 시스템으로부터 상기 일련의 상수를 수신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 30.

제 12 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는 입구 압력 지시값 및 주위 온도중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 31.

제 30 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는 상기 입구 압력 지시값 및 주위 온도 모두를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 32.

제 31 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는, 솔레노이드 전류, 센서의 기저 저항, 적어도 하나의 전원 공급 전압, 제어 밸브를 통한 누설값, 및 요구되는 유량 설정포인트와 비교되는 실제 출력 유량의 오버슈트값을 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 33.

제 30 항에 있어서, 상기 입구 압력 지시값은 상기 유량 조절기를 입구 압력 과도값으로 감도를 억압하기 위해 상기 전자 제어 시스템에 의해 사용되는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 34.

제 12 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는, 솔레노이드 전류, 센서의 기저 저항, 적어도 하나의 전원 공급 전압, 제어 밸브를 통한 누설값, 및 요구되는 출력 유량 설정포인트와 비교되는 실제 출력 유량의 오버슈트값을 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기를 통과하는 유량 조절 방법.

청구항 35.

제 15 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는 입구 압력 지시값 및 주위 온도중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기 교정 방법.

청구항 36.

제 35 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는 상기 입구 압력 지시값 및 주위 온도 모두를 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기 교정 방법.

청구항 37.

제 36 항에 있어서, 상기 일련의 시스템 변수는, 솔레노이드 전류, 센서의 기저 저항, 적어도 하나의 전원 공급 전압 및 제어 밸브를 통한 누설값을 포함하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기 교정 방법.

청구항 38.

제 15 항에 있어서, 상기 교정 시스템은 복수의 개별적인 가스에 대해 단계 (a)-(d)를 실행하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기 교정 방법.

청구항 39.

제 38 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템은 상기 복수의 개별적인 가스에 대해 단계(e)를 반복하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기 교정 방법.

청구항 40.

제 1 항에 있어서, 상기 전자 제어 시스템은 디지털 신호 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 메모리 위치는 상기 디지털 신호 프로세서의 외부에 있는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 개선된 디지털 제어 알고리즘을 이용하는 폐쇄 루프 제어 시스템을 구비하는 유량 조절기(MFC)를 작동하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 유량 조절기를 작동하기 위한 폐쇄 루프 제어 시스템을 제공하며, 여기에서 모든 수학적 연산자는 디지털 프로세서내에 실현되어진다.

배경기술

많은 제조 프로세스는 프로세스 챔버내로의 프로세스 가스의 유입률이 엄격하게 제어될 것을 요구한다. 이러한 타입의 프로세스는 가스의 플로우레이트를 제어하기 위하여 유량 조절기(MFC)를 사용한다. 유량 조절기에 대한 현재 기술에 대하여 많은 문제점이 존재한다.

MFC는 고가의 소유 비용이 소모되는데, 이는 MFC가 설치된 장치의 예상되지 않은 유지비때문이다. 특정한 타입의 고장에 관하여 어떠한 지시를 나타내지 않는 경우가 자주 있다. 통상의 관행은 MFC를 교체하는 것인데, 이는 MFC가 본질적으로 신뢰할 수 없는 것으로 믿어지는 동적 디바이스로 인식되어지기 때문이다. 결과적으로, 상당한 수의 MFC가 공장으로 리턴되어 특정한 것과 같이 작동하는 것으로 여겨져서 문제점이 발견되지 않는 고장 분석으로 귀착되었다.

원격 진단 및 MFC의 원격 서비스를 제공하는 능력 또는 내적인 진단의 부족은 MFC가 설치되었을 때 잘 수련된 필드 서비스 엔지니어 또는 사용 엔지니어가 현장 기술 지원 및 고장 분석을 제공하기 위하여 고객 장소에 방문해야만 할 것을 필요로 한다. 또 다른 결점은 개개의 디바이스 성능, 상세하게는 정확도 및 응답 시간, 또는 과도적인 성능이 분압계 또는 가변 저항기를 사용하는 시간-소비적이며, 노동-집약적인 수동식 교정 및 튜닝 프로세스에 의존한다는 것이다.

오늘날, 제조 프로세스는 기술자가 어떤 신호를 결정하여 만족할 정도로 분압계를 튜닝하기 위하여 오실로스코프, 다른 제 2 유량 측정 디바이스 등과 같은 몇몇 디바이스를 사용하고 그러한 다른 디바이스의 시각적인 검사를 하는 것을 요구하는 매우 수동적인 프로세스이다.

이는 장치를 튜닝하는 직원에 의존하는 일련의 디바이스를 안출한다. 디바이스는 일반적으로 비-확실적이며, 하나의 유니트로부터 다른 유니트에 이르기까지 반복가능하지 않아서, 복잡한 프로세스 공학 및 특정 부여 문제를 야기하게 되며, 따라서 각각의 디바이스는 그 디바이스와 관련된 그 자체만의 독특한 거동을 가지게 된다. MF 거동은 직접적으로 프로세스를 수행하는 기술자 및 수동적인 튜닝 프로세스의 함수이다. 부가적으로, 종래의 유량 조절기의 과도 응답은 일정하지 않았다. 예컨대, 설정포인트 0 또는 10%로부터의 성능은 0-100%로부터의 성능과 다르다. 이 변동하는 응답은 이러한 디바이스에 의존하는 프로세스 제어 엔지니어에게 문제를 야기시킨다. 개개의 디바이스의 독특한 응답은 엔지니어가 어떠한 상황에 의존하는 가변성 및 응답 시간의 원인을 제기하기 위하여 MFC 디바이스 거동을 독특하게 특징화하도록 한다. 이러한 특징화 프로세스는 고비용이며 시간 소모적이다.

현재의 MFC는 입구 압력에 민감하여 영향받기 쉽다. 유량 조절기는 일정한 입구 압력의 지정을 필요로 하며, 그 구별적인 압력은 일반적으로 약 45 PSID로 지정되어, 기존의 MFC 디바이스의 성능이 전형적으로 하나의 지정된 압력에 최적화되어진다. 입구 압력이 특정한 압력 범위를 초과하여 디바이스의 응답 시간 및 특징화에 있어서 보다 큰 가변성을 야기시킬 때, 교환되어진다.

입구 압력 민감도에 대한 하나의 해결책은 유저가 종종 고가의 압력 레귤레이터를 설치할 것을 요한다.

가스를 MFC로 공급하는 가스 라인에 있어서, 고가의 압력 레귤레이터 하드웨어가 제거될 수 있도록 하기 위하여 압력 변동에 민감하지 않는 유량 조절기를 구비하는 것이 이로울 것이다. 게다가, 각각의 디바이스는 압력 레귤레이터에 인접하게 압력 트랜스듀서를 구비하는데, 이것의 유일한 목적은 압력 레귤레이터가 기능하고 있음을 지시하는 것이다.

또한, 신생의 표준 공개 통신 표준 및 장치에 대응할 필요가 있다. EIARS485는 멀티드롭용 공개 표준이지만, 이는 단지 물리층만을 나타낸다. 따라서 그 소프트웨어 프로토콜 스택은 하나의 공급자로부터 또 다른 공급자로의 전적인 구현이 용이하다. 따라서, 유량 제어 변수를 희생시키지 않으면서 공개 프로토콜을 구현하는 고성능 통신 서비스 능력을 가진 유량 조절기를 구비하는 것이 바람직하다.

알려지지 않은 또는 불충분하게 알려진 프로세스를 이해하기 위한 확실한 해결책은 회귀 분석을 통하여 그 프로세스를 이해하는 것이다. 회귀 분석은 다변량(multivariable) 공학 프로세스를 최적화하기 위하여 주의깊게 고안된 실험을 이용하는 구조적인 접근방법이다. 이러한 기술은 프로세스가 이해되도록 하고, 잠재적으로는 일련의 실험을 통하여 활용되어지게 한다. 회귀 모델에 대한 통상의 추정 방법은 보통 최소 제곱법(OLS)이다.

회귀 분석은 또한 기대값과 실제값을 비교하는 진단 프로시저가 오차(residual)를 사용함으로써 회귀 추정의 성능을 평가할 수 있게 한다.

총괄적인 목적은 통신, 다중 가스 교정 및 소유 비용과 같은 다른 쟁점을 희생시키지 않으면서, 가능한 최상의 유량 제어 성능을 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 유량 조절기를 작동하기 위하여 이전에 개발된 시스템 및 방법과 관련한 문제점 및 불이익을 실질적으로 제거 또는 감소시키는 유량 조절기 작동용 시스템 및 방법을 제공한다.

본 발명에서 채택된 구성은 통신 네트워크를 서비스하는 능력을 위하여 유량 제어를 희생시키지 않는다.

본 발명은 채택된 구성 또는 시스템내에 내장형 진단을 제공한다. 상세하게는, 본 발명의 디지털 엔진은 시스템 변수를 별개로 모니터한다. 이러한 변수에는 유량 설정포인트, 솔레노이드 전류, 주위 온도, 유량 센서의 저항 및 외부 압력 트랜스듀서에 의해 측정될 수 있는 입구 압력이 포함되지만, 이러한 것에 제한되지 않는다. 이러한 변수중의 몇몇은 MFC 압력 민감도를 모니터하고 감소시키기 위한 중요한 정보소스이다. 또한 디지털 엔진은 전원 공급 전압을 모니터할 것이다.

시스템 구성에 내장된 내부 디지털 유량 조절기는 종래 시스템보다 MFC의 성능을 향상시키며, 여러 우수한 특징을 추가해 준다.

본 발명의 유량 조절기는 어떠한 가변적인 수동 조절장치도 포함하지 않는다. 이는 모든 교정 및 튜닝이 비휘발성 메모리에 기억된 유일무이한 일련의 상수의 저장을 통하여 디지털적으로 완료된다는 점에서 이점을 제공한다. 적절한 메모리 위치로의 액세스는 전용 RS485 인터페이스를 경유하여 제공된다. 적절한 소프트웨어를 실행하고 특정한 유량 측정 기구에 인터페이싱하는 교정 시스템 호스트는 정적 및 과도적인 유량 상태에서 균일한 반복가능한 성능을 위하여 본 발명의 유량 조절기를 자동으로 교정 및 튜닝할 수 있다. 이러한 균일한 과도 응답은 본 발명에서 부가적인 이점을 제공한다. 이러한 균일한 과도 응답은 채택된 구성에 적용된 것과 같이 선택된 디지털 신호 프로세서에 의해 제공된 계산 전원을 사용함으로써 달성될 수 있다. 이러한 구성은 제어 알고리즘의 100%가 소프트웨어를 통하여 구현되도록 한다. 소프트웨어 알고리즘은 균일하고 반복가능한 과도 응답을 달성하기 위하여, 선택 또는 튜닝가능한 유일무이한 상태-민감(case-sensitive) 또는 상황 변수를 호출하는 메카니즘을 포함할 수 있다.

본 발명의 또 다른 이점은 가스 공급에서 고가의 업스트림 압력 레귤레이터에 대한 필요를 제거하는 것이다. 본 발명의 디지털 엔진은 이용가능한 A/D 입력을 통하여 입구 압력을 별개로 모니터하는 기능을 가진다. 본 발명에서 입력 압력을 모니터하고 출력의 유량 특성의 감도를 억압하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 이점은 다중 자율 전용 디지털 통신포트를 포함할 수 있다는 점이다. 이러한 구성은 다중 디지털 네트워크가 동시에 서비스되도록 허용한다. 본 발명의 특정 실시예는 하나의 네트워크가 RS485 타입 네트워크인 것을 제공한다. 채택된 DSP는 RS485 네트워크를 서비스하기 위해 전용되는 내장형 UART 주변장치를 포함한다. 추가적인 통신 네트워크는 듀얼 포트 SRAM로의 읽기 및 쓰기를 통하여 서비스될 수 있다. 듀얼 포트 SRAM을 통신 파티션으로 선택한 것은 자율 교체 가능 인터페이스의 지원을 가능하게 한다. 본 발명은 이러한 두개의 통신 포트에 필연적으로 제한되지 않아야만 한다. 당해 기술분야의 당업자에게 알려진 것과 같은 다양한 통신 프로토콜의 다중 통신 포트는 자율 교체 가능 인터페이스를 달성하기 위하여 본 발명내에 통합될 수 있다.

본 발명의 추가적인 이점은 내장형 시스템이 1.68 밀리초의 정밀한 분리 간격으로 유량 신호로부터 수신하는 샘플 데이터에 근거하여 이벤트를 관리한다는 것이다. 채택된 구성의 계산 전원에 기인하여, 제어 알고리즘은 상기 시간의 30% 미만에서 태스크를 완료한다.

실시예

본 발명의 바람직한 실시예가 도면에 도시되어 있으며, 동일한 참조번호는 다른 도면의 동일 및 대응부를 지시하기 위하여 사용된다.

본 발명은 내장형 진단을 제어 시스템내에 포함하는 디지털 유량 조절기 제어 시스템용 시스템을 제공한다. 상세하게는, 본 발명의 디지털 엔진은 고장 수리 및 예방 유지 프로그램을 개선하기 위하여, 특정 시스템 변수를 별개로 모니터링할 것이다. 이러한 변수에는 유량 설정포인트, 솔레노이드 전류, 주위 온도, 유량 센서의 기저 저항, 외부 압력 트랜스듀서에 의해 측정될 수 있는 입구 압력이 포함되지만, 여기에 제한되지 않는다. 이러한 변수는 MFC 압력 민감도를 모니터링하고 감소하기 위한 중요한 정보 소스가 된다. 디지털 엔진은 또한 전원 전압을 모니터링할 것이다.

모니터된 변수는 본 발명의 MFC내에서의 보다 정확한 유량 측정을 결정하기 위하여 사용된다.

본 발명은 A/D 컨버터와 인터페이스된 디지털 신호 프로세서를 의미하는 디지털 엔진을 사용한다. 상세하게는, 본 발명의 일 실시예에서, 10-비트 A/D 컨버전의 16 채널을 구비한 구성 또는 디지털 신호 프로세서가 채택된다. 이러한 구성에서, 내장형 A/D 채널이 요구되는 데이터를 얻기 위하여 사용된다. 본 발명은 센서 출력을 디지털화하기 위하여 외부 지능 A/D 컨버터를 사용하는데, 이는 본 발명이 10 비트보다 더 높은 해상도를 요구하기때문이다. 모니터링된 변수이외에, 정상류를 포함하여 여러 유량 제어 이벤트가 오차여부를 명확하게 하기 위하여 모니터링된다. 게다가, 유저 톨에 의해 제공되는 설정 포인트에 대한 유량 조절기의 정확도가 연속적으로 모니터링된다. 본 발명은 또한 밸브 누설값을 측정한다.

본 발명은 디지털 엔진에 의해 실행되는 독특한 알고리즘을 포함한다. 특정 알고리즘은 유량제어용 설정포인트가 0인지 여부 및 측정된 유량이 밸브가 누설하고 있다는 경보를 제공하기 위한 산업 표준인 풀 스케일의 2%보다 더 큰지 여부를 결정할 것이다. MFC에 대한 통상의 고장 모드는 고장난 액츄에이터 또는 밸브이다. 이러한 고장은 누설 또는 제어 불능으로 나타난다. 따라서, 정상 상태 오차 및 밸브 누설값을 측정할 수 있으며, 또한 증가하는 설정포인트에서의 응답에서 상당한 오버슈트가 존재하는지 여부를 측정할 것이다. 예컨대, 0부터 100% 풀 스케일까지 설정포인트 2.0을 관측하고 그 설정포인트가 소정치를 초과하거나 그 응답이 오버슈팅하면, 경보가 유저에게 제공된다. 모니터링된 모든 변수로의 액세스를 제공하는 것은 시간 및 적절하게 기능하고 있는 그 밖의 MFC 디바이스의 불필요한 제거를 줄일 수 있을 것이다. 본 발명의 구성은 완전한 분석 프로세스를 특정 영역에 위치시키기 위해 제공된 진단의 레벨때문에, 적절하게 기능하고 있지 않는 MFC 디바이스를 서비스 및 수리하기 위해 요구되는 시간을 최소화한다.

디바이스넷(DeviceNet)TM 등과 같은 공개 통신 네트워크가 유량 제어 프로세스 관리 시스템이 디바이스를 제어하도록 이용될 수 있는 것이 바람직하다. 또 다른 통신 포트는 서비스 전용이다. 따라서, RS485 포트 또는 다른 유사한 포트는 서비스를 제공하는데 전용된다. 따라서, 통신은 프로세스 제어용 공개 통신 포트를 경유하여 이루어진다. 네트워킹용 OSI 모델과 상응하는 독점적인 통신 프로토콜을 구비한 전용 RS485 네트워크가 본 발명내에 있다.

네트워킹용 OSI 모델은 공개 시스템이다. OSI 모델은 PC를 네트워킹하기 위해 일반적으로 사용되는 방법이다. 이러한 모델은 PC용 공개 시스템 상호 접속을 구현하기 위한 로우-레벨, 광범위 모델이다.

전용 공장 서비스 포트는 본 발명이 원격 진단을 제공하는 것을 가능하게 한다. 상기 포트는 전용 랩탑 노트북 또는 PC에 링크될 때 로컬 모니터링을 구현하기 위하여 사용될 수 있다. 상기 포트를 경유하여 모니터링하는 네트워크는 랩탑 노트북 또는 PC를 RS485 인터페이스에 인터페이싱하고 모델을 그 PC에 장착 또는 통합함으로써 구현될 수 있다. 따라서, 엔지니어는 모델 액세스로 로컬 컴퓨터를 다이얼하고 유량 제어 이벤트에 투과성인 본 발명에 문의할 수 있다. 게다가, 내장형 진단은 잠재적인 고장 모드에 관한 더 고차원의 세부사항을 제공하기 위하여 엔지니어에 의해 이용될 수 있다.

도면은 본 발명에 의해 제기된 문제점을 지지할 뿐만 아니라 본 발명의 구성이 어떻게 종래 기술과 관련된 상기 문제점을 해결하는 기능을 하는 이점 및 특징을 제공하는지를 도시한다.

도 1 은 본 발명의 내장형 시스템 또는 구성의 일 실시예에 대한 블록도를 제공한다. 블록(12)은 유량 센서를 나타낸다. A/D 컨버터(14)는 유량 센서(12)를 모니터한다. A/D 컨버터(14)는 16-비트 마이크로제어기 또는 디지털 신호 프로세서(DSP)(16)와 인터페이스된다.

본 발명의 일 실시예는 텍사스 장비 TMS320F240 DSP를 DSP(16)로 사용한다. 이러한 DSP는 내장형 플래시 메모리를 포함하는데, 이는 DSP내의 소프트웨어 코드가 외부 네트워크 접속으로부터 갱신되도록 한다.

DSP(16)는 폐쇄 루프 제어 시스템을 구현하기 위하여 실행될 수 있는 내부 알고리즘 또는 소프트웨어를 기억한다. DSP(16)는 전자 신호(72)를 밸브 구동 모듈(18)에 제공한다. 밸브 구동 모듈(18)은 전류를 솔레노이드(20)에 교대로 제공한다. 솔레노이드(20)는 밸브(22)를 제어하기 위하여 액츄에이터 메카니즘의 역할을 한다.

블록(24)는 A/D 컨버터(14)에 대한 전압 레퍼런스를 제공한다. A/D 컨버터(14)는 유량 제어기 또는 DSP(16)에 내장된다.

2 가지 타입의 A/D 컨버터가 있다: (1) 유량 제어기 또는 DSP(16)에 내장된 컨버터, 및 (2) 외부 장치 클래스 A/D 컨버터. 직렬 전기적 소거 가능한 프로그램 가능 판독 전용 메모리(EEPROM) 또는 비휘발성 RAM(NVRAM)(26)가 전압 레퍼런스에 인접해 있다. EEPROM(26)은 유일무이한 교정 및 일련 번호, 서비스 데이터 및 다양한 진단 코드를 가지는 가스-특정 데이터를 기억하기 위해서 사용된다. 진단은 본 발명의 구성이 제시하는 주요 특징의 하나이다. DSP(16)의 오른쪽에는 2 색 LED 회로(28) 및 정적 램 또는 SRAM(30)이 있다. SRAM(30)외에 외부 이중 포트 램(DPRAM)(32)이 있다. DRAM(32)는 통신 코프로세서(34)에 연결된다. 통신 코프로세서(34)는 트랜시버(36)을 가지는 센서 버스 네트워크에 인터페이스된다. 센서 버스 네트워크는 디바이스넷, LonWorks, Profibus, 이더넷 또는 당업자에게 공지된 다른 네트워크와 같은 것 일 수 있다.

추가적인 네트워킹 인터페이스는 유량 제어기 또는 DSP(16)내에 내장된 RS485 트랜시버(38)를 경유하여 제공된다.

상기의 블록은 본 발명의 일 실시예의 내장된 시스템내에 위치한 주요 기능블록을 나타낸다.

다양한 네트워크가 본 발명과 인터페이스될 수 있다. 상기 실시예는 2 개의 네트워크 접속을 예시한다. 그러나, 본 발명은 2 개의 접속에 제한될 필요가 없고, 추가적인 네트워크 접속을 포함할 수 있다. 다중-드롭 네트워크(40)는 RS485 포트(38)와 인터페이스될 수 있다. 다중-드롭 네트워크(40) 및 디바이스넷 네트워크(42)는 잠재적인 네트워크 접속의 예이다. 다중-드롭 네트워크(40)는 로컬 PC(44)가 호스트로서 작용할 것을 요구한다. 로컬 PC 호스트(44)는 본 발명이 원격 PC(50)에 위치 또는 인터페이스된 또 다른 모뎀(48)을 경유하여 액세스되도록 허용하는 모뎀 접속(48)을 포함할 수 있다.

디바이스넷 네트워크(42)는 점-대-점 또는 점-대-호스트 타입 네트워크일 수 있다. 네트워크가 디바이스넷 네트워크(42)에 대하여 점-대-호스트 관계를 가진다면, PC 호스트 또한 네트워크를 모니터할 수 있다. PC 호스트는 PC(44)일 수 있지만, 이는 PC(44)에 의해 모니터될 필요없다. 그러므로, 이 잠재적으로 별개의 PC 는 PC(52)로 표시된다. 특정 PC 호스트(52) 또한 모뎀(54)에 인터페이스될 수 있다. 모뎀(54)은 원격 모뎀(48)과 관련된 원격 PC(50)을 링크할 수 있는 원격 통신(TELECOM) 접속을 경유하여 링크할 수 있다.

몇 개의 신호 및 관련된 경로 뒤틀림은 본 발명의 실시예에 포함된다. 첫째로, 유량 센서(12)는 약 11 밀리-암페어를 발생시키는 전류원(13)으로 여자된다. 당업자에게 알려진 바와 같이, 열 전달 법칙을 사용하여, 플로우 레이트가 감지된다. 유량 센서(12)에 의해 발생된 신호(15)는 A/D 컨버터(14)에 의해 모니터된다. A/D 컨버터는 지능적이다.

A/D 컨버터(14)는 유량 신호를 모니터할 뿐만 아니라 해상도 및 샘플링 주파수에 대하여 프로그램 가능하다.

일 실시예에 대하여 채택된 샘플링 주파수는 610Hz이다. 610Hz는 1.6 밀리초의 샘플링 주기를 제공한다. A/D 컨버터(14)가 마이크로제어기를 인터럽트하는 데이터 준비완료 신호를 구비하여, 풀 세트의 샘플 데이터를 가진다는 것을 인지시킨다는 것을 인식하는 것이 중요하다. 이는 여러 입력/출력 기능을 제공하는 다중-태스킹 내장 시스템때문에 중요하다. 데이터 준비완료 신호는 전체 소프트웨어를 인터럽트하여, 부정확한 유량 샘플을 생성하는 시간 지연의 효과를 최소화한다. 발생된 데이터 준비완료 신호는 주된 기능 소프트웨어 블록 또는 소프트웨어 엔진에 대한 주된 트리거를 제공한다. 그 다음에, 데이터 신호는 SPI™ 인터페이스로 참조되는 A/D 컨버터(14) 직렬 인터페이스(56)를 통하여 전송될 수 있다.

직렬 인터페이스(56)를 경유하여, 유량 제어기(16)는 A/D 컨버터(14)를 모니터하며, 측정된 유량 신호(15)의 대표적인 샘플을 획득한다. 이는 데이터 준비완료 신호가 A/D 컨버터(14)가 새로운 샘플을 가진다는 것을 지시할 때마다 반복된다. 일

실시예에서, A/D 컨버터(14)는 1.6 밀리초 간격으로 정확하게 수행한다. 그러나, 그 간격은 프로그램되어지며, 따라서 탄력적이라는 것에 유념해야 한다. 유량 센서(12)가 약 100 내지 120Hz의 유효 대역폭을 가지기 때문에, 1.6밀리초가 이 실시예에 채택되었다. 따라서, 610Hz가 아날로그-대-디지털 변환 프로세스에 기인하는 유량 신호를 적절하게 복원하기 위한 유효 샘플링 주파수로서 채택되었다. 부가적으로, 610Hz는 데이터 신호를 인터럽트하지 않거나 또는 다른 서비스된 이벤트와 간섭하지 않는 방식으로, 다른 기능을 제공하기 위한 충분한 시간을 제공하기 위하여 채택된다. 이는 마스터 신호가 트리거로서 사용되도록 하여, 다른 이벤트를 서비스하기 위한 시간을 남긴다.

유량 제어기(16)의 좌측에는, 여러 외부 신호 또는 아날로그 신호(58-68)가 내부 또는 외부 소스로부터 본 발명으로 모니터 또는 인터페이스된다. 하나의 예는 아날로그 설정포인트(58)일 것이다. 설정포인트(58)는 사용자가 의도된 플로우레이트를 위하여 호스트로부터 요청한 것이다. 전형적으로, 이 설정포인트(58)는 본 발명이 반도체 프로세싱 환경에서 사용될 때 유저의 웨어퍼 프로세싱 톨에 의해 제공된다. 부가적으로, 디지털 5-볼트 신호(60), +15 볼트 전원(62), -15 볼트 전원(64), 유저의 입구 압력(66) 및 유량 조절기의 케이스 내측의 내부 주위 온도(68)가 DSP(16)에 의해 모니터링된다.

내부 주위 온도(68)에 대한 신호는 전압 레퍼런스 디바이스(24)에 의해 보조 함수로서 제공될 수 있다. 따라서, 전압 레퍼런스 디바이스(24)는 온도 출력외에 정밀 2.5-볼트 레퍼런스를 A/D 컨버터(14)에 제공할 수 있다. 볼트 레퍼런스 디바이스(24)의 일 실시예는 내장형 대역폭 레퍼런스 및 온도-어시스트 구성요소 또는 보드상의 저항기, 및 저항을 섭씨 온도와 연관시키는 전달 함수를 구비한다. 따라서, 전달 함수와 관련하여 상온에서의 측정은 내부 케이스 온도의 실시간 판독을 제공한다.

라인(72)에서, 밸브 구동 회로(18)는 신호(72)가 솔레노이드를 구동하는 것을 조건으로 하지만, 이는 또한 감지 목적으로 실제 솔레노이드 전류(70)를 피드백한다. 감지된 솔레노이드 전류(72), 설정포인트 신호(55) 및 측정된 유량(15)은 보다 빠른 문제점 진단을 제공하는 관계를 생성하기 위하여 사용될 수 있다.

만능 비동기 송수신기(UART)는 PC RS485 네트워크와 같은 외부 호스트로의 인터페이스를 사용하여, 반이중(half duplex)을 발생시키기 위하여 사용된다. 이러한 UART 회로는 여러 일을 수행한다. 상기 회로는 제조동안에 모든 교정 및 튜닝 변수로의 액세스를 제공한다. UART는 또한 유저가 본 발명의 MFC를 제어하기 위한 또 다른 수단을 제공한다.

도 2 는 이벤트 관리의 타이밍도를 도시한다. 유량 조절기(16)의 UART는 전송 라인(74) 및 수신 라인(76)을 구비한 RS485에 접속된다. TX는 전송된 신호를 지시하며, RX는 유량 제어기 및 DSP(16)의 호스트 시스템으로부터 수신된 신호를 지시한다.

9600 보드 반 이중 폴 프로토콜 라인은 RS485 XCVR(38)을 다중드롭 네트워크(40)에 연결시킨다. 9600 보드는 샘플링 주파수와 유사한 방식으로 채택되었다. 이는 외부 호스트로의 인터페이스를 제공한다. 이러한 속도는 다른 이벤트를 방해하지 않으면서, 서비스되는 다른 이벤트에 대하여 안전 마진을 허용한다. 유량 제어기내측의 여러 이벤트는 진단을 제공하기 위하여 모니터링된다. 그러한 이벤트 상태의 로컬 지시는 적색 또는 녹색일 수 있는 2-색 LED 회로(28)를 경유하여 제공된다. LED 회로(28)가 적색으로 반짝이면, 모니터링된 상태 또는 이벤트가 경보 상태 또는 경보 한계이상인 것이다. LED 회로(28)가 연속적으로 적색이면, 경보는 점차적으로 비상경보로 되어 가는 것이다. 대부분의 경우에 있어서, 비상경보 상태는 유량 제어기가 복구될 수 없는 결함을 가짐을 지시한다.

유량 제어기, DSP(16)는 작동하기 위하여 계속적으로 시도할 것이다. 복구할 수 없는 상태를 발생시킨 이벤트는 비휘발성 메모리에 저장된다. 따라서, 그 이벤트는 RS485 트랜시버(38)를 경유하여 액세스될 수 있다.

전류 제한 저항기는 2-색 LED 회로(28)로부터 유량 제어기(16)에서의 제2 IO 포트까지 피드백 경로를 제공한다. 2-색 LED 회로(28)의 색깔은 DSP(16)로부터의 두개의 IO 포트에 의해 제공되는 LED 회로(28)를 통하여 흐르는 전류의 방향에 의해 제어된다.

내장된 펄스폭 변조기(PWM)가 지시된 유량 신호(80)를 구성하기 위하여 이용된다. 동일한 타입의 회로는 또한 감지된 솔레노이드 전류(82)를 복원하기 위하여 사용된다.

DSP(16)는 외부 메모리 인터페이스를 구비한다. 외부 메모리 인터페이스는 SRAM(30)에 인터페이스된다. 이러한 SRAM은 부트-업 프로세스동안 이용되며, 더 빠른 액세스를 위하여 직렬 EEPROM(32)의 내용을 수신한다.

트랜시버(36)는 디바이스넷 네트워크(42)로 통할 수 있으며, LonWorks, Profibus, 이더넷 또는 당업자에게 알려진 다른 것과 같은 다른 타입의 네트워크를 통하여 접속될 수 있다. 아날로그인 종래의 드롭-인 애플리케이션을 제공하는 이외에,

장래 표준 디지털 프로토콜 또는 몇개의 상응하는 프로토콜이 본 발명의 구성에 의해 제공될 수 있다. 이는 네트워킹 기술에서의 선택 및 프로토콜이 이해됨에 따라 완전한 호환성을 허용한다. 본 발명은 자율 인터페이스를 제공하여, 유량 제어 시스템이 모듈러 체계에서의 모듈러 호환성에 의해 영향받지 않도록 한다. DPRAM은 DSP(16)와 결정된 센서 버스 네트워킹(84)사이에서 디지털 파티션을 제공한다.

SRAM(30)은 전적으로 외부에 있지 않다. SRAM(30)의 일부 또는 전부가 내적 SRAM으로 본 발명의 DSP(16) 또는 디지털 유량 제어기내에 통합될 수 있다. 도시된 실시예에서, SRAM은 두개의 부분, 즉 외부 SRAM(30) 및 DSP(16)의 플래시 메모리내측의 내부 SRAM으로 나누어진다. SRAM을 디지털 유량 제어기의 DSP(16)내측에 사용하는 것은 모든 제어 함수가 DSP(16)내에서 실행되는 것을 허용한다.

상기 기술된 구성의 주요 특징은 수동적으로 조절되는 분압계에의 의존을 제거하는 것이다. 이는 본 발명에서 결합 미분기 및 비례 간격 제어기와 같이, 유량 센서를 모니터링하고, 제어신호를 발생시키고, 실시간으로 그러한 상수로의 액세스를 제공하는 동안 다중 교정 상수를 기억하기 위하여, 충분한 디지털 대역폭을 가진 구성을 선택함으로써 달성될 수 있다. 다음으로, 디지털 유량 제어기는 제어 시스템을 조절하기 위하여 다중 분압계에 의존하지 않으며, 오히려 본 발명은 상수로 선언된 여러 변수에 의존한다. 이러한 변수로의 액세스는 RS485 통신 포트(38)를 경유하여 제공된다.

RS485 호스트 또는 디바이스넷 호스트를 서비스하는 것과 같은 디지털 통신 서비스는 유량 제어 이벤트에 영향을 미치지 않는다. DPRAM(32)은 예정된 표준에 기초하여 서비스를 허용한다.

몇몇 포인트가 진단을 위해 모니터링된다. 시각적 피드백이 경보든지 비상경보든지, 반짝임이든지 연속적임이든지 두가지 레벨의 지시를 가지는 2-색 LED 회로(28)를 경유하여 유저에게 제공된다. 이러한 동일한 정보가 RS485 포트로부터 이용 가능하며, PC내에서 GUI 인터페이스로 실행되는 소프트웨어 애플리케이션에 의해 제공될 수 있다. 제어 시스템 기능은 소프트웨어를 통하여 구현된다. 본 발명은 폐쇄-루프 제어 시스템을 구성하기 위하여, 에이징(aging) 효과와 온도에 민감한 아날로그 회로를 이용했던 종래의 기술보다 나은 이점을 제공한다.

본 발명의 구성은 모든 실행가능 내장형 소프트웨어가 RS485 포트를 통하여 프로그램되도록 허용한다. 새로운 코드가 유량 조절기를 제거하지 않고도 설치될 수 있다. DSP(16)에 내장된 플래시 메모리가 유량 제어기용 교정 상수 또는 독특한 데이터를 기억하는데 사용되지 않는다는 것을 인식하는 것이 중요하다. 이러한 데이터는 외부 직렬 EEPROM내에 기억된다. 본 발명의 유량 제어 시스템은 디바이스넷과 같은 기존의 결정된 통신 프로토콜에 자율성과 호환성을 제공한다.

도 2는 본 발명의 구성내에서 이벤트 관리의 기술적 이점에 관한 것이다. 도 2는 도 1의 A/D 컨버터(14)에 의해 실행되는 이벤트 타임 라인을 도시한다. A/D 컨버터(14)가 데이터를 획득하고 그 획득된 데이터를 데이터 버스를 경유하여 DSP(16)에 전송할 준비가 완료되었을 때, 준비완료 신호가 전송된다.

일단 데이터가 A/D 컨버터(14)로부터 덤프되면, 모든 데이터 프로세싱이 타임 프레임(A-B)에서 행해진다. 이것은 모든 데이터 프로세싱을 위해 제어 시스템에 의해 소모되는 시간의 양이다. 이벤트(B)와 이벤트(C)사이에는, 다른 태스크가 수행되도록 충분한 시간이 남겨진다. 도 2에 도시된 바와 같이, 디바이스넷 인터럽트(112), 실시간 인터럽트(114) 및 RS485 인터럽트(116)는 이벤트(B)와 이벤트(C)사이에서 일어난다. 만약 이러한 인터럽트가 이벤트(A)와 이벤트(B)사이에서 일어난다면, 프로세싱 수집 데이터는 여전히 우선순위를 가진다. 따라서, 이러한 인터럽트는 여전히 이벤트(B)와 이벤트(C)사이에서 프로세싱된다.

도 3은 두개의 세트의 흐름도를 포함한다. 도 3은 도 2에서 제공된 타이밍도에서 미리 도시된 인터럽트를 더 기술 및 상술한다. 본 발명의 방법은 단계(100)에서 시작한다. DSP(16) 및 주변장치의 모든 초기화는 단계(101)에서 일어난다. DSP 및 관련된 주변장치의 초기화 단계(101)동안에, A/D 컨버터(14)는 특정 주파수에서 샘플링하도록 프로그램될 것이다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 주파수는 610Hz로 채택된다. 이 610Hz는 A/D 컨버터(14)로부터 데이터 샘플을 획득하는 것을 시작하기 위한 신호이며, 단계(105)로의 외부 ADC 인터럽트에 대한 트리거이다. 단계(103)에서, 본 발명의 소프트웨어 코드는 연속적으로 루프하며 4개의 인터럽트중 하나를 기다린다. 이러한 인터럽트는 1.68 밀리초마다 발생하는 외부 ADC 인터럽트, 1.04 초마다 발생하는 실시간 인터럽트, 디바이스넷 인터럽트 및 RS485 인터럽트를 포함한다. 외부 ADC 인터럽트(105)는 모든 데이터 프로세싱이 ADC 인터럽트의 서비스동안에 일어나는 것을 허용한다.

본 발명의 일 실시예에서, 데이터 프로세싱은 ADC 인터럽트사이에서 총시간의 약 30%, 즉 1.68 밀리초가 걸린다. 이 시간 동안, 단계(102)에서, 유량 제어기는 도 1의 A/D 컨버터(14)로부터 모든 ADC-관련 데이터를 획득할 것이다. 그 다음의 단계(104)에서, 그 데이터는 선형화된다. 선형화하는 방법은 Thomas Pattantyus, et. al에 의해 1999년 7월 9일 출원되었으며 그 발명의 명칭이 "센서 응답 선형화를 위한 시스템 및 방법"인 미국 특허 출원 번호 09/350,747에 상술되어 있다.

이러한 선형화 프로세스에 있어서, 미리 결정된 계수가 획득된 ADC 데이터를 보다 정확한 유동값과 관련시키기 위하여 이용된다. 단계(106)에서, 선형화된 데이터 및 값은 요구되는 플로우 레이트를 달성하기 위하여 유량 조절기를 다루는 제어 시스템 루프로 전송된다.

단계(108)는 도 1의 2-색 LED 회로(28)와 관련된다. 유량 제어기(16)의 상태에 따라, LED 회로(28)는 단계(108)에서 2-색 LED 회로(28)에 공급되는 신호와 전류 방향에 따라 적절하게 점화할 것이다.

단계(110)에서, 진단이 수행된다. 이러한 진단은 2-색 LED 회로(28)의 표시된 상태와 직접 관련된다. 디바이스넷 핸들링이 단계(112)에서 일어난다. 단계(114)에서, 데이터는 직렬 EEPROM(26)으로부터 선택 또는 검색된다. 이러한 데이터에는 교정 상수, 가스-특정 데이터, 유량 조절기 및 그와 관련된 제어기의 일련번호, 서비스 데이터 및 진단 코드가 포함될 수 있다. 단계(116)에서, 데이터는 RS485 인터페이스로부터 획득된다. 단계(118)에서, 토털라이저(totalizer)가 시간 및 유량 조절기(16)내측의 유량 측정을 합계 또는 통합한다. 단계(120)에서, 잡다한 하우스키핑 기능이 일어날 수 있으며, 그 후에 이러한 우선순위 인터럽트로부터의 리턴이 일어날 수 있다.

외부 ADC 인터럽트(105)로부터의 리턴 다음에, 프로세스는 시작 단계(100)로 리턴될 것이다.

추가적으로 감지된 모든 데이터는 실시간 인터럽트(126), 디바이스넷 인터럽트(122) 또는 RS485 인터럽트(130)와 같이 추가적 또는 다른 인터럽트를 야기할 수 있는데, 이는 외부 ADC 인터럽트(105)는 모든 다른 데이터 프로세싱보다 우월한 우선순위를 가진다. 약 50 밀리초의 프로세싱 시간동안, 다른 인터럽트와 관련된 데이터는 SRAM(30) 또는 DSP(16)내에 위치한 내부 RAM에 기억된다. 어떠한 인터럽트 프로세스가 일어나더라도, 인터럽트 프로세스가 완료될 때, 본 발명의 방법은 단계(103)로 리턴하여 장애 인터럽트를 기다릴 것이다.

실시간 인터럽트(124), 디바이스넷 인터럽트(126) 및 RS485 인터럽트(130) 모두는 데이터가 읽기, 변수에 쓰기 및 DSP(16)내에 기억되도록 허용한다. 데이터를 다루는 인터럽트동안 최소 작동이 일어난다. 데이터의 실제 프로세싱은 외부 ADC 인터럽트(105)동안에 액세스될 때 일어날 것이다. 고려할 추가적인 방식은 이러한 인터럽트가 메모리 위치를 통하여 링크된 객체-지향 시스템을 제공하는 것이다. 따라서, 인터럽트가 발생할 때, 데이터는 외부 ADC 인터럽트(105)가 발생하여 그 데이터가 프로세싱될 때까지 적절한 메모리 위치내에 기억된다.

도 4는 본 발명에서의 메모리 상호작용을 도시한다. 도 4는 SRAM(30), EEPROM(26) 및 DPRAM(32)이 어떻게 상호작용하는지를 도시한다. 이 도면의 목적을 위하여, 데이터 RAM 또는 SRAM(30)에 대하여, DSP(16)의 플래시 메모리상에 위치한 내부 RAM과 DSP(16)에 액세스가능한 외부 SRAM(30)은 구별되지 않는다. 이 경우에 SRAM(30)은 단지 데이터를 기억하는 메모리 위치를 나타낸다. 초기화 동안, 모든 EEPROM 데이터는 링크(142)에 의해 지시되는 바와 같이 SRAM(30)내로 복사된다. 부가적으로, EEPROM 데이터의 톱(top) 1K는 초기화동안 링크(144)를 경유하여 DPRAM(32)에 복사된다.

추가적인 링크(146)는 EEPROM(26)과 SRAM(30)사이에서 생기는데, 그 동안에 임계 데이터는 초기화 동안에 SRAM(30)으로 복사된다. 이러한 제2 링크는 복사 초기화 데이터-대-DPRAM(32)이 2-단계 프로세스이기 때문에 도시된다. EEPROM 데이터는 DPRAM(32)으로 직접 복사될 수 없다. 따라서, EEPROM 데이터는 먼저 SRAM(30)내의 위치로 복사된다. 그 다음에, 그 데이터는 링크(144)를 경유하여 SRAM(30)으로부터 DPRAM(32)으로 복사된다. 초기화동안 SRAM(30)에 복사된 임계 데이터는 내부 메모리 위치로 통하는 제어 시스템 데이터 및 토털라이저용 데이터 등을 포함할 것이다.

제3 링크(150)는 데이터가 SRAM(30)으로부터 EEPROM(26)으로 전달되는 것을 지시한다. 이 링크는 토털라이저 및 진단 데이터가 DSP(16) 작동 동안에 전달되는 것을 허용한다. 링크(152)는 SRAM(30)과 RS485 통신 포트(38)사이의 양방향 링크인데, 이는 데이터가 SRAM(30)으로부터 읽기되고, SRAM(30)에 쓰기되는 것을 허용한다.

제2 통신 경로가 링크(154)를 경유하여 EEPROM(26)과 RS485 통신 포트(38)사이에서 존재하는데, 이는 모든 데이터가 RS485 통신 포트(38)로부터 EEPROM(26)에 읽기 및 쓰기되는 것을 허용한다. 따라서, 본 발명은 EEPROM(26) 및 SRAM(30) 데이터로의 완전한 액세스를 허용한다.

본 발명은 SRAM(30) 및 EEPROM(26)내의 모든 데이터가 RS485 통신 포트(38)를 경유하여 액세스되는 것을 허용한다. 그러나, 유저는 EEPROM 또는 SRAM 데이터로의 완전한 액세스를 제한받을 수 있다. 이는 벤더로부터의 유일한 일련 번호 및 다른 데이터가 유저에 의해 변환될 수 없는 것을 보증하기 위한 보안 목적으로 행해 질 수 있다. 일례는 개개의 구성 요소의 일련번호 또는 보증 날짜와 관련될 수 있다.

본 발명은 객체-지향 접근법을 제공하는데, 이는 진단이 수행되거나 또는 데이터가 요청되어 다른 객체로 전달되도록 하기 위하여 하나의 객체로부터 다른 객체에 인터페이스하는 방법이다. 종래의 기술은 프로토콜에 내장된 메모리 위치를 사용하는 RS485 프로토콜을 가질 수 있다. 이러한 종래 기술 해결책은 만약 잘못된 데이터가 특정 메모리 위치로 전송된다면 디바이스가 오작동하여 특정 성능을 벗어나 거동하는 경향이 있다는 점에서 문제점을 가진다. 본 발명은 요구된 데이터가 제공되었는지 여부를 결정하기 위하여 테스트를 수행하도록 구성되어, 액세스될 수 없는 데이터를 보호하고, 그것이 적절하다는 것을 보증하도록 프로세싱되기전에 데이터를 테스트한다.

데이터 전달은 링크(154)를 경유하여 생기며, EEPROM(26)은 비휘발성이기 때문에, 중요 데이터는 DSP(16)를 위해 거기에 저장될 수 있다. EEPROM(26)은 DSP(16)로의 전원이 소멸될 때 데이터를 유지할 것이다. 부가적으로 이러한 데이터는 RS485 통신 포트(38)를 경유하여 액세스될 수 있다. 여기에 저장된 다른 데이터는 가스-특정 교정 데이터이다. 각각의 유량 조절기의 구성은 기계적 구성에 의존할 수 있다. 따라서, 링크(154)는 EEPROM(26)으로의 직접 액세스를 얻기 위하여 RS485 통신 포트(38)로부터 사용되어, 제조 프로세스를 가속하기 위하여 독특한 선택 및 튜닝을 요하지 않는 방식으로 그러한 변수들의 대부분을 다운로드할 수 있다. 따라서, 제조 프로세스에서 유일한 선택 및 튜닝은 요구되지 않으며, 이러한 프로세스의 속도를 향상시킨다. 디바이스가 초기화될 때, EEPROM(26)은 텅비어 있다. 교정 테이블 및 다른 그와 같은 데이터가 RS485 통신 링크(156)를 경유하여 다중-드롭 네트워크(40)로 모두 한꺼번에 다운로드될 수 있다. 다중-드롭 네트워크(40)는 또한 PC 호스트(44)에 링크된다.

본 발명은 또한 종래의 시스템과 호환되도록 구성된다. 이러한 역방향 호환성은 유저가 아날로그 신호로서 본 발명의 실시예와 통신하는 것을 허용한다. 도시된 바와 같이, 아날로그 통신(160)은 유량 신호를 모니터하거나 설정-포인트 제어를 제공하는 기능적 링크를 종래의 시스템에 제공하는데, 이는 당업자에게 이미 공지되어 있다. 이러한 아날로그 통신은 A/D 컨버터(14)내에 위치한 A/D 컨버터 기능에 의해 실현되어질 수 있다. 이러한 아날로그 통신(162)은 종래의 호스트 시스템용 유저 호스트와 아날로그 통신 시스템(160)사이에서 일어난다.

디바이스넷 인터페이스 모듈(42)은 DPRAM(32)에 링크된다. 통신 코프로세스는 인터럽트를, 데이터를 수신하기 위한 이용가능성을 요구하는 DPRAM에 전송할 수 있다. 모든 데이터 전달은 ID 번호와 같은 정적 데이터를 제외하고는 인터럽트일 것이다. 종종, 액세스된 데이터는 인터럽트를 회피하기 위하여 DPRAM(32)에 기억되어, EEPROM(26)을 액세스하지 못하게 할 것이다. 이는 용이하게 액세스가능한 데이터를 DPRAM(32)에 구비하여, 인터럽트를 회피함으로써, 전체 효율을 증가시킨다.

도 5는 본 발명의 일 실시예와 관련된 통신의 개략도를 제공한다. 도 5는 본 발명의 일 실시예와 접속 또는 호환될 수 있는 3 가지 타입의 통신 프로토콜, 즉 디바이스넷, 아날로그, 또는 RS485 프로토콜의 개략도를 제공한다. 본 발명은 이러한 타입의 프로토콜 또는 통신 시스템, 나아가 이러한 통신 시스템의 어떠한 결합에 제한되지 않는다. 본 발명의 구성이 종래의 시스템으로부터 아날로그 설정-포인트를 수용하여 다른 소스와 인터페이스할 수 있다는 것을 인식하는 것이 중요하다. 또한 본 발명은 당업자에게 알려진 디바이스넷 또는 독립적인 RS485 시스템을 경유하여 디지털 설정-포인트 및 정보를 수용할 수 있다. 이는 통상적인 하나의 구성내에서 이루어진다.

예컨대, RS485 인터페이스를 구비한 각각의 통신 소스내에서, 디바이스는 서비스 모드 및 정상 작동 모드 및 잠재적으로 일정한 수의 추가적인 모드를 가질 수 있음에 유념하는 것이 중요하다. 정상 작동 모드는 제한된 액세스를 가질 것이다. 서비스 모드 또는 커맨드 모드는 인증된 제공자가 디바이스로의 완전한 액세스를 가지도록 허용하는 기능을 가진 반면, 이러한 커맨드 및 시스템은 정상 유저를 위한 정상 작동 모드에서는 이용가능 또는 필요하지 않을 수 있다.

이러한 시스템 또는 커맨드 모드는 진단 정보로의 액세스를 허용한다. 도 5에 도시된 본 발명의 실시예에서, 교정 및 튜닝은 RS485 포트를 통하여 수행되며, 디바이스넷 포트를 경유하여 액세스될 수 없다. 디바이스넷 포트는 단지 프로세스 제어용으로 사용된다. 프로세스 제어외에, 디바이스넷 포트는 디바이스넷 언어로 비상경보 또는 예외인 진단으로의 액세스를 제공할 수 있다.

아날로그 모드에서, 출력 유량포인트 및 밸브 전압이 제공될 수 있다. 아날로그 시스템은 기본적으로 솔레노이드상에 실재하는 전압을 제공하는 선형 OP-앰프 회로를 제공한다. 본 발명은 전달된 전류를 정확하게 제어함으로써 밸브 위치를 조절하기 위하여 요구되는 힘과의 직접 관계를 제공하는 기술을 향상시킨다.

본 발명과 관련된 또 다른 이점은 본 발명이 비-개입적(non-intrusive)이라는 것이다. 데이터는 모니터되어 분석되어질 필요가 있을 뿐이다. 예측 알고리즘을 사용하여, 균일한 유지를 위한 예측 유지 시스템을 발전시킴으로써 제조 및 유지 비용을 절감하는 것이 가능하다. 추가적으로, 시스템과 관련된 잠재적인 고장을 결정하는 것이 가능하다. 이러한 분석은 여

전히 상세내역내에 있긴 하지만 정상 범위를 벗어나는 작동을 식별할 수 있다. 이는 비정상 작동을 지시할 수 있으며, 경향 (trend) 또는 다른 분석은 상기 시스템과 관련된 잠재적인 고장 모드를 지시할 수 있다. 따라서, 심각한 손상이 호스트 시스템에 발생하기전에, 센서 성능 저하 또는 밸브 오작동이 결정되어 교체될 수 있다.

경향 분석 및 관련 데이터는 진단 시스템내에서 분석된다. 본 발명의 일 실시예는 내장된 시스템에서 상기 시스템의 작동 여부에 관하여 판정하지 않으며, 오히려 본 발명은 경고 또는 비상경보 상태를 발전시킨다. 본 발명은 상이한 데이터사이의 경향 및 관계를 발전시키고 진단값을 개선하기 위하여, PC상의 그래픽 유저 인터페이스 또는 당업자에게 알려진 유사한 소프트웨어 분석 패키지를 포함하는 외부 시스템에 접속될 수 있다.

도 1 에서, 로컬 PC 호스트(44)는 모뎀(46)에 접속될 수 있는 다중-드롭 네트워크의 호스트일 수 있다. 목적은 본 발명으로부터의 데이터로의 원격 액세스를 제공하는 것이다. 도 1 은 데이터의 원격 액세스가 일어나는 원격 PC(50)에서 기능적 용어로서 제2 모뎀(48)를 도시한다. 그러나, 네트워크의 애플리케이션 또는 트랜스포트층은 TCP/IP 또는 다른 인터넷 애플리케이션으로 구성될 수 있다. 모뎀(46)과 모뎀(48)은 단지 본 발명으로부터의 데이터로의 원격 액세스를 제공하기 위한 네트워킹 기능을 위하여 트랜스포트층을 인식하는 수단을 지시한다. 본 발명에 의해 사용되는 9600 보드 반이중 모드 프로토콜은 네트워킹용 7-층 OSI 모델을 따르며, 이는 만약 인터넷 접속을 통하여 본 발명을 네트워킹하기 위해 채택한다면 TCP/IP 스택과 호환되게 한다.

도 6은 본 발명의 유량 제어기의 자동 교정을 제공하는 방법 및 시스템을 도시한다. 본 발명의 유량 제어기는 기계적인 조절을 행함으로써 종래 해결책이 그랬듯이 교정되지 않는다. 오히려, 일련의 기억된 계수가 본 발명의 유량 제어기의 정확도를 교정하기 위하여 바뀌어진다. 교정은 주로 2 단계로 구성된다. 첫번째 단계는 선형화이다. 이 단계는 기본적으로 센서의 비선형 거동을 제거하고, 디지털 유량 제어기(16)를 위한 선형값을 제공한다. 도 7 에 도시된 셋업은 교정기가 아닐로 그 또는 디지털 설정-포인트를 제공하는 곳에서 사용된다. 모든 적용된 설정-포인트에 대하여, 대응 센서 및 제어된 "유량 표준"값이 기록된다. 당업자에게 알려진 바와 같이, 회귀 기술이 이러한 포인트에 적용된다. 계산되면, 계수는 사용을 위하여 본 발명의 EEPROM(26)에 기록된다. 그 다음, 본 발명의 태스크는 감지된 변수로부터의 정확한 유량을 계산하기 위하여 결정된 계수가 구비된 다항식을 사용하여 수적으로 엑서사이저된다. 이러한 선형화 프로세스는 개개의 가스에 대해 반복되어 본 발명내의 EEPROM 또는 다른 메모리 위치내에 기억될 수 있다.

동적 튜닝은 과도적인 이벤트동안의 유량을 측정하는 기능을 제공한다. 로직은 유량 상태를 제어하고 과도 상태에서 기대되는 유량을 달성하기 위하여 설정-포인트 상태를 조절하는 호스트 PC내에 구현될 것이다.

본 발명의 추가적인 실시예는 실제 유량 상태 및 감지된 유량 상태를 기록하는 시스템을 구현할 수 있다. 이러한 데이터는 본 발명의 유량 조절기가 부착될 수 있는 여러 기계적 플랫폼을 위하여 통계적으로 분석될 수 있다. 이러한 데이터는 경향을 확립하기 위하여 사용될 수 있으며, 당업자에게 알려진 것과 같은 로직 또는 인공 지능과 관련될 수 있다. 제어 변수는 성능이 최적화될 때까지 주어진 성능기준에 대하여 증가될 수 있다.

도 7 은 본 발명의 진단 기능의 개략도를 제공한다. 2-색 LED 회로(28)는 상태 지시자를 제공한다. LED 회로(28)는 녹색일 때 본 발명이 작동하고 있음을 지시한다. 2-색 LED 회로(28)가 반짝이는 적색이면, 사소한 복구할 수 있는 결함을 지시한다. 만약 2-색 LED 회로(28)가 영속 적색을 지시하면, 복구할 수 없는 결함이 발생된 것이다. 2-색 LED 회로(28)의 최종 조건이 빛이 없으면, 이는 본 발명의 MFC로의 전원공급이 없음을 지시한다. 2-색 LED 회로(28)의 상태는 유량 조절기내의 소프트웨어 코드가 모니터된 변수가 특정 변수내에서 작동하고 있는지 여부를 평가한 후에 결정된다. 이러한 변수에는 센서로부터의 출력, 솔레노이드 밸브, 본 발명의 디바이스의 주위 온도, 본 발명으로 공급되는 전원, 및 본 발명의 동적 성능의 측정이 포함된다. 소프트웨어 코드에 의해 결정되는 어떠한 복구될 수 없는 결함은 EEPROM 비휘발성 메모리(26)내에 기억될 것이다. 추가적으로, 모든 데이터 값은 디바이스넷 포트 또는 RS485 포트(38)를 통하여 이용될 수 있다. RS485 포트(38) 또는 디바이스넷 포트로부터의 데이터는 랩탑 또는 다른 특별한 컴퓨팅 디바이스와 같은 휴대용 컴퓨터 상에서 실행되는 소프트웨어 진단 프로그램에 의해 감지될 수 있다. 이러한 소프트웨어는 유저에게 본 발명내에서 실행되는 진단 루틴의 결과의 세부적인 조망을 유저에게 주는 인터페이스를 제공한다. 과거 진단 장치와 같은 특별한 장치가 또한 본 발명내의 특정 테스트 포인트 및 RS485 포트(38)로부터의 소프트웨어 진단 데이터를 감지할 수 있다. 디바이스넷 포트에 대하여, 별개의 독특한 해석 메카니즘이 소프트웨어 진단의 결과를 판독하기 위하여 구현된다. 휴대용 컴퓨터 또는 휴대용 진단 장치에서 실행되는 제2 소프트웨어 프로그램은 디바이스넷 포트로부터 소프트웨어 진단의 결과를 판독하기 위하여 추가적인 실시예에 구성될 수 있다.

본 발명은 종래 기술과 관련하여 많은 문제점을 제시한다. 어떠한 정당화없이 자주 임의적으로 대체되는 예정 및 기대치 않게 고장난 유량 조절기에 기인하여, 유저는 고가의 소유비용을 부담했다. 이는 유량 조절기가 믿을 수없고 의지할 수 없는 것으로 간주되는 이력때문이며, 대다수 유저는 유량 조절기가 어떻게 작동하는지를 이해하지 못한다. 유량 조절기의 작

동 및 유량 제어기를 교정하는 것과 관련한 문제점을 이해하지 못하기때문에, 시스템상에 설치되면 필드 서비스가 기술적 지원 및 의심되는 유량 조절기의 고장 분석을 제공하기 위하여 요구된다. 이력적으로, 유량 조절기는 멀티-턴 분압계 또는 가변 저항기를 사용하여, 개개의 기술자의 디바이스 성능에 대한 명쾌한 지식에 근거하여 튜닝 또는 교정되어 왔다. 이러한 교정은 시간 및 노동-소모적이며 주관적인 이벤트이며, 직접으로 디바이스 성능에 영향을 미친다. 종래의 유량 조절기의 수동적 튜닝 및 교정때문에, 그것들의 사용으로 불균일한 과도 응답이 자주 나타났다. 게다가, 종래의 유량 조절기는 입구 압력에 극도로 민감한 것으로 알려졌다. 추가적으로, 종래의 유량 조절기는 일반적으로 아날로그 시스템 또는 독점적인 RS485 네트워크이다.

본 발명은 순방향 호환성 기능을 포함하는 시스템에 종래 인터페이스와 역방향 호환성을 여전히 유지하는 디바이스넷, LonWorks, 및 Profibus와 같은 다중 개방 통신 표준을 제공한다.

고장난 유량 조절기의 고장 점검 및 분석은 유량 조절기가 그 설치된 시스템내의 작동 및 설치로부터 제거될 것을 요한다. 비용이 많이 드는 이벤트가 본 발명에 의해 달성되는 바와 같이 작동중에 유량 조절기를 직접 모니터링함으로써 제거될 수 있다. 본 발명은 전원 전압, 유량 오차, 밸브 누설값 및 과도 응답 뿐만 아니라 설정-포인트, 솔레노이드 전류, 주위 온도, 센서 기저 저항 및 입구 압력 지시값을 별개로 모니터링하는 디지털 엔진을 포함한다. 이러한 모니터링 변수는 본 발명의 디바이스의 작동과 관련한 비정상적 조짐을 추적하여 결정하기 위하여 (수동적 또는 자동적으로) 분석될 수 있다. 게다가, 이러한 데이터는 호스트 PC에 접속된 모델 또는 다른 네트워크를 경유하여 원격으로 모니터링될 수 있다.

본 발명의 유량 조절기는 어떠한 가변 수동 조절을 포함하지 않는다. 이는 모든 교정 및 튜닝이 비휘발성 메모리에 기억된 유일한 일련의 상수의 저장을 통하여 디지털적으로 완료된다는 점에서 이점을 제공한다. 적절한 메모리 위치로의 액세스는 전용 RS485 인터페이스를 경유하여 제공된다. 특정 유량 측정 장치에 인터페이싱함과 동시에, 적절한 소프트웨어를 실행하는 교정 시스템은 정적 및 과도 유량 상태에서 일정하게 반복가능한 성능을 위하여 본 발명의 유량 조절기를 자동으로 교정 및 튜닝할 수 있다. 이러한 일정한 과도 응답은 본 발명에서 추가적인 이점을 제공한다. 이러한 일정한 과도 응답은 채택된 구성에서 적용된 것과 같이 선택된 디지털 신호 프로세서에 의해 제공되는 계산 전원을 사용함으로써 달성된다. 이러한 구성은 제어 알고리즘의 100%가 소프트웨어를 경유하여 구현되도록 한다. 소프트웨어 알고리즘은 일정하고 반복가능한 과도응답을 달성하기 위하여 선택 및 튜닝될 수 있는 유일한 상태-민감 또는 상태 변수를 호출하는 메카니즘을 포함할 수 있다.

본 발명의 또 다른 이점은 가스 공급내에 값비싼 업스트림 압력 레귤레이터에 대한 필요를 제거하는 것이다. 본 발명의 디지털 엔진은 이용가능한 A/D 입력을 경유하여 입구 압력을 별도로 모니터링하는 기능을 가진다. 입력 압력을 모니터링하고 본 발명의 출력의 유량 특성을 둔감하게 하는 것이 바람직하다.

본 발명의 추가적인 이점은 다중 자율 전용 디지털 통신 포트를 포함한다는 것이다. 상술된 실시예의 구성은 두개의 디지털 네트워크중 하나가 RS485 타입 네트워크라면 그 두개의 디지털 네트워크가 동시에 서비스되는 것을 허용한다. 채택된 DSP는 RS485 네트워크를 서비스하기 위해 전용되는 내장형 UART 주변장치를 포함한다. 추가적인 통신 네트워크는 이중-포트 SRAM에 읽기 및 쓰기를 통하여 서비스될 수 있다. 이중-포트 SRAM을 통신 파티션으로 선택한 것은 다중 자율 상호전환 인터페이스의 지원을 가능하게 한다. 본 발명은 필연적으로 이러한 두개의 통신 포트에 제한되어지지 않는다. 당업자에게 알려진 것과 같은 다양한 통신 프로토콜의 다중 통신 포트가 다중 자율 상호전환가능한 인터페이스를 달성하기 위하여 본 발명내에 구현될 수 있다.

본 발명의 추가적인 이점은 내장형 시스템이 1.68 밀리초의 정확하게 분리된 간격으로 유량 신호로부터 샘플 데이터를 수신한 것에 근거하여 이벤트를 조절한다는 것이다. 채택된 구성의 계산 전원에 기인하여, 제어 알고리즘은 이 시간의 30% 보다 적은 시간으로 태스크를 완료한다.

본 발명은 이력 데이터, 조짐, 분석, 관련된 데이터를 제공한다. 그러한 데이터는 보관되어, 현재 작동을 결정하기 위하여 전용 서비스 포트에 접속된 호스트 시스템을 경유하여 행해지는 원격 진단 또는 로컬 진단 능력을 서비스 기술자에게 고양시킨다.

다양한 유량 조절기가 시장에 존재한다. 유량 조절기는 유량 감지 신호를 선형화시키는 것을 돕는 선형화 회로를 포함할 수 있다. T.T. Pattantyus, et al에 의해 1999년 7월 9일에 출원되었으며 발명의 명칭이 "센서 응답 선형화용 시스템 및 방법"인 미국 특허 출원 번호 제09/350,747호에 기재된 내용이 특별히 참조된다. 유량 조절기는 또한 가스 유량에 의하여 감지 저항기 또는 저항기의 저항 변화를 감지함으로써 유량 조절기내의 유량을 측정하는 개선된 유량 인터페이스 회로를 포함할 수 있다. D.S. Larson et al에 의해 1999년 7월 9일에 출원되었으며 발명의 명칭이 "개선된 유량 센서 인터페이스 회로"인 미국 특허 출원 번호 제09/350,746호에 개시된 개선된 유량 인터페이스 회로가 특별히 참조된다. 유량 조절기는

또한 감지된 유량 신호를 유량 조절기를 통하여 보다 더 정확하게 근사화된 실제 유량으로 정정하는 유도 제어기를 포함할 수 있다. E. Vyers에 의해 1999년 7월 9일에 출원되었으며 발명의 명칭이 "디지털 유량 조절기용 시스템 및 방법"인 미국 특허 출원 번호 제09/351,120호에 개시된 유도 제어기가 특별히 참조된다. PI 제어기는 또한 유량 조절기에서 밸브를 제어하기 위한 밸브 구동 신호를 발생시키기 위하여 유량 조절기내에 포함될 수 있다. PI 제어기는 유량 조절기의 응답 속도를 증가시킬 수 있으며, 밸브 구동 신호에 대한 밸브의 비선형 응답을 보상할 수 있다. E. Vyers에 의해 1999년 7월 9일에 출원되었으며 발명의 명칭이 "가변 이득 비례-적분(PI) 제어기용 시스템 및 방법"인 미국 특허 출원 번호 제09/351,098호에 개시된 PI 제어기가 특별히 참조된다. 마지막으로, 유량 조절기내의 밸브 구동 신호는 솔레노이드 활성 밸브를 제어하기 위하여 밸브 구동 회로에 입력될 수 있다. T.T. Pattantyus에 의해 1999년 7월 9일에 출원되었으며 발명의 명칭이 "솔레노이드를 구동하는 방법 및 시스템"인 미국 특허 출원 번호 제09/351,111호에 개시된 밸브 구동 회로가 특별히 참조된다. 본 발명은 상술된 구성요소를 포함하는 유량 조절기내에서 사용되도록 제한되지 않는다는 것에 유념하는 것이 중요하다.

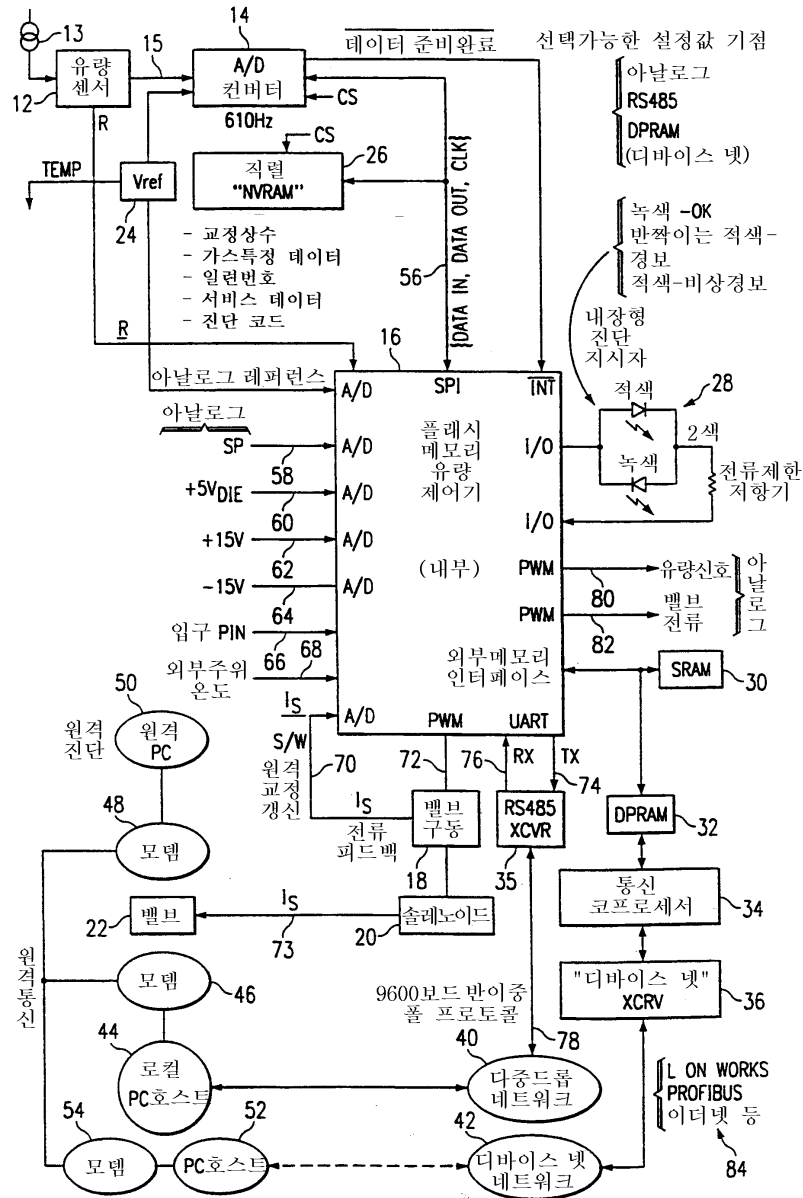
비록 본 발명은 예시적인 실시예를 참조하여 상술되었지만, 본 명세서는 단지 예로서 기재된 것이며 제한하는 의미로 해석되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 따라서, 본 발명의 실시예의 상세내역에서의 수치적 변화 및 본 발명의 추가적인 실시예는 본 명세서를 참조하여 당업자에 의해 명백해질 것이라는 것을 이해해야 할 것이다. 모든 그러한 변화 및 추가적인 실시예는 하기 청구되는 본 발명의 기술적 사상의 범위내에 있다는 것을 숙지하여야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 일 실시예를 나타내는 블록도;
- 도 2는 본 발명내에서의 이벤트 관리의 타이밍도;
- 도 3은 본 발명의 방법을 도시하는 두개의 세트의 흐름도;
- 도 4는 본 발명내에서의 메모리 상호작용을 나타내는 도면;
- 도 5는 본 발명의 하나의 실시예와 관련된 통신의 개략도;
- 도 6은 본 발명의 유량 조절기의 자동 교정을 제공하는 방법 및 시스템;
- 도 7은 본 발명의 진단 기능의 개략도.

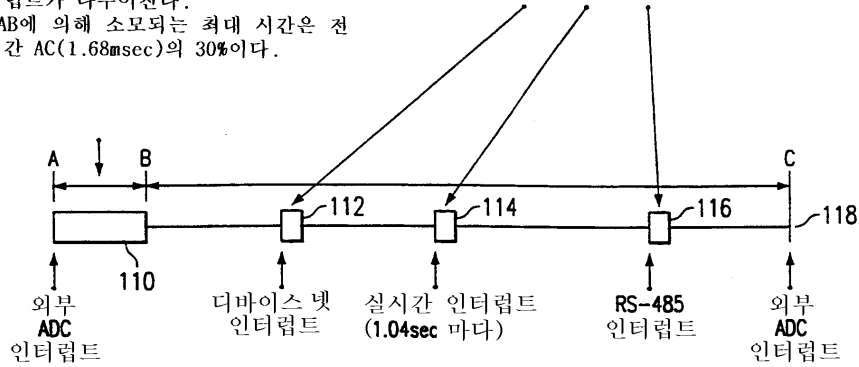
도면

도면1

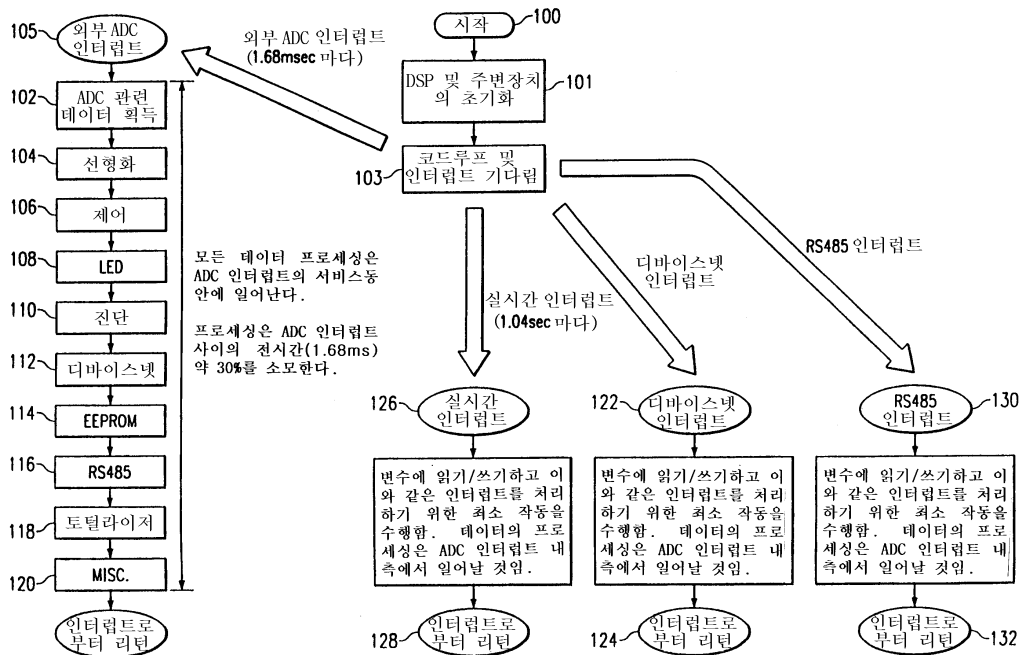


도면2

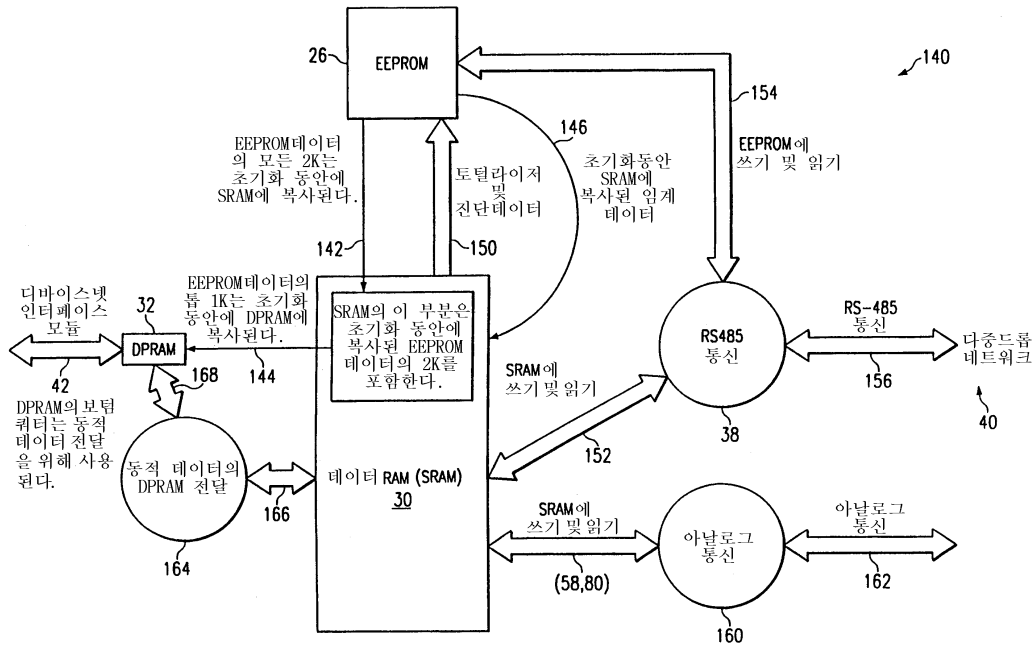
- 1) 모든 "데이터 프로세싱"(제어를 위하여, 선형화, 도털라이저, EEPROM, 진단 등)이 여기에서(AB내) 수행된다.
 - 2) $AB+BC=1.68 \text{ msec}$
 - 3) 프로세싱 시간이 경과함에 따라, AB는 BC를 점점 감소시킬 것이다.
 - 4) $AC=1.68\text{msec}$ 가 외부 ADC에 의해 발생된다.
 - 5) AB동안 어떠한 인터럽트도 허용되지 않는다.
 - 6) AB동안 인터럽트가 발생하면, AB가 완료될 때까지 대기한 다음 B후에 인터럽트가 다루어진다.
 - 7) AB에 의해 소모되는 최대 시간은 전 시간 AC(1.68msec)의 30%이다.
- 1) 인터럽트 서브루틴의 말단까지 어떠한 다른 인터럽트도 허용되지 않는다.
 - 2) 이러한 3개의 인터럽트 모두는 어떠한 위치에서 순차적으로 발생할 수 있다.
 - 3) 유일한 데이터 전달은 여기에서 행해지며, 데이터의 실제 프로세싱은 AB후에 행해진다.
 - 4) 이러한 ISR은 일반적으로 전체 1.68msec 의 0.06% 내지 0.1%를 소모한다.



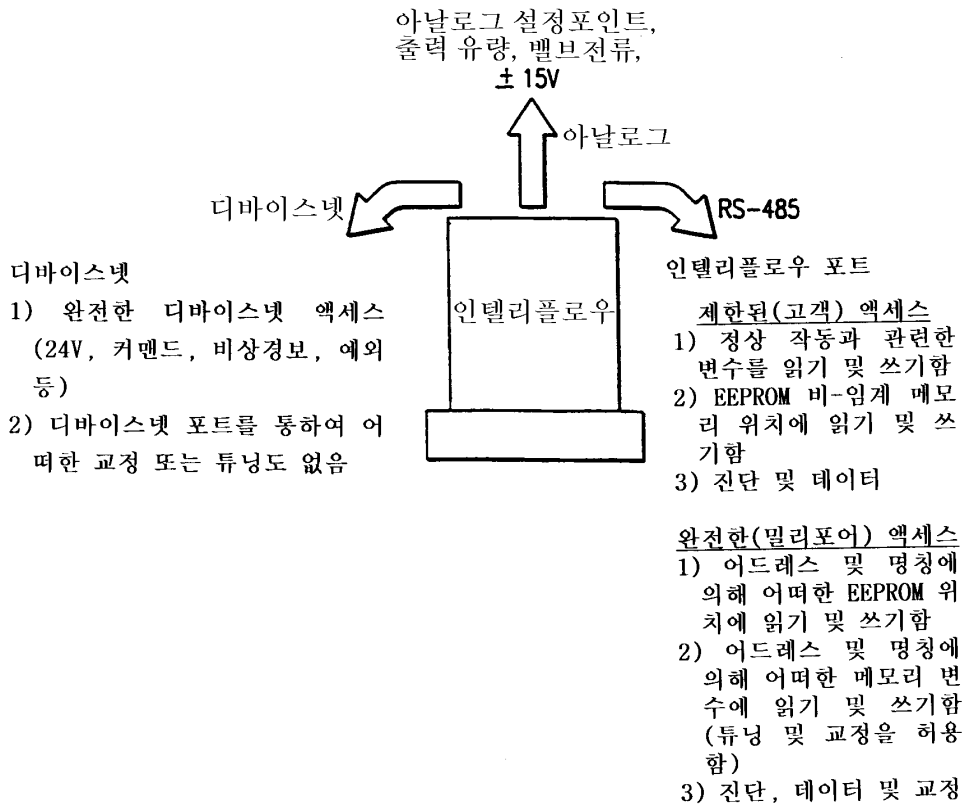
도면3



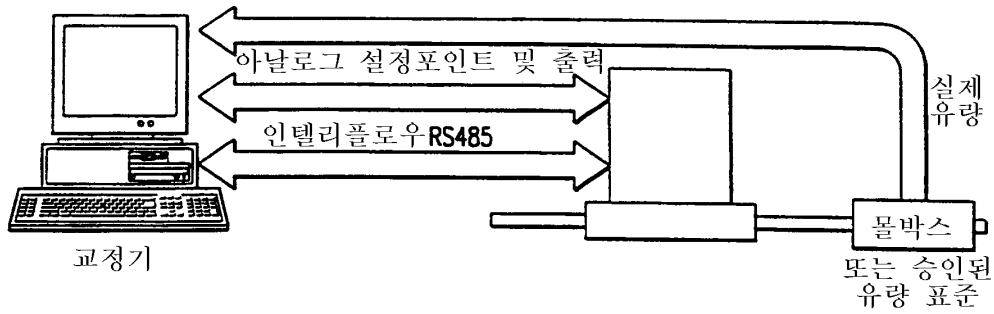
도면4



도면5



도면6



도면7

