

가솔린 엔진용 전자제어 시스템 개발에 관한 연구

○ 윤용중*, 김남욱**, 김용득**

*: 삼성전자, **: 아주대학교

A study on the development of the electronic control system for the gasoline engine.

Hong-jung YOON, Nam-wook KIM, Yong-deak KIM
Samsung Electronics co., Ajou University

국문 요약

가솔린 엔진용 전자 제어 에뮬레이션 시스템은 엔진의 운전 상태를 알려 주는 각종 센서로 감지한 정보를 A/D변환기를 통해 마이크로프로세서에 입력시키고, 이 정보를 이용하여 운전 상태를 분석한 후 엔진이 필요로 하는 연료량, 점화시기, 배기가스의 재순환량, 공회전수 등을 전자적으로 제어하여 엔진의 최적제어를 실현시킴으로서 연료 소비율 및 배기가스 중 공해물질 함량을 감소시키기 위한 장치이다.

1. 서론

자동차 엔진이 발명된 이래 엔진의 성능을 향상시키며 연료 소비를 줄이려는 노력이 계속되고 있고, 최근에는 연료소비 감소와 더불어 배기가스를 줄여 공해문제를 해결하려는 연구도 활발히 진행되고 있다.

자동차의 배기 공해 가스로는 미연소 연료인 탄화수소(THC), 불완전 연소 산화물인 일산화탄소(CO)와 연소시 고온에서 발생하는 질소산화물(NOx)이 있고, 이 공해가스들이 인체에 미치는 해독 때문에 선진국에서는 자동차의 허유 배기가스 방출량을 법으로 제정하여 규제하고 있다.

우리나라에서도 금년 7월 이후 규제용 실시할 예정이며 이러한 여건을 고려하여 본 논문에서는 전자식 엔진 제어장치의 구상화 개발을 위한 기본 연구로서 Emulation system을 설계하였다.

2. 시스템의 구성

본 논문에서 설계한 가솔린 엔진용 전자제어 에뮬레이션장치는 엔진을 전자적으로 제어할 수 있는 전자제어부(Electronic Control Module), 엔진의 상태를 분석하기 위한 센서 입력부, 엔진을 구동하기 위한 액주에이터 출력부로 크게 나눌 수 있다.

사용된 센서로는 Manifold Absolute Pressure, Throttle Position, Coolant Temperature, RPM, THC 등과 액주에이터로는 Injector, Solenoid Valve 등이 이용되었다.

전자 제어장치의 중앙 처리부는 IBM PC/XT와 호환기종인 삼성전자의 SPC-3000 컴퓨터를 사용하였다. 엔진과 연결된 각종 센서는 16채널의 A/D변환기를 통하여 컴퓨터로 연결하였으며, 그림 1에 이들 전자 제어 시스템의 개략도를 보여준다.

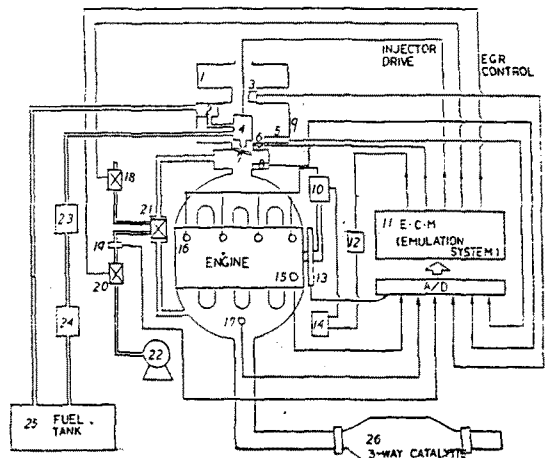


그림 1. 전자식 엔진 제어 SYSTEM의 개략도

3. Emulation system의 제어 기능

제어기능은 엔진이 필요로 하는 연료량, 점화시기, 배기가스 재순환량, 공회전수 등을 제어하며, 이들의 세부적인 설명은 다음과 같다.

먼저 전자식 연료분사장치는 하나의 연료 분사용 주입기를 사용하여 각 연소실에서 필요로 하는 연료를 공급해 주는 SPI (single point injection) 방식을 채택하였으며, 이를 TBI (throttle body injection) 방식이라 한다. 전자식 연료 분사장치는 엔진의 운전 조건을 감지하는 각종 센서, 연료를 분사해 주는 구동장치, 각종 센서로 부터 들어온 정보를 이용하여 구동장치를 제어하는 제어부 등으로 구성되어 있으며 이상 고연비 제어, 출력 유달성 향상, 시동성 향상 등을 목표로 하고 있다.

전자식 점화시기 제어장치 (electronic spark time control system)에 기계전기와 점화 플러그 등은 기존의 엔진에 장착된 것을 이용하며, 진공진각 및 원심진각 등 점화시기의 정밀제어를 수행하기 위하여 점화시기 및 점화코일의 통전시간을 임의로 조절할 수 있는 프로그램형 계수기와 전자 스위치를 사용하였다.

전자식 배기가스 재순환 제어장치 (electronic idle air control system)는 무부하(공회전)시 연료의 소모를 극소화시키기 위한 것으로 엔진 회전속도를 가능한 최소치로 유지시키기

위해 공회전시 유입되는 공기 유입량을 조절함으로써 궁극적으로는 필요 이상의 연료 분사량을 제한하도록 하여 연료소비를 절감하는 것이다.

4. 애플레이터의 설계

하드웨어를 구성하기 위해서는 그림 2와같이 SPC-3000의 I/O 포트중 340h-35Fh를 이용한 접속 카드를 컴퓨터 본체에 부가하여 엔진 제어를 수행하였다.

이름 구동시키기 위한 엔진 제어 프로그램은 IBM-PC MACRO ASSEMBLER를 이용한 Intel 8088 기계어로 작성하였는데 전체 프로그램은 매크로시 수행하는 루틴과 필요할 때마다 특정한 일을 수행하는 인터럽트 처리 루틴으로 나누어진다. 정상상태의 루틴에서는 기본적인 연료 분사량 결정과 엔진실험 분석자료 추출에 필요한 일을 수행한다.

인터럽트 처리 루틴은 엔진 회전에 동기된 인터럽트 신호에 의하여 각 센서 신호를 받아 들이고 엔진 구동에 필요한 4가지 제어를 실시하여 모두 프로그램형 계수기를 이용한 디지털 제어방식을 수행한다. 이의 전체 흐름도는 그림 3과 같다.

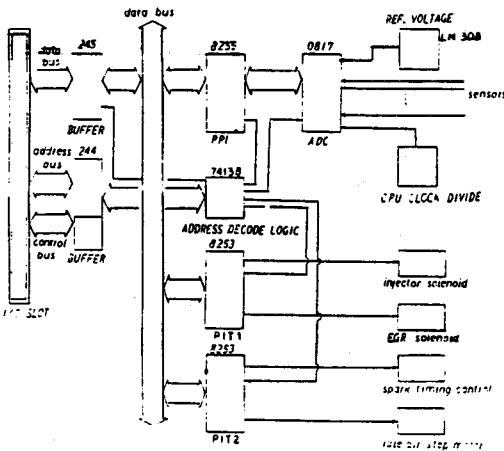


그림 2. CONTROL BOARD 의 BLOCK DIAGRAM

5. 측정 및 실험 결과

본 연구에서 설계 제작한 전자식 엔진제어 시스템의 성능을 시험하기 위하여 엔진 동력계를 이용, 각종 엔진의 운전 조건에 따라 실험한 결과는 표 1의 같다.

여기서 전자식 엔진에 대한 특성을 요약하면 첫째 시동시 CO 및 HC의 농도는 높고 NOx는 매우 낮았으며, 둘째 엔진 제어별 출력특성 및 연료의 경제성이 향상되고, 셋째 정속, 가속, 감속 모드에서 공회전 개선으로 연료 소비가 10-15% 감소됨을 알 수 있다.

	한국		일본	미국 (연방)			
	현재	'87.7.1 이후		저지대	고지대	5만mile이하 (California)	10만mile이하
CO (g/km)	18	2.11	2.11	3.4 g/mile (2.12 g/km)	7.0 g/mile (4.35 g/km)	7.0 g/mile (4.35 g/km)	7.0 g/mile (4.35 g/km)
HC	2.8	0.25	0.25	0.41 (0.25)	0.57 (0.35)	0.39 (0.24)	0.39 (0.24)
NOx	2.5	0.02	0.25	1.0 (0.62)	1.0 (0.62)	0.4 (0.25)	1.5 (0.93)

표 1. 자동차 배기 가스 허용치 1986. 1. 31. 현재

측정항목	정속모드					
	측정1	측정2	측정3	측정4	측정5	측정6
속도 (rpm)	1000	1500	2000	3000	4000	5000
부하 (Nm)	20	60	60	80	40	40
기계식 엔진						
CO (%)	0.93	0.69	0.90	0.87	1.71	2.31
HC (ppmC)	880	774	790	630	560	650
NOx (ppm)	2300	4900	4250	4300	5200	5100
전자식 엔진						
CO (%)	0.12	0.04	0.12	0.03	0.04	0.04
HC (ppmC)	136	98	95	63	63	64
NOx (ppm)	215	520	365	365	426	403
감소율						
CO (%)	80.1	94.2	86.7	96.6	97.9	98.1
HC (%)	84.5	87.3	81.5	86.1	88.1	90.1
NOx (%)	90.7	89.4	91.4	91.5	91.8	92.1

표 2. 배기가스 측정 결과

참고로 미국, 일본, 한국의 자동차 배기가스 허용치 및 규제치는 표 1의 같다.

6. 결론

자동차 엔진을 평가하는 여러가지 기준중 가장 중요한 것들은 출력, 연료사용의 경제성, 규제대상 가스의 배출량 등을 들 수 있다.

따라서 상기의 특성을 향상시키기 위해서 본 논문에서는 전자식 엔진 시스템중 구조가 간단하고 경제적이며 국산 자동차 등에 용이하게 직접 적용할 수 있는 속도밀집방식의 Single Point Fuel Injection인 TBI 시스템대하여 연구, 측정 실험하였다.

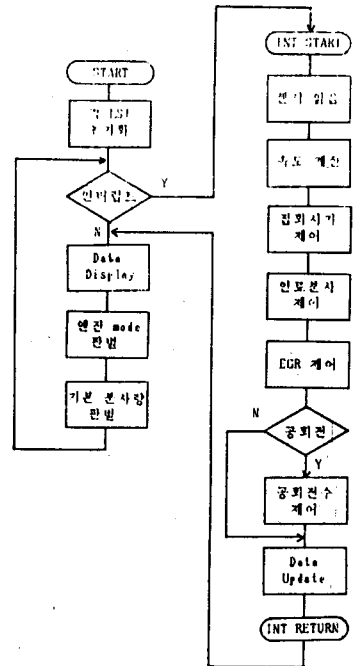


그림 3. 전체 PROGRAM 의 흐름도

이와 같이 가솔린 엔진용 전자 제어장치의 시뮬레이션 축정을 통하여 10-15% 정도의 연료절감과 규소대상 가스의 배출량을 10% 이하로 감소시킬 수 있고 3원 화학촉매 변환기와 함께 사용시 배출량은 90% 이하로 감소시킬 수 있음을 보였다.

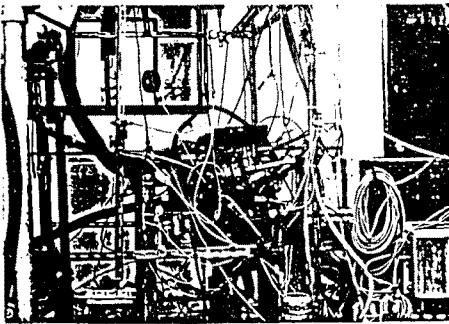
본 논문의 결과가 향후 국내 자동차 업계의 국산 자동차에서의 전자식 연료 분사장치 연구 개발에 도움이 되길 바라며, 또한 앞으로 Total Electronic Engine System 분야의 연구가 활발히 추진되길 기대한다.

7. 참고 문헌

- 1) Buick, "Electronic Fuel Injection", Chassis service manual, 1983
- 2) Bosch, "Electronically Controlled Fuel Injection Manifold Pressure Sensitive(EFI-P) and Air Flow Sensitive (EFI-L)", Jetronics Technical Instruction, 1985
- 3) 성낙원 외, "Exhaust gas recirculation 장치 개발", 정부 출현 연구보고서, 1985.4.
- 4) 김근성 외, "국산 엔진의 전자화", 정부 출현 연구보고서, 1985.4.
- 5) 윤용중 외, "국산 엔진용 전자식 control 시스템 개발 연구", 정부출현 민간주도 특정연구 과제 연구보고서, 1987.5.

--- 부속 ---

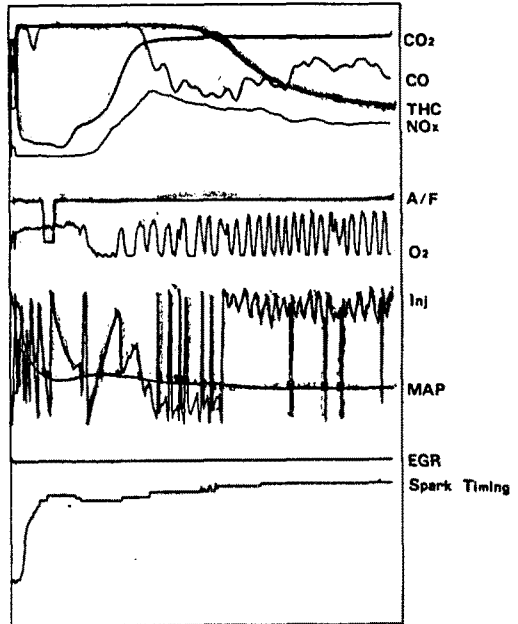
1. 개조된 엔진



2. Electric Control Emulation System



3. Start Mode 에서의 특성



4. 정속 Mode 에서의 특성

