

# 자동차의 마이크로프로세서를 이용한 電子式 制御시스템에 대한 研究

## 第 1 篇 : 電子式 엔진 制御시스템

( $\mu$ p-based Electronic Control System  
for Automobiles)

Part 1. Electronic Engine Control System

채 석, 김 용 립, 유 준, 김 광 락, 변 증 남\*

(Chae, Suk Kim, Young Lip Liu, Joon and Kim, Kwang Rak Bien, Zeungnam)

### 要 約

既存의 기계적인 點火裝置를 電子式 점화장치로 代置한 엔진 制御시스템에 대하여 研究하였다. 點火遮斷機(Breaker)의 기계적인 接點을 없애고, 無接點 magnetic pick up sensor를 사용하여 속도신호 및 크랭크축의 基準點을 얻은 후, 燃燒 効率을 높이기 위하여 점화코일의 2차측 spark 전압을 종래의 10000 ~ 15000 볼트로 부터 30000 ~ 40000 볼트로 높인 高 에너지 점화장치(High Energy Ignition System)을 設計 開發하여 實裝試驗(field test)을 행하였고, 점화시간의 調整을 위하여 종래의 기계적인 進角장치 대신에 microprocessor를 사용하여 엔진速度 및 吸入기관的 眞空度(intake manifold vacuum)에 의한 점화시기 데이터가 결정되도록 하는 방법을 研究하였다.

### Abstract

An engine control system in which the conventional mechanical ignition system is studied. The contact point of the breaker is replaced by the contactless magnetic pick up sensor from which the information of the speed and the position of the crankshaft is extracted, and further an electronic High Energy Ignition System is designed, implemented and tested. The High Energy Ignition System increases the secondary spark voltage of the ignition coil from the conventional 10000 ~ 15000 volts to the 30000 ~ 40000 volts resulting in improving the combustion efficiency. Also, instead of the conventional advance mechanism for ignition timing control, a microprocessor-based timing mechanism is installed to determine the ignition timing data in response to the engine rpm and the intake manifold vacuum.

### I. 序 論

근래에 대두되고 있는 에너지의 위기 및 공해문제에 자동차가 차지하고 있는 비중은 莫重한 것으로 報告되고 있다. 이에 따라 先進國에서는 사용 연료를 節

減하고 排氣가스를 적게 放出하는 効率좋은 자동차를 開發하는 研究에 박차를 가하고 있다. 既存의 點火장치 및 연료 噴射장치를 개선하고, 排氣가스에 대하여는 閉回路를 구성하여 공기 및 연료비(air/fuel ratio)를 調整하는 排氣가스의 制御(인명 emission control)라는 개념의 도입등이 연구개발의 한 예이다. [1][2]

종래의 점화장치는 인덕터(점화코일)에 흐르는 전

\* 正會員, 韓國科學院 電氣 및 電子工學科  
(Dept. of Electrical Science, KAIS)  
接受日字: 1980年 5月 27日

류를 기계적인 접점으로 遮斷하여 高電壓을 얻고, 점화시각은 엔진速度 및 吸入기관의 眞空度(intake manifold vacuum)을 變數로 연료가 타 들어가는 시간을 고려하여 上斜點 以前(BTDC: Before Top Dead Center)에서 폭파시키는 進角장치(Advance Mechanism)를 사용하여 조정된다.<sup>[3]</sup> 이 방식은 기계적인 접점이 차차 磨耗되고, 접점 사이에서 일어나는 스파크에 의한 損失로 점화코일의 1차측에 電場이 形成되는 시간(dwell time) 및 점화시각이 변동하게 되므로 不完全 燃燒가 惹起되며 따라서 最適 동작을 위하여는 수시로 점점 간격 및 타이밍 조정(Tune-up)이 필요하게 되는 등 여러가지 短點을 가지고 있다. 이러한 단점을 개선하기 위하여 Tr, SCR, IC를 사용한 電子式 점화장치가 개발되었으며, 최근에는 microprocessor를 사용하여 점화시간을 엔진速度, 吸入기관의 眞空度, 냉각水의 溫度(coolant temperature) 등에 맞추어 制御하는 방식이 등장하고 있다.<sup>[4][5]</sup>

이와 동시에 運轉者의 便宜를 위하여 자동차의 계기판 및 여러 安全장치의 表示方式을 電子式으로 바꾸고 panel의 制限된 공간내에 자동차의 狀態 및 기타 運轉者에게 便利한 많은 정보를 提供할 수 있도록 microprocessor를 사용한 Display Control System도 개발되었다. 예컨대 microprocessor를 사용한 자동차의 Information system이 연구되어, 처음으로 1978년에 Cadillac 자동차에 등장하였다.<sup>[7]</sup>

본 논문에서는 1979학년도 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 制御計測室에서 행한 project "Electronic Ignition Control and Digital Instrumentation"의 開發研究 結果를 電子式 엔진 制御시스템과 Display Control 시스템의 두 部分으로 나누어 蒐錄하였다. 구체적으로 言及하면, 第1편에서는 전자식 점화장치를 설계함에 있어 High Energy Ignition System을 개발 試驗한 내용과 microprocessor를 사용한 점화시각의 제어의 內容이 다루어졌고, 第2편에서는 Digital Panel Display 시스템을 설계한 內容을 記述한다. 電子式 display를 사용한 새로운 表示方式을 도입하고, microprocessor를 사용하여 운전자에게 편리한 많은 정보를 첨가한 內容이 다루어졌다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 第Ⅰ장에서 설계된 電子式 점화장치의 구성에 대하여 구체적으로 기술하고 第Ⅱ장에서 마이크로프로세서를 이용한 엔진 제어 시스템에 대하여 論하고 第Ⅳ장에서 실험결과 및 검토사항을 기재하고 第Ⅴ장은 결론의 장으로 한다.

Ⅱ. 電子式 點火장치의 구성

그림 1에서 보는 바와 같이 본 전자식 엔진 제어시

스템은 高 에너지 점화시스템(略하여 HEI 시스템)과 마이크로프로세서를 사용하여 점화시간을 제어하는 部分으로 나누어진다.

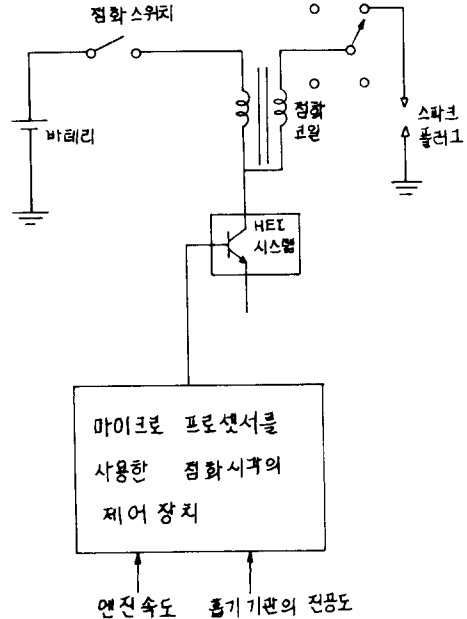


그림 1. 전자식 점화 시스템  
Fig. 1. Electronic ignition system.

기존의 점화장치에서는 엔진內的 plug에 10000 ~ 15000볼트의 고전압을 발생시켜 실린더 안의 연료 混合氣를 폭파시킨다. 이에 비해 HEI 시스템은 30000 ~ 40000볼트의 고전압을 만들어 점화플러그에 공급하여 점화가 효율적으로 될 수 있도록 하였다.

마이크로프로세서를 사용하여 점화시기를 제어하는 시스템에서는 여러 감지장치(sensor)를 통하여 엔진의 속도 및 吸入기관의 진공도를 입력 데이터로 받아들이며, 그때의 엔진상태에 해당하는 점화시기를 점화펄스의 폭을 계산한다. 이렇게 하여 구성된 본 전자식 점화장치는, 마이크로프로세서를 사용하여 점화시각을 제어하는 部分에서 점화펄스를 HEI 시스템에 보내어 정확한 시각에, 30000 ~ 40000볼트의 고전압으로 점화를 시키게 된다.

HEI 시스템의 구조는 그림 2와 같다. 기존의 점화차단기의 작용에 의한 점화장치와 다른 점은 점화차단기 대신에 無接點 magnetic pick up sensor와 HEI Module로 대체되었다는 것이다. 또, 1차측 전

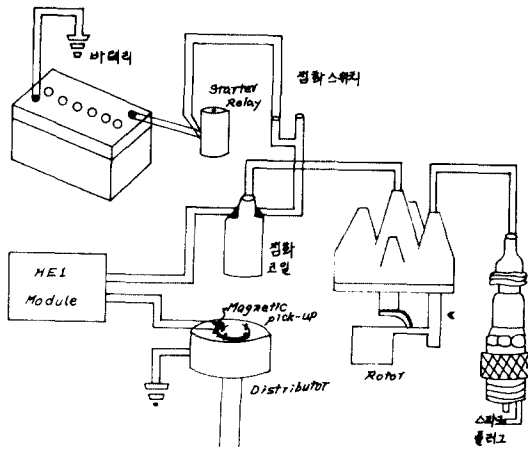


그림 2. HEI 시스템의 구조

Fig. 2. Structure of HEI system.

류를 증가시키기 위하여 Ballast 저항을 없애고, 점화 코일은 30000 ~ 40000 볼트의 고전압에 견딜 수 있는 것으로 대체하였다.

HEI 시스템에서는 기계적인 접점이 없으므로 dwell time을 조정하여 1차측 전류를 증가시킬 수 있다. 전류의 증가는 점화코일이 저장하는 에너지의 증가를 가져오므로 내연기관의 연소조건을 향상시킨다.

HEI 시스템의 기본 원리는 magnetic pick up sensor로 점화시기를 감지하고, Dual-Slope Integration 방법으로 의하여 엔진속도에 따른 dwell time을 조절하는 것이다.

설계된 HEI 시스템은 다음과 같이 세 부분으로 나누어 설명할 수 있다.

### 2-1. Angular Position Signal 發生 回路

이 회로는 piston의 위치를 알기 위해 cam 축으로부터 그림 3 (b)와 같은 신호가 얻어질 수 있도록 설계되었다.

Engine의 작동으로 crank 축이 n rpm 회전하면 cam 축은  $\frac{n}{2}$  rpm으로 회전한다. cam 축에서 4개의 이(tooth)를 갖는 齒車가 부착되어 있어 magnetic pick up 센서로부터 나오는 신호는 positive에서 negative로 zero crossing을 2회 수행한다. 이것은 그림 3(a)에 있으며, b, c 점에서 zero crossing 한다. 실제로 이 회로는 magnetic pick up으로부터 발생하는 신호의 크기가 작으므로 operational amplifier를 사용하여 DC를 증폭하는 부분, comparator를 사용하여 zero crossing을 감지하는 부분, 이 comparator의 출력전압에는 glitch가 많아 RC filter를 사용하여 glitch를 제거하는 부분, 최종적으로 그림 3(b)와 같은 파형을 얻어내기 위하여 glitch

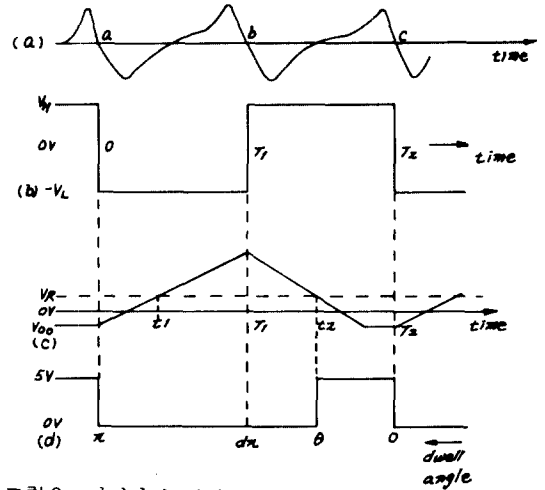


그림 3. 여러가지 파형

- a) sensor 신호 b) angular position 신호
- c) integrator 출력신호 d) comparator 출력신호

Fig. 3. Various waveform.

- a) sensor signal b) angular signal
- c) integrator output signal
- d) comparator output signal

가 제거된 신호를 trigger 신호로 사용하는 flip-flop으로 구성된다.

### 2-2. Dwell time 조절회로

Dual Slope Integration은 A/D converter에 주로 이용되나, 여기서는 dwell time을 조절하는데 쓰인다.

기본회로는 그림 4에 표시되어 있고, 그림 4의 각 점에서의 波形은 그림 3에 표시되어 있다.

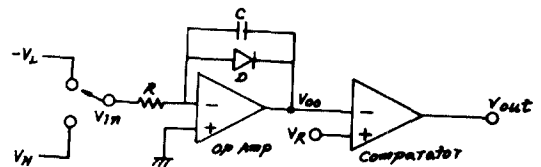


그림 4. Dwell time control에 사용된 dual slope integration의 기본회로

Fig. 4. Basic circuit for dual slope integrator used in dual time control.

그림 3에서 보는 바와 같이 sensor signal은 2-1점의 angular position signal 발생회로를 거쳐서 크기가  $+V_H$ 에서  $-V_L$ 인 square wave로 만들어져 dwell time 조절회로의 입력신호가 된다.

다음은, dwell time이 엔진속도에 따라 어떻게 조절되는가를 關係式을 통하여 알아보기로 한다.

이를 위하여,  $\alpha \triangleq \frac{T_2 - T_1}{T_2}$ 라 하고( $0 < \alpha < 1$ ),  $t=0$ 인 시작을 a점으로 잡고 capacitor의 初期전압을  $V_C(0) = V_{C0}$ 라 하자. 또, Op-Amp의 출력전압

이 飽和되는 순간의 engine rpm 을  $n_c$  라고 정의한다.

만약, engine rpm  $n$  이  $n_c$  보다 큰 경우에 Op-Amp의 출력전압은 그림 3(c)와 같은 dual slope 를 갖는다.

즉,  $0 < t < T_1$  에서

$$V_{00}(t) = \frac{V_L}{RC} t + V_{CO} \dots\dots\dots (1)$$

이고,  $T_1 < t < T_2$  에서

$$\begin{aligned} V_{00}(t) &= -\frac{V_H}{RC} (t - T_1) + V_{00}(T_1) \\ &= \frac{V_L + V_H}{RC} T_1 - \frac{V_H}{RC} t + V_{CO} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

이 되므로,  $T_1 < t < T_2$  의 기간에서는  $V_{00}(t)$ 는 직선적으로 감소하고 diode 에 의하여 clamping 된다.

$T_1 < t < T_2$  에서 comparator의 입력  $V_{00}(t)$ 와  $V_R$ 이 같게 되는 시간을  $t_2$ 라 하면, dwell time  $t_\theta$ 는  $t_\theta = T_2 - t_2$ 가 되며 (1)과 (2)식 및 angular velocity  $\omega = \frac{\pi}{T_2}, \frac{T_1}{T_2} = 1 - \alpha$ 의 관계식으로 부터 dwell time  $t_\theta$ 는

$$t_\theta = \pi \left[ \alpha - \frac{V_L}{V_H} (1 - \alpha) \right] \cdot \frac{1}{\omega} + RC \frac{V_R - V_{CO}}{V_H} \dots\dots\dots (3)$$

으로 얻어진다. [5][6]

이와 같이 (3)식에서  $t_\theta$ 는  $\alpha, V_L, V_H, RC, V_R, V_{CO}, \omega$ 의 함수임을 알 수 있다.

$n = n_c$ 일 때의 crank 축의 angular velocity를  $\omega_c$ 라 하면  $\omega > \omega_c$ 에서의 dwell time은 (3)식이 된다는 것을 알 수 있다.  $\omega$ 이외의 다른 變數들은 설계할 때 一定한 값으로 固定시킬 수 있으므로 결국 dwell time은 엔진速度的 反比例 함수이다.

그림 3(d)에서 보듯이 dual slope integration에 의하여 dwell time이 조절된 신호는 점화코일의 1차측과 直列로 연결되어 있는 switching power Tr을 on-off 하는 데 쓰인다. 이로써, magnetic pick up sensor signal이 positive에서 negative로 zero crossing할 때 점화장치에서 spark를 발생시킬 수 있는 것이다.

2-3. 1차전류 차단 및 전류 제한회로

이 회로는 기존의 점화장치에서 기계적인 접점과 같은 역할을 하는 부분으로서, 이는 다시 두 부분으로 나누어진다. 즉, 점화코일의 1차측과 직렬로 연결되어 있는 switching power Tr을 포함하여 dwell time이 조절된 신호로부터 이 switching Tr을 on-

off 하는 부분과 starting時와 같은 낮은 엔진속도에서 전력 소모를 방지하기 위하여 전류를 제한하는 부분으로 구성된다.

설계된 HEI 시스템은 그 자체만으로도 하나의 電子式 점화장치이나, microprocessor를 사용하여 점화시각을 제어하도록 결합시킬 때는 2-1절의 angular position signal 발생회로는 microprocessor에 속도 신호 및 점화시각의 기준점을 제공하여 주고, 2-2절의 dwell time 조절은 microprocessor가 dwell time을 제공하기 때문에, 2-3절의 1차전류 차단 및 전류 제한회로만이 실제적으로 쓰이게 된다.

III. Microprocessor를 사용한 엔진 제어 시스템

그림 5은 microprocessor를 사용하여 점화시각을 제어하는 과정을 보여 주고 있다.

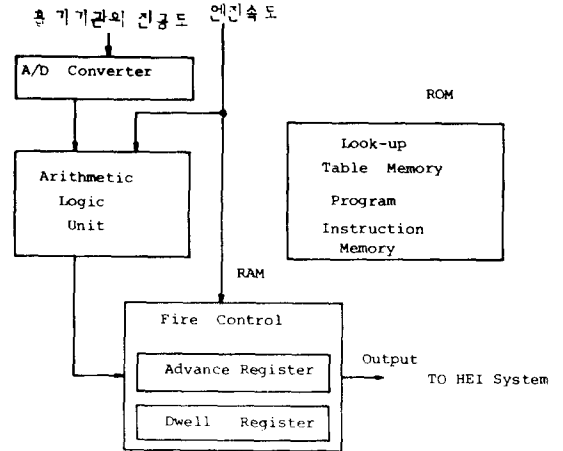


그림 5. 마이크로프로세서를 사용한 점화시각의 제어방식

Fig.5. Ignition timing control via microprocessor.

Microprocessor는 sensor 들을 통하여 엔진 속도 및 吸入기관외의 眞空度를 입력 데이터로 받아 그 데이터에 알맞는 점화시각을 계산하여 정확한 시점에 점화펄스를 만들어 준다. ROM(Read Only Memory)에서 制御 program과 엔진속도 및 吸入기관외의 진공도를 변수로 일정 區間마다 두 변수 값에 대한 점화시각 데이터를 Look up table 形態로 저장하고 있다. 여기서 점화시각 데이터는 일반적으로 엔진속도 및 吸入기관외의 진공도를 獨立變數로 하여 각각의 주어진 엔진속도 및 진공도에 대한 最適의 점화進角  $\alpha^\circ$ 를 측정실험을 통하여 정하고 피스톤이 기준점인 BTDC  $2^\circ$ 로부터 현재의 엔진속도에 해당하는 BTDC  $\alpha^\circ$ 까지 가는 데 걸리는 시간으로 환산한 값을 나타낸

다<sup>[4]</sup> 따라서 엔진속도 및 진공도에 대한 점화시기 그래프는 삼차원 공간에서의 곡면을 이루는 모양을 취하며 이 데이터를 저장하는 때는 상당량의 기억용량 (Memory Space)을 要한다<sup>[4]</sup>. 본 논문 실험에서는 실험 與件의 미비로 인하여 제미니 자동차의 카브레터(carburetor) 內에 있는 throttle 밸브의 opening angle에 따른 각 엔진속도에서의 점화進角 및 배분기(distributor)에 걸리는 眞空度を 측정하였다<sup>[5]</sup>.

이와 같이 A/D Converter를 거쳐 디지털 신호로 바뀌어진 吸入기관의 진공도와 일정 시간동안 counter로 세어 8bit값으로 환산된 엔진속도를 microprocessor는 입력 데이터로 받아, 그 때의 엔진 상태에 해당하는 점화시기를 ROM에서 가져오되, 만약 구간사이의 값일 경우에는 線形 補間計算(linear interpolation)으로 구한다. 이렇게 구해진 점화시기를 RAM(Random Access Memory)에 간직하고 있다가, 엔진으로부터 기준신호가 들어오면, 계산된 시간만큼이 經過된 後 점화펄스를 HEI 시스템에 내 보낸다.

또 HEI 시스템에서 필요로 하는 dwell time은 속도만을 고려하였는 데, 회전속도가 빨라지는 것은 crank축의 회전운동이 빨라지는 것을 의미하므로, dwell time은 적어져야 된다는 것을 알 수 있다.

Microprocessor는 dwell time으로 펄스의 폭을 변화시켜 HEI 시스템에 내 보내는 데, 이 펄스의 폭은 그 때의 엔진속도에 대한 실험에 의하여 구한 式으로 부터 얻어진다<sup>[5]</sup>.

위와 같이 microprocessor를 사용하여 점화시기를 제어하는 방식은, 다른 종류의 자동차에 설치할 때에도 점화시기 데이터 및 dwell time을 바꾸어 주면 되므로, 융통성(flexibility)이 높다.

### 3-1. Hardware

여기에서 사용된 microprocessor는 CROMENCO 社의 Z-80 Single Card Computer를 사용하였다<sup>[9]</sup>.

이것은 3개의 parallel port, 1개의 serial I/O port, 8k byte ROM, 1k byte RAM, Z 80 Cpu 들의 Computer를 이루기 위한 구성 요소가 1장의 PCB 內에 들어 있으며, S-100 bus를 통하여 쉽게 다른 hardware 와의 연결이 可能하다. 또, programmable timer가 內藏되어 있고, 外部에서 interrupt를 걸 수 있도록 端子가 나와 있다.

엔진의 속도를 측정하기 위하여, magntic pickup sensor를 cam축에 부착하여 사용하였다. cam

축이 한번 회전할 때 4번의 신호가 나오도록 되어있어, 각각의 신호는 피스톤이 BTDC 2°의 위치를 지나는 순간에 나오도록 하여, microprocessor가 점화 펄스를 HEI 시스템에 내줄 때, 시간의 기준점으로도 이용할 수 있도록 하였다.

吸入기관의 眞空度を 측정하기 위한 sensor 로서는 pressure transducer를 사용하였다. 이 sensor는 吸入기관의 진공도를 diaphragm과 strain gauge를 이용하여 전기적 신호로 변환한다.

그 이외에, 점화 進角이 BTDC 2°가 될 만큼 낮은 엔진속도이거나 始動時 배터리 전압이 감소하여 microprocessor가 正常的인 동작을 하지 않을 염려가 있을 때는 microprocessor의 도움없이 따로 BTDC 2°에서 점화가 시작되도록 하는 회로를 부차하였다.

### 3-2. Software Routines

制御 program은 하나의 main routine과 2개의 interrupt service routine으로 구성되어 있다.<sup>[9]</sup>.

Main routine에서는, 그림 6에서 보는 바와 같이, speed sensor interface와 A/D converter로

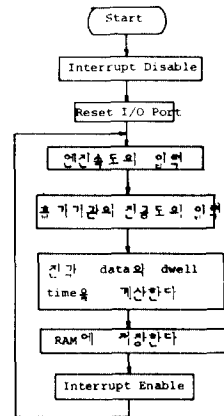


그림 6. Main routine의 flowchart

Fig. 6. Flowchart for main routine.

부터 속도와 진공도에 대한 값을 읽어와, 그 때의 엔진 상태에 대한 점화進角을 look-up table에서 찾아 보간계산을 하여 구하고, 점화펄스의 폭도 속도만을 고려하여 얻어진 실험式으로 부터 계산하여, RAM의 지정된 장소에 저장하는 일을 한다. 이 과정은 loop를 돌면서 계속 반복되는 데, 이 동안에 interrupt가 걸리는 경우에는 두 가지가 있다. 엔진속도 sensor에서 피스톤의 위치를 알려주는 reference signal에 의하여 걸리는 경우와 timer의

time out에 의하여 걸리는 경우이다.

피스톤이 上向運動中 BTDC 2°를 지날 때 기준신호에 의한 interrupt가 걸리게 되면, 점화시기에 대한 값을 Timer에 load시키는 service routine을 수행하고 main routine으로 돌아와 하던 일을 계속한다. 이제 Timer가 time out되어 interrupt가 걸리면, 점화펄스를 만들어 주는 일이 시작되는 때, 구체적으로는 logic level low로 되어있는 점화신호를 high상태로 만들어 주고 다시 Timer에 계산된 dwell time을 load하는 것이다. Dwell에 해당되는 시간이 경과하여 다시 한번 Timer에 의하여 interrupt가 걸리면 high상태로 되어 있는 점화신호를 low상태로 떨어뜨린다. 이렇게 하여 만들어진 점화펄스를 HEI시스템에 보내어 microprocessor를 사용하여 점화시각을 제어하게 된다.

#### IV. 實驗 및 檢討

앞에서 밝힌 바와 같이, HEI 시스템 자체만으로도 하나의 電子式 점화장치이므로, cam축에 magnetic pick up sensor를 부착하고, load로서 2차측에 2mm간격의 spark plug를 달아 실험했다.

사진 1은 증폭된 sensor 신호가 positive에서 negative로 zero crossing할 때 spark가 발생하는 것을 나타낸다.



사진 1. 증폭된 sensor 신호 및 코일 1차측 전압 (10 ms/div.)

photo. 1. Amplified sensor signal primary winding signal (10 ms/div.).

Upper Trace 증폭된 Sensor 신호(5V/div.)  
Lower Trace 코일 1차측 전압(200V/div.)

사진 2는 그 때의 1차측, 2차측 전압을 나타낸다. 2차측 전압波형을 측정된 결과 2mm gap spark plug의 要求電壓(required voltage)가 9KV이고 voltage rise time이 20ms, spark duration이 4ms임을 알았다. 실험 결과 負荷로

2mm간격의 spark plug를 사용하여 충분한 燃燒條件을 만족시켰으므로, 에너지의 증가를 통하여 失火가 일어날 可能性을 줄이고 plug의 간격을 넓힐

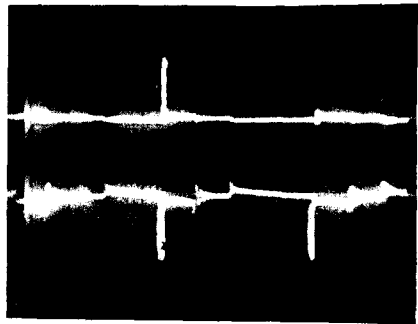


사진 2. 1차 및 2차측 전압파형 (10 ms/div.)  
photo. 2. Voltage waveform of primary secondary (10ms/div.).

Upper Trace 1차측 전압(200V/div.)  
Lower Trace 2차측 전압(5KV/div.)

수 있었다.(既存: 0.76mm)

한국과학원에서 부영의 새한자동차까지 본 HEI 시스템을 부착하고, 주행실험을 한 결과, 자동차의 운전상태는 만족스러웠다. 앞으로 Dynamometer에 의한 排氣가스의 分析, 연료 消耗量 실험, 온도 test등의 엄밀한 performance test를 통하여 改善의 餘地는 있을 것으로 생각된다.

다음으로 HEI 시스템의 점화시각 및 dwell time을 microprocessor를 사용하여 제어하였을 때는 자동차의 상태가 양호하지 못하였다. 低速에서는 振動이 심하였고, 속도가 높아지면서 점화가 잘 일어나는 것을 관찰하였다. 그 原因으로는 다음 여러가지를 들 수 있다.

- (1) 점화 進角데이터가 기계적인 점화장치에서 측정된 것이기 때문에 optimal한 값으로 볼 수 없다.
- (2) 자동차 환경에 적합한 부품을 구할 수가 없어 noise 및 온도에 대한 대비를 충분히 할 수 없었다.
- (3) 그 밖에, 속도 검출회로의 不正確性(10%의 error를 발생시킴) 및 sensor의 부착문제(BTDC 2°에 정확한 기준점의 설정)등이 있었다.

위와 같이 microprocessor를 사용하여 점화시기를 제어하는 방식은 여러가지 문제점을 안고 있는데, 이를 根本적으로 해결하기 위해서는

첫째, 보다 나은 장비를 사용하여 optimal한 점화 進角데이터를 구하고,

둘째, noise source를 확인하고, 數量化하기 위한 방법이 개발되어야 한다.

세째, 자동차라는 특수 환경에 적합한 電子 部品

의 개발이 뒷받침 되어야 한다.

V. 結 論

(1) 기존의 기계적인 접점을 없애고 magnetic pick up sensor를 부착하여 점화시기를 감지하고, dual slope integration 방법에 의하여 엔진속도에 따른 dwell time을 조절하는 HEI 시스템을 설계하여 2차측 전압을 30,000 ~ 40,000 볼트로 높임으로써, 연소조절을 향상시켰다.

(2) 점화시기를 제어하는 데 있어 microprocessor를 도입하여, 그리 만족스러운 결과는 얻지 못하였지만, 점화 進角메이타의 개선 및 자동차 환경에 적합한 電子 部品の 개발이 이루어진다면, 연료의 절약 및 排氣가스의 감소라는 目的에 부응하는 좋은 시스템이 될 것이다.

또, 엔진상태에 대한 變數로 냉각수 온도가 점화시기 메이타에 고려가 되면, 특히 始動할 때 performance가 개선될 것으로 예측된다.

參 考 文 獻

1. IEEE, Closed-loop Engine Control, Spectrum, Nov, 1977.
2. Lucas News Release, OPUS Electronic Igni-

- tion, March, 1971.
3. Ignition Manufactures Institute, Automotive Emission Control and Tune-up Procedures, Prentice-Hall Inc., 1975.
4. Dennis J. Simanaitis, MISAR-An Electronic Advance, Automotive Engineering, Dec., 1978.
5. 채 석, Design of High Energy Ignition System, 한국과학원 석사논문, 1980.
6. Takao Sasayama, Shinichi Sakamoto and Yasunoxi Mouri, A New Ignition Timing Control Method using Dual Slope Integration, IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. VT-27, No. - 1, Feb., 1978.
7. R. J. Templin, An Expardable Microcomputer Multifuntion Vehicular Information System, SAE Paper 780832, 1978.
8. 김용립, Microcomputer based Ignition Timing Control for Automobiles, 한국과학원 석사논문, 1980.
9. Z 80 single Card Computer Manual, Cromenco, 1979.

