

한소편처리소자를 리용한 휴대용옥탄가측정장치개발

김국철, 우영남

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《모든 과학자, 기술자들이 과학기술발전의 추세에 맞게 첨단과학과 기초과학발전에 힘을 넣어 나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제20권 62페이지)

현재까지 개발된 휘발유의 옥탄가측정방식으로는 전통적인 방법인 발동기법과 푸리에변환적외선스펙트르분석법[1], 신경회로망에 의한 평가방법[2]이 있는데 이러한 방법들은 측정시간이 오래고 시료소비량이 많으며 측정때 전문적인 실험설비들이나 시약에 의존하는것으로 하여 실험실용으로는 가능하지만 휴대용측정장치제작에는 불합리하다.

본문에서는 전문적인 측정장치의 도움이 없이도 휘발유의 옥탄가를 높은 정확도로 평가할수 있는 휴대용측정장치를 한소편처리소자를 리용하여 개발하고 이 장치에 기초하여 미지시료의 옥탄가를 평가하였으며 그 결과를 제품화된 휴대용측정장치(LAB133)에서의 측정값과 비교하는 방법으로 새로운 측정방식의 정확도를 평가하였다.

1. 측정장치의 수감요소설계

일반적으로 휘발유는 옥탄가의 등급으로 구분하는데 휘발유의 옥탄가가 다르면 그것의 유전률도 다르다.[3]

옥탄가가 큰 휘발유는 유전률도 크다. 유전률을 측정할수 있다면 옥탄가를 계산할수 있다. 유전률의 변화는 콘덴샤의 전기용량변화로 측정하며 따라서 이러한 장치는 평판형 전기용량식수감요소를 리용한다.

두 극판사이의 전기용량은 다음식으로 나타낼수 있다.

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \quad (1)$$

식 (1)로부터 극판면적 S 와 극판사이의 거리 d 가 정확히 변하지 않을 때 콘덴샤의 전기용량 C 는 유전률 ϵ 의 함수이다. 즉 콘덴샤의 전기용량 C 를 평가하고 이에 기초하여 유전률 ϵ 을 결정하면 휘발유의 옥탄가를 평가할수 있다.

하지만 전기용량변화를 직접 측정하는것은 그리 쉽지 않으며 따라서 이러한 측정장치에서는 C/F변환회로를 리용하여 전기용량변화를 주파수변화로 전환시킨다.

한소편컴퓨터의 내부기능을 리용하여 주파수를 측정할수 있으며 주파수와 옥탄가사이의 관계에 근거하여 휘발유의 옥탄가를 계산한다. 변환회로는 NE555집적소자를 리용하여 부진기를 구성하며 C/F변환을 완성한다. 이 소편의 최대동작주파수는 500kHz이다. C/F변환회로는 그림 1과 같다.

변환후 주파수공식은 다음과 같다.

$$f \approx \frac{1.43}{(R_2 + 2R_1)C_1} \quad (2)$$

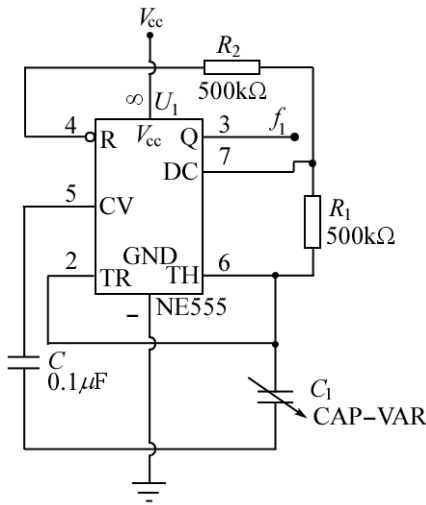


그림 1. C/F변환회로

용량식수감 요소에 직접 접근시켜야 기생용량과 분포용량이 수감 요소의 전기용량에 주는 영향을 감소시키는데 유리하다.

이 측정장치에서는 기본조종기로 AT89C51을 리용한다. 논문에서는 12MHz의 수정진동자를 리용하며 따라서 장치가 식별할수 있는 최대주파수는 500kHz이다. R_1 과 R_2 를 선택함에 있어서 다음의 조건을 만족시켜야 한다.

$$f \approx \frac{1.43}{(R_2 + 2R_1)C_1} \leq 500(\text{kHz}) \quad (3)$$

용량식수감 요소가 환경온도의 영향을 받으면 반드시 측정오차를 일으킨다. 따라서 온도측정을 진행하는것이 필요하며 측정한 온도에 근거하여 측정장치에 대한 보상을 해주어야 한다. 논문에서는 집적화된 온도수감 요소 DS18B20을 리용하였다. DS18B20의 측정온도범위는 $-55 \sim 125^\circ\text{C}$ 이며 $-10 \sim 85^\circ\text{C}$ 에서 정확도는 $\pm 5^\circ\text{C}$ 이다. 용량식수감 요소에서의 기생용량과 분포용량의 영향을 무시할수 없으므로 장치를 설계할 때 인입선의 길이를 가능한껏 줄이고 C/F변환회로는

2. 장 치 설 계

이 장치에서는 AT89C51을 기본조종기로 리용한다. NE555를 통과하여 변환된 신호와 유전률과 관련된 신호는 AT89C51의 P3.5포구에 들어오며 한소편컴퓨터내부의 계수기로 이 연결포구의 주파수신호를 측정한다. 동시에 온도수감요소 DS18B20은 P3.0포구에 연결되어 P3.0포구에 대한 읽기를 진행하여 현재의 온도값을 읽고 온도보상을 진행하도록 한다. 이 측정장치는 4자리LED소자로 현시를 진행한다. 4자리LED소자는 실험을 진행하는 기간 전기용량값을 현시하며 측정장치가 동작한 후에는 휘발유의 옥탄가를 현시한다.

휘발유의 옥탄가값이 설정된 표준값보다 낮거나 높을 때 측정장치는 소리나 빛으로 경보신호를 내보낸다.

3. 프로그램설계 및 측정결과

식 (1)로부터 $\varepsilon = dC/(\varepsilon_0 S)$ 를 얻을수 있으며 이것은 측정장치가 주파수신호를 접수하고 주파수신호를 전기용량값으로 변환한 후 유전률값을 계산할수 있다는것을 말해준다.

우선 콘덴샤의 전기용량값과 표준시료의 옥탄가값에 근거하여 컴퓨터에서 다차원선형회귀방정식을 리용하여 옥탄가값과 전기용량값에 대한 수학적모형을 작성한다.

옥탄가 y 와 전기용량, 온도사이의 관계는 다음과 같다.

$$y = K_1 T + K_2 C + B \quad (4)$$

여기서 T 는 온도, C 는 전기용량, B 는 측정값과 실제값사이의 편차이다.

장치가 시동되기 전에 실제로 측정한 전기용량식수감 요소의 m 개 조의 수값들은 다음과 같다.

$(T_1, C_1, y_1), (T_2, C_2, y_2), \dots, (T_i, C_i, y_i), \dots, (T_m, C_m, y_m)$

여기서 T_i 는 i 번째 온도측정값, C_i 는 i 번째 전기용량측정값, y_i 는 i 번째 옥탄가측정값이다.

시료에 대한 측정결과는 표와 그림 2와 같다.

표. 제작한 수감요소를 리용하여 측정한 시료의 전기용량

표준시료의 옥탄가	시료의 전기용량/pF	시료의 온도/°C
89.5	105.5	19.5
90.7	106	19.5
91.2	107.3	19
93.5	110.5	19.5

표에서 알수 있는바와 같이 시료의 옥탄가가 높을수록 시료의 유전률이 커지며 따라서 전기용량값도 커진다. 완성된 측정장치의 측정 정확도를 확증하기 위하여 임의의 5개 미지시료에 대하여 측정을 진행하고 그 결과를 제품화된 측정장치에서의 결과와 대비고찰하였다.(그림 2)

여러차례의 시험에서 ± 0.5 의 비교적 높은 정확도로 시료의 옥탄가를 결정하였다.

설계된 휴대용옥탄가측정장치는 출력이 낮은 한소편처리소자와 용량식수감요소를 리용하여 휘발유의 유전률을 측정하며 또한 온도의 영향을 고려하여 온도수감요소를 전기용량식수감요소내에 통합시켜 측정하려는 매질의 온도를 정확히 측정하여 온도보상의 실시간성능을 담보한다.

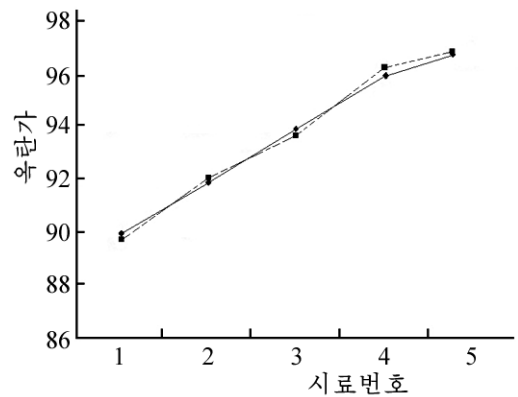


그림 2. 시료번호에 따르는 옥탄가측정결과
실선—제품화된 측정장치에서의 결과,
점선—제작한 측정장치에서의 결과

맺 는 말

전문적인 측정장치나 시약의 도움이 없이도 휴대용옥탄가측정장치를 값싼 수감요소들을 리용하여 제작할수 있는 한가지 방법을 제시하고 이 방법의 정확도를 실험을 통하여 제품화된 장치와 대비고찰하여 확증하였다.

참 고 문 헌

- [1] 류경옥 등; 분석, 4, 2, 주체94(2005).
- [2] 럽강철 등; 화학공업, 3, 19, 주체98(2009).
- [3] B. V. Skvortsov et al.; Measurement Techniques, 53, 6, 61, 2010.

주체108(2019)년 12월 5일 원고접수

Development of Portable Device for Octane Value Measurement Using a Single Chip Processor

Kim Kuk Chol, U Yong Nam

In this paper, we suggested a manufacture plan of portable device for octane value measurement using a single chip processor AT89C51 and proved the measurement accuracy of this plan through the comparison with the commercialized device.

Keywords: octane value, dielectric constant