

자동차 발전기전압 측정 모니터링 시스템

A Monitoring System for Voltage Measurement of an Automobile Alternator

*양수진¹, 김성진¹, 김선준², #이성철³

*S.J. Yang¹, S.J. Kim¹, S.J. Kim², and #S.C. Lee(meconlee@chonbuk.ac.kr)³

¹ 전북대학교 대학원 기계공학과, ²(주)VNI, ³전북대학교 기계공학과(전북대자동차기술연구소)

Key words : Alternator voltage, Battery sensor voltage, Excitation voltage, Lamp voltage, Crank angle sensor, Engine RPM, USB-DAQ, ECU

1. 서론

엔진이 운전되고 있을 때, 엔진에서 발생하는 동력의 일부로 전력을 만들어 내서 배터리에 공급하는 것이 발전기이다. 자동차의 발전기(alternator)는 일반적인 경우 가솔린 자동차에서는 8만~13만km, 디젤자동차에서는 13만~18만km 정도의 수명을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 수명이 한정적인 것은 발전기를 구성하고 있는 부품들 중에 금속접점인 브러쉬와 베어링이 수명을 가지고 있기 때문이지만, 어떤 조건하에서 사용되느냐에 따라서 수명이 영향을 받는다. 가령 고온에서 장기간 사용하거나, 차량에 전장품을 많이 장착한 경우, 배터리의 과 방전을 여러 번 반복한 경우 등이 발전기의 수명을 단축시키는 경향이 있는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 자동차 발전기(alternator)의 고장 여부를 판별하는 시스템을 개발하고자 한다. 고장 여부를 판별하기 위해서 발전기의 발전전압, 여자전압, 램프전압, 배터리의 센서전압, 크랭크 각 센서에 의한 엔진 RPM을 측정하여 발전기의 문제점을 찾아낸다. 즉, NI사의 USB-DAQ를 이용하여 발전기 고장 여부 판별과 관련된 전압을 측정하여, 측정된 데이터를 실시간으로 모니터링하고 분석할 수 있도록 하고, 수집한 데이터를 데이터베이스 형태로 저장하는 시스템을 구현하고자 한다.

2. 시스템 설계 및 구성

자동차 발전기 전압측정 모니터링 시스템의 전체 구동 과정은 Fig. 1과 같이 자동차의 발전 전압, 여자전압, 램프전압, 배터리 센서전압, 엔진rpm의 신호가 입력되면, 구성된 회로를 거쳐 입력전압에 대한 값이 조정되고, NI사의 USB-DAQ를 이용하여 PC로 보내지고, 측정된 데이터를 실시간으로 분석하게 된다.

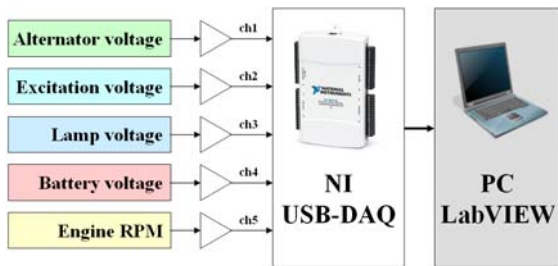


Fig.1 Block diagram

2.1 측정 위치

발전기의 발전전압을 측정하기 위해서는 Fig. 2(a)와 같이 alternator에서 전압계의 (+)리드선은 “S” 단자에 연결하고, 전압계의 (-)리드선은 배터리 (-) 단자에 연결하여 한다. 측정된 전압은 Table 1과 같이 전압레귤레이터의 주위온도에 따른 전압 값과 비교한다.

배터리의 센서 전압은 Fig. 2(b)와 같이 전압계를 배터리 접지 케이블에 연결하고 측정한 후 결과를 Table 2와 같이 자동차의 상태에 대한 전압 값과 비교한다.

엔진 회전수는 Fig. 2(c)와 같이 크랭크 각 센서와 연결된 하네스 측 콘넥터 뒷면의 1번은 12V에 연결되고, 2번과 3번은 각각 ECU의 34번과 33번에 연결되어 High-Low 신호가 입력된다. 즉, 마그네틱 크랭크 각 센서는 크랭크 축과 함께 회전하는 센서 휠의 돌기가 마그네트와의 거리에 따라 마그네트의 자속량이 변화되고, 센싱 코일의 전압도 변하기 때문에 AC형태의 전압이 출력되어 A/D 컨버

터를 통하여 디지털 신호로 바뀌어 엔진 회전수를 판단하게 된다.

Table 1 Alternator voltage by temperature

Ambient temperature of voltage regulator (℃)	Voltage(V)
-20	14.2 ~ 15.4
20	13.8 ~ 15.0
60	13.4 ~ 14.6
80	13.2 ~ 14.4

Table 2 Battery sensor voltage according to the electric option

State	Voltage(V)
1) Turn off the all electric option	12.6
2) Turn on the all electric option	the minimum 11.6
3) Turn off the all electric option and start your car	the minimum 13.2

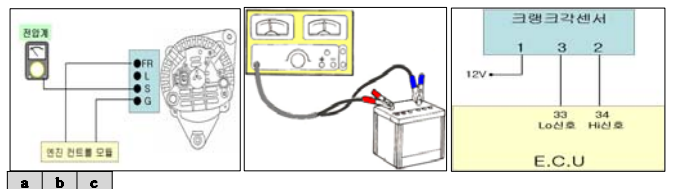


Fig. 2 Measurement positions of (a) alternator voltage, (b) battery sensor voltage, and (c) CAS(crank angle sensor)

2.2 회로도 구성

본 연구에서 사용된 회로는 발전전압, 여자전압, 램프전압, 배터리 센서전압을 위한 회로와, 엔진 rpm을 위한 회로가 있다.

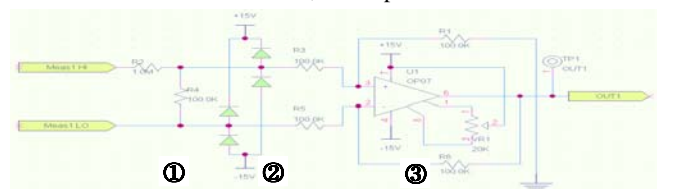


Fig. 3 Amplifier circuit of alternator, excitation, lamp, and battery voltage

Fig. 3은 발전전압, 여자전압, 램프전압, 배터리 센서전압과 연결된 회로로서 측정하고자 하는 전압 범위가 NI USB-DAQ의 측정 범위인 ±10V보다 크기 때문에 ①과 같이 입력 전압을 분압해 줄 필요가 있다. MultiSIM CAD를 이용하여 분석한 결과 약 16:1로 분압 시킨 것을 확인할 수 있었다. ②의 다이오드는 입력된 전압에서 갑자기 Surge가 발생했을 때, 15V이상과 -15V 이하인 경우를 제거해줌으로써 opamp의 정상적인 작동을 위한 부분이다. ③은 측정 장치에 많이 사용되고 있는 차동amp로서 OP07을 사용하여 차동 증폭 한 것으로 입력된 두 소스를 v_1, v_2 라 하고, 각 입력단에 연결된 저항을 R_1 , 출력단과 GND에 연결된 저항을 R_2 라 했을 때, 출력전압 v_{out} 은 다음 (1)식에 의하여 구할 수 있다.

$$v_{out} = R_2 \left[\frac{-v_1}{R_1} + \frac{1}{R_1 + R_2} v_2 + \frac{R_2}{R_1 (R_1 + R_2)} v_2 \right] \quad (1)$$

$$= \frac{R_2}{R_1} (v_2 - v_1)$$

Fig. 4는 엔진 rpm을 측정하기 위한 회로로서 ④, ⑤, ⑥은 앞의 Fig. 3 회로와 같은 원리이고, ⑦은 엔진rpm의 신호가 펄스형태로

들어오기 때문에, 기준값을 정하여 High-Low를 결정하기 위한 회로이다.

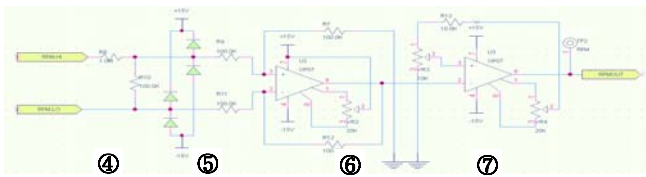


Fig. 4 Amplifier circuit of Engine RPM

2.3 데이터 수집

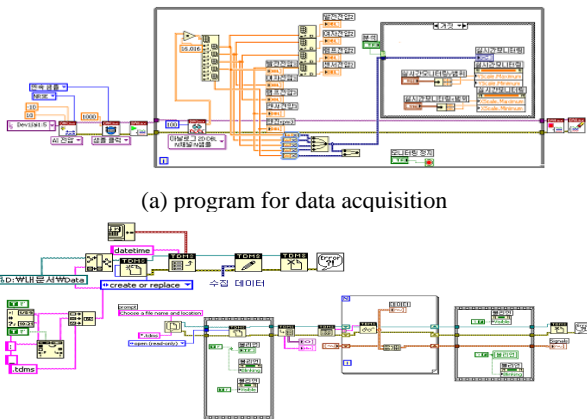
데이터 수집을 위해 본 연구에서는 NI사의 M 시리즈 USB-DAQ 6218을 사용하였다. USB 전원 공급으로 이동성이 용이하고, 높은 정확도 및 안정성을 가지고 있다.

Table 3 Specifications of USB-6218 DAQ

Number of channels	16 differential or 32 single ended
ADC resolution	16 bits
Sampling rate	250 kS/s single channel
Input range	$\pm 10, \pm 5, \pm 1, \pm 0.2$ V
Max. working voltage	± 10.4 V

2.4 LabVIEW Program

Fig. 5는 LabVIEW 프로그램으로 (a)는 수집된 데이터를 모니터링을 하기 위해 화면에 표시하기 위한 프로그램, (b)는 모니터링 되는 데이터를 실시간으로 저장하고, 저장된 데이터를 분석을 위해 다시 불러오기 위한 프로그램이다. USB-DAQ에 의해 측정된 데이터는 연속적으로 표시되고, 사용자에게 의해서 원하는 지점을 분석하도록 프로그램 하였으며, 실시간으로 수집된 데이터를 저장하도록 하였다.



(b) program for data storing and analysis

Fig. 5 LabVIEW code for measurement and monitoring

효율적인 저장시스템을 구축하기 위하여 채널별로 데이터 Sampling 속도를 다르게 저장하는 방법(2개 채널은 1ms 당 1개씩 저장, 2개 채널은 10ms당 1개씩 저장, 1개의 채널은 100ms당 1개씩 저장)과 Sampling 속도를 모든 채널에 대해서 1ms로 통일하여 저장하는 방법을 통하여 각각 1분간 저장한 데이터를 비교해 보니 첫 번째 방법으로 저장할 경우엔 3.93MB이고, Sampling 속도를 일정하게 한 경우는 4.007kB였다. 앞의 방법으로 했을 경우 약 2%의 데이터 저장 공간을 확보할 수 있지만 정확한 데이터 분석을 위하여 후자의 방법으로 프로그래밍 하였다.

3. 발전기 전압 측정 모니터링

발전기 전압 모니터링 시스템의 장치는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 DAQ 시스템 장치와 화면 표시 및 저장을 위한 PC로 구성하였다. DAQ 장치의 전면에는 발전기의 전압을 측정하기 위한 5개 채널로 구성된 입력부분이 있고, 후면에 수집한 데이터를 PC로 보내주기 위한 USB-DAQ 연결 부분이 있다.



Fig. 6 Monitoring system to measure the voltage

Fig.7은 Main 화면으로 작업 시작시간, 모니터링 시간(작업시간), 기존 저장 파일 불러오는 기능, 실시간 데이터 표시 화면, 각 데이터의 디지털 표시기능 및 분석 도구로 구성하였다.

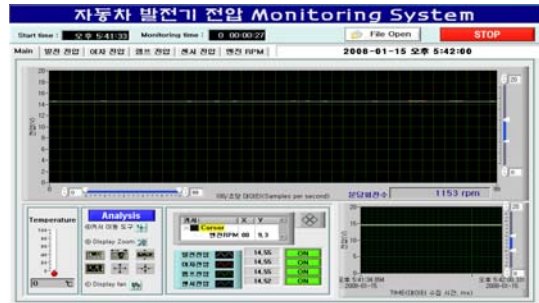


Fig. 7 Main display of PC monitor

4. 결론

본 연구는 자동차 발전기의 고장 여부 판별을 위해서 발전기의 발전전압, 여자전압, 램프전압, 배터리의 센서전압, 크랭크 각 센서에 의한 엔진RPM을 측정하여 자동차 발전기 내의 문제점을 찾아내고 측정된 데이터를 데이터베이스 형태로 저장하여 분석하는 시스템이다. 시스템의 성능을 비교해 보기 위하여 오실로스코프를 이용하여 실측한 결과와 본 논문에서 개발된 장치의 출력을 비교 검토한 결과 서로 일치함을 알 수 있었다.

기존에 개별적으로 이루어졌던 측정방법을 복합적으로 이루어질 수 있도록 하였고, 실시간으로 발전기의 발전전압, 여자전압, 램프전압, 배터리의 센서전압, 크랭크 각 센서에 의한 엔진RPM을 측정하고 저장하므로 차량 운행 중 발전시스템의 상태 정보를 모니터링 하여 구성소자의 신뢰성 향상을 위한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 수집한 데이터는 데이터베이스 형태로 저장하여 분석함으로써 실시간으로 모니터링 한 데이터를 분석하여 이상 동작 유무 및 고장 상태를 파악하기 위한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

5. 후기

본 연구는 VNI(주)와 산·학·관 커플링 사업의 지원으로 이루어진 연구결과의 일부로 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Sang-Seok Lee, Seung-Ho Yang, and Sang-Bock Cho, "Development of charge/discharge simulator model for network based vehicle," Proceeding of KIPE Conference, pp. 634~637, 2005.
2. Jong-Wan Seo, Hee-seok Suh, and Myong-Chul Shin, "Research for Implementation of Real-time Power Measurement and Storage System," J. of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 21, No7, pp.29~36, August 2007.
3. Giorgio Rizzoni, "Principles And Applications of Electrical Engineering," McGraw-Hill College, 2005.
4. 박홍복, "LabVIEW 8(한글판) 그래픽컬 프로그래밍," 정익사, 2006.
5. 정찬문, "자동차 전기 전자," 일진사, 2001.
6. 김필수, 백태실, 안영명, "CAR Oscilloscope 파형분석기법," 골든벨, 2002.