

마이크로 프로세서에 의한 전기-유압기구의 전력관리 시스템에 관한 연구

김연중^{*}, 김재문^{*}, 김하성^{*}, 김세찬^{**}, 원충연^{*}

성균관대학교 공과대학 전기공학과, ^{**}부천전문대학교 컴퓨터제어과

A Study on Power Management System of Electrical-Hydraulic Pressure Mechanism Based on Microprocessor

Yeon Chung Kim^{*}, Jae Mun Kim^{*}, Hack Seong Kim^{*}, Sei Chan Kim^{**}, Chung Yeon Won^{*}

^{*} Dept. of Electrical Engineering, Sung Kyun Kwan University

^{**} Dept. of Computer Control, Bu Cheon Technical College

Abstract

The purpose of this paper is construction of PMS with extension of consuming time of battery in the special vehicle system using exact Battery state of charge measurement algorithm. It is possible to use long distance control by RS-485, fast data processing VMEbus. Its computer simulation, experimental tests and application to special vehicle are described.

1. 서론

최근 전기 자동차와 같이 배터리를 사용하여 시스템을 운영하는 분야에서는 배터리 사용 시간의 한계로 인하여 주행거리에 제한을 받고 있다. 장시간의 운영을 요하는 특수 차량과 같은 분야는 각 부하의 효율적인 운영을 통해서 사용 가능 시간을 연장하거나 배터리의 효율을 높이는 방법이 있다. 그러나, 배터리 자체의 효율을 높이는 방법은 많은 연구가 필요하고 현실적으로 많은 어려움이 따르고 있다. 이에 각 부하의 효율적인 운영을 통하여 장시간 시스템을 운영할 수 있는 방법을 제시하려고 한다. 한편, 배터리를 사용하는 시스템의 신뢰성을 향상시키기 위한 방식으로 배터리의 잔존용량측정에 의한 효율적인 부하 운영 방법에 대한 연구가 필요하게 된다. 전원의 분배를 원방 제어에 의해 각종 부하를 동작시키며 그 부하의 상태를 사용자에게 알리기 위한 컴퓨터 디스플레이 화면을 구성한다. 사용자의 수동 조작에 의한 circuit breaker를 대체할 저항형 반도체 소자인 SSPC(Solid State Power Controller)를 사용하여 사용자의 업무량을 감소시킬 수 있다.

본 논문에서는 배터리의 효율적인 사용을 위한 배터리 잔존용량 측정 알고리즘을 제안하였다. 아울러 부하로 사용할 전기-유압기구의 운영을 위하여 시스템의 복잡성을 줄이며 소자의 오동작이나 잡음에 의한 신뢰성을 향상시킬 수 있는 SSPC를 사용하였다. 또한, 데이터를 전송하기 위하여 고속의 VMEbus를 사용하였으며 MC68040 프로세서를 탑재한 KVME040 board를 사용하여 배터리 잔존 용량 측정 알고리즘을 수행하도록 하였으며, 전원분배 및 데이터 분배 체계는 RS-485 버스 시스템을 사용하였다.

2. PMS(Power Management System : 전력 관리 시스템)

PMS는 1985년 Dale K.Tiller에 의해 발표되었다. 최근 10년동안 각종 전기·전자제품의 급속한 보급이 되었으나 제품을 사용하지 않을 때에도 시스템에 전원이 공급됨으로써 전기에너지 낭비현상이 초래하고 있다. 또한, 전기에너지 생산비용의 증가로 인하여 에너지 낭비현상을 줄이기 위한 시스템에 대한 관심이 증가되었고 여러 분야에서 연구가 진행되고 있다[1][2].

본 논문에서는 PMS 개념연구를 위한 소프트웨어 및 하드웨어를 개발함으로써 전원 시스템을 관리하고 능동적인 제어로 특수 차량의 성능을 개선하고자 한다.

3. 배터리 잔존용량 측정법

현재 사용되고 있는 배터리의 충전용량을 물리적인 변화량에 의해 식별하기는 어렵다. 물리적인 변화량이 미약하고 충전용량과 상태 변화량이 비례관계에 있지 않기 때문에 정확한 배터리 잔존용량 측정법이 계속 연구되고 있다.

현재 사용되고 있는 배터리 잔존용량 측정방식은 크게 5 가지로 나눌 수 있고 각 측정법의 장·단점을 표 1에 나타내었다[3].

본 논문에서는 전류 변화에 따른 전압특성을 고려하지 않아도 되고 마이크로 프로세서를 사용하여 실시간 계산이 편리하며 제안된 PMS 과도 호환성을 갖는 Ampere hour(Ah) 방식을 사용하였다.

전류 누적법은 충·방전 전류의 양을 누적하여 잔존용량을 계산하는 방식으로 부하 전류의 양이 수시로 변하는 시스템에 적용할 경우 정확도가 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 줄이기 위하여 Peukert's 방정식을 적용하였으며 식은 다음과 같다[4].

$$\text{잔존용량} = K I^{(1-n)}$$

$$\log \frac{t_2}{t_1}$$

$$\text{여기서, } n = \frac{I_1^n t_1}{I_2^n t_2}, \quad K = I_1^n t_1 = I_2^n t_2$$

표 1. 배터리 잔존 용량 측정 방식

방식	장점	단점
개로전압법 (Open Circuit Voltage)	<ul style="list-style-type: none"> 구조가 간단 전압회복시간이 허용될 경우 정확 	<ul style="list-style-type: none"> 전압이 회복되는데 장서 간이 필요
정전류전압법 (Constant Current Voltage)	<ul style="list-style-type: none"> 부하가 일정할 때 정확 	<ul style="list-style-type: none"> 부하가 수시로 변하는 곳에 사용 불가
내부저항법 (Internal Resistance)	<ul style="list-style-type: none"> 잔존용량외에 전지의 성능을 감지 	<ul style="list-style-type: none"> IR과 잔존용량이 비례하지 않음
전해액 비중법 (Specific Gravity)	<ul style="list-style-type: none"> SG와 잔존용량이 정비례함 	<ul style="list-style-type: none"> 안전문제 발생 장착이 어려움 전해액 주입식 남축전지에만 사용가능
전류누적법 (Ampere-Hour)	<ul style="list-style-type: none"> Ah 효율이 높으므로 정확함 모든 종류의 전지에 적용 가능 Peukert's Equation을 적용할 경우 더욱 정확 	<ul style="list-style-type: none"> 타 방식에 비해 구조가 복잡

$$\text{여기서, } n = \frac{\log \frac{t_2}{t_1}}{\log \frac{I_1}{I_2}}, K = I_1^n t_1 = I_2^n t_2$$

I₁: 시스템에서 소모되는 최소 전류

I₂: 시스템에서 소모되는 최대 전류

t₁: I₁의 정전류로 방전될 경우 방전 종지전 암에 도달하는 시간

t₂: I₂의 정전류로 방전될 경우 방전 종지전 암에 도달하는 시간

4. SSPC(Solid State Power Controller)

부하보호를 위해 사용한 기존의 유접점 멀레이로 구성된 circuit breaker를 대체할 수 있는 소자로서, 컴퓨터에 의해 원격조정이 가능하여 사용자의 업무량 감소와 신뢰성을 높일 수 있다. TTL 전압레벨이나 CMOS 전압레벨로 구동시킬 수 있고, 부하의 상태를 운영자에게 알려주는 장치가 내장되어 있다. 그림 1은 SSPC의 내부구성도로서 입력회로부, 제어회로부, MOSFET 구동회로부, 보호회로부, 옵션회로부

로 구성되어 있다. 그림 2는 정격전류의 10배가 넘는 등 입전류가 흐를 경우 부하및 전선로를 보호하기 위하여 소자를 trip시키도록 하는 특성 곡선이다[5].

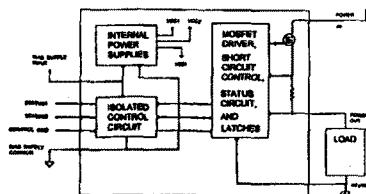


그림 1. SSPC 내부구성도

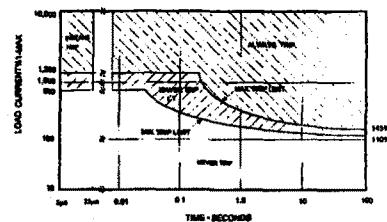


그림 2. SSPC trip 특성 곡선

5. 마이크로 프로세서에 의한 전기-유압기구의 회로 구성

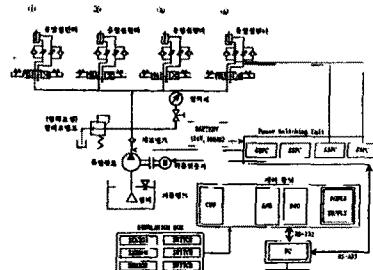
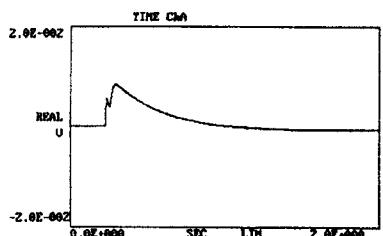


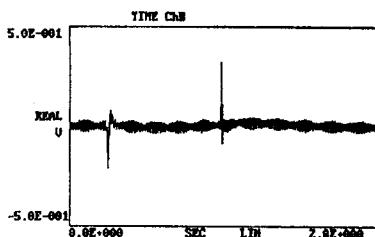
그림 3. PMS 구축을 위해 제작된 전기-유압 기구 블럭도

본 논문에서 부하로서 사용할 전기-유압기구는 직류 전동기(DC 24V, 44A)-유압펌프를 운전하여 일정 압력을 만든 후에 차량의 운전 목적에 따라 솔레노이드 베브에 전압을

인가하여 각 실린더를 동작하도록 구성하였다.
그림 4는 슬레노이드 밸브에 전압을 인가하여 유압 실린더를 동작시켰을 때 슬레노이드로 흐르는 전류를 홀 센서를 이용하여 측정하였고(그림 4.(a)), 실린더의 동작을 Accelerometer를 사용하여 진동을 관찰하였다(그림 4.(b)).



(a) 전류 파형



(b) 슬레노이드 밸브 동작 파형

그림 4. 슬레노이드 밸브에 전압을 인가하여 동작시켰을 때 전류 파형과 슬레노이드 밸브 동작 파형

6. 전체적인 시스템 구성

그림 5는 배터리를 사용하는 시스템의 사용시간 연장을 위하여 전기-유압기구를 부하로 사용하여 제안된 PMS 실현을 위한 전체 시스템을 구성하였다.

배터리의 잔존용량을 측정하기 위해 홀 센서를 사용하여 측정된 전류량은 A/D board에 입력되어 KVME040 board에 전달된다. 이 입력된 정보를 Peukert's Equation을 포함하는 배터리 잔존용량 측정 알고리즘에 의해 계산된 후 RS-232C를 이용 PC 상에 디스플레이한다.

시뮬레이션 상자에서 각 부하를 동작시키기 위한 조건을 입력하여 KVME040 board에서 입력된 정보를 판단하여 해당하는 부하를 동작시키기 위하여 PC에 전달한 후 RS-485 버스 시스템에 의해 SSPC에 command 신호를 전송하며 부하의 상태를 SSPC의 status 신호를 받아들여 PC 상에 디스

플레이한다.

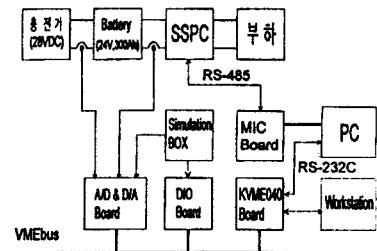


그림 5. PMS 실현을 위한 전체 시스템의 구조

7. 결론

- 1) 데이터를 전송하기 위하여 고속 및 신뢰성이 우수한 VMEbus를 적용하였고, 실시간 처리를 위하여 VxWorks real-time OS를 사용하였다.
- 2) 배터리 잔존용량 측정 알고리즘은 사용자에게 편의를 제공하고 특수차량의 시스템 운영시간을 늘려주는 효과를 제공한다.

향후 연구과제로는 온도에 따른 배터리 잔존용량의 변화를 반영하여 신뢰성 높은 배터리 잔존 용량 측정방식이 고려되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. Guy R. Newsham and Dale K.Tiller, D.Phil, "A Case Study of the Energy Consumption of Desktop Computers", IAS'92, pp.1218~1221, 1992.
2. J.M.Hu and W.W.Wu and W.Chang, "Power Management System based on personal computer", IECON'85, pp.155~161, 1985.
3. 송승구의 "자연대수 알고리즘 응용 EV 전지 잔존용량 계", 제3차 G7 차세대 자동차 기술 Work Shop, 1995.
4. W.A.Adams and G.S.Song, "Implementation of Peukert's Equation for Determining Capacity of a Lead-acid Propulsion Batteries", Proceeding of ECS Meeting, Seattle, Fall 1989.
5. Steven N.Friedman, "Solid-State Power Controller for the Next Generation", IEEE AES Systems Magazine, pp.24~29, 1992.