

# Electric Energy Management System 개발을 위한 Simulator Development of Simulator for Electric Energy Management System

\*이진호<sup>1</sup>, 홍동구<sup>2</sup>, #고국원<sup>3</sup>, 윤충은<sup>3</sup>

\*Jin Ho Lee<sup>1</sup>, Dong Gu Hong<sup>2</sup>, #Kuk Won Ko<sup>3</sup>, Chung-eun Yun<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 선문대학교 정보통신공학과, <sup>2</sup> 선문대학교 정보통신공학과, <sup>3</sup> 선문대학교 정보통신공학과, <sup>4</sup> 우리산업주식회사

Key words : Simulator, Electric Energy Management System

## 1. 서론

최근 자동차 수의 증가로 인하여 환경 오염과 지구 온난화, 를 방지하기 위하여 배출 가스의 규제를 한층 강화해 환경 문제를 고려하고 있으며, 주 에너지인 석유 자원의 소비를 줄이기 위해서 모든 자동차 제조 회사들이 연비 향상과 대체 에너지를 이용이 가능한 새로운 기술을 개발하기 위하여 많은 노력을 하고 있다. 하이브리드 자동차와 전기 자동차에 대한 연구가 많이 진행되고 있지만, 몇몇 회사를 제외하고는 아직 상용화에 많은 어려움이 있다.

자동차 배터리는 현재의 내연기관 자동차 및 하이브리드 및 전기 자동차에서도 중요한 역할을 하며 배터리를 효율적으로 관리하기 위한 배터리 모니터링 시스템에서부터 현재는 충방전을 관리하기 하여 배터리의 수명을 늘이기 위한 BMS(battery Management System)과 차량의 소비전력을 능동적으로 관리하는 EEM(Electric Energy Management System)으로 발전하고 있다.

본 연구에서는 EEM의 시스템 개발을 위해서는 차량을 사용하여 실제 차대 동력계나 실차 운행에서 데이터를 추출하고 이를 개발해야 하므로, 초기 시설 및 EEM의 제어 로직 개발에 많은 비용과 시간이 소모된다. 본 연구에서는 EEM system을 개발하기 위하여 엔진의 전기 부하를 주고 실제 충전을 위한 발전기를 구동할 수 있는 시뮬레이터 개발에 대해 기술하고자 한다.

## 2. Electric Energy Management System의 개요

차량의 에너지를 관리하기 위한 에너지 관리 시스템은 차량의 전류 소비를 측정하는 배터리 센서와 차량에 전원을 공급하기 위해서 발전을 전자식 발전기 및 차량의 소비 전류를 제어하기 위한 제어기로 구성되어 있다. 배터리 센서를 사용하여 차량의 소비 전류를 측정하고 EEM interface board는 차량의 전원을 충전하기 위한 발전기의 충전압을 조정하고 외부 차량 소비 전력을 직접적으로 제어하는 것이다. 전류 검출을 위해서는 Bosch사의 battery sensor를 사용하였다. 충전을 위한 발전기는 현대 자동차의 YF 차량에 적용되는 PWM 제어 방식으로 제어 되어 충전 전압을 조정하도록 구성되어 있다.

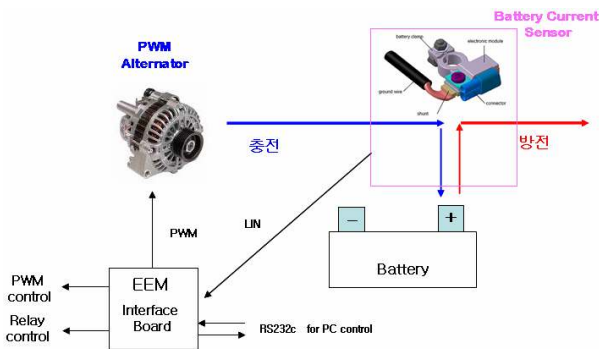


Fig 1. Schematics of Electric Energy Management System

아래 그림은 Bosch Current sensor의 인터페이스를 위해서 구성한 LIN 통신 제어기이다.



Fig 2. Bosch battery sensor interface board

## 3. 시뮬레이터의 구성

시뮬레이터의 구성을 위해서는 먼저 알터네이터를 엔진과 같이 구동할 수 있는 구동 시스템이 필요하다. 본 연구에서 사용된 발전기의 발전시 최대 소모 토크량을 먼저 계산하였다. 표 1은 엔진 회전수와 발전 부하에 따른 발전기의 소모 토크량을 구한 표이다. 표에는 나타내 있지 않지만 최고 회전수인 6500rpm에서의 최대 소모 토크는 약 30Nm였다.

rpm	(Filtered electrical load PWM signal from Alternator, Engine speed- resolution 1rpm)/Nm							
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
600.000	0.000	-0.250	-0.625	-3.813	-7.000	-8.500	-9.500	-10.375
650.000	0.000	-0.250	-0.625	-3.813	-7.000	-8.500	-9.500	-10.375
700.000	0.000	-1.250	-2.125	-7.813	-9.500	-11.000	-11.500	-13.875
750.000	0.000	-2.250	-3.625	-10.813	-12.500	-14.000	-16.500	-17.875
800.000	-2.000	-8.250	-10.625	-16.813	-18.500	-19.000	-20.500	-21.875
900.000	-2.000	-7.250	-9.625	-15.813	-17.500	-19.000	-23.500	-23.875
1000.000	-2.000	-7.250	-9.625	-15.813	-17.500	-19.000	-23.500	-23.875
1500.000	-5.500	-10.750	-13.125	-18.313	-20.000	-21.500	-26.000	-26.375

Table 1. Torque Consumption of Alternator

30Nm의 최대 토크를 내면서 엔진과 같은 최대 회전수를 6500rpm을 낼 수 있는 AC 서보 모터를 선정하였다. AC 서보모터의 회전수는 최대가 3000~3500rpm이므로 2:1의 감속비를 사용하여야 하며, 이때의 최대 토크는 700Nm 이상의 토크를 낼 수 있는 모터를 선정해야 한다

모터	FMACN08	FMACN10	FMACN09	FMACN15	FMACN22	FMACN30	FMACN30A	FMACN50A
CN series	FDA7005	FDA7008	FDA7005	FDA7015	FDA7020	FDA7030	FDA7045	FDA7045
드라이버	FDA6005	FDA6010	FDA6015	FDA6020	FDA6030	FDA6045	FDA6045	FDA6045
	FDA5005	FDA5010	FDA5015	FDA5020	FDA5030	FDA5045	FDA5045	FDA5045
Flange Size(□)	80		130			180		
정격출력[W]	800	1000	900	1,500	2,200	3,000	3,000	5,000
정격토크 [Nm]	2.54	3.18	2.96	4.77	7.0	9.54	9.54	15.9
[kgf cm]	26.0	32.5	29.2	48.7	71.4	97.4	97.4	162.3
순시 [Nm]	6.85	9.53	8.6	14.3	21	28.6	28.6	47.7
최대토크 [kgf cm]	70.2	97.5	87.6	146	214	292	292	486.9
정격회전속도[rpm]					3,000			
최대회전속도[rpm]	5,000						4,500	
회전자관성 [gf cm <sup>2</sup> ]	1.77	2.11	4.12	7.63	11.12	14.63	26.1	43.8
성형 [kg m <sup>2</sup> ×10 <sup>-4</sup> ]	1.74	2.07	4.04	7.48	10.9	14.34	25.6	42.9
허용부하관성비(회전자 대비)	20배 이하			10배 이하				
정격파워밀도(kW/s)	37.4	49.0	20.4	30.6	45.1	63.9	35.7	58.9
엔코더	Incremental 2,000							
형식	Absolute 11/13 bit 2,048 [p/rev]							
중량 [kg]	3.1	3.7	5.5	7.0	8.5	10.0	12.9	18.2

Fig 3. AC Motor Specification

이러한 사양을 만족하는 모터는 . 220V 의 3 상의 FMA CN50A 으로 선정하였다. 이 모터에 적합한 제어기는 Higen 사의 FDA7000 seires 인 를 사용하여 FDA70-45 속도와 토크 를 제어하였다. 선정된 모터는 2:1 의 풀리를 사용하여 발전기를 회전시키도록 구성하였으며, 벨트의 장력을 조절하기 위하여 자동 장력 조절 장치를 추가하였다.

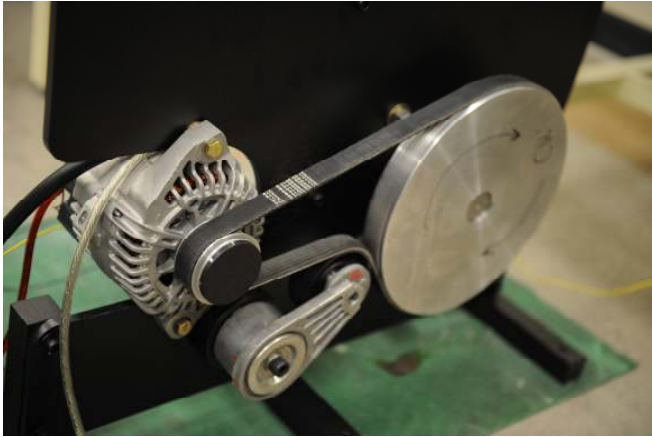


Fig 4 . Motor driver system for electric control alternator

그림 5 는 PC 에서 구성된 모터 및 각종 제어 프로그램을 나타내고 있다. 여기서 알터네이터의 회전수와 모터의 구동 토크등의 변수 제어가 가능하다.

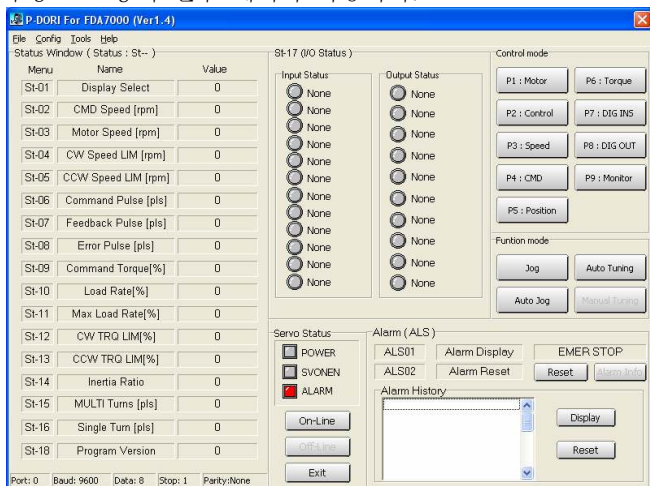


Fig 5 . Motor Control GUI Program

차량에서 소모되는 전류를 모사하기 위해서는 다음과 같이 12V 의 30A 의 최대 전류 소모량을 가지는 2 개의 모터를 사용하였다. 이때 모터는 물탱크에 넣어서 프로펠러를 돌려서 전기 부하를 주도록 구성 되었다.

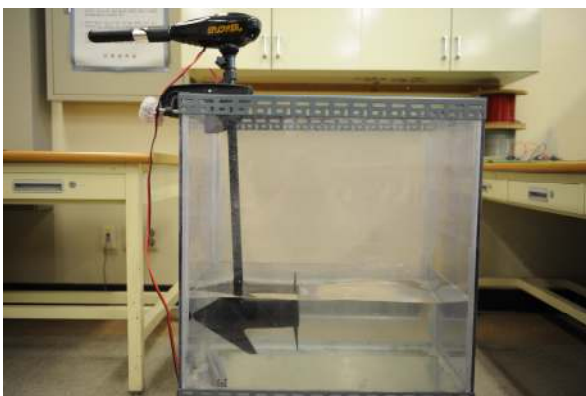


Fig 6 .Energy Consumption Motor

이 모터는 PC 에서 AVR board 를 사용하여 PWM 파형을 발생시켜서 모터를 전류 소모량을 조절하도록 구성되었다. 실제 차량에서 시동 모터가 구동될때의 최대 전류량인 50~55A 정도를 순간적으로 소모할 수 있도록 구성하였다. 그림 7 은 알터네이트를 모터로 구동하면서 발전 전압을 제어하기 위한 파형을 나타내고 있다.

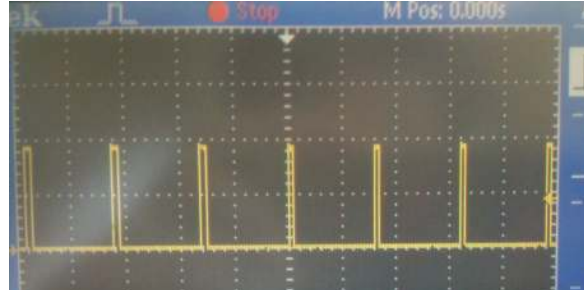


Fig 7. PWM control signal

그림 7 은 구성된 시뮬레이터를 사용하여 충전을 하는 전류 충전 그래프를 나타내었다.

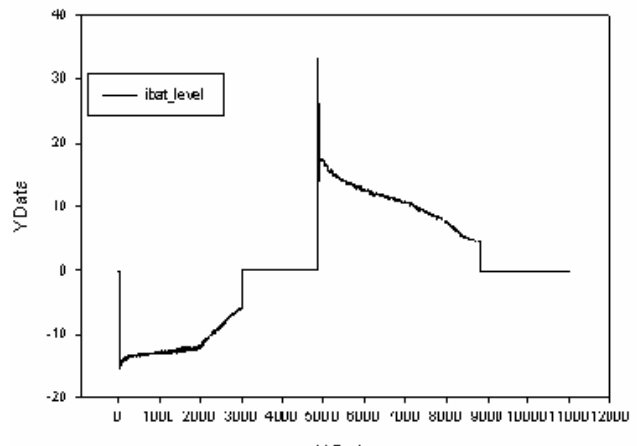


Fig 8. Charging current graph

#### 4. 결론

차량의 발전 제어 및 에너지 관리 시스템 개발을 위해서 구성한 시뮬레이터는 차량과 샤시 동력계 또는 엔진 동력계가 필요없이 차량의 소비 전류와 엔진을 모사할 수 있도록 구성하였다. 발전기의 속도와 발전기의 부하량과 소모 전류를 모사하기 위한 모터는 PC 에서 구성한 GUI 와 컨트롤러를 사용하여 제어하도록 구성하였다. 본 시뮬레이터를 개발하여 충전시험을 시험한 결과 차량에서 소요되는 충전전과 같이 전기 소모 및 충전을 잘 모사할 수 있었다.

#### 후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신 인력양상 사업으로 수행된 연구 결과이며, 지원에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 전자부품연구원 기술기획팀, 2 차전지용 Battery Managemet system 의 시장 및 기술 동향, Electronics Information. 2002.10.1.
2. Butterworth-Heinemann, "Rechargeable Batteries Applications Handbook, 215~223 Technical Marketing Staff of Gates Energy Products, Inc , 1992
3. David Linden, "Handbook of Batteries and Fuel Cells", Mcraw Hill 1984