creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:48009-200000011086

공학석사 학위 논문

EV/PHEV용 VCU 개발에 관한 연구

Study on VCU Development for EV/PHEV

울산대학교 산업대학원
자동차선박기술 전공
이 상 민

EV/PHEV용 VCU 개발에 관한 연구

지 도 교 수 양 순 용

이 논문을 공학석사 학위 논문으로 제출함

2017년 07월

울산대학교 산업대학원
자동차선박기술 전공
이 상 민

이상민의 공학석사 학위 논문을 인준함

심사위원 이 병 룡 (인)

심사위원 안 경 관 (인)

심사위원 양 순 용 (인)

울산대학교 산업대학원

2017년 07월

EV/PHEV용 VCU 개발에 관한 연구

이 상 민

울산대학교 산업대학원

자동차선박기술 전공

국문요약

1992년 6월 리우 유엔환경회의에서 채택된 기후변화협약을 이행하기 위하여, 1997년 일본 교토에서 열린 제3차 당사국 총회에서 채택된 전 세계 온실가스 감축 목표에 관한 '교토 의정서'에서도 확인 할 수 있듯이 세계적으로 환경 문제는 중요해지고 있다. 이는 환경규제에 따른 저공해 자동차의 수요가 급증할 것으로 판단되며, 더불어 육상운송수단에 큰 변화가 일어나는 계기가 되었으며 기존의 가솔린엔진과 디젤엔진에 이어 전기자동차시대가 도래하였음을 예상할 수 있다. 이처럼 자동차 수요 시장의 트렌드가 변화함에 따라서 새로운 기술개발이 대두 되었다.

본 연구는 VCU 개발을 통한 전기자동차 / 플러그인 하이브리드 시스템의 최적화 통합제어기 기술 개발로, 차량 운행조건에 따른 PHEV, 하이브리드, 전기버스 시스템 구성 변경 등이 가능하기에, 그에 따른 경쟁력 확보를 통하여 국내 자동차 엔진 산업이 한 단계 더 도약 하는데 이바지 하고자 한다.

본 연구는 EV/PHEV System의 차량 전체시스템이 고려된 고도화된 차량 통합제어기술 및 시뮬레이션기술과 연계하여 기존의 성능평가 인프라가 지속적으로 활용이 가능한 VCU HILS기반의 성능/제어기술 도출 및 VCU 하드웨어 제작 기술을 확보하는 것이 주된 목표이다. 이를 통해 연비개선 및 배기가스 저감 효과 극대화를 위한 시스템의 통합제어기 설계 기술 및 제어 알고리즘을 최적화하고자 한다. VCU 통합제어기 회로설계 및 시뮬레이터 제작 기술의 공용화 설계를 통한 별도의 시스템 설계 변경 없이 EV/PHEV 승용차에 적용 가능하게 하여, 버스/트럭/승용차 등 플랫폼 적용 다변화를 통한 고용창출 및 신규 내수/수출시장에 대한 대응력이 향상 될 것이 기대 된다. 더불어 2020년까지 국/내외 친환경차 시장에서는 전기차(EV/PHEV)의 성장세가 높아지고 있어 이와 관련된 VCU 통합제어기술의 요구가 많아질 것으로 보인다.

목 차

목 차 i
그림 목차 ii
표 목차 iv

1. 서론 1
1.1 연구의 배경 1
1.2 연구의 목적 5
1.3 연구의 내용과 방법 5
2. 본론 8
2.1 VCU 연구에 대한 사양 조사 및 국내외 기술 8
2.1.1 연구 대상기술의 세계 수준 8
2.1.2 연구 대상기술의 국내 수준 8
2.1.3 연구 대상기술의 국내외 현황 10
2.2 VCU 설계 내용 및 통합제어로직 성능시험 11
2.2.1. VCU 하드웨어 및 시뮬레이터 설계 11
2.2.2. VCU 하드웨어 및 시뮬레이터 제작 21
2.2.3. VCU 케이스 설계 및 제작 25
2.2.4. 통합제어로직 설계 및 시뮬레이션 27

3. 결론 및 향후계획 44

참고문헌 45
부 록 46
Abstract 49

그림 목차

그림 1 친환경 자동차 기술 추이 1

그림 2 주요 국가별 자동차 연비 및 이산화탄소 규제 추세 2

그림 3 그린카의 발전 형태 2

그림 4 국내외 EV/PHEV 차량제어기 10

그림 5 전원부 EMI Filter Design 11

그림 6 VCU 입/출력 회로 블럭도 12

그림 7 디지털 입력회로 13

그림 8 디지털 출력 방식 별 회로설계 15

그림 9 브레이크 페달센서의 타입별 회로 16

그림 10 DCR010505U Block diagram 16

그림 11 DCR010515U CAN 전원 공급 회로 17

그림 12 EEPROM 회로 구성 18

그림 13 종합 컨트롤 모니터링 판넬 도면 19

그림 14 구동모터 및 Actuator Part 판넬 도면 19

그림 15 차량통신 모사 판넬 도면 20

그림 16 악셀페달 및 브레이크 페달 기구부 모듈 설계 20

그림 17 악셀페달 및 브레이크 페달의 기구부 모듈 구조 21

그림 18 PCB Artwork Design 22

그림 19 VCU 시제품 제작 22

그림 20 시뮬레이터 제작도 23

그림 21 시뮬레이터 전면부 판넬 도색 24

그림 22 시뮬레이터 판넬 배선 및 조립 24

그림 23 시뮬레이터 최종 시제품 24

그림 24 VCU 케이스 도면 25

그림 25 VCU 케이스 모델링 도면 25

그림 26 VCU 1차 시제품 제작 26

그림 27 2차 VCU 케이스 시제품 26
그림 28 EV 시스템 구성도 27
그림 29 PHEV 시스템 구성도 27
그림 30 VCU - 캔통신 네트웍 구성도 29
그림 31 EV, PHEV 시뮬레이터 구성도 30
그림 32 VCU HILS - S/W 구성도 31
그림 33 VCU Calibration Tool 32
그림 34 VCU - 초기 스타트 시퀀스 시뮬레이션 결과 34
그림 35 DC Link단 충전 제어로직 시뮬레이션 결과 35
그림 36 엔진&발전기 제어로직 36
그림 37 VCU 엔진&발전기 제어로직 시뮬레이션 결과 37
그림 38 파워스티어링 & 브레이크 유압모터 구동 맵 38
그림 39 파워스티어링 & 브레이크 유압 제어 시뮬레이션 결과 38
그림 40 VCU 구동 토크 맵 40
그림 41 구동모터의 구동 및 회생제동 로직 시뮬레이션 결과 40
그림 42 HVC(world harmonized vehicle cycle) driving mode 41
그림 43 VCU 통합제어로직 시뮬레이션 결과 43

표 목차

표 1 평가항목 및 평가방법 7
표 2 DIGITAL INPUT SIGNAL 14
표 3 ANALOG INPUT SIGNAL 14

1. 서 론

1.1 연구의 배경

최근 들어 석유를 비롯한 화석연료 자원의 고갈문제보다는 유럽을 중심으로 한 세계 각국의 CO2 규제강화가 훨씬 더 빠르게 다가오고 있다. 또한 최근 자동차에 대한 기본 개념이 단순한 교통수단에서 친환경, 지능형 자동차로 변하고 있으며, 그 중 그린카로 불리는 친환경 자동차 개발이 집중적으로 추진되고 있다. 그린카는 전지자동차, 클린 디젤차, 연료전지차 정도로 대분류되면서 전기자동차는 세부적으로 EV, HEV, PHEV 등으로 분류되며, '환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률' 제2조에 따라 에너지 소비효율이 우수하고 무공해 또는 저공해 기준을 충족하는 친환경 자동차를 뜻하고, 전기·연료전지 등을 사용하여 직·간접 '고출력 전기동력'을 생성하여 구동하는 자동차이다. 경기침체에도 불구하고 세계 각국은 그린카 개발을 위한 투자확대, 제반 인프라 구축 등의 장기적이고 폭 넓은 전략을 수립·추진 중이며, 세계 각국의 환경 및 에너지절약 차원의 연비규제 강화와 자동차 업체 간의 미래 경쟁력 확보를 위해 그린카 개발 경쟁이 심화되고 있다.[1)]

CO2 배출량의 세계적 감축계획과 의무국을 중심으로 한 ZEV(Zero Emission Vehicle)사용의 의무규정을 법제화하는 내용을 담고 있는 교토의정서가 1997년 채택됨에 따라 세계 자동차 산업에서는 보다 청정하고 에너지효율이 높은 자동차 개발에 박차를 가하고 있다. 이에 전기로 구동되는 전기자동차와 무공해 차량으로 일컬어지는 연료전지형 전기자동차가 이미 개발되었으나 전기자동차의 단점인 1회 충전 주행거리, 배터리의 성능, 가격 그리고 대용량 연료전지 개발기술의 미흡과 신뢰성 등의 문제가 해결과제로 남아있다. 이런 문제점을 해결하면서 시급한 공해문제를 개선할 수 있는 방안으로 하이브리드 자동차 기술이 그림 1과 같이 제시되었다.[2)]

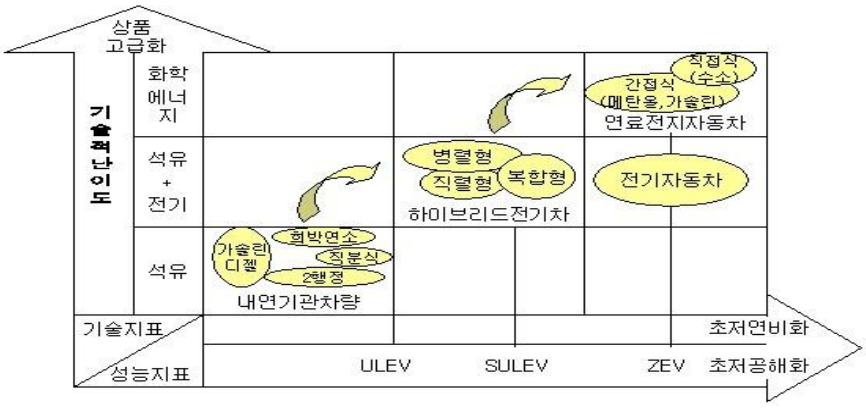


그림 1 친환경 자동차 기술 추이

세계의 주요 국가들은 자동차 연비 규정 및 이산화탄소 배출량 허용기준을 강화하면서 친환경 자동차 생산을 장려하며, 미국은 평균 연비 목표를 2025년까지 23.2km/l로 정하고, 2016년 평균연비를 15.1km/l로 강화하였다. 그림 2는 주요 국가별 자동차 연비 및 이산화탄소규제 추세를 나타내고 있다.

그림 2 주요 국가별 자동차 연비 및 이산화탄소 규제 추세

전 세계 자동차 산업 환경의 변화를 보면 선진국을 중심으로 한 자동차 배기가스, 온실가스 규제 뿐 만이 아닌 중국, 인도 등의 신흥국의 추격과 내수시장의 정체(수입차 점유율 상승), 수송분야의 에너지 다변화, 그린카 기술선점 경쟁 가속등이 있다. 그린카의 발전 형태를 보면 그림 3과 같이 엔진기반 차량에서 점진적으로 전력기반 차량으로 변화하는 것을 볼 수 있다.

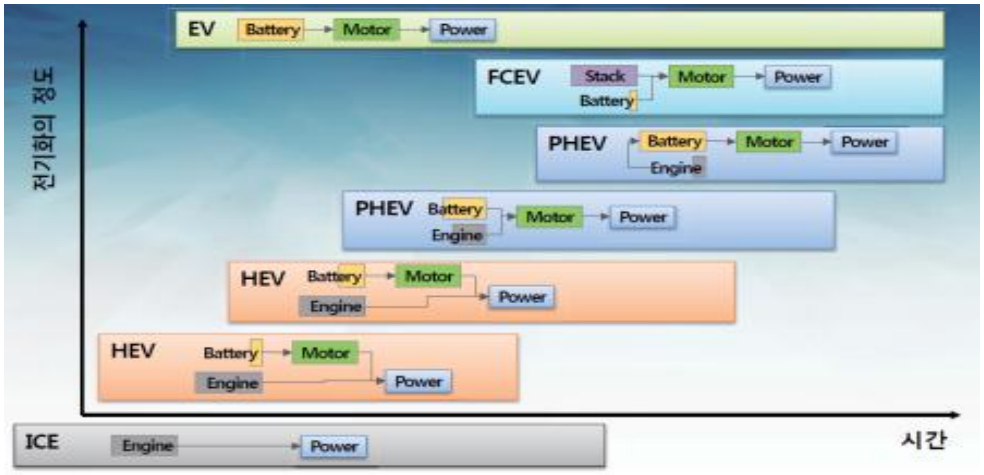


그림 3 그린카의 발전 형태

국내 그린카 R&D 지원현황으로는 산업핵심기술개발사업으로 국가 전략 기술 분야 핵심·원천기술개발에 대한 시스템단위의 R&D 지원을 통한 미래 신성장동력 창출을 목적으로 현재까지 총74개의 과제를 지원 하며, 기존의 내연기관차의 효율향상, 다양한 그린카 개발(전기차, 클린디젤차, 하이브리드차, 수소연료전지차의 핵심부품 국산화 및 원천기술개발 지원), 스마트카(안전 및 편의시스템 핵심술 확보) 분야에 있어서 시스템 단위의 대형과제를 지원 하고 있다.[3)]

지역사업으로는 지역기관을 활용한 지역소재 부품업체의 기술경쟁력 강화를 목적으로 10개 지역에서 14개 사업을 추진 중이며 해당지역에 연구기반기설을 구축 및 기술개발 지원을 하고 있다.

세계적으로 지구 온난화에 의한 이산화탄소 규제, 고유가에 의한 고효율 자동차의 수요 증대 등에 의해 EV/PHEV 차량 개발의 필요성이 지속적으로 증가하고 있다. 국내외의 경우 차량 제작사 주도하에 많은 연구가 진행되어 왔으나, 차량 제작사외에는 연구개발이 미흡한 실정으로, 선진국과 기술적인 격차가 크며, 경쟁력이 낮아 향후 해외기술의 시장잠식이 우려되고있다. 이에 EV(Electric Vehicle), PHEV(Plug-in hybrid Electric Vehicle)용 VCU(Vehicle Control Uint) 기술의 연구 및 관련 부품들의 연구개발이 필요하다.[4)]

(1) 강화되는 배출가스 규제에 대응하고 청정연료엔진, 고효율 디젤엔진 등을 활용하여 에너지효율을 획기적으로 향상시키기 위한 다양한 동력원 기반의 전기자동차 및 플러그인 하이브리드 차량개발이 필요하다. 또한 이를 위한 원천기술로서 통합제어 핵심기술 개발이 필수적이다.

(2) 하이브리드 및 플러그인 하이브리드 시스템은 다양한 차량시스템과 동력시스템 제어전략에 따라 효율과 성능이 결정되며 시스템에 따라 상이한 주행전략과 통합제어기술, 그리고 그에 따른 적절한 성능평가방법과 분석기술이 요구되고 있다.

(3) 전기자동차는 고전압 시스템이 적용되기 때문에 VCU등의 차량제어기의 고 신뢰성을 확보하기 위한 회로설계 및 PCB Artwork이 필요하며, 또한 제어기의 적절한 방열, 방수, 기압 등을 고려한 제어기 케이스 설계가 요구된다.[5)]

(4) 전기자동차 및 플러그인하이브리드 차량의 주행전략 및 모터, 배터리 등과 같은 핵심 전력전장부품의 상태에 따라 차량의 동작특성이 다양하게 변화하므로 EV/PHEV용 VCU 개발을 통해 최적의 연비 구현 및 통합제어 알고리즘을 개발해야 한다. 이러한 이유로 본 연구에서 수행하고자 하는 EV/PHEV용 VCU기술개발 연구를 통해 이러한 요구조건을 대응할 수 있을 것으로 판단된다.

(5) 전기자동차 및 하이브리드 차량 통합제어기(Integration Vehicle Control Unit) 자

립화는 국가 경제 기여도나 시장규모의 성장성 등을 고려할 때, 앞으로도 세계 경제를 주도할 주요 전략산업중의 하나로 글로벌 경쟁력 강화를 위한 전략적 지원이 요구되는 산업이다.[6)]

1.2 연구의 목적

본 연구는 EV/PHEV System의 통합제어기술 및 시뮬레이션기술과 연계하여 기존의 성능평가 인프라가 지속적으로 활용이 가능한 VCU HILS기반의 성능/전기차 차량 제어기술 도출 및 VCU 하드웨어 제작 기술 확보를 목표로 한다. 그와 더불어 EV/PHEV 통합제어기 설계 기술 및 제어 알고리즘 최적화 개발을 통해 차량 장착 전 시뮬레이션을 통해 성능검증을 한다. VCU 통합제어기 회로설계 및 시뮬레이터 제작 기술의 공용화 설계를 통한 별도의 시스템 설계 변경 없이 EV/PHEV 승용 및 상용차량에 제어기를 적용할 수 있게 한다.

1.3 연구의 내용과 방법

가. VCU 하드웨어 개발

1) 차량 EMI/EMC규격 및 환경규격에 적합한 VCU 평가
2) 테스트 프로그램으로 VCU의 FPU연산 처리속도 비교
3) CANoe S/W를 활용하여 EV/PHEV 차량에 적용된 CAN 통신회로와 동일한 특성을 갖는 회로를 설계하여 CAN 통신 라인의 부하변동에 따른 특성 및 신뢰성 검증을 한다.
4) EV/PHEV에 적합하기 위한 EMI/EMC 전원부 설계 및 신호부의 필터링 회로구현을 통한 VCU 하드웨어 제작 및 시스템 설계를 수행한다. 그리고 EV/PHEV의 고전압 릴레이 제어부 회로는 차량전복 및 배선 간 쇼트발생 시 그 위험성을 차단하고자 High Side Switch Type의 고전압 릴레이 제어회로를 구성할 것이며, 캔통신 회로 역시 고전압 노이즈 및 CAN통신 라인 간 커먼모드 노이즈를 방지하기 위하여 초크코일/아이솔레이션 회로를 구성한다.

- 핵심부품 선정
- 신호처리 인터페이스 설계
- CAN통신 인터페이스 설계
- VCU 입/출력 회로설계
- 데모보드(Proto PCB) 제작
- VCU 시뮬레이터를 이용한 성능평가 모의시험

나. VCU - 시뮬레이터(HILS) 제작

HILS 소프트웨어 구성은 첫 번째 VCU 제어로직의 Task 스케줄 관리가 정상적인지 분석하고 제어로직 별 함수의 위험도 분석과 시그널들을 분석하는 파트, 두 번째는 VCU 통합 제어로직의 중요 시퀀스 반복 테스트 및 제어알고리즘 신뢰성 검증 파트, 세 번째 EV/PHEV 각 제어기별 모델링을 위한 CANoe/Simulink S/W 파트로 구성한다. 이를 토대로 시뮬레이터와 연동하여 EV/PHEV 통합제어기 VCU 제

어 알고리즘 최적화를 도출할 것이다. CANoe, Simulink를 적용하여 시뮬레이터와 연동을 통해 제어로직을 검증한다.

- 입출력 신호분석 및 ICD(Interface Control Document) 작성
- EV/PHEV 시뮬레이터 시스템구성
- EV/PHEV 시뮬레이터 VCU 인터페이스 회로설계
- EV/PHEV 시뮬레이터 PCB보드 제작
- CAN통신 모사 프로그램 개발
- EV/PHEV 시뮬레이터의 운용 프로그램 개발
- 시스템 입출력 모사신호 보정(calibration)
- VCU 시뮬레이터 제작
- VCU 제어로직 검증 및 분석

VCU 시뮬레이터 제작 및 제어알고리즘 모델링을 통해 EV/PHEV 통합제어시스템 알고리즘 및 시뮬레이터 제작과 평가/분석 기술을 확보한다.

다. VCU 제어기술 설계 프로세스 구축

본 연구에서는 VCU 설계에 필요한 요소 및 프로세스를 정립한다. 첫째 통합제어기 기술문서를 작성하여 EV/PHEV 시스템의 구조를 정립하고 각 시스템 모듈 간 인터페이스를 설계하여 고전압 계통과 저전압 계통의 간섭을 최소하여 안정성 및 신뢰성 있는 VCU 개발 프로세스를 정립한다. 또한, 각 시스템 모듈 간 유기적인 제어를 위한 캔 통신 Protocol/Database를 설계하고 EV/PHEV 차량의 전반적인 시스템 로직 구성을 최적화하여 시스템 간 물리적 또는 Logic Task Scheduler 간 간섭을 최소 및 최적화하여 강건한 EV/PHEV 시스템 시뮬레이터 제작 및 통합제어 로직을 도출할 것이다.

라. 평가 항목 및 평가방법 도출을 통한 결과 분석

현재 VCU 제어기 단품으로 성능 평가를 진행하는 경우는 제어로직에 대한 평가는 실차 상에서 구현을 하여야 하나 본 연구에서는 시뮬레이터를 이용하여 EV/PHEV차량의 입/출력 신호를 모사하여 자체평가로 진행한다. VCU 하드웨어는 자동차부품연구원을 통해 성능시험을 진행할 것이며 평가규격은 현대자동차/GM 등의 차량제작사 EMI/EMC 기준으로 평가를 진행한다. 표 1 은 VCU 평가항목 및 평가 방법을 나타내었다.

표 1 평가항목 및 평가방법

평가항목	단위	비중	보유국	세계수준	연구목표치	평가방법
연산처리	MIPS	20	Bosch	150	180	비교시험[1)]
CAN 통신속도	kps	20	Bosch	500	500	CAN Analyzer[2)]
VCU 전자파 적합성 (Pass or Fail)	개	60	N/A	N/A	Pass	ES96200 규격[3)]

1) 독일 지멘스 또는 보쉬 사의 제품과 VCU 로직 연산처리 속도 비교.
2) VCU의 캔 통신 동작 시 500kbps로 통신할 경우 CAN Line상의 Message 부하량 및 외부환경 요인으로 인한 데이터 전송속도 변화와 통신 에러가 없어야 한다. 평가는 Vector사의 CANoe S/W를 이용하여 측정한다.
3) 전자파 적합성 시험은 자동차부품연구원에서 진행하며, 시험 평가 조건은 차량제작사 EMI/EMC 평가 규격 또는 그에 준하는 HMC의 ES 스펙을 적용하여 평가한다.

2. 본 론

2.1 VCU 개발에 대한 사양 조사 및 국내외 기술

2.1.1. 연구 대상기술의 세계 수준

(1) 미국은 DOE (Department of Energy)와 NREL (National Renewable Energy Lab.) 등에서 민간기업과 공동으로 Freedom Car Project 와 AHHPS(Advanced Heavy Hybrid Propulsion System) 프로그램 등을 이용하여 상용차량의 에너지 효율 향상과 에너지 안보측면에서 추진하고 있다.[7)]

(2) 일본은 90년대 후반부터 정부 주도로 ACE Project (총괄주관 : 일본자동차연구소, 개발기간 : 1997~2003)나 차세대 저공해차 개발 프로젝트 (총괄주관 : NTSEL 개발기간 : 2002~2007)을 중심으로 다양한 연료의 승용/상용차량 하이브리드 및 전기차 기술을 개발하여 2000년대 중반부터 상용화에 성공하였다.

(3) 국외의 전기자동차 및 플러그인 하이브리드용 VCU(통합제어기)의 대표적인 제품은 독일의 SIEMENS, ZF / 미국의 EATON, TESLA, WOODWARD, 일본 TOYOTA 등을 들 수 있다. 현재 이 제품들은 기술 고도화 및 실증을 통한 통합제어로직 최적화와 이에 따른 VCU 실차 성능검증을 완료하여 양산화하고 있다.[8)]

(4) 상기 서술한 각 업체들은 현재 전 세계시장을 대부분 차지하고 있으며, 기술적 안정화 단계로 진입하기 위하여 차량구조 및 차량 제어시스템 최적화 및 EV/PHEV 통합제어시스템 기술 고도화에 매진하고 있다.

2.1.2. 연구 대상기술의 국내 수준

(1) 국내의 EV, PHEV용 VCU(Vehicle Control Uint) 연구는 차량제작사 주도하에 연구 개발되고 있다.

(2) 2011년 8월부터 현대자동차, 만도 등 44개 자동차 생산업체·연구기관·부품업체들이 컨소시엄을 결성하여 모터, 공조, 차량경량화, 배터리, 충전기 등 전기자동차 5대 핵심부품의 성능 개선 프로젝트에 착수 하였고 1회 충전으로 200km 이상 주행, 최고 속도 145km/h, 급속충전 25분인 준중형급 전기자동차 생산 기반을 마련하겠다는 계획을 세워 추진 중에 있으며, 현재 2018년도 현대자동차/기아자동차 전기자동차 개발 계획으로는 1회 충전으로 400km 이상 주행이 가능한 차량을 제작할 계획으로 차량통합제어 기

술개발 및 연구에 매진하고 있다.[9)]

(3) 전기자동차 선두업체들은 2010년 말, 현대·기아자동차그룹은 2014년에 전기자동차 양산을 추진함에 따라 선두업체 Catch-up을 위해 전기자동차 관련 R&D 투자비 지원을 확대하였지만 국내의 전기자동차 관련 R&D 투자비는 미국의 1.2%, 중국의 8% 수준이다. 국내 전기자동차 시장이 확대될 경우 외산에 의존하는 상황이 발생하여 시장 잠식 및 핵심부품에 대한 기술종속화가 우려된다.

(4) 국내의 경우 승용차용 하이브리드 구동시스템의 기술개발은 정부지원으로 자동차 제작사와 관련 기업들의 참여로 활발한 기술개발이 진행되고 있으나 대중교통수단으로 대기환경에 많은 비중을 차지하고 있는 상용차 부분의 버스, 트럭 등 Heavy duty 용 하이브리드 구동시스템에 대한 연구와 기술개발은 거의 이루어 지지 않고 있는 실정이다.

(5) 하이브리드 해석기술은 대학을 중심으로 활발히 기술개발이 이루어지고 있으나 차량 통합 제어기술의 경우 선진국에 비해 매우 취약한 것으로 판단된다.

(6) 초기 대부분의 전기자동차 관련 부품의 경우 품질, 신뢰성, 국내생산이 없다는 이유 등으로 인해 수입에 의존하는 실정이었으나, 현재 현대모비스 및 만도를 필두로 다수의 중소기업에서 전기자동차 및 플러그인하이브리드 차량에 필요한 핵심부품인 VCU, 배터리, BMS, 구동모터, 인버터 등을 기술안정화 단계로 끌어올리기 위하여 노력하고 있다.

(7) 상용차 부분에서는 현재 현대버스가 자체 개발한 전기자동차용 VCU를 탑재한 전기버스 및 패러럴하이브리드 버스는 시범사업을 종료하여 특정 구간에서 양산화 하기 위한 기술고도화 작업을 수행하고 있으며, 2016년 11월에 현대자동차에서는 2018년도 전기버스 양산계획을 발표하였다.

2.1.3. 연구 대상기술의 국내외 연구 현황

기업체	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용 현황
보쉬	VCU/HCU 제어 시스템	차량적용
델파이	VCU/HCU 차량 제어 시스템	차량적용
콘티넨탈	파워트레인, HCU 제어 및 센서 시스템	차량적용
이튼	HCU/VCU 차량 제어 부품 및 시스템	차량적용
제트에프	인휠 드라이브 라인 및 차량 제어 시스템	차량적용
지멘스	HCU/PHEV 제어 시스템	차량적용
현대자동차	상용/승용 전기자동차 VCU제어 시스템	차량적용

(1) 국내에서는 현대자동차에서 지속적으로 HCU(Hybrid Control Unit) 및 VCU(Vehicle Control Uint) 개발에 많은 연구와 투자를 진행하고 있다. 그러나 아직까지 국내 전기차 및 플러그인 하이브리드 차량의 제어기는 외국기업의 차량 제어기를 많이 활용하고 있는 편이다.

(2) 국외에서는 독일 지멘스, ZF 같은 기업체는 1990년대 개발을 시작하여 2000년 초에 양산화를 이루었으며, 현재까지도 친환경 전기자동차 제어기의 최적화를 위해 연구 개발에 매진하고 있다.그리고, 국외 같은 경우 다수의 차량제어기 전문제작 기업들이 포진하고 있어서 경쟁이 치열하여 각 기업들 마다 EV/PHEV 차량제어 시스템 구조를 독자적으로 개발하여 현 시장상황에 능동적으로 대처하는 전략을 수립하고 있다.

(3) 국내외 차량에 적용되어 운행되고 있는 VCU제어기는 그림 4와 같이 지멘스사의 DICO, 우드워드사의 Motohawk, 현대자동차의 HCU 제어기가 있다.

지멘스

우드워드

현대자동차

그림 4 국내외 EV/PHEV 차량제어기

2.2 VCU 설계 내용 및 성능시험

2.2.1. VCU 하드웨어 및 시뮬레이터 설계

(1) VCU 하드웨어 설계

VCU제어기와 차량정보의 입/출력은 디지털(Digital) 및 아날로그(Analog) 회로를 이용하여 설계하였다. 이때 입/출력 단에 연결된 부품의 전기적 특성을 고려하여 전기적 노이즈에 대한 방지대책을 수립하고 이를 회로에 반영하였다. 그림 6은 VCU 하드웨어의 전체 입/출력 블록도를 도식화한 것이다.

■ 전원회로 설계

전원회로의 EMI 필터부분은 마루와 제품을 사용하여 차량 그라운드와 메인 MCU 그라운드를 분리시켜 VCU의 동작 신뢰성을 높였다. 그림 5는 VCU의 메인 파워부로 D42로 역전압 방지를 하며, TVS(Transient Voltage Suppressors) 다이오드를 이용하여 과도전압 등의 문제가 발생할 시 이를 방지하는 회로를 설계하였다. 그리고 DCM02 EMI Filter를 적용하여 전자파 및 기타 노이즈로부터 VCU의 강건성을 확보하였다.

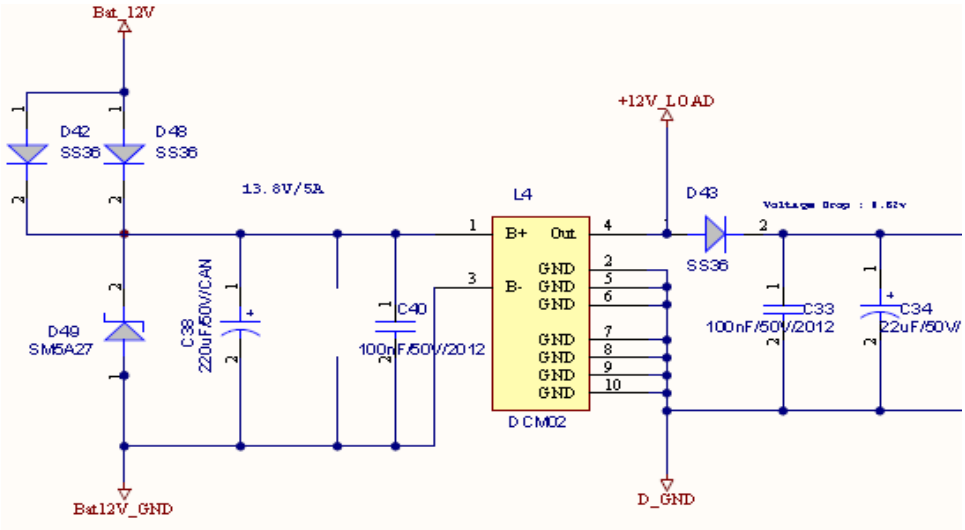


그림 5 전원부 EMI Filter Design

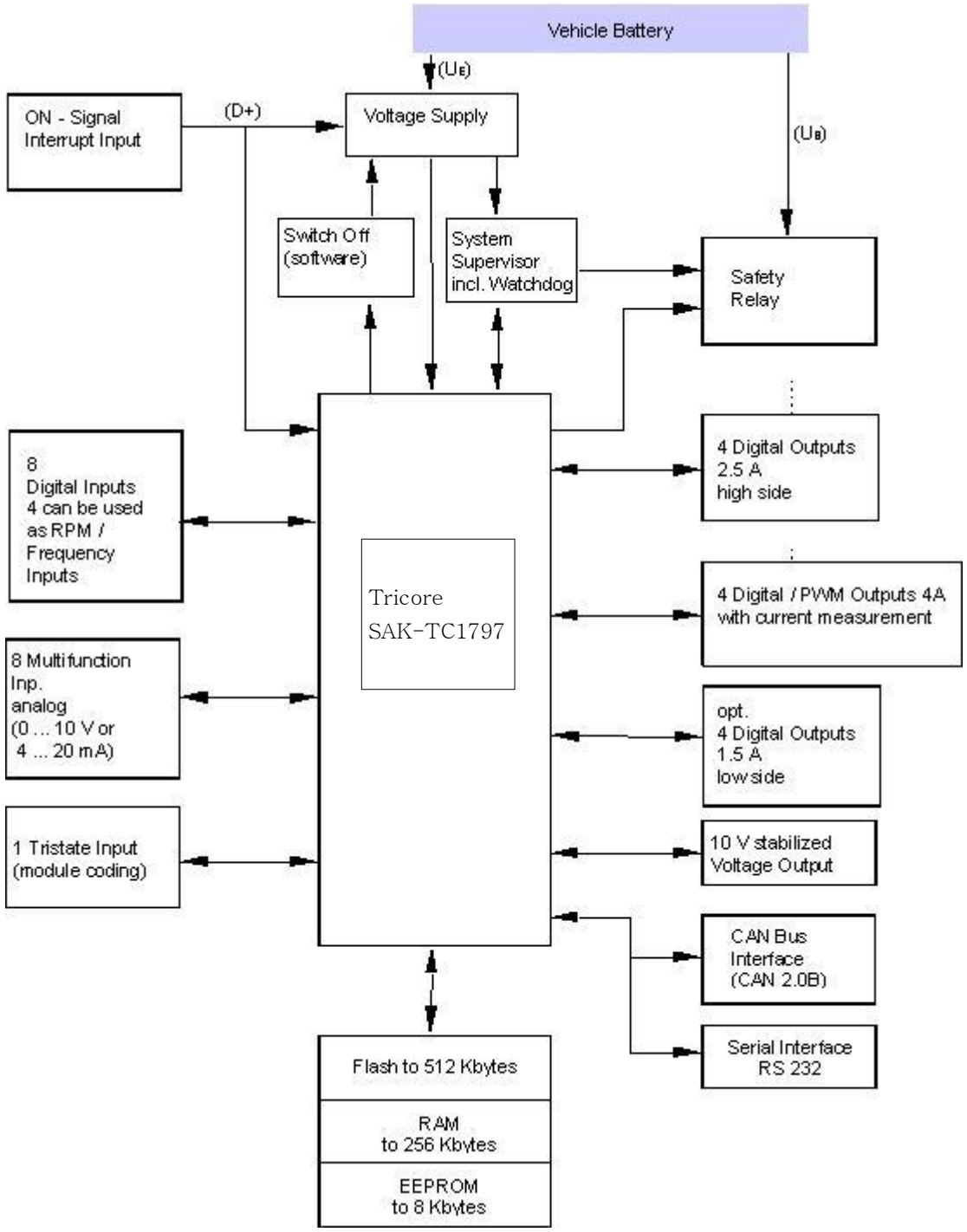
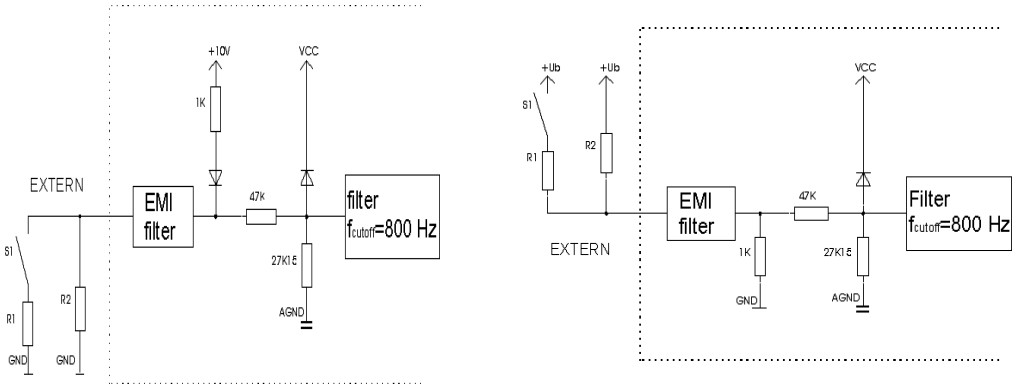


그림 6 VCU 입/출력 회로 블럭도

■ 디지털 입력 회로 설계

차량 구동에 필요한 기본적인 스위치 정보는 DIGITAL INPUT을 사용하여 차량에서 VCU 로 전달된다. 디지털 입력은 크게 두 가지로 설계하였다. 그림 7과 같이 Active Low와 Active High 형태의 설계를 진행하여 외부의 입력신호의 특성을 고려하였다. 입력 신호라인에 EMI 필터를 적용하였으며, 또한 저주파 필터인 RC 필터를 적용하여 800Hz 대역 이상은 필터링이 되게 설계하였다. Pull Up 저항을 활용하여 입력 측 신호의 단선/단락 체크를 할 수 있도록 하여 소프트웨어 작업시 보다 효율적으로 진단할 수 있게 설계 하였다.



(a) Active-Low (b)Active-High

그림 7 디지털 입력회로

표 2 DIGITAL INPUT SIGNAL

DIGITAL INPUT SIGNAL NAME	DESCRIPTION
Retarder Switch Step '1'	승용/상용 공용회로 적용이나 이 입력은 상용차용으로 사용 작동시 REGEN 량을 제어함으로서 에너지 회수와 함께 차량의 제동력을 발생시킴
Retarder Switch Step '2'	
Retarder Switch Step '3'	
Retarder Inhibit Siganl	ABS 시스템 동작시 RETARDER 금지
Driver Select Switch 'N'	운전자 기어 조작 레버
Driver Select Switch 'D'	
Driver Select Switch 'R'	
Key IN Check	시스템 초기화 및 Runing signal
Cooling Water Pump Control Signal	전장품 COOLING
Parking Brake Signal	차량정지(장시간) 및 정차 신호
Entrance Door Open Signal	상용차에 적용 - 승객 탑승 시 차량 주행금지
Airconditioner Operating Signal	에어컨 동작 시 배터리 최적 제어
Defroster Operating Signal	디프로스터 동작시 공회전 방지 기능 금지
System Check Switch Signal	시스템 점검용
Emergency Stop Switch Signal	전기차 구동시험 중 긴급 상황 시 사용
Idle Switch Signal(N.O)	엑셀 페달의 동작 확인용

■ 아날로그 입력 회로 설계

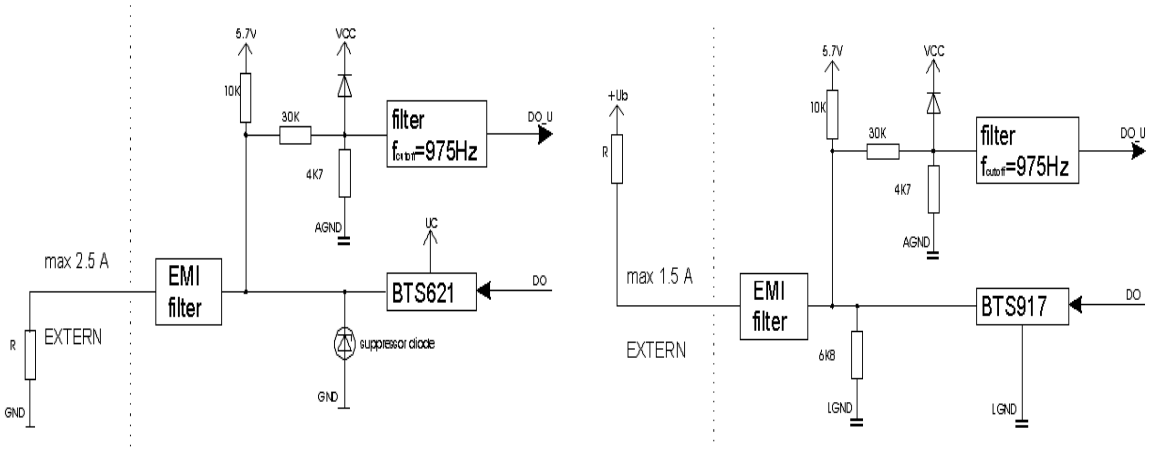
전기자동차에 사용되는 아날로그센서는 그 종류만 해도 여러 가지가 있다. 대표적인 센서는 Vacuum Pump, Aircompressor, WaterTemperature, Steering Oil Pressure, Accelerate pedal, Brake pedal 등의 Analog input을 사용한다.

표 3 ANALOG INPUT SIGNAL

ANALOG INPUT SIGNAL NAME	DESCRIPTION
Accelerate Pedal Sensor Signal	악셀 페달
Brake Pedal Sensor Signal	회생제동시 제동력 제어
Air Pressure Sensor Signal	보조 Motor 구동력 제어
Steering Oil Pressure Signal	

■ 디지털 출력 회로 설계

전기자동차에 사용되는 디지털 출력은 크게 0과 같이 High Side Switch와 Low Side Switch로 구성하였다. 각 출력 특성에 맞게 VCU 제어기 핀맵을 설정하였으며, 특히 High Side Switch 같은 회로는 안전차원에서 중요한 고전압 릴레이 컨트롤에 적용하였다. Low Side Switch 회로는 차량용 12v/24v 릴레이 제어나 기타 차량에서 필요로 하는 동작 시퀀스를 구현하기 위하여 사용하였다. 그리고 각 출력 특성에 따라 단위 전자부품을 적용하였으며, 적용된 부품은 차량전용 부하 컨트롤 칩으로써 인피니언(Infineon)에서 보증하는 신뢰성 있는 부품이다.

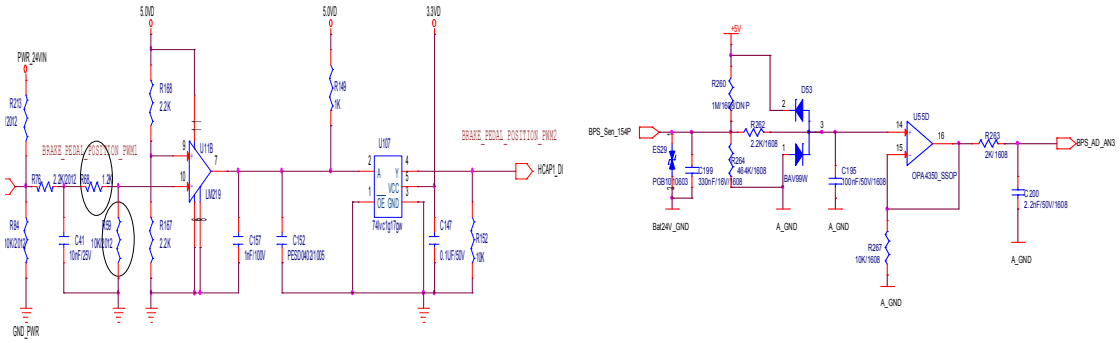


(a) High Side Switch (b) Low Side Switch

그림 8 디지털 출력 방식 별 회로설계

■ 브레이크 페달 센서 회로설계

VCU가 취득하는 브레이크 페달 센서 신호는 크게 EBS와 포텐션미터 센서로부터 신호를 취득한다. 브레이크 페달 센서인 EBS(Electric Brake System)은 브레이크 페달의 변위각도를 PWM(Pulse Width Modulation) 방식으로 출력하여 보내준다. VCU는 밟힘 양에 비례하여 PWM Duty 0~100% 범위로 보내주는 센서의 출력을 좀 더 강건하게 하기 위해여 노이즈 마진을 가지는 비교기 회로를 선택하여 설계하였다. 응답특성은 OPamp의 사양에 따라 조금씩 변동되지만 현재 비교기 설정치는 입력 PWM값이 2.5V를 넘으면 출력 값이 “Low”, 2.0V이하면 “High”를 출력한다. 이와 다르게 포텐셔미터 방식의 브레이크 페달은 우리가 흔히 알고 있는 가변저항 식으로 페달의 답력에 따라 0~5V 출력을 내보낸다. 그림 9는 타입 별 BPS 센서의 신호를 취득하기 위한 회로도를 나타낸다.



(a) PWM 타입의 출력 센서　　(b) 포텐셔미터 타입의 출력 센서

그림 9 브레이크 페달센서의 타입별 회로

■ 캔통신 회로설계

CAN 통신 같은 경우 차량의 핵심적인 통신 수단으로 전원부 및 노이즈에 강인한 설계가 이루어져야 한다. 본 연구에서는 CAN전원의 경우 고전압 Noise 및 차량 Noise에 민감해 전원을 따로 분리하는 방법을 통해 설계에 반영 하였다. 전원분리에 사용된 칩은 그림 10과 그림11 같이 TI(Texas instrument)사의 DCR010505를 사용해 Isolation된 CAN전원(5V)을 CAN Tranceiver Chop에 공급한다.

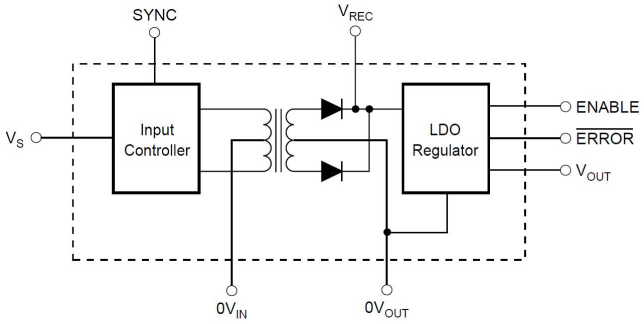


그림 10 DCR010505U Block diagram

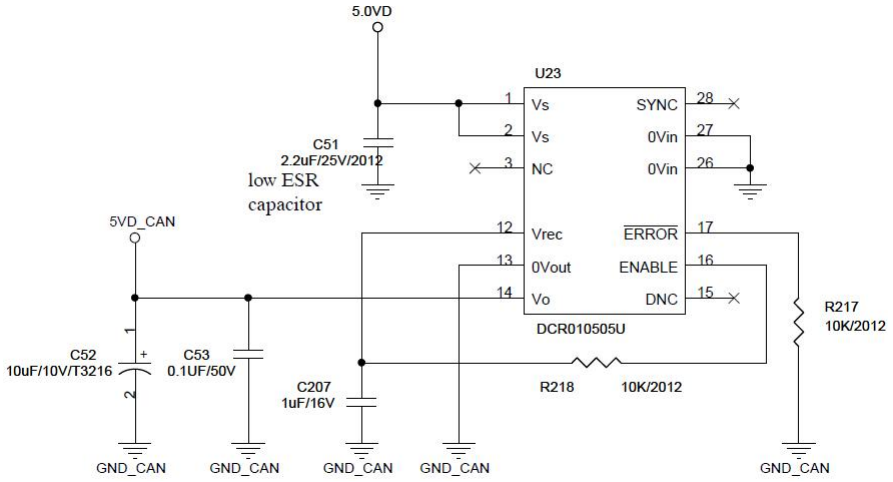


그림 11 DCR010515U CAN 전원 공급 회로

그리고 외부 환경에 의해 CAN 통신에러가 발생하는 경우가 있어서 출력단에 Common mode noise를 방어하기 위한 Choke Coil을 설계에 반영하였다. 또한, CAN 라인에 흐르는 과전 전압을 억제하기 위한 TVS 다이오드를 적용하였다. 상기 설계 회로를 통해 캔 통신라인의 신뢰성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

■ EEPROM 회로설계

본 연구에서는 VCU의 고장진단 데이터 및 차량 중요 Parameter를 저장하기 위해서 기억저장 소자인 M25P40VMN6를 적용하였다. 그리고 메인 MCU와 SPI통신을 진행하여 초기 시동 및 주행 중 발생하는 Event성 데이터를 저장하기 위해서 그림 12와 같이 회로구성을 하였다.

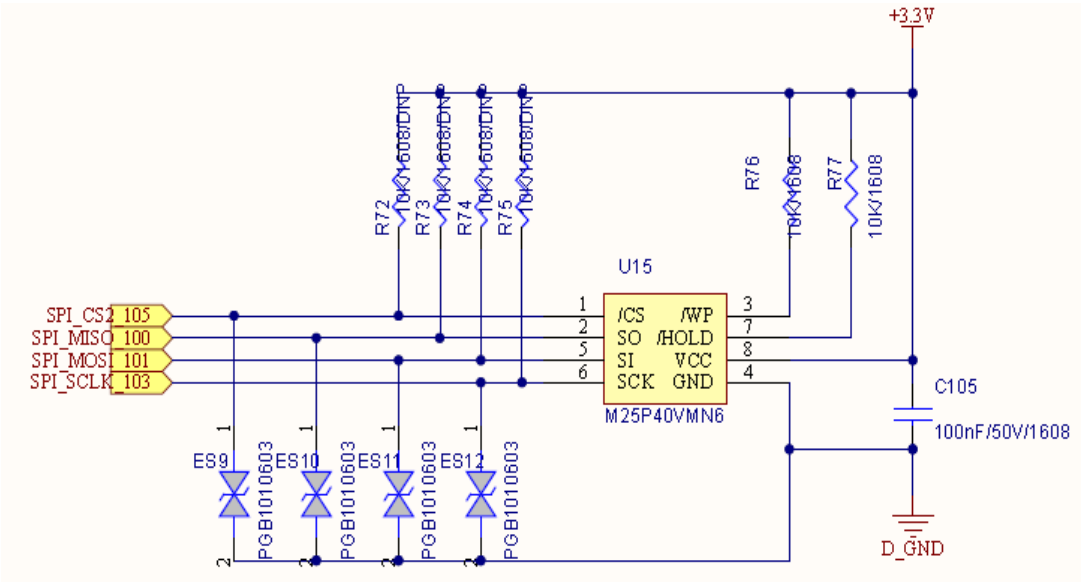


그림 12 EEPROM 회로 구성

(2)시뮬레이터(HILS) 설계

VCU 제어로직, Task 스케줄 관리가 정상적인지 분석하도록 HILS 소프트웨어를 구성하였으며, 제어로직 별 함수 분석와 시그널을 분석하고 VCU 통합 제어로직의 주요 시퀀스를 테스트하기 위해서 시뮬레이터 설계를 진행하였다. 시뮬레이터의 구성은 크게 1)종합 컨트롤 모니터링 판넬, 2) 전기자동차의 구동모터 및 워터펌프 등의 Actuator 모사 판넬, 3)차량통신 모사 판넬, 4)차량의 가속 감속 기능을 담당하는 Accel Pedal 및 Brake pedal 단위부품을 설계하였다.

■ 종합 컨트롤 모니터링 판넬 설계

VCU 시뮬레이터의 메인 판넬이며 크게 6가지 파트로 구성하여 설계 진행하였다. 먼저 첫 번째는 시뮬레이션의 모니터링 및 셋팅을 담당하고 있는 1)LCD Display Part, 2)차량의 시동키 및 파워스위치, 3)차량의 변속을 담당하고 있는 기어 조작부, 4)차량의 내부 램프 및 스위치(에어컨, 히터, 디프로스터, 비상등, 문열림 감지, 브레이크 램프, ABS 램프, 오일 램프 등), 5)전기자동차의 고전압배터리 모사제어 조작부, 6)차량의 각종 센서류 모사 장치로 구성하였다. 그림 13은 위의 설계사항을 고려하여 종합 컨트롤 모니터 판넬을 설계한 도면이다. 각 단위부품의 모사신호 장치는 전기자동차 시뮬레이터에 꼭 필요한 요소이다. 판넬 조작부에서 차량의 시동 동작을 재현하고 시동 후 각 제어기 및 차량의 정보를 메인 LCD 화면에서 확인하여 배터리 및 기타 센서류들의 진단을 할 수 있다.

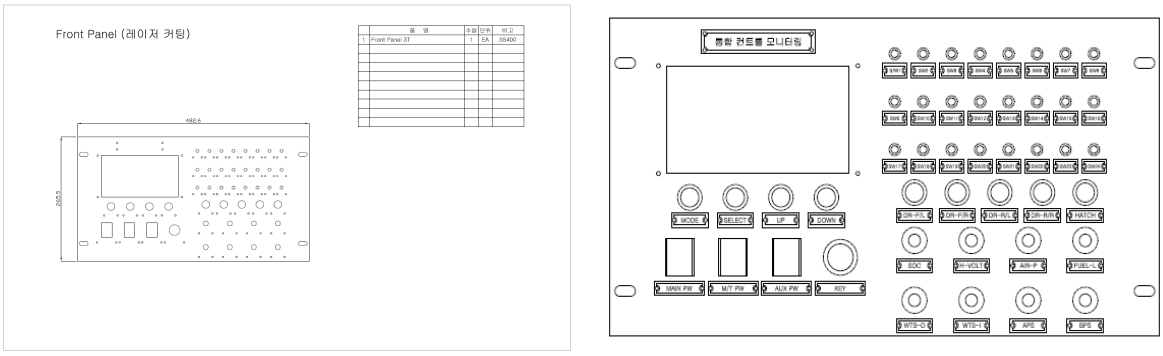


그림 13 종합 컨트롤 모니터링 판넬 도면

■ 구동모터 및 Actuator Part 판넬 설계

이 파트 설계에서는 전기자동차의 구동모터인 IPM, SPM, Induction Motor 모사를 위해 DC모터를 설계 적용하였다. 그리고 보조모터에는 BLAC모터를 적용하였다. 그 이유는 기존 파워스티어링 파트는 엔진으로 유압 펌프를 구동해서 리저버에 유압을 축적해 두고, 스티어링 샤프트가 돌아가면 그 끝에 달린 유압 밸브가 열려 피스톤이 전륜을 돌리는 힘으로 핸들을 조작한다. 그러나 단순히 이 파워스티어링 구조의 동작을 구현하기 위해서가 아니라 실 차량과 동일한 조건을(저속 주행에서는 파워의 효력이 세고, 고속에서는 안전성을 위해 효력이 약해져 핸들이 무거워지는 속도 감응식 파워 스티어링 제어) 구현하기 위하여 특별히 이 파트는 BLAC모터를 설계에 반영하였다. 그림 14는 구동모터 및 Actuator Part 판넬을 설계한 것이다.

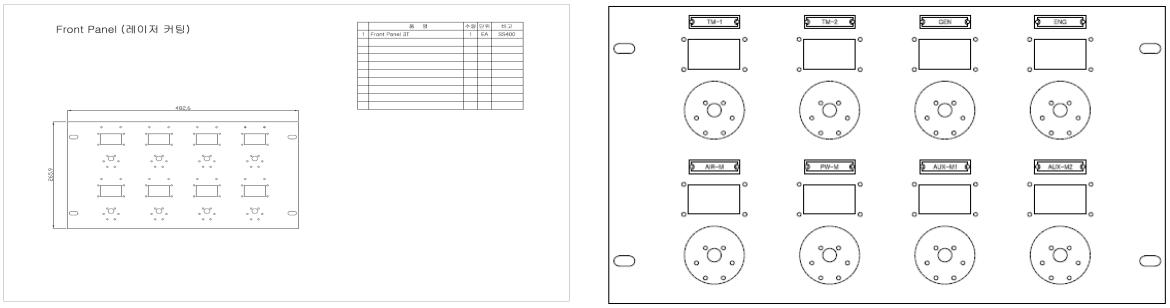


그림 14 구동모터 및 Actuator Part 판넬 도면

■ 차량통신 모사 판넬 설계

이 파트 설계에서는 전기자동차 및 플러그인하이브리드 차량의 VCU제어기의 CAN Network을 모사하기 위하여 설계를 진행하였다. 이런 차량들의 특성상 많은 제어기가 부착되어져 매우 복잡한 CAN Network구조로 되어져 있어서, 작은 문제에도 차량이 출발을 하지 않거나 주행 중에도 비상정지를 유발할 수 있다. 이러한

문제점을 시뮬레이션을 통해 고장진단 및 에러를 유발하여 VCU의 고장진단에 따른 유형별 대처 및 에러 상황에(CAN Network Line : Bus off, Busy) 대한 소프트웨어 제어로직 진단 등을 수행하여 강건성 있는 CAN Network 시험을 할 수 있게 그림 15와 같이 CAN1, CAN2, RS485(프로그램 다운로드 목적) 통신 포트를 구성하였다.

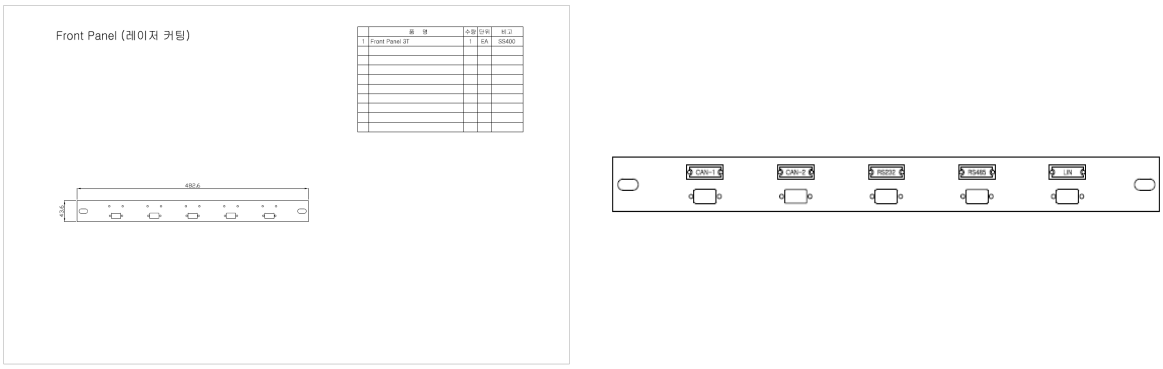


그림 15 차량통신 모사 판넬 도면

■ 악세페달 및 브레이크 페달 기구 설계

이 파트 설계에서는 전기자동차 시뮬레이션에 필요한 악셀페달과 브레이크 페달 설계를 수행하였다. 악셀 및 브레이크 페달은 시뮬레이션에 적합하게 시뮬레이션 모드에 따라 자동으로 동작되게 설계하였으며, 이를 위해 각 페달에 기어 및 DC모터를 장착하여 페달의 위치제어를 할 수 있게 하였다. 참고로 전기자동차의 주행모드인 FTP75모드, JE05, WHVC 등을 시뮬레이션 하기 위해 기 수집된 각 모드별 악셀페달 및 브레이크 페달의 주행시간에 따른 각 가속도를 계산하고, 각 페달 별 DC모터 및 기어의 동/특성에 따른 제어 응답성을 반영하여 그림 16과 같이 설계에 반영하였다. 악셀페달 및 브레이크 페달의 기어박스는 공용화되게 설계하였다.

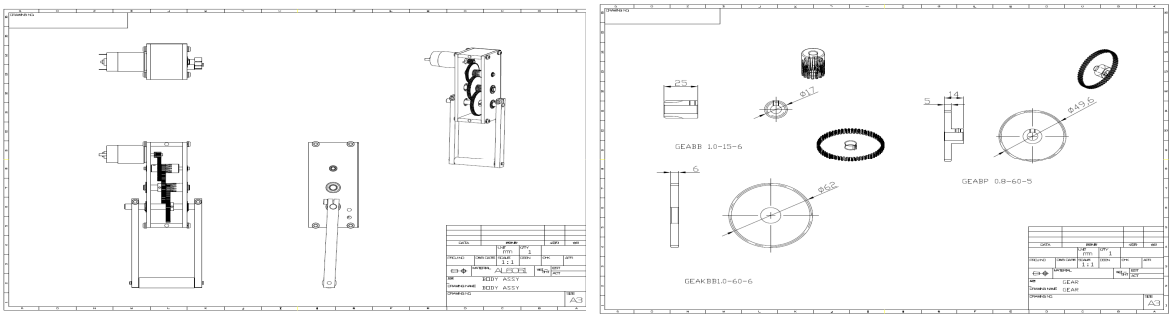


그림 16 악셀페달 및 브레이크 페달 기구부 모듈 설계

그리고 그림 17은 상기 고려사항을 검토하여 최적화 설계한 기구부 모듈의 3D모델링 도면이다

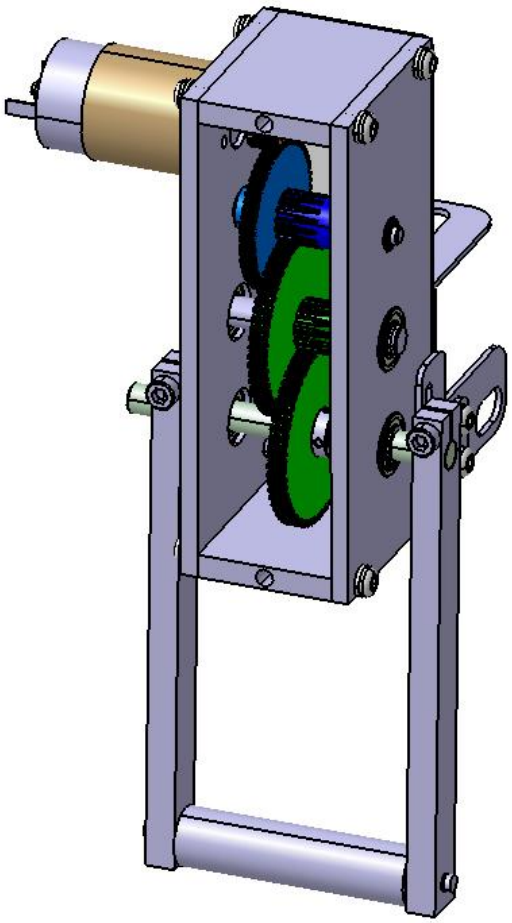


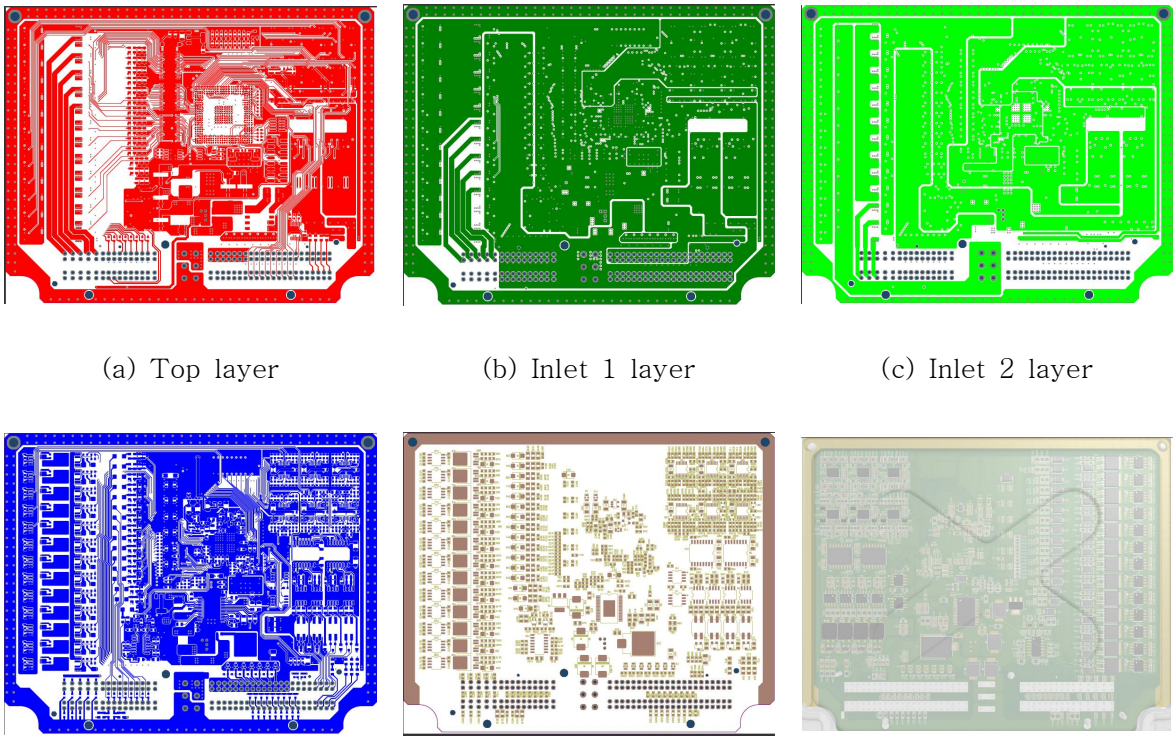
그림 17 악셀페달 및 브레이크 페달의 기구부 모듈 구조

2.2.2. VCU 하드웨어 및 시뮬레이터 제작

(1)VCU 하드웨어 제작

■ VCU제어기는 회로도를 기반으로 PCB 기판을 만들기 위하여 PCB 아트웍 작업이 수행되어져야 된다. 일반적으로 회로설계보다 PCB Artwork이 VCU제품의 성능을 결정하는 핵심 요인으로 볼 수 있다. 회로설계에서는 각 부품들 간 발열에 따른 공간배치 및 라인 선폭을 결정할 수 없으며, 또한 다중 그라운드 처리에 필요한 요소만 적시되어 있지 정확한 패턴에 대한 내용을 없다. VCU - PCB 아트웍 작업은 먼저 각 부품들 간의 발열 및 핀 라우팅(Routing) 위치를 고려하여 작업을 하고 그 다음 파워라인(각 부하별 특성을 고려하여 라우팅), 신호라인의 두께를 선정(10mil)

하여 라우팅 한다. 그리고 아날로그, 디지털, 파워부 그라운드를 각 파트별 랜드로 연결하고 연결된 각 그라운드를 샤시그라운드에 일점 샷으로 연결한다. 이런 작업은 각 신호 및 부하별 그라운드 안정화 및 노이즈에 강인한 구조를 만드는데 필수적인 설계 규칙이다. VCU PCB 아트웍 작업시 PCB가 케이스와 맞물리는 면은 카퍼를(Copper) 벗겨내어 ESD(Electrostatic discharge) 및 전자파 시험부분에 적합하도록 설계 제작하였다. 앞에서 언급한 내용을 토대로 각 특성을 고려하여 그림 18, 그림 19와 같이 VCU PCB 아트웍을 진행하여 VCU를 제작하였다.



(a) Top layer (b) Inlet 1 layer (c) Inlet 2 layer

(d)Bottom layer (e)Bottom solder (f)3D view

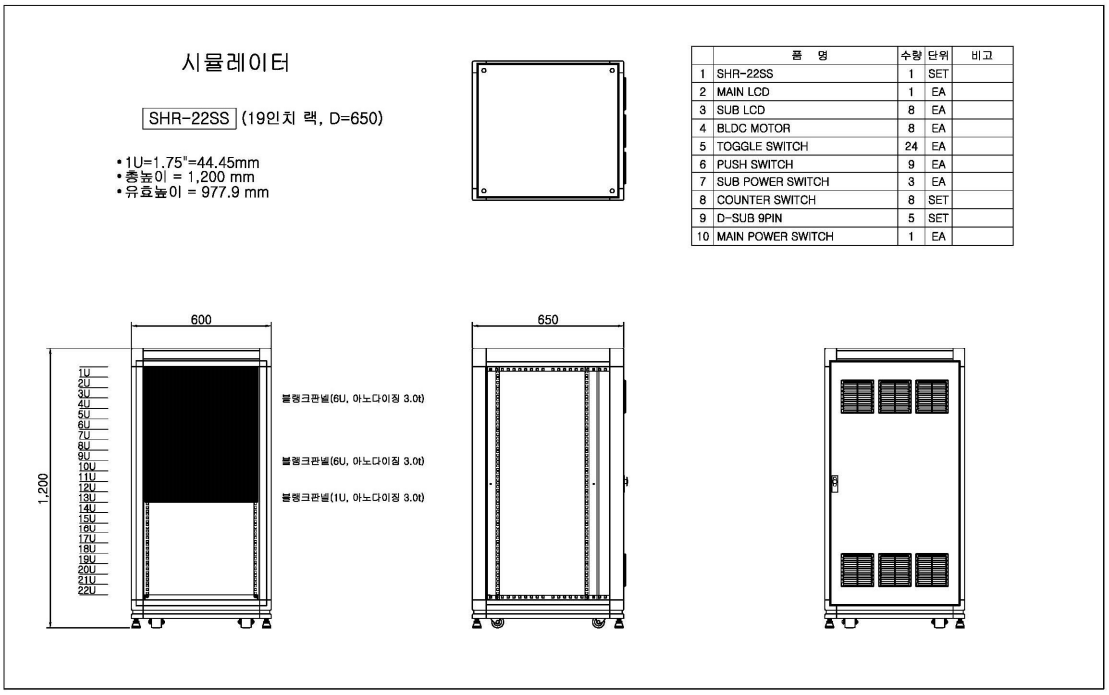
그림 18 PCB Artwork Design

(a) Top side (b) Bottom side

그림 19 VCU 시제품 제작

(2)시뮬레이터 제작

■ 시뮬레이터 제작에서 본체는 시중에 판매되고 있는 기성품을 사용하였다. 시뮬레이터 사이즈는 600x1200x650 사이즈로 구성하였으며, 19인치 랙 타입을 적용하여 상용부품 장착에 적합하게 제작하였다. 그리고 방열을 고려하여 랙 후면에는 6개의 팬을 장착하여 시뮬레이터에서 발생하는 발열을 외부로 순환시키게 하는 구조로 제작하였다. 그림 20은 시뮬레이터 본체 제작 도면을 나타낸다.



	품 명	수량	단위	비고
1	SHR-22SS	1	SET	
2	MAIN LCD	1	EA	
3	SUB LCD	8	EA	
4	BLDC MOTOR	8	EA	
5	TOGGLE SWITCH	24	EA	
6	PUSH SWITCH	9	EA	
7	SUB POWER SWITCH	3	EA	
8	COUNTER SWITCH	8	SET	
9	D-SUB 9PIN	5	SET	
10	MAIN POWER SWITCH	1	EA	

그림 20 시뮬레이터 제작도

시뮬레이터는 상기 제작도를 토대로 본체를 제작하였으며, 시뮬레이터 설계도를 바탕으로 각 파트별 가공 및 제작을 진행하였다. 각 제어부의 명판을 제작하여 리벳공정을 거쳐 부착하였으며, 배선의 라우팅은 일반 전기 배선에 사용되고 있는 배선용 랙을 사용하여 각종 센서부, Actuator, 네트웍의 배선을 실시하였으며, 그림 21과 같은 시뮬레이터 전면부 판넬 도색작업과 그림 22와 같이 판넬 조립 작업을 하고, 그림 23과 같이 시뮬레이터의 최종 조립을 완료 하였다.

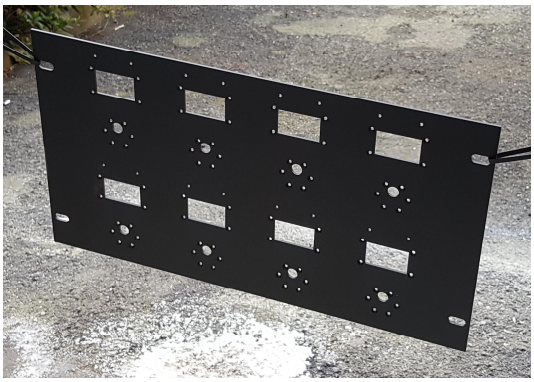
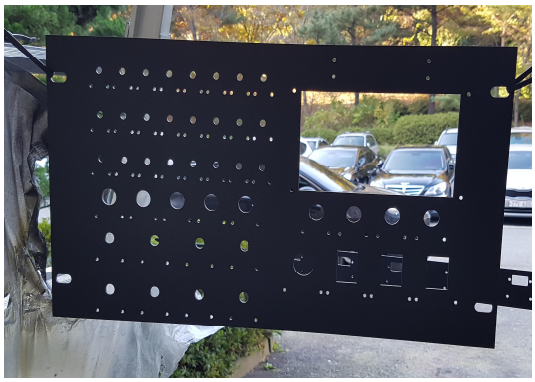



그림 21 시뮬레이터 전면부 판넬 도색

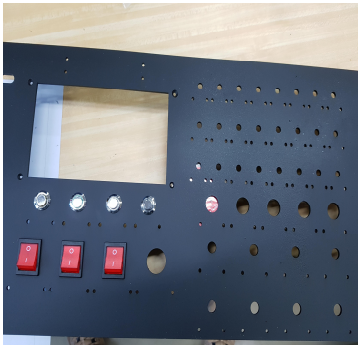
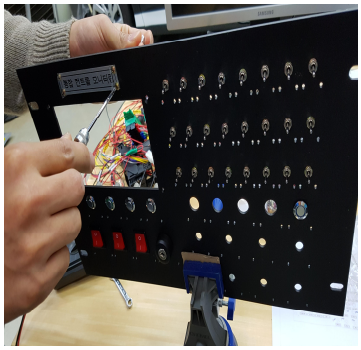
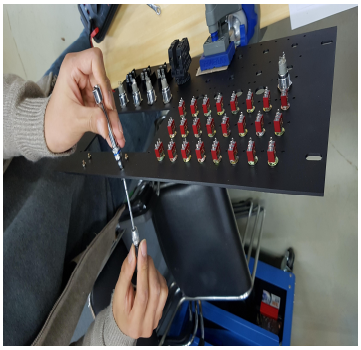




그림 22 시뮬레이터 판넬 배선 및 조립

그림 23 시뮬레이터 최종 시제품

2.2.3. VCU 케이스 설계 및 제작

(1) VCU 케이스 설계 시 제어기는 가혹한 조건에서 작동하므로 방수, 방진, 압력 조절, 방열 등을 고려하여 설계에 반영하였다. 방수/방진을 위해 IP67로 제작하였으며, 온도, 습도, 기압의 영향으로 VCU 전자부품 및 PCB의 변형을 방지하기 위해서 VCU 내부와 외부의 압력 및 습도를 관리할 수 있도록 압력조절 캡을 적용하였다. 그림 24는 VCU 케이스 설계도면을 나타낸다.

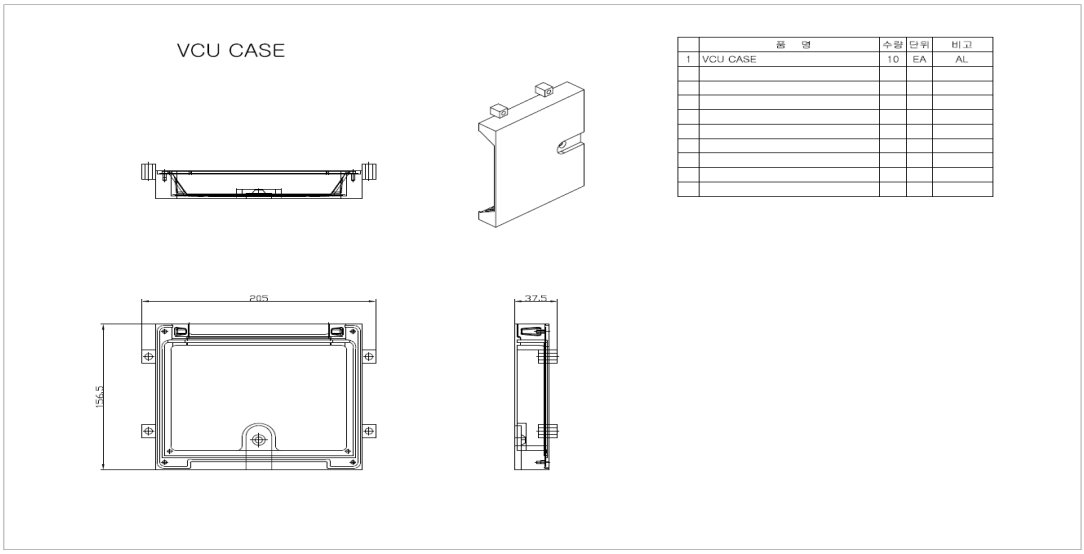


그림 24 VCU 케이스 도면

(2) 그리고 VCU PCB 기판과의 결합성 및 케이스 상판과 하판의 결합 몰딩 구조를 정확히 파악하기 위해서 그림 25와 같이 3D 모델링 작업을 수행하였다.

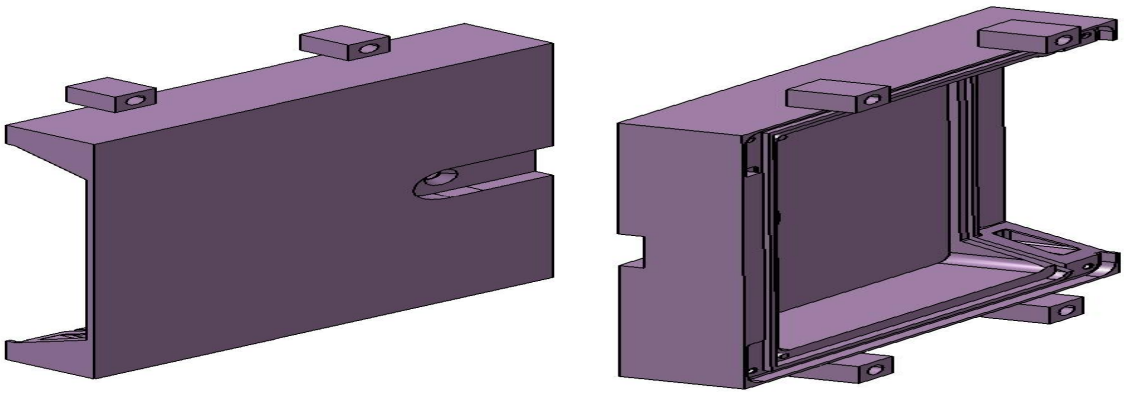


그림 25 VCU 케이스 모델링 도면

(3) 상기 VCU 케이스 도면설계 및 모델링을 통해 그림 26과 같은 시제품을 제작하였다. 제작한 VCU 케이스는 VCU PCB 조립 및 결합성이 설계와 일치한 것을 확인 할 수 있었다.

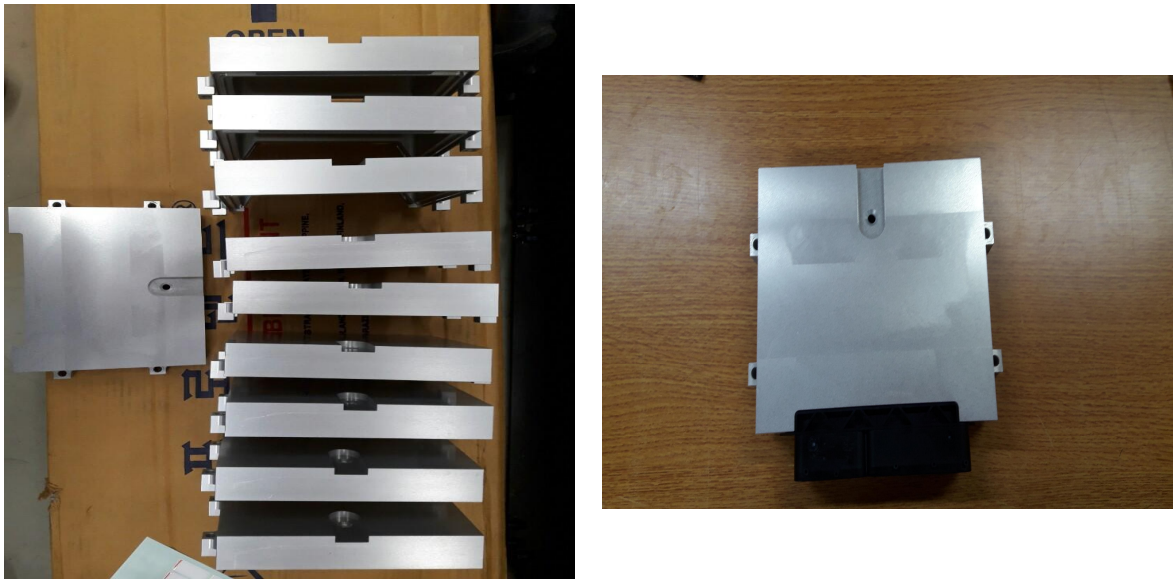


그림 26 VCU 1차 시제품 제작

(4) 그리고 1차 시제품을 제작하여 테스트를 진행하였으나 문제점이 도출되었다. PCB에서 발생한 열이 케이스로 전도되어야 하나 제작된 케이스 구조상 열전달 부분이 미흡하고, 케이스 무게 역시 기존 밴치마킹 제어기 케이스의 중량 대비 3배 가까이 증가하는 문제점이 발생하였다. 이를 보완하여 그림 27과 같이 2차 시제품을 제작하였으며, 추가 내용은 NC 가공을 이용하여 케이스 자체에 방열 핀을 가공하고, 케이스 중량 또한 케이스 재질을 변경하여 무게를 1/3로 감소 시켰다.

그림 27 2차 VCU 케이스 시제품

2.2.4. 통합제어로직 설계 및 VCU시뮬레이션 결과 분석

(1) VCU 통합제어기 적용처는 PHEV, EV 시스템이며 승용/상용 시스템의 전기자동차 및 플러그인 하이브리드 차량의 단위 구성품 및 시스템은 상이하지 않으나, 플러그인 하이브리드 차량은 별도의 발전기 및 엔진이 부착된다. 그림 28은 EV 차량의 시스템 구성도를 나타낸다.

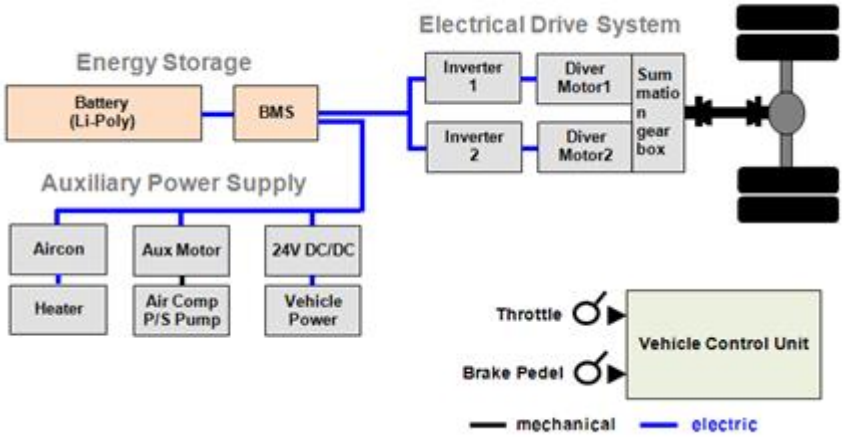


그림 28 EV 시스템 구성도

(2) 그림 29는 플러그인 하이브리드 시스템 구성도를 나타낸다.

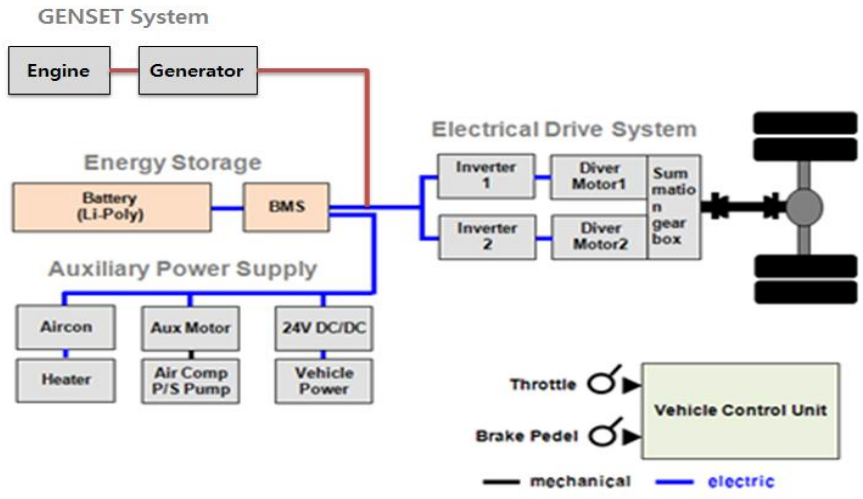


그림 29 PHEV 시스템 구성도

(3) 본 연구에서는 VCU 통합제어기 설계에 필요한 요소 및 프로세스를 다음과 같이 정리하였다. 첫째 통합제어기 기술문서를 작성하여 디젤 플러인 하이브리드 시스템의 구조를 정립하고 각 시스템 모듈 간 인터페이스를 설계하여 고전압 계통과 저전압 계통의 간섭을 최소하여 안정성 및 신뢰성 확보가 필요하다. 또한, 각 시스템 모듈 간 유기적인 제어를 위한 캔 통신 Database를 설계를 하고 차량의 전반적인 시스템 구성을 최적화하여 시스템 간 물리적인 간섭을 최소하여 강건한 시스템을 설계한다.

(4) 둘째 통합제어로직 기술문서를 토대로 제어로직에 필요한 파라미터를 추출하기 위해서 HILS(Hardware in the Loop Simulator)장비를 구축하여 차량의 각 제어 로직별 기능 검증 및 시뮬레이션을 실시한다. 시뮬레이션 S/W로는 Vector 社의 CANoe와 Mathwork/Simulink를 이용한다. 그리고 시뮬레이션을 통하여 실차 적용 전 제어로직의 문제점을 파악하고 도출된 문제점을 개선하여 실차 적용 시 발생할 수 있는 심각한 문제를 해결하고 최적의 주행전략 및 제어 알고리즘에 필요한 주요 파라미터를 추출한다. 또한, 단위부품들의 제어특성을 파악하여 주행조건 별 로직을 정립하고 정립된 로직을 기반으로 통합제어기의 알고리즘을 제어 파라미터 추출을 통한 구동 모터, 인버터, LDC, 공조시스템, 고전압 배터리 등을 이용한 최적 주행 전략을 수립하고 이를 통해 각 단품의 기능 검증을 시뮬레이션 한다.
(5) 셋째 정립된 통합제어 로직을 바탕으로 시뮬레이션을 통해 기능검증을 수행하며 각 제어기 별 알고리즘 보완 작업을 수행한다. 또한, 시뮬레이션 시험 중 제어로직의 파라미터 변경이 용이하게 캘리브레이션 툴을 이용하였다. 캘리브레이션 툴은 Vector사 CANape Tool을 이용하였으며, 캘리브레이션에 필요한 A2L, HEX, MAP File은 Tasking社의 Tasking Vx-Toolset Software를 이용하여 추출한다.

(6) 상기 시스템 설계 절차를 이용하여 VCU 통합제어기를 설계하고 고전압 노이즈 및 EV, PHEV시스템 안정성을 도모할 것이며, 본 연구에서 개발하는 VCU를 양산화 적용에 적합하게 설계/제작 및 소프트웨어 신뢰성을 검증하여 연구에 국한된 것이 아니라 보다 현실성 있는 VCU 개발을 목표로 하였다.

■ CAN Interface

기본적인 사양은 상용/승용차량의 세계적 CAN 통신 표준인 SAE J1939와 ISO11898-2,3을 따르며 통신 부하, 데이터 업데이트 속도, 시스템 안정성 및 시스템 별 표준규정을 고려하여 250kbps, 500kbps 2가지 타입의 Network으로 구성하였다.

구성부품 중 ECU, ABS, BCM, BMS, Gear Selector, Meter Cluster 제어기

는 SAE J1939 규정을 적용하였으며 BMS와 충전기 간의 통신은 대한민국 스마트 그리드 협회에서 제정한 '전기자동차와 전도성 충전 시스템 간 직류충전을 위한 통신 인터페이스' 및 완속 충전규격인 J1772 규정을 준수하여 향 후 VCU를 개발을 완료하여 상업용으로 판매할 시 기존 시스템과의 호환성을 고려하여 빠른 시제품 및 양산에 적용할 수 있게 하였다. 그리고 빠른 데이터 처리 및 통신 부하율을 낮추기 위하여 인버터, 컨버터, DC/DC 컨버터, ACU(Auxiliary Motor Control Unit)제어기 등은 플러그인 하이브리드 및 전기자동차 시스템으로써 500kbps Network을 ISO 11898-2,3 표준에 맞게 적용하였다.

첨부하자면 본 연구에서는 VCU 시제품 적용처를 상용 및 승용 차량에 혼용하여 사용할 수 있게 하드웨어를 설계하였으며, CAN통신 회로 및 통신 규격을 혼용에 부합하게 속도 및 규격을 프로그램으로 쉽게 변경이 용이하게 적용하였다. 그림 30은 VCU 통합제어기의 CAN통신 Network 구성도이다.

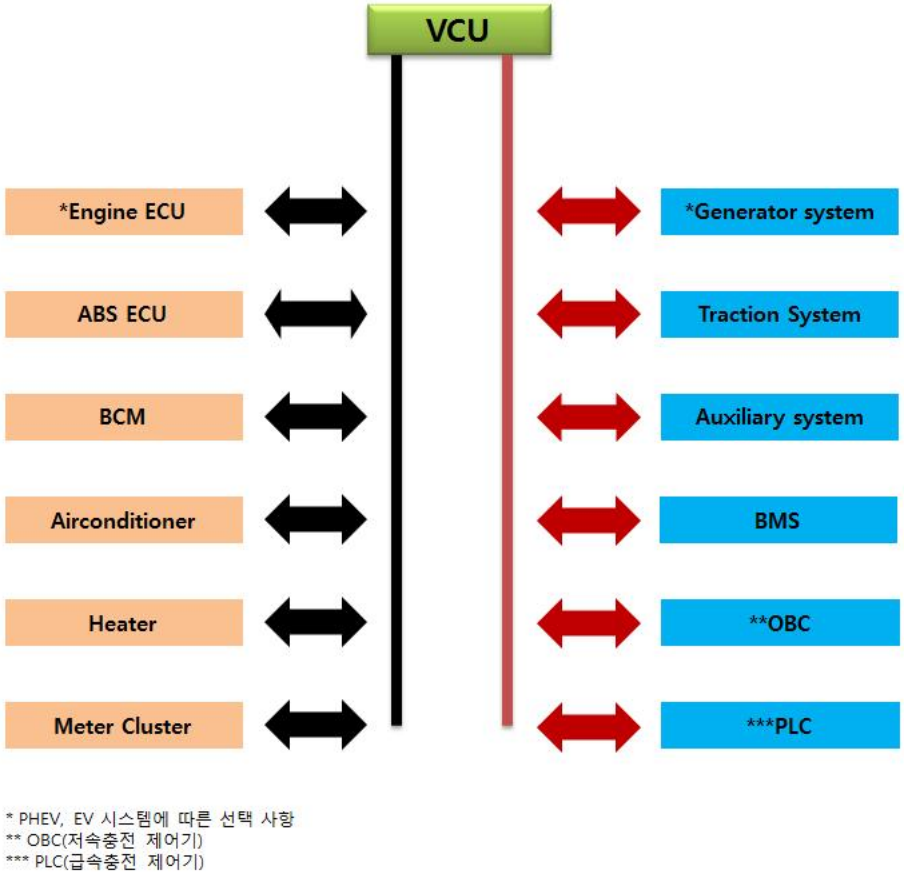


그림 30 VCU - 캔통신 네트웍 구성도

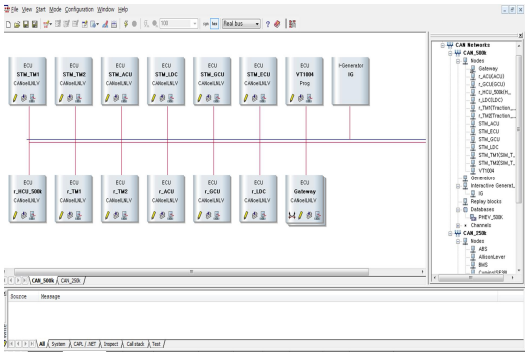
■ 시뮬레이션(HILS) H/W 구성

HILS(Hardware in the Loop Simulator) H/W 시스템은 7가지로 구성하였다. 먼저, HILS 시스템을 제어하고 결과 값을 모니터링 할 수 있는 HOST PC, 각 제어기 모델링 후 독자적인 시뮬레이션 수행 및 시퀀스 동작을 위한 Vector社의 CANoe장비, 제어기 모델링에 따른 입/출력 값을 확인하기 위한 Hardware 역할을 하는 시뮬레이터, 가상의 센서 출력 및 모터 드라이버로 구성된 시그널 발생기, 실제 차량에 적용할 통합제어기인 VCU, 최종 Calibration을 위한 CANape Tool, 시뮬레이터에 전원을 공급하는 파워모듈로 그림 31과 같이 구성하였다.

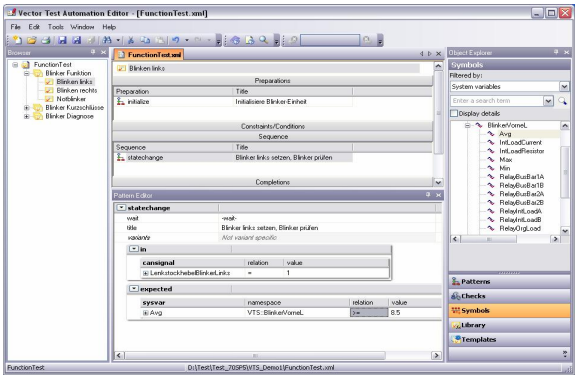
그림 31 EV, PHEV 시뮬레이터 구성도

■ 시뮬레이션(HILS) S/W 구성

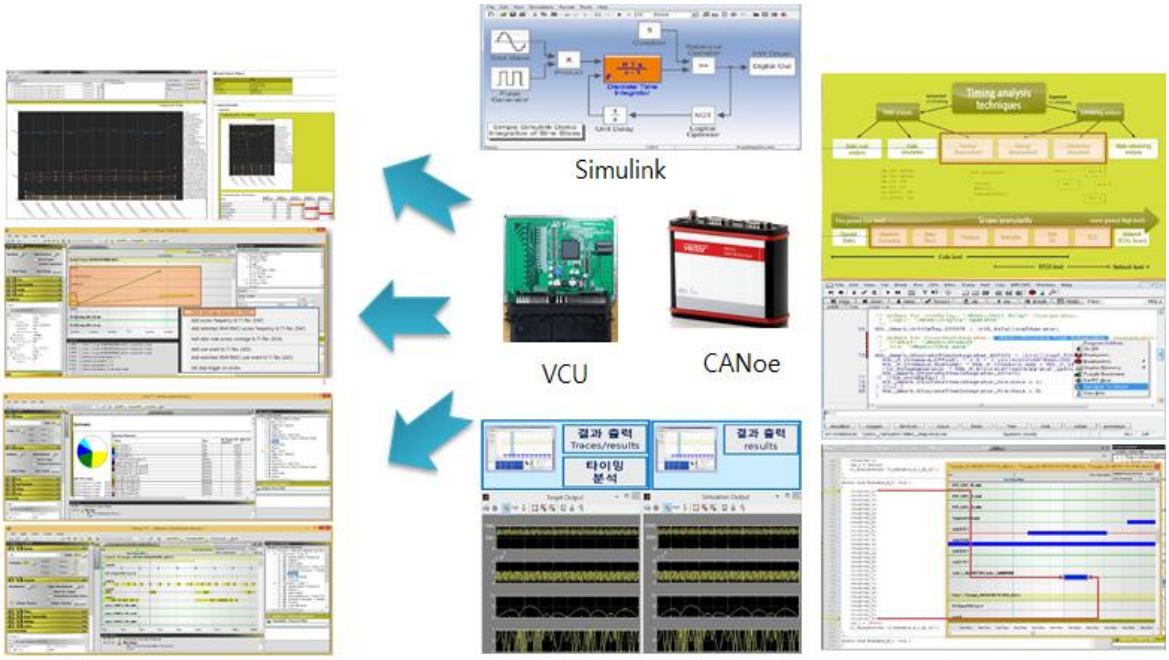
HILS S/W는 3가지 파트로 구성하였다. 1) VCU 제어로직의 Task 스케줄 관리가 정상적인지 분석하고 제어로직 별 함수의 위험도 분석과 시그널들을 분석하는 파트, 2) VCU 통합 제어로직의 중요 시퀀스 반복 테스트 및 제어알고리즘 신뢰성 검증 파트, 3) EV, PHEV 각 제어기별 모델링을 위한 CANoe/Simulink S/W 파트로 구성하였다. 그림 32는 HILS S/W 구성도를 나타낸다.



(a) CANoe Modeling



(b) VCU 로직 시퀀스 테스트



- 신호분석
- 로직분석
- DTC
- 시뮬레이션
- 타이밍 분석

(c) VCU 동적 테스트

그림 32 VCU HILS - S/W 구성도

■ VCU - Calibration Tool 구성

VCU의 Calibration Tool 구성은 그림 33과 같이 구성하였다. Calibration은 CCP(Can calibration protocol) 방식으로 구성하였다. 구성은 Host PC와 VX1100 Tool, CANape Calibration Software로 구성하였다. CCP 방식의 캘리브레이션은 가격적인 면에서 우수하고 기존 차량의 CAN Network를 이용하여 VCU의 제어 파라미터를 수정 및 업데이트 할 수 있는 장점이 있어 향 후 차량 적용을 고려하였을 경우를 생각하여 선택하게 되었다. 참고로 본 연구에서는 제어 파라미터들이 적은 관계로 CCP 방식의 캘리브레이션을 적용하였으나, 향후 실시간으로 많은 데이터 처리를 요할 경우 XCP(eXtenede Calibration Protocol) 방식으로 VCU 캘리브레이션을 작업을 고려해 봐야 할 것으로 판단된다.

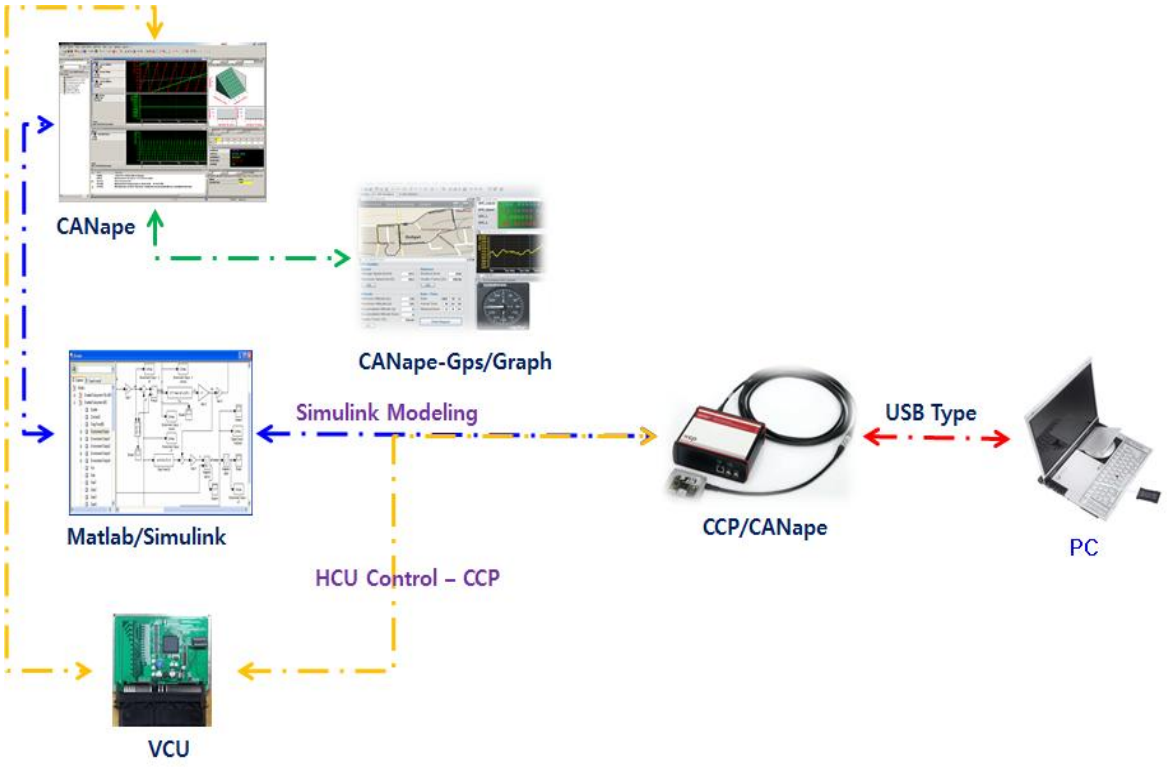


그림 33 VCU Calibration Tool

■ VCU - 차량 스타트 시퀀스 제어로직

EV, PHEV 초기 시동 시퀀스는 크게 버스 전장시스템과 하이브리드 시스템으로 분리되어 있다. 첫 번째 차량 전장시스템은 차량의 센서부, 디스플레이, ECU, ABS, BCM 등으로 나누어져 있다. 센서부에서 Accelerator 와 Brake Pedal Position Sensor는 EV, PHEV 차량 시퀀스에서 중요한 센서이며 VCU를 연동하여 두 센서의 단선, 단락, 초기 포지션 학습 에러 등을 감지하여 차량의 초기 시퀀스 제어에 이용된다. Display Part는 EV, PHEV의 다수의 제어기와 차량제

어기의 Gateway 역할 및 시퀀스 정보를 표시한다. ECU, ABS, BCM, Aircondtioner, Heater 역시 기존 차량에 장착된 제어기로 VCU는 CAN 통신을 이용하여 이 제어기들을 컨트롤 및 진단하여 차량 시동 시퀀스 로직에 활용한다. 그리고 VCU는 종합적으로 차량 전장시스템의 각 시동 시퀀스가 진행될 때 마다 CAN통신으로 시퀀스 및 제어기들의 상태정보를 확인하여 차량의 주행 가능 여부를 판단한다.

두 번째 EV, PHEV 시스템은 인버터, 구동모터, 발전기, DC/DC, 고전압 배터리(with BMS)등으로 구성되어 있다. 초기 시동 시퀀스에서 각 제어기는 VCU의 상태 정보를 획득하여 자체 시퀀스 Routine을 수행한다. 그리고 수행한 연산 데이터 및 상태정보는 VCU로 즉시 전송한다. 전송된 데이터를 기준으로 HCU는 각 제어기에 부합하는 시동 시퀀스를 비교 분석하여 차량 주행 가능 여부를 판단한다. EV, PHEV 초기 시동 시퀀스가 모두 만족되면 차량 전장시스템은 차량 주행 준비 상태를 유지하며, 하이브리드 시스템은 전체 제어기에 고전압 전원을 공급한다. 그림 35는 차량의 초기 스타트 제어로직을 시뮬레이션 한 결과이다.

HILS 장비를 이용하여 테스트를 진행하였으며 초기 시동 시 VCU는 각 제어기의 자가진단을 실시할 동안 대기상태로 진입한다. 제어기 별 자체 상태진단이 정상적으로 판단되면 VCU로 Ready 신호를 송신한다. 송신된 Ready 신호를 받아 VCU는 초기 스타트 시퀀스를 종료한다. 그림 34는 VCU의 초기 스타트 시퀀스를 시뮬레이션 한 결과이다.

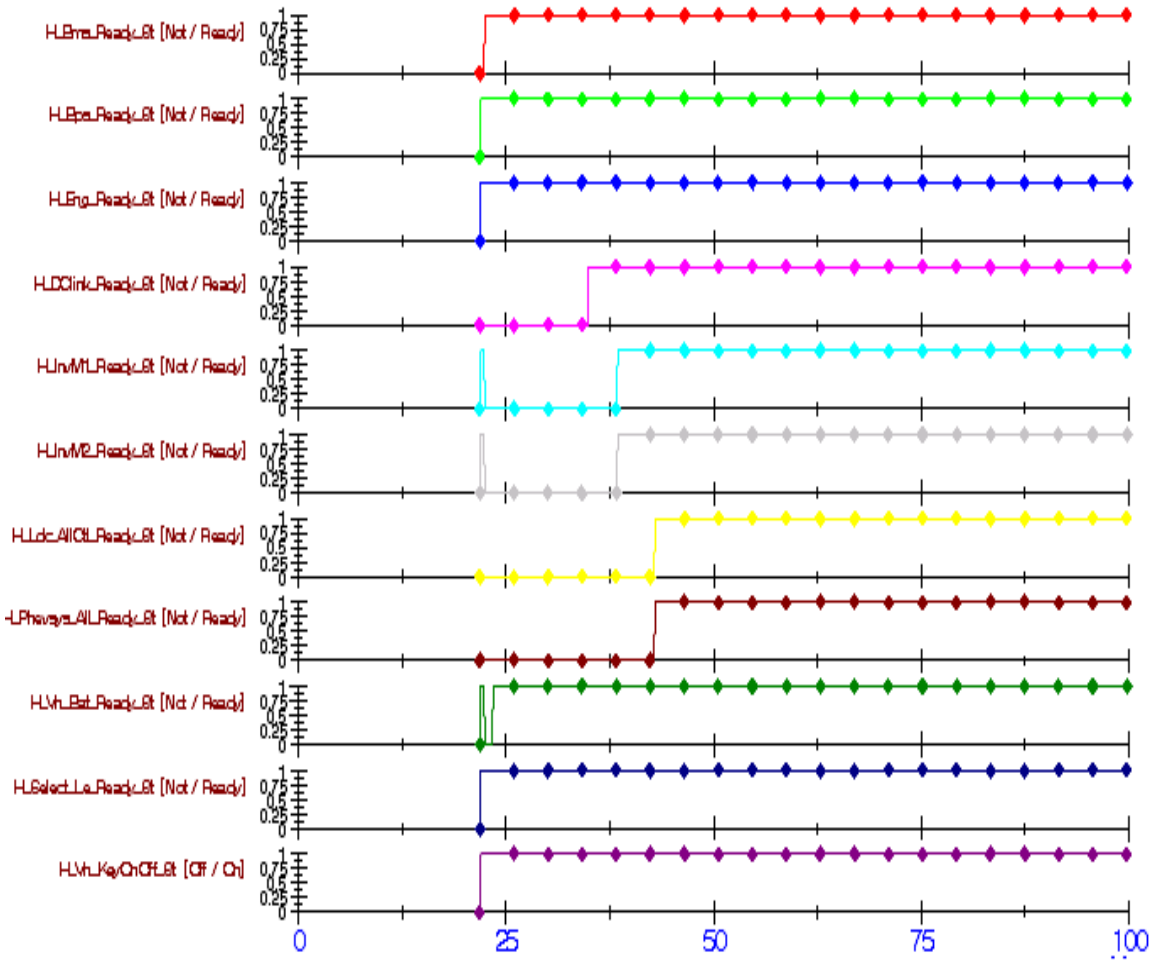


그림 34 VCU - 초기 스타트 시퀀스 시뮬레이션 결과

■ VCU - 고전압 DC Link 충전 제어로직

EV, PHEV의 고전압 DC Link 제어로을 설명하면 VCU의 초기 시동 시퀀스가 모두 만족되면 VCU는 차량의 모터, 발전기, DC/DC 등의 단위부품에 고전압을 공급하기 위하여 파워 릴레이 시퀀스를 수행한다. 먼저 VCU는 BMS와 데이터를 교환하고 교환된 데이터의 정합성을 토대로 Precharging Sequence를 진행한다. Precharging Sequence를 진행하는 이유는 고전압 부품들의 DCLink단 Capacitor를 보호하기 위한 동작으로 Precharging 저항을 통해 DC Link 단의 전압을 서서히 초충 시킨다.

VCU에서 초기 BMS(Battery Management System) 제어기로 Precharging Relay 명령을 전송하면 BMS는 100ms 이내에 Precharging Relay를 동작시킨다. 그리고 Precharging Relay 고전압 배선으로 공급된 전압은 각 고전압 제어기인 Traction Motor의 인버터, Heater, Airconditioner, DC/DC의 DCLink(Capacitor) 단으로 전압이 공급되어진다.

VCU는 각 제어기의 DC Link단 충전 전압의 변화량을 감지하여 목표치 전압에 도달하였을 경우 Main 고전압 Relay 동작 명령을 BMS로 전송한다. BMS는 이 명령을 받아 Main Relay를 동작시킨 후 프리차징 저항 릴레이를 disconnection 한다. 고전압 투입 및 정상 시퀀스가 되면 HCU는 시동 시퀀스가 정상이라고 판단하여 주행에 필요한 시퀀스로 진입한다. 그림 35는 VCU의 고전압 DCLink 충전 제어로직을 시뮬레이션 한 결과를 나타낸다. 각 고전압 제어기 단위부품들의 DC Link단의 전압이 정상적으로 초충이 진행되고 있음을 확인하였다.

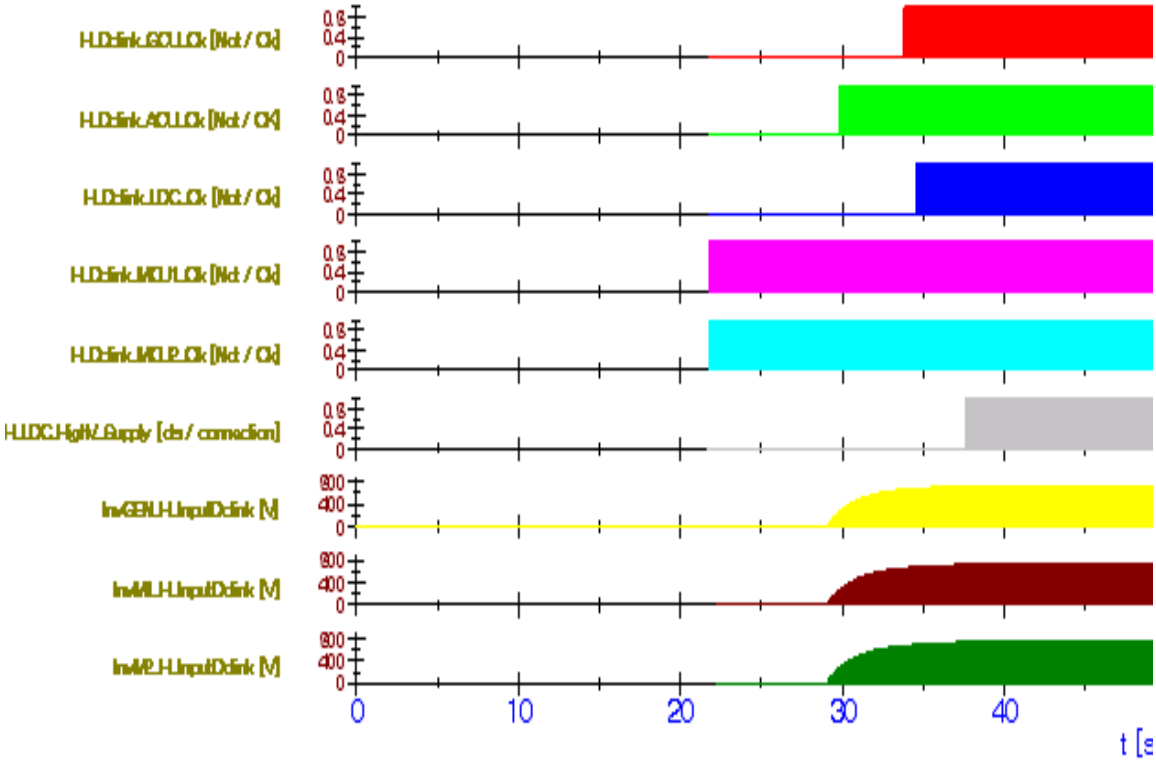


그림 35 DC Link단 충전 제어로직 시뮬레이션 결과

■ VCU - PHEV의 엔진&발전 시스템 제어로직

PHEV 차량에서는 발전기와 엔진이 주행거리 연장을 위해서 적용되고 있다. 발전기의 목적으로 적용할 때 제어 방법은 Torque Control과 Speed Control로 나눈다. Parallel 방식의 제어에서는 Torque Control을 사용하나 본 연구에서는 스피드 컨트롤 방식을 적용하였다. 먼저 엔진의 Speed Control을 하기위하여 제어로직을 구성하였다.

초기 엔진은 VCU의 제어모드 변경을 토대로 엔진을 기동시킨다. 기동시킨 엔진의 속도 및 냉각수 온도를 파악하여 발전기를 결합하여 전력을 생산할지를 결

정한다. 특정 조건 Engine RPM 600rpm(Warm up)이 안정화 되고 냉각수 온도가 10°C를 넘어가면 발전할 준비가 되었다고 판단한다. VCU는 엔진 ECU로 Speed control 명령을 송신하고 수신한 ECU는 엔진제어를 VCU가 요구하는 RPM으로 엔진의 스피드를 가/감속 한다. VCU는 목표 엔진 RPM에 근접하면 발전기제어기인 컨버터로 발전 명령을 전송하여 발전을 시작한다. VCU는 발전기의 전력생산량을 모니터링하여 이상신호 발생시 긴급정지 및 출력감소로직을 적용하여 엔진 및 발전기를 보호한다. 그림 36은 Engine Speed Control 제어로직을 나타낸다.

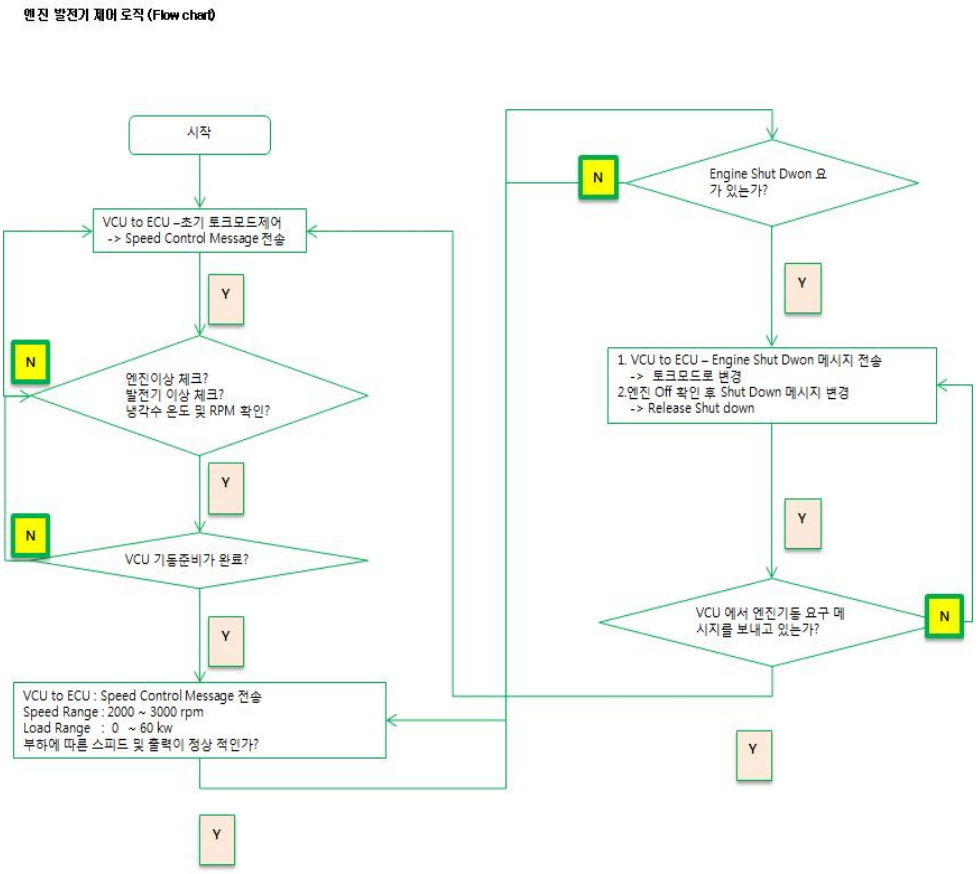


그림 36 엔진&발전기 제어로직

상기 로직을 토대로 HILS 및 CANoe S/W를 연동하여 BMS, Generator, Engine 제어기를 모델링하여 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션 결과 VCU의 Engine Speed Control 지령에 응답하여 Engine ECU는 RPM제어가 오차범위인 ±5% rpm을 유지하였으며, 발전기 파워제어 또한 엔진의 출력범위 안에서 전력을 발생하여 배터리에 전력을 공급하여 SOC가 증가하는 것을 확인하였다. 그리고 차속의 가/감속에 따라 차량 주행에서 요구하는 파워 변화에 VCU는 최적제어를 수행하

였으며, 이를 통해 VCU의 발전기 제어로직이 정상동작 하고 있음을 확인하였다. 그림 37은 VCU의 엔진&발전기 제어 시뮬레이션을 수행한 결과이다.

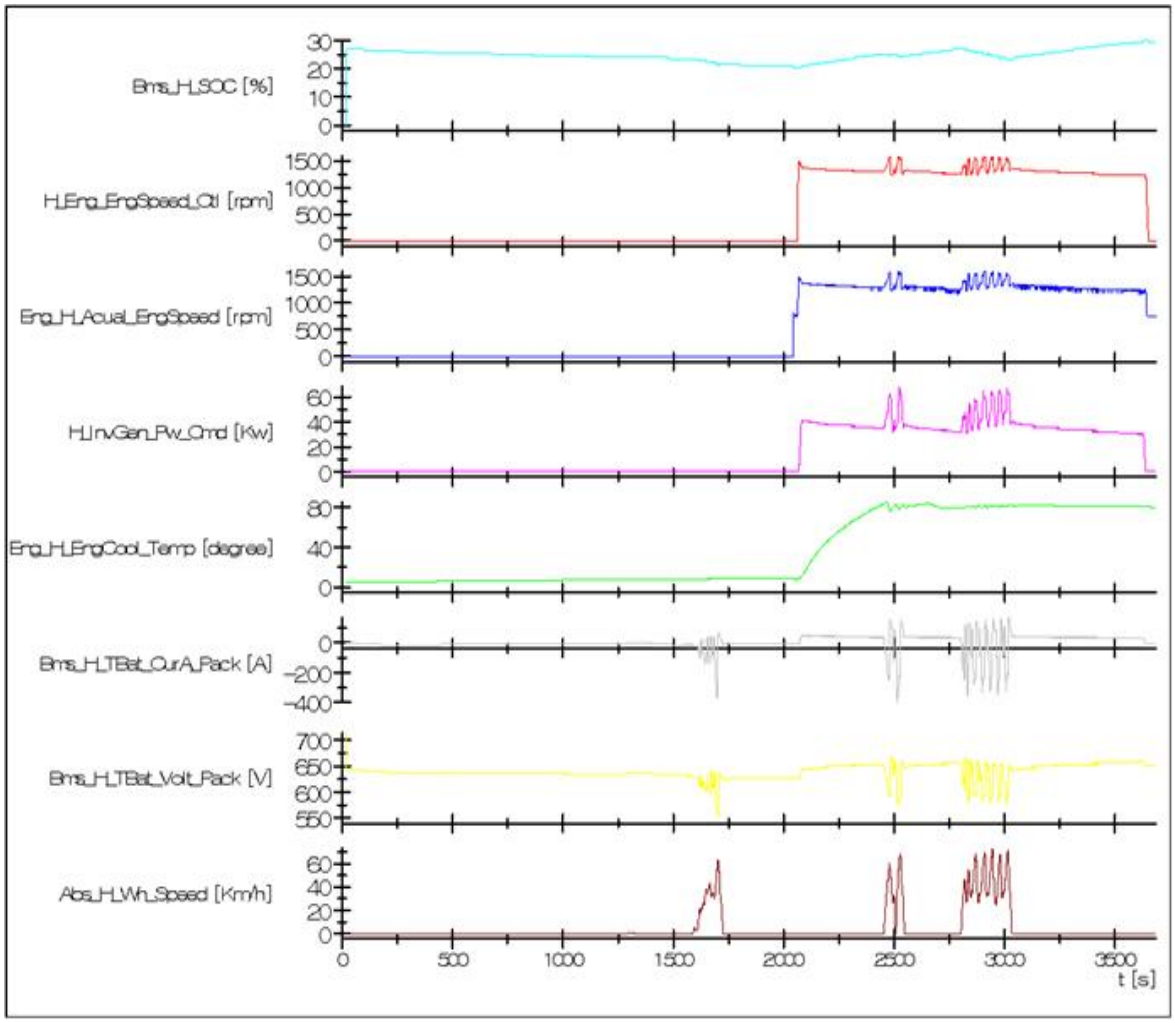


그림 37 VCU 엔진&발전기 제어로직 시뮬레이션 결과

■ VCU - 파워스티어링 및 브레이크 유압펌프 제어로직

EV, PHEV 차량의 파워스티어링 및 브레이크 제어를 위해 보조모터를 장착하고 VCU에서 이를 제어한다. VCU는 보조모터를 이용하여 기존 유압펌프를 구동하고, 제동 유압라인에 일정한 압력을 유지하기 위하여 VCU 제어로직에 퍼지제어를 적용하였다. 입력 파마미터를 선정하고 선정된 파라미터의 값을 퍼지제어로직에 주입하여 최적의 보조모터 구동맵을 도출했다. 그리고 차량이 주행할 때 운전자의 브레이크 패달 값을 지속적으로 모니터링 하여 압력손실에 대한 예측 알고리즘 적용을 통해 보조모터의 동력손실을 최소화 하였다. 또한 차량이 주행 또는 정차 할 때 파워스티어링의 압력이 상이하므로 운전자의 핸들 조작량을 감

지하여 최적의 조향감을 유지할 수있도록 하였다. VCU는 파워스티어링 압력 및 브페이크 압력 제어를 최적화하기 위해서 시뮬레이션을 진행하였다. 그 결과 그림 38과 같이 구동맵을 도출하였으며, 그림 39와 같이 시뮬레이션 결과를 보였다. 시뮬레이션 결과 압력변동에 따라 VCU의 최적해를 찾는 제어로직이 만족스럽게 동작하였으며 이를 통해 보조모터의 동작구간, 스피드, 전력소모량 등을 확인하였다. 본 연구에서 만든 제어로직 및 시뮬레이션 결과를 바탕으로 실 차량에 적용 시 빠른 최적화를 이루어 개발기간을 단축할 수 있을 것으로 보인다.

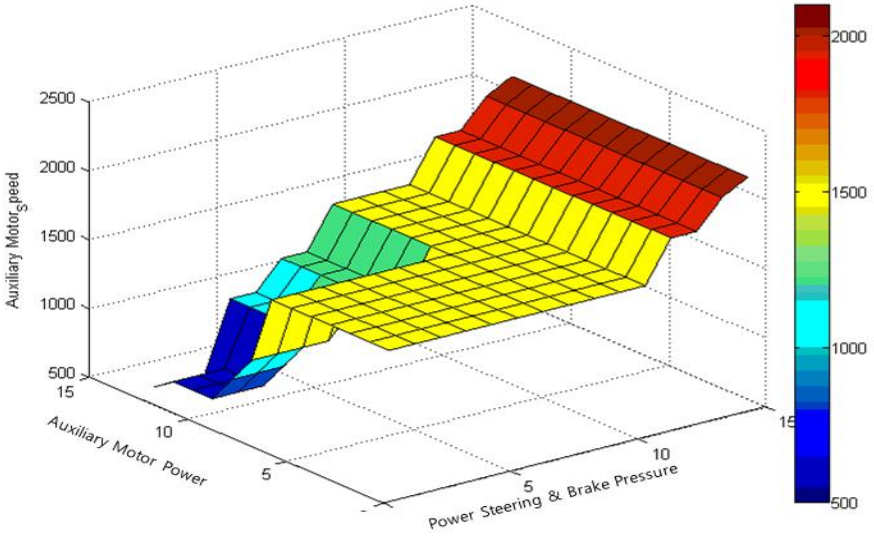


그림 38 파워스티어링 & 브레이크 유압모터 구동 맵

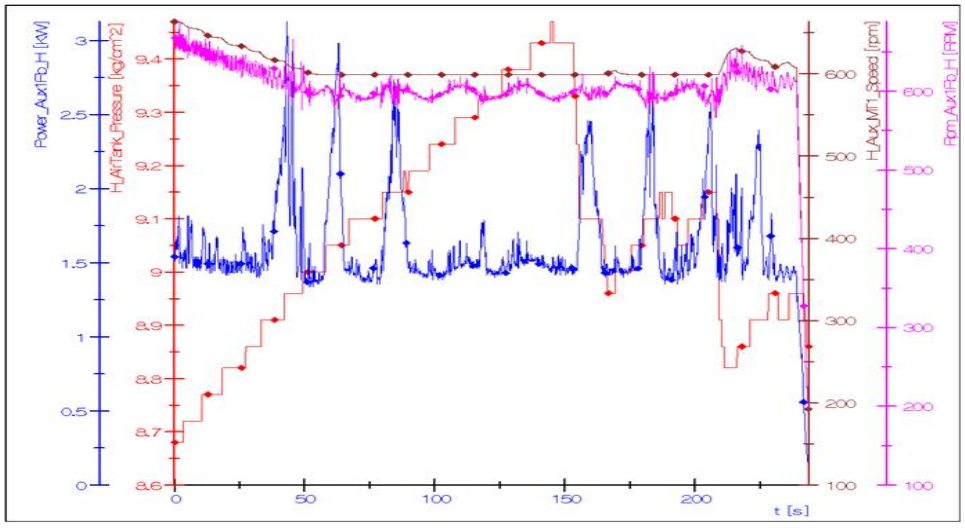


그림 39 파워스티어링 & 브레이크 유압 제어 시뮬레이션 결과

■ VCU - 구동모터&인버터 회생제동 및 구동 제어로직

EV, PHEV 차량이 주행할 때 구동모터의 출력 토크는 운전자의 가/감속 의지에 의해서 결정된다. 즉 운전자의 가속의지는 Accel Pedal 로 감지하며, 감지된 의지를 구동토크로 계산하여 VCU는 인버터로 토크 지령을 송신한다. 수신된 토크지령을 인버터는 벡터제어를 이용하여 구동모터의 토크를 발생시킨다. 최종 출력은 차량의 속도에 따른 구동 견인력을 구하고 구해진 견인력에 Accel Pedal의 각 가속도를 측정하여 가속보정을 실시하며, 고전압 배터리의 공급가능 파워 및 고전압 배터리 팩 내부온도 등을 고려하여 구동모터의 최종 토크출력 명령을 전달한다. 토크 출력 지령에 사용된 VCU의 제어기법은 고전적인 PID 기본 로직에 Scaling Factor 와 가속도에 따른 PID 제어기 이득 가변로직을 최종적으로 적용하였다. 또한 언덕(Hill Hold), 평지(Creepage)등의 주행 조건에 따라 PID 제어기의 스텝응답 특성을 고려하여 VCU에서는 특정 패턴 맵(MAP)화 하여 패턴에 따라 제어기 이득을 자동 조정하는 방식을 적용하였다.

구동모터가 회생할 때 모터의 출력토크는 VCU 통합제어로직에 의해 3가지 출력모드로 구분할 수 있다. 1) 배기브레이크 레버를 이용한 회생제동 출력 토크, 2) 브레이크 페달 답력에 의한 회생제동 출력 토크, 3) 악셀 페달에 의한 회생제동 출력토크 이다. 특히 배기브레이크를 이용한 회생제동 시 일정한 제동력을 확보하기 위하여 차속에 따라 제동감속도를 동일하게 만드는 제어로직을 적용하였다. EV, PHEV차량의 회생제동 알고리즘은 현재 운전자 제동의지 파악을 우선으로 하며 그에 따른 전/후륜의 제동력분배, 제동력 결정, 차량의 유압/공압 제동에 의한 제동력 결정으로 나뉜다. 그리고 운전자의 제동의지를 파악하여 급감속인지를 파악하고 급감속에 따라 ABS 및 ASR 제어기의 작동여부와 차량의 안전성을 고려하여 회생제동 제어 알고리즘을 적용하였으며 급감속이 아닐 경우 일반 제동시는 차량 안정성을 고려하여 회생제동 분배 로직에 따라 VCU의 회생제동 알고리즘을 적용하였다.

차량의 각 회생제동 제어 알고리즘에 따라 구동모터의 목표 제동력이 결정되고, 각 주행모드 및 제어모드에 따라 회생제동 토크를 VCU가 인버터로 지령을 내려 구동모터를 기동시킨다. 또한 급감속 판단은 브레이크 페달의 답력에 따라 조절하였다. 그림 40은 VCU의 구동모터 제어로직을 시뮬레이션 하기 위하여 120kW급(Siemens Traction Motor) VCU 구동 토크맵을 작성한 것이다.

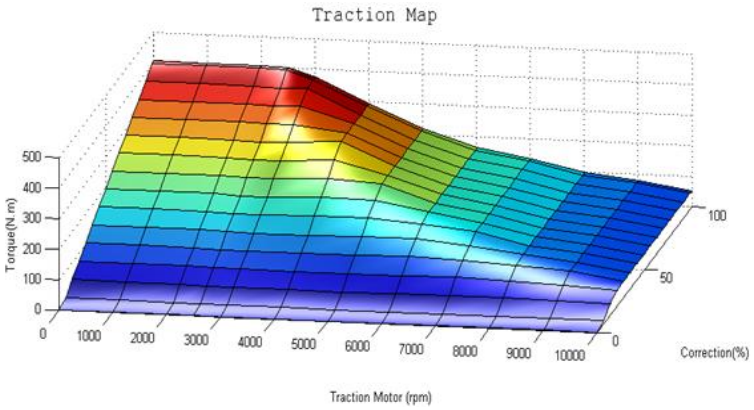
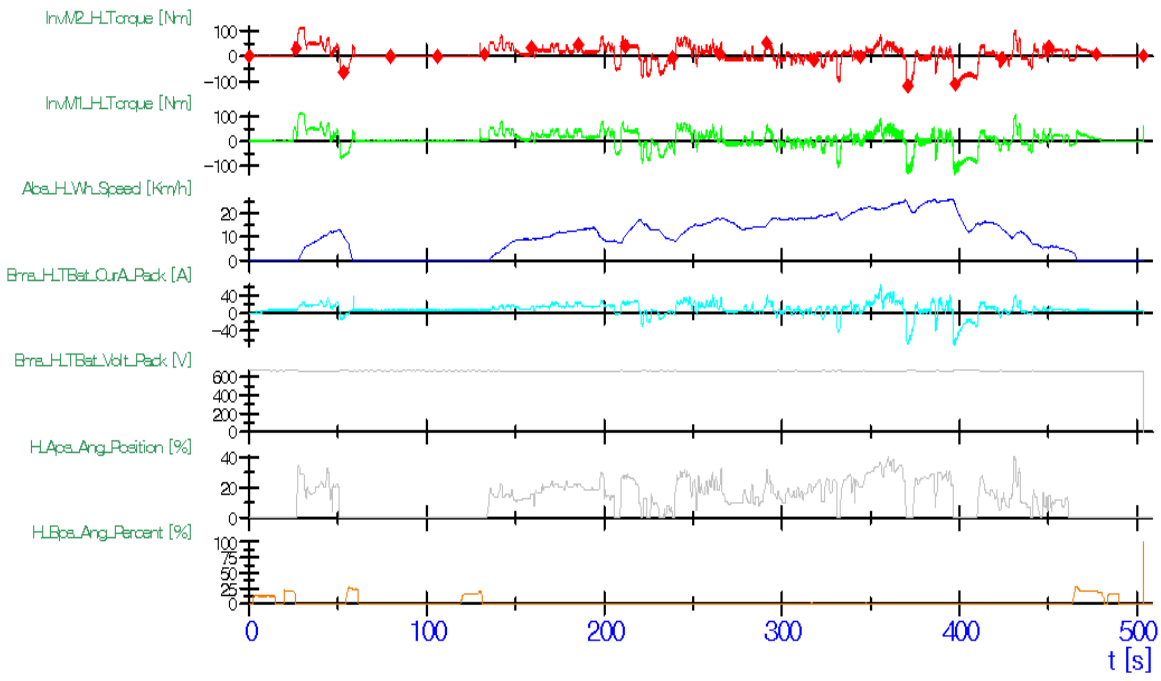


그림 40 VCU 구동 토크 맵

그림 41은 시뮬레이터에 차량의 특정 주행 프로파일을 주입하여 구동모터의 구동로직 및 회생제동 로직을 시뮬레이션 결과이다. VCU의 요구토크에 따른 구동모터 인버터의 토크제어 응답성이 뛰어났으며, 회생제동 부분의 토크 추종성 역시 VCU의 제동파워 제어로직 및 배터리 상관관계에 따른 회생제동량 분배 제어로직이 원활하게 동작하였다. 또한 시뮬레이션 결과를 보듯이 차속의 증가에 따른 고전압배터리의 전류 및 전압 그리고 SOC(State of charge)상태변화 또한 최적화 주행제어로 VCU 제어기가 동작하는지를 확인하였다.



그

그림 41 구동모터의 구동 및 회생제동 로직 시뮬레이션 결과

■ WHVC 주행모드를 이용한 시뮬레이션

EV, PHEV의 성능 평가를 위해 시스템의 최적 성능을 구현할 수 있는 시뮬레이터를 하였다. 일반적으로 Forward type 시뮬레이터의 경우 최적의 주행전략이 필요하지만 최적 시스템의 선정 과정에서는 이러한 전략과는 무관하게 Optimal control 기반의 Backward type의 성능 최적 시뮬레이터를 구현하여 최적 시스템을 선정할 수 있다. 그리고 최적 성능을 구현하는 시뮬레이터를 바탕으로 시스템의 구조, 각 동력원의 용량 매칭, 모드변환 맵, 변속 맵, 차량 주요 구성 요소들의 영향도 등을 평가해야하며, 이를 바탕으로 VCU의 각 제어로직 별 중요 파라미터 및 설계 인자를 도출해야 한다.

VCU의 최종 성능은 실차기반으로 수행되어야함이 원칙이다. 그러나 개발단계에서의 제어기술개발 및 성능예측을 위해 최근 많은 개발기업들이 고도의 차량시뮬레이션 기술(SILS/HILS)을 이용한 개발기법을 활용하고 있다. 또한 관리기관에서도 이런 차량시뮬레이션 기술과 접목된 성능평가방법을 도입하기 위해 국내외 기술을 주시하고 있는 현황이다. 본 연구에서는 기 확보된 다양한 주행모드 중 화물차 및 대형 하이브리드 차량의 배출가스측정과 연비 시험 방법인 WHVC(World harmonized Vehicle Cycle)를 사용하였으며, 간략히 설명하면 WHVC 주행모드는 전 세계 주요국가의 도로특성이 반영된 시험모드로서 세부적인 구간은 urban(시내구간), uural(국도구간) 및 motorway(고속도로 구간)로 구분되며, 각각의 평균속도는 20.5km/h, 32.0km/h 및 68.5km/h 이며 전체평균 속도는 40.1km/h의 특성을 가진다. 본 연구의 시뮬레이션에서는 상기 WHVC 주행모드와 주행데이터 DB를 활용하여 보다 현실성 있는 차량 주행시뮬레이션을 수행하여 VCU의 성능평가를 실시하였다. 그림 42는 WHVC모드의 주행 사이클을 나타낸다.

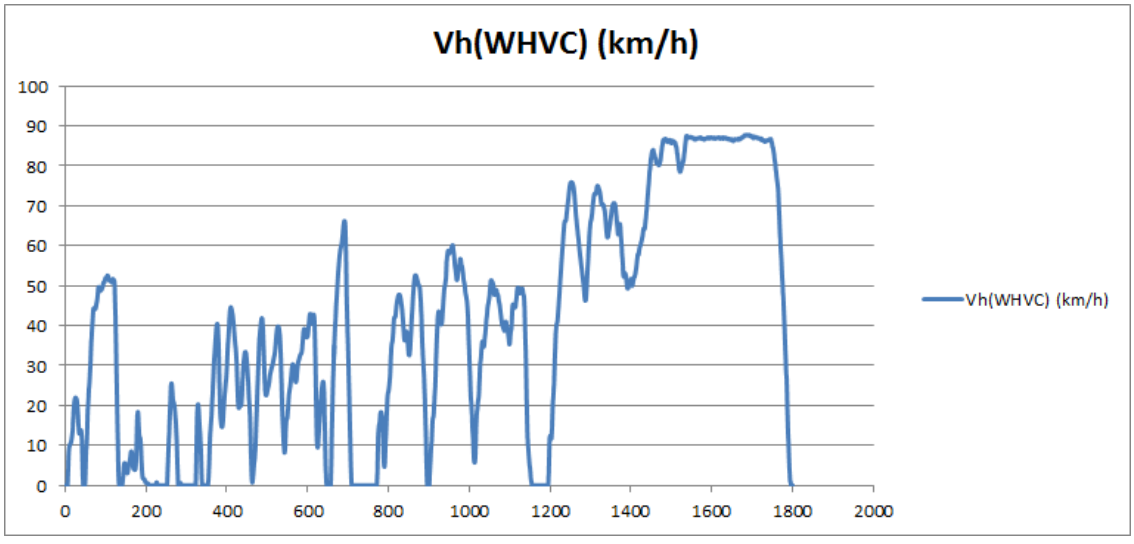


그림 42 WHVC(world harmonized vehicle cycle) driving mode

VCU의 통합제어로직 시뮬레이션에 앞서 중요 인자들의 파라미터를 설정하였다. 파라미터 설정은 크게 6가지로 나눈다. 1) 고전압배터리의 SOC(state of charge)를 90%로 셋팅한다. 2) 차량을 가/감속을 담당하는 악셀페달의 값은 기 확보된 WHVC모드의 값과 속도에 따른 악셀페달의 각 가속도를 인자에 삽입하였다. 3) 고전압 배터리의 SOC 소모량 조절은 차속에 따른 구동모터의 전력소모량과 주행에 필요한 기타 부하장치의 전력소모량을 합하여 SOC의 기본 계산인 전류적산을 통해 이를 구현하였다. 4) 차량의 가/감속에 따른 구동 및 회생토크 지령은 WHVC모드의 악셀페달 값을 이용하여 각 가속도에 따라 시뮬레이터의 브레이크페달 및 악셀페달이 자동으로 구동되게 하였다. 5) 고전압 배터리의 전압변동은 SOC, 배터리 Cell의 OCV(Open Circuit Voltage)데이터, 고전압 배터리팩 온도 등을 종합적으로 고려하여 최종 고전압 배터리의 전압을 도출한다. 단, 고전압 배터리팩의 온도는 주행환경 및 주행조건에 따라 상이하므로 본 연구에서는 배터리의 온도 조건은 상온 30~38°C의 조건으로 하였으며, 설정된 온도는 배터리 방전전류 및 전압에 따라 변경되게 파라미터를 설정하였다. 6) 구동모터의 내부 코일온도는 초기에는 구동모터의 파워에 따른 코일의 동/특성 데이터를 시뮬레이터에 주입하였으며, 모터 코일이 포화온도에 근접하고 난 후부터는 구동모터의 효율맵을 변경하여 실차와 유사한 최적화 시험 조건을 만들었다. 그림 43은 WHVC 주행모드를 2Cycle 진행한 결과를 나타낸다.

상기 파라미터의 설정을 토대로 시뮬레이터를 이용하여 시뮬레이션 진행한 결과 악셀페달 및 브레이크 페달에 따른 구동모터 응답성이 뛰어났으며, 고전압 배터리 SOC/전류/전압 관리가 원활하게 되었고, 또한 구동모터의 구동 및 회생제동에 따른 전력량과 발생된 전력이 SOC 제어전략에 미치는 상관관계를 확인할 수 있었다.

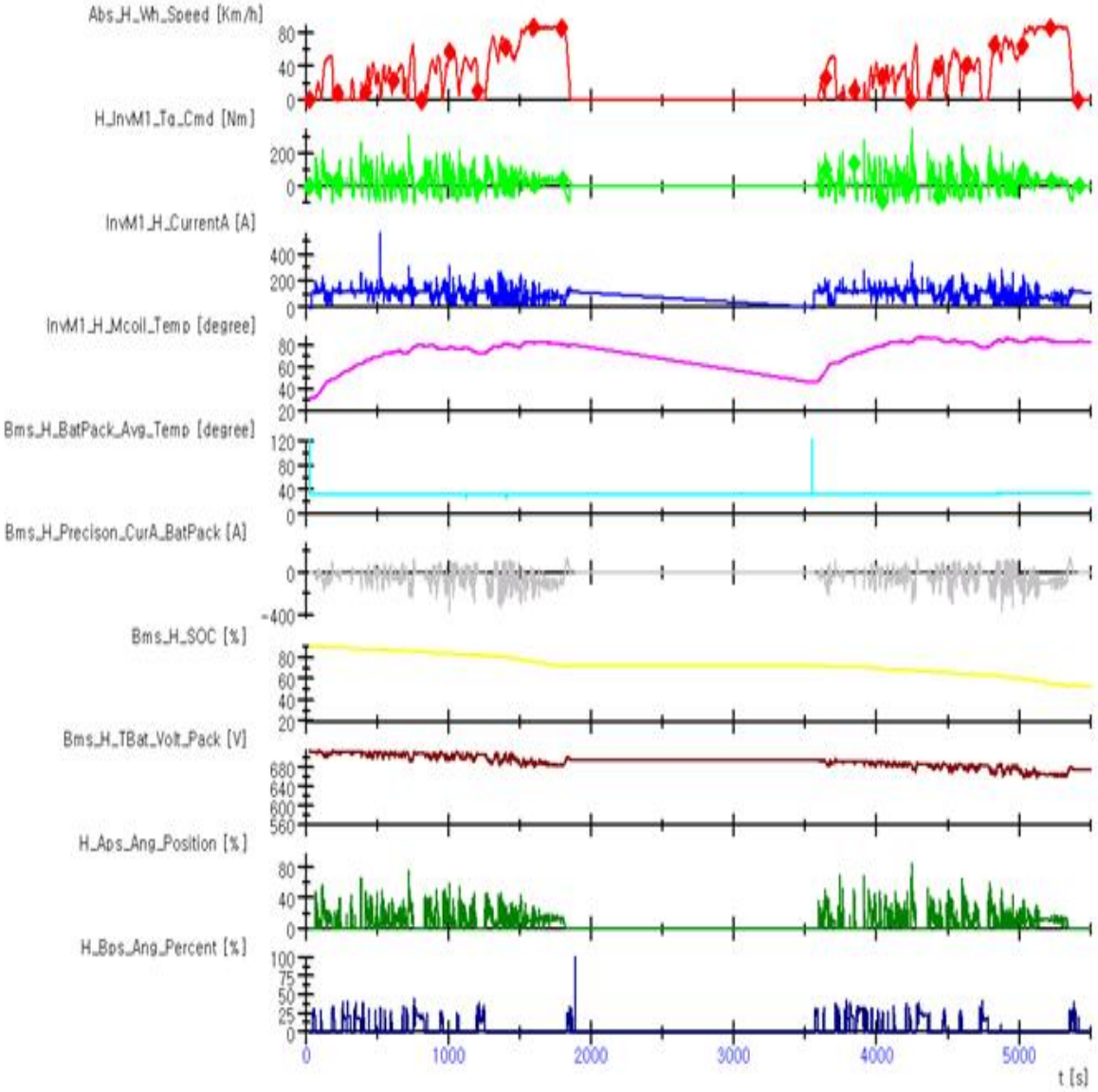


그림 43 VCU 통합제어로직 시뮬레이션 결과

3. 결론 및 향후계획

본 연구는 UOU LINC 융합기술개발사업의 “EV/PHEV용 VCU 개발에 관한 연구” 과제를 통해 기술개발을 진행하였다. 현재 중소형 및 대형 차량의 EV/PHEV/HEV 기술이 국내에는 아직 개발단계이고 특히 대형차량의 시스템구성, 통합제어기술, 등이 과도기 단계로, 여러 가지 난관이 많고 쉽지 않은 여건 하에서도 성공적으로 본 연구를 수행하였다. 그리고 EV/PHEV 차량 시스템 및 통합제어기술을 실차가 아닌 HILS(Hardware in the loop system) 기반으로 결과 도출을 통해 차량의 제어로직을 정립하였으며 정립된 로직을 통해 차량의 동력성능을 예측하고, 그 결과 분석을 통해 EV/PHEV용 VCU의 제어로직을 확보하였다. 또한 결과분석을 통하여 EV/PHEV용 VCU 연구결과로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 본 연구에서 시뮬레이터를 이용하여 EV/PHEV차량의 시스템 구성 및 입/출력 신호를 모사하여 실차 기반이 아닌 시뮬레이션 기반의 시스템을 구축할 수 있었다.

2) EV/PHEV차량의 시스템 스타트 시퀀스, 회생제동, 구동모터&인버터, 파워스티어링 제어로직, 주행 시 SOC 관리전략 등의 제어기 모델링 작업을 수행하였으며, HILS시스템에 제어기 모델을 적용하여 통합제어로직 최적해 도출 및 시뮬레이션 기술을 확보 할 수 있었다.

3) 본 연구에서 VCU 하드웨어는 자동차부품연구원을 통해 성능시험을 진행하였으며, 평가규격 및 인증은 HMC의 EMI/EMC 기준인 ES96200으로 평가를 진행하였으며, 그 결과 HMC의 전자파 평가규격을 만족하였다.

4) 본 연구의 결과물인 VCU 제어기의 하드웨어 및 통합제어로직은 EV/PHEV 실차에 적용하기에는 다소 미흡하다고 판단되나, EV/PHEV 시뮬레이션 기술 고도화 및 통합제어로직 최적화를 수행하면 실제 차량에서도 적용 가능할 것으로 판단된다.

향 후 HILS 시뮬레이터를 이용하여 EV/PHEV 모드에서 다양한 환경조건이나 특수상황에서 VCU의 로직이 무리 없이 작동하여 올바른 제어를 수행하는지 추가적인 검증을 수행할 예정이다. 또한 본 연구에서의 결과물을 바탕으로 추후 실제 EV/PHEV 차량 개발과정에 적용하여 통합제어로직 성능검증 및 평가를 진행할 것이다.

참 고 문 헌

1) “그린카 시장의 실태와 전망”, 데이코산업연구소, 2009.

2) 김영일, 조일영, 정주윤, “하이브리드 전기자동차”, 미전사이언스, 2015.

3) “친환경 전기자동차 시장의 실태와 전망‘, BIR RESEARCH GROUP, pp.51~53, 2009.

4) “글로벌 전기자동차 개발경쟁 1,2 세트”, A&D컨설턴트, 2009.

5) 손영옥, ‘국내 전기자동차의 필요성과 기술 개발 현황“, 대한전자공학회 전자공학회지 제 42권 9호 pp.29-37, 2015.

6) “지능형 자동차 기술 시장 현황과 개발동향”, BIR RESEARCH GROUP, pp.239-241, 2011.

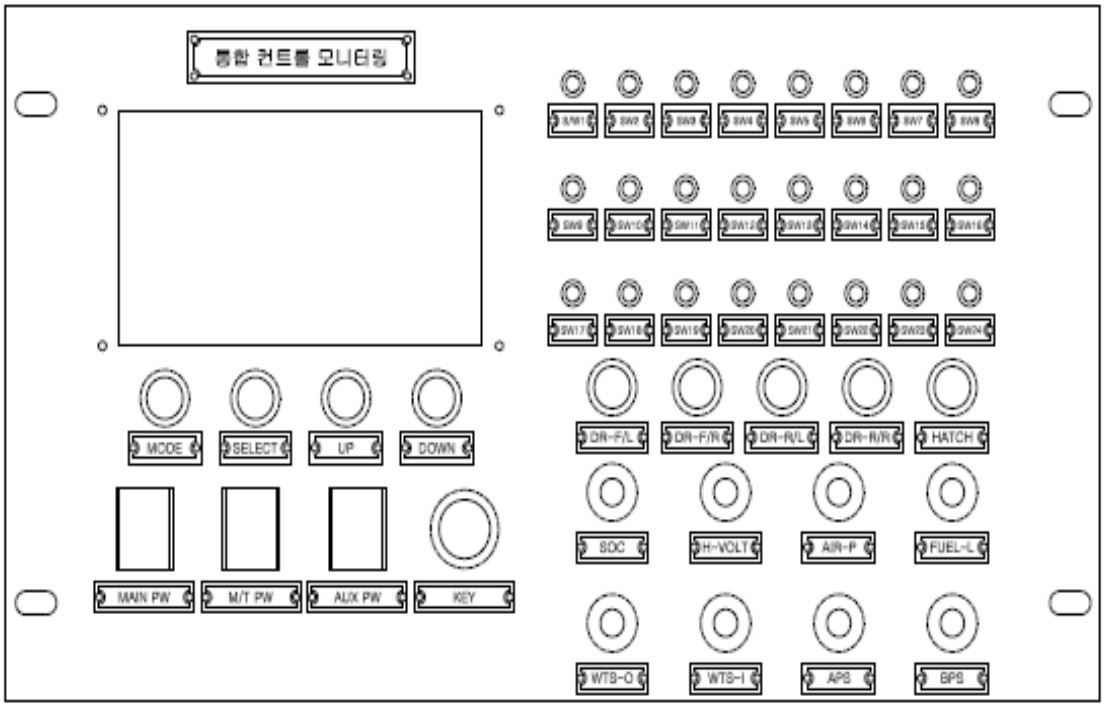
7) Lee Baek-Haeng, Shin Dong-Hyun, Song Hyun-Sik, Heo Hoon, Kim Hee-Jun, “Development of an advanced hybrid energy storage system for hybrid electric vehicles”, Journal of power electronics vol.9 no.1 pp.51-60, 2009.

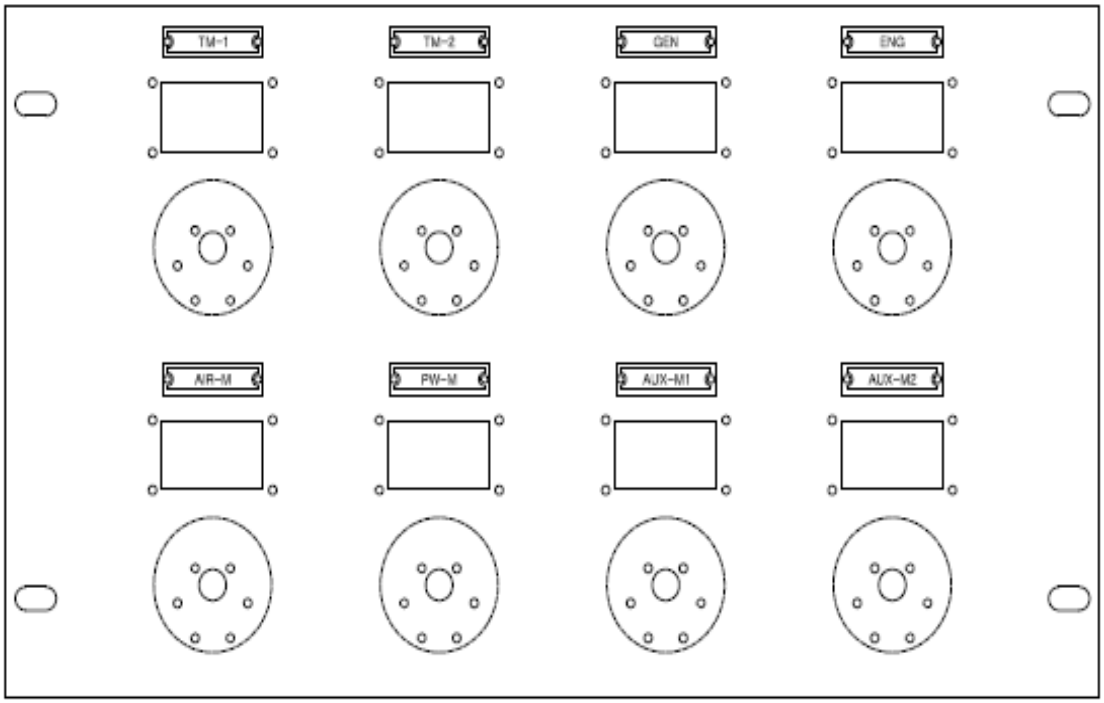
8) “글로벌 전기자동차, 하이브리드차 개발동향과 시장전망”, 데이코산업연구소, 2010.

9) “5대 미래 선도산업 기술개발 동향과 참여업체 현황”, BIR RESEARCH GROUP, 2011.

부 록

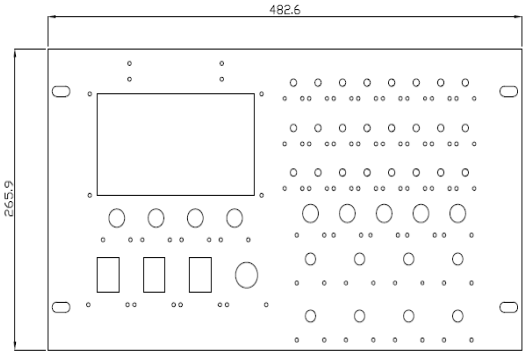
[부록] 시뮬레이터(HILS) 도면





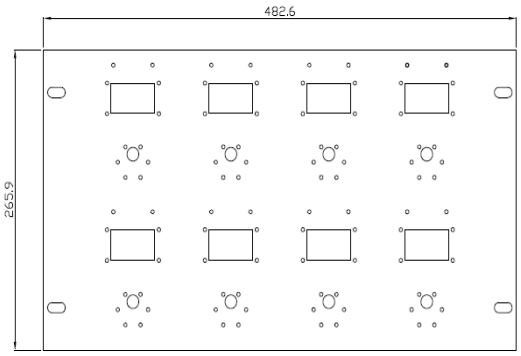
Front Panel (레이저 커팅)

	품 명	수량	단위	비고
1	Front Panel 3T	1	EA	SS400



Front Panel (레이저 커팅)

	품 명	수량	단위	비고
1	Front Panel 3T	1	EA	SS400

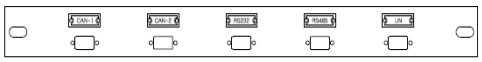


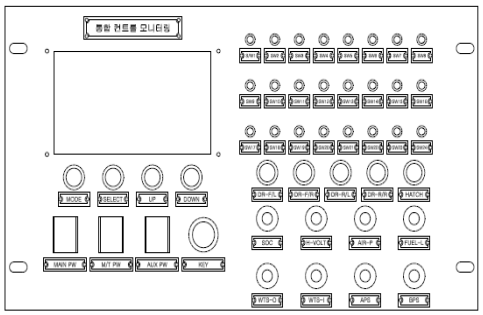
Front Panel (레이저 커팅)

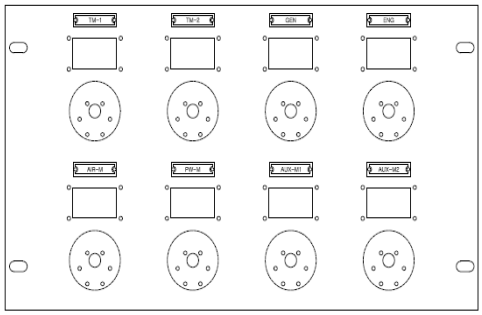
	품 명	수량	단위	비고
1	Front Panel 3T	1	EA	SS400

Front Panel (명판)

	품 명	수량	단위	비고
1	명판	1	SET	AL







Study on VCU Development for EV/PHEV

Sangmin Lee

Majored in e-Vehicle Technology
University of Ulsan

Abstract

The Kyoto Protocol, which was adopted in the third conference of parties in 1997 to fulfill the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) from the Conference on Environment and Development (UNCED) in Rio de Janeiro in 1992, delineated the reduction targets of greenhouse gas emissions, showing the increasing weight of environmental issues. It is further anticipated that environment regulations would cause a rapid increase in demand for low emission vehicles, eventually leading to a transition in overland transport and calling for the era of electric vehicle followed by gasoline and diesel.

This study is on the development of optimizing integrated controller of EV/PHEV systems through VCU development and aims to contribute to the take-off of the domestic engine industry by reinforcing its competitive edge as the technology would enable the alternation of EV/PHEV system composition. The main objective of this study is to acquire the VCU HILS based performance/control technology and VCU hardware production technology in which the existing performance evaluation infrastructure can be continuously utilized with simulation technology and advanced integrated control technology considering the entire vehicle system. We would like to optimize the integrated controller and control algorithm to maximize fuel efficiency and emission reduction. We expect to apply the technology to EV/PHEV through the circuit design of VCU integrated controller and the common application design of simulator production technology without any change in system layout, thereby leading to a rise in employment though platform variations such as bus/truck/sedan and enhanced responsiveness to new home and export markets. Furthermore, with a rapid growth of EV/PHEV in domestic and international green car markets until 2020, the related VCU integrated control technology would expectedly be in much demand.