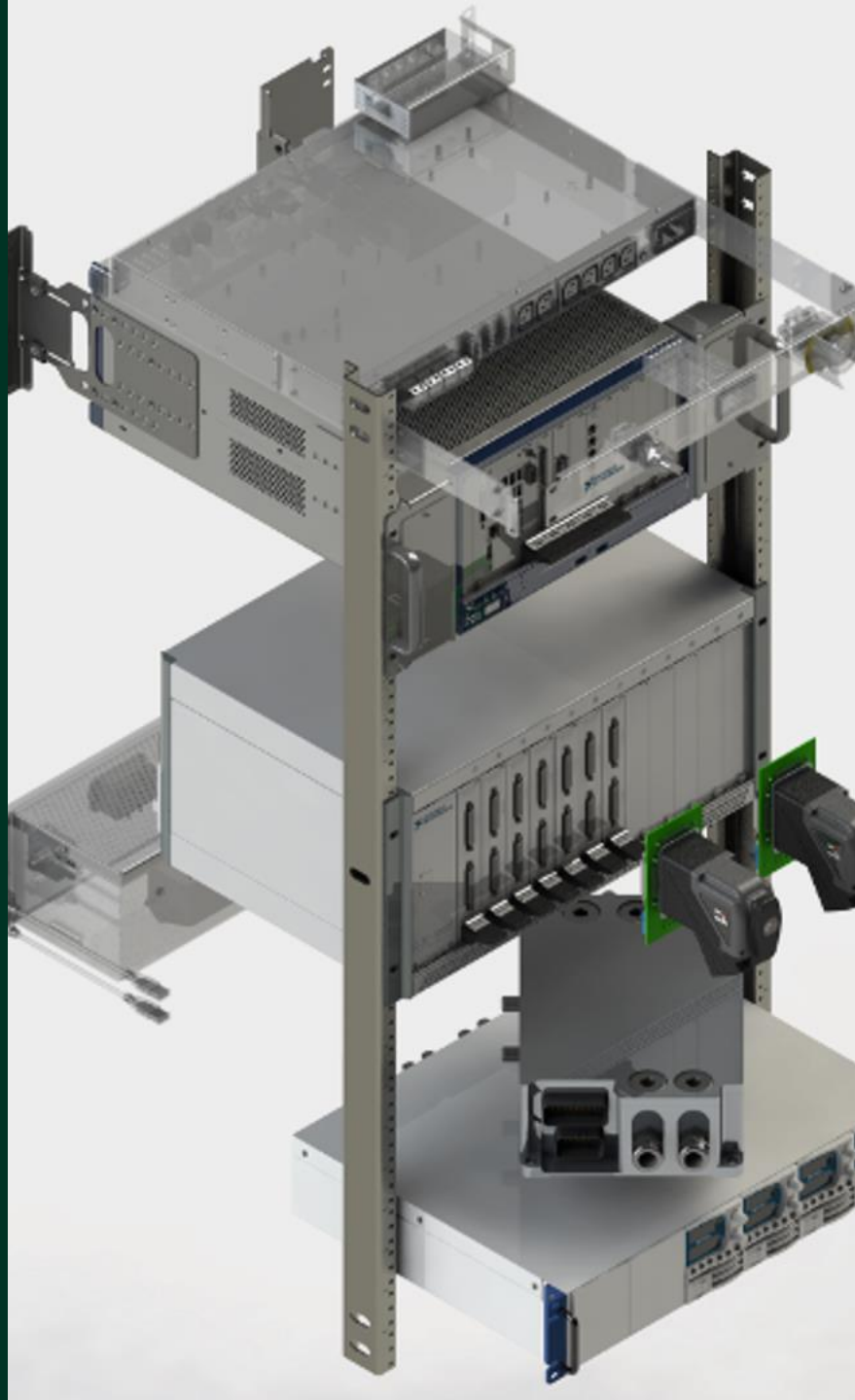


**A practical HIL
implementation
strategy for
automotive and
off-highway ECU
validation based
on the NI platform**

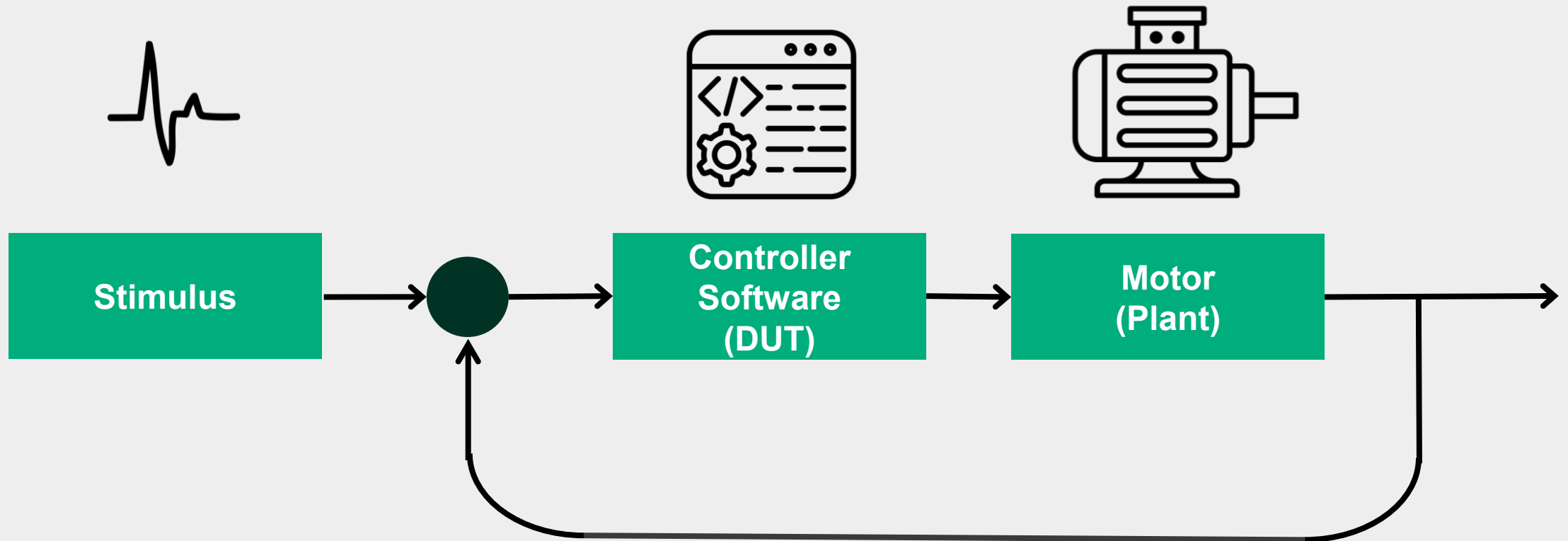


Emerson-NI T&M
Transportation BU

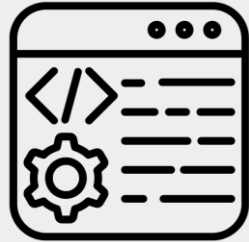
Namgyu Kim
Sr. Solutions Engineer
namgyu.kim@emerson.com



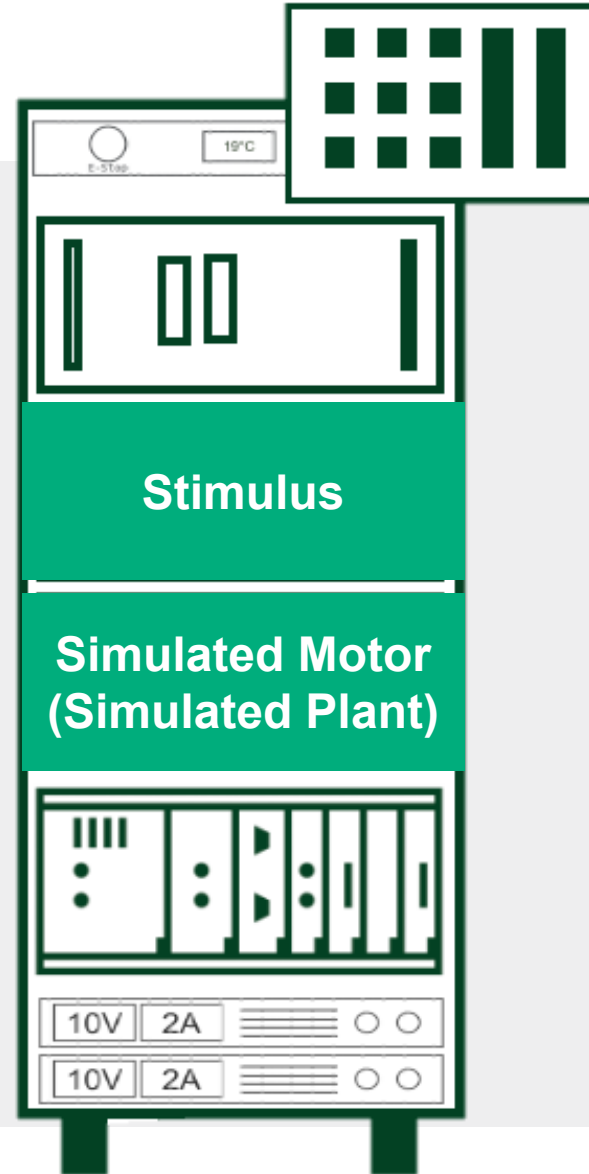
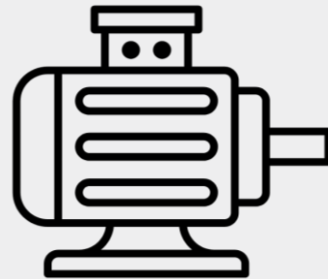
What is HIL?



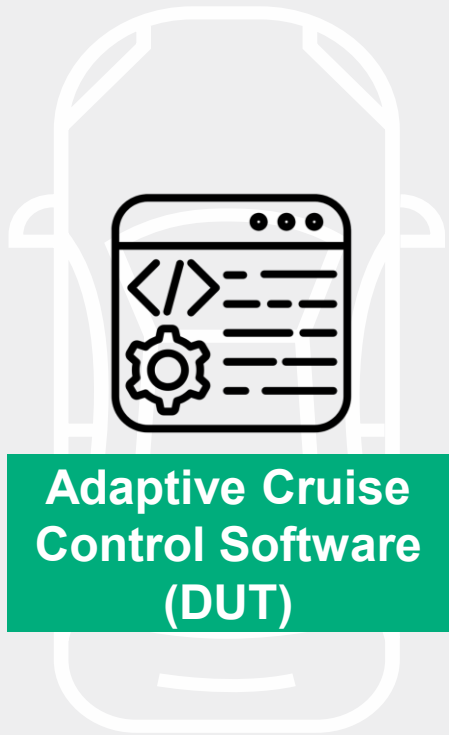
What is HIL?



**Controller
Software
(DUT)**

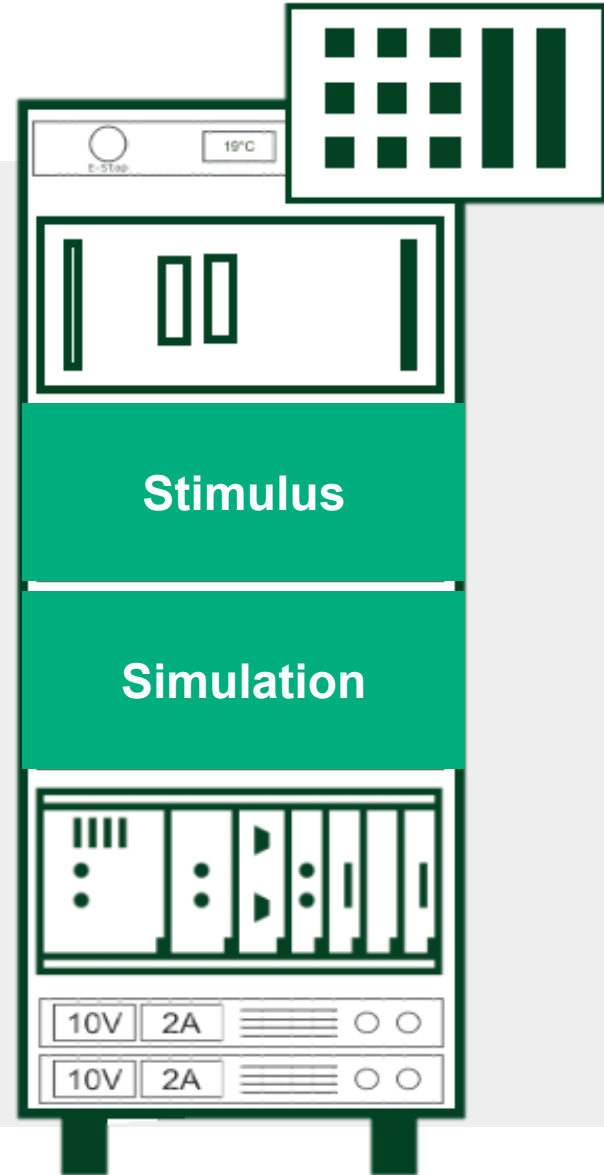


What is HIL?



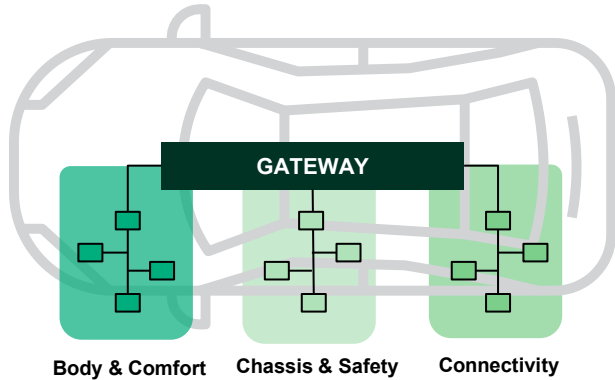
Adaptive Cruise Control Software (DUT)

- Radar
- Cameras
- Wheel Speed
- Steering Angle
- Throttle/Brake Position
- Motor Emulation



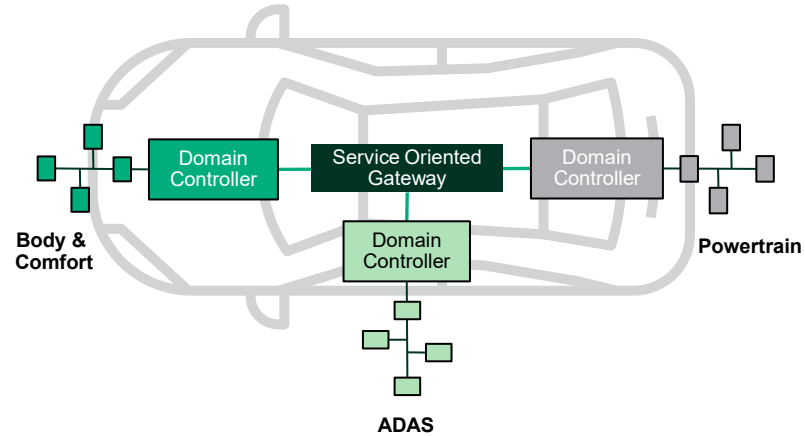
- Motor Simulation
- Vehicle Dynamics
- Environment Simulation

E/E Architecture Transformation



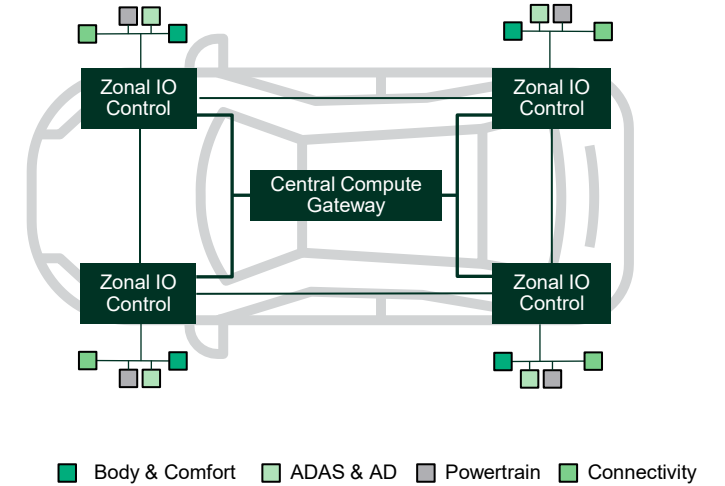
Traditional E/E Architecture

Segmented Interfaces
High Interface Standardization



Domain-Centralized E/E Architecture

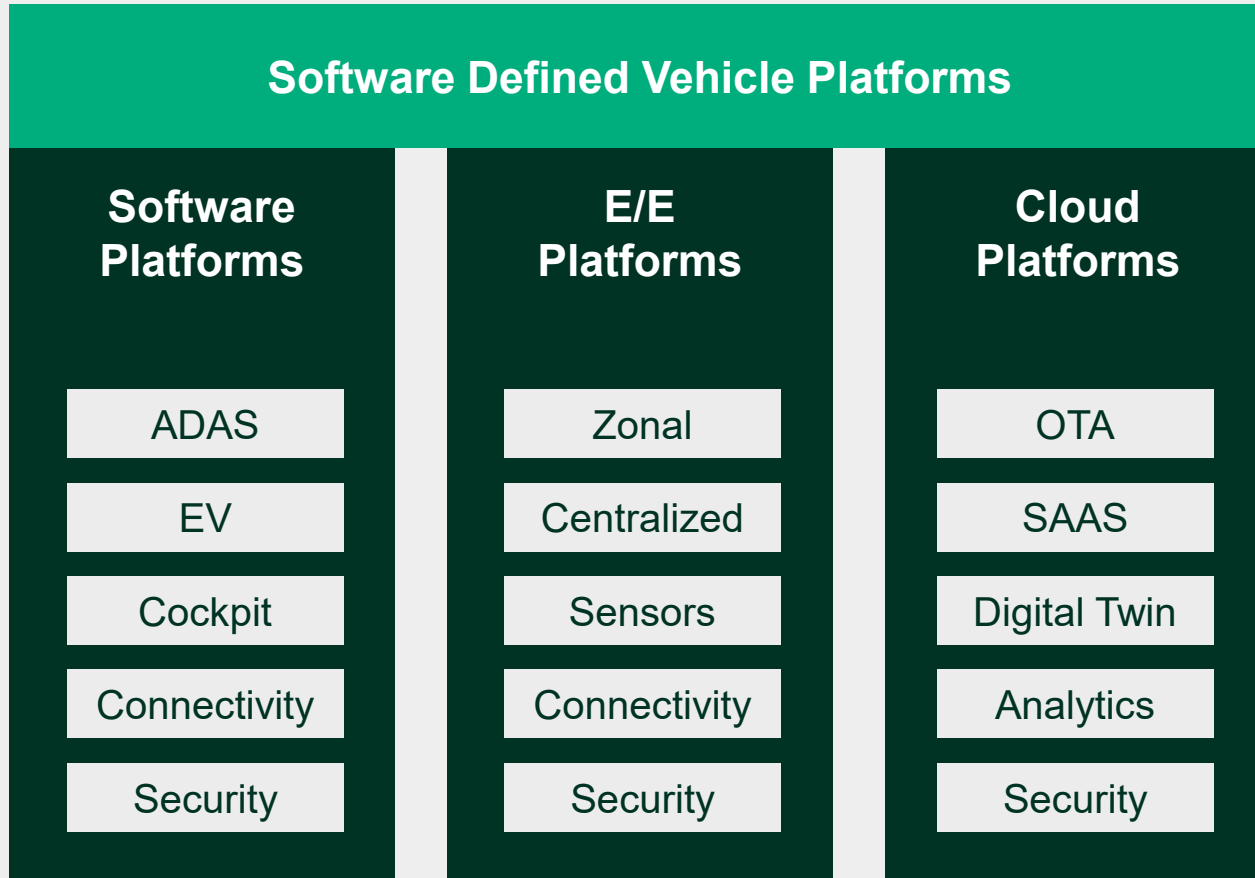
Segmented Interfaces
ADAS and IVI Interface Fragmentation



Zonal/Central E/E Architecture

Converged Interfaces
All ECU Interface Fragmentation

The Drive towards Software Defined Vehicle (SDV) Platforms



Industry Challenges

- Race to capitalize on billions of \$\$ of unrealized potential
- Paradigm shift requiring innovation and disruption of traditional technologies
- Mounting time to market pressure
- Constrained resources
- Increasing safety, security regulatory pressure

How SDV Validation is Evolving

Software Defined Highly Automated Test Platforms

Software Enable Efficient Workflows

Software Platforms

ADAS Simulations

CICD

Virtualization

Connectivity

Security

Hardware Platforms

Flexible

Software Defined

FIU

Connectivity

Security

Cloud Platforms

Linux

SAAS

Digital Twin

vECU

Security

Key Principals

- Aligned to customer platforms we need to build test capability around the same three pillars.
- Unified software & hardware platforms, reduces silos and maximises leverage.
- Customer workflows are increasingly being depended upon to drive high autonomy, utilisation and operation efficiency.

Typical Challenges include...



Cost and Resource Management



Manage Many Suppliers



Distributed Sites Across The World



Handling Big Data and Data Processing



Increased Volume



Deploy Current Testers to New Sites



Meet Technical Specifications & Safety Certifications



Faster and more efficient HIL testing



Deal With Obsolescence



Fit Current Floor Space



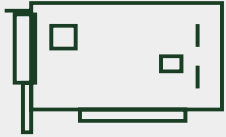
Reusability of the investment (systems & IP)



Global and Standardized Supply Solution

The NI HIL Advantage

Hardware



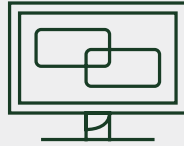
I/O BREADTH

A broad range of I/O ensures you can meet the test requirements of advancing technology, including MIO, CAN, LIN, Automotive Ethernet, RF, etc.

PXI

SLSC

Software



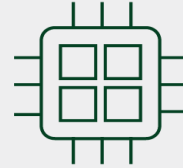
MODEL INTEGRATION

Execute power electronics, motor, and vehicle dynamics models across desktop, real-time, and FPGA compute paradigms in a single platform

VeriStand

MathWorks Collaboration

Technology



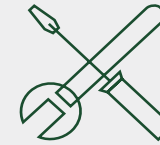
ADVANCED COMPUTING

Test with higher fidelity through high-speed deterministic execution of parameterized and configurable models in I/O connected FPGAs

LV FPGA

OPAL-RT Partnership

Operations



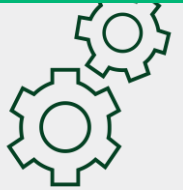
CUSTOMIZABILITY

A customizable, open platform lets you adapt to changing requirements and lowers the risk of purchasing a system

Modular I/O

Flexible Software

Integration



INTEGRATION

Integration with standards like ASAM XIL, FMI/FMU, OSI and 3rd party systems helps you adapt to changing requirements and lowers the investment risk

Standards

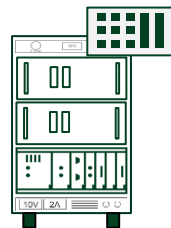
Open Ecosystem

Scale Across DUTs and Test Systems

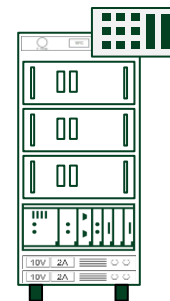
Configurable | Scalable | Customizable | Hardware & Software



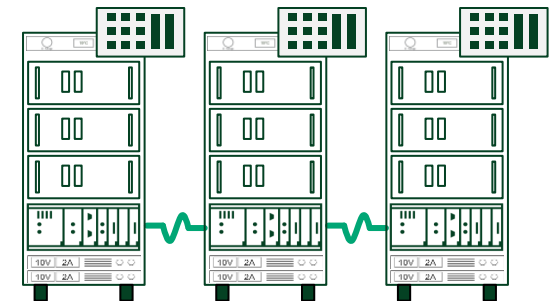
Desktop HIL



Component HIL



Sub-System HIL



System Integration HIL

HIL System HW Architecture

EMBEDDED
CONTROLLER



I/O

CHASSIS

PXI

Instrumentation:

- Data Acquisition
- FPGA-based IO
- Counter/Timer
- Automotive networks (CAN, LIN, FlexRay, Automotive Ethernet)
- High-Speed DIO
- Power Supply
- ADAS Cameras (GMSL, FPD)l)
- RF, Radar, V2X, Navigation (GNSS)
- Digital I/O
- Programmable Resistor
- Fault Insertion
- Multi-Computing Modules
- Signal-conditioned Measurement
- Synchronization



I/O

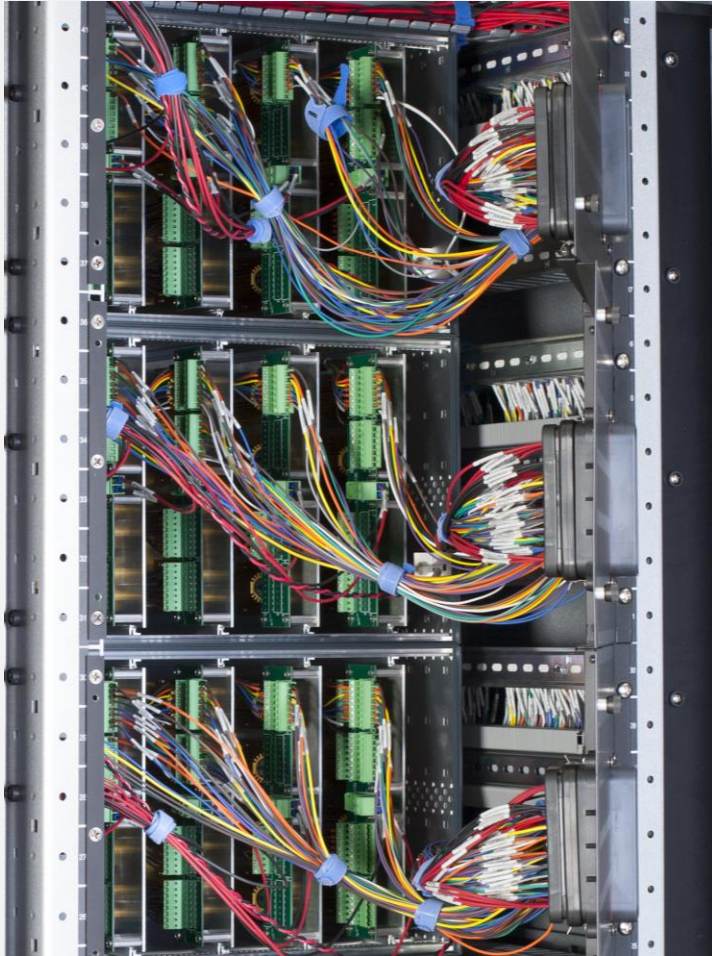
CHASSIS

SLSC

Helps our customers to handle **switch, load, and signal conditioning** (SLSC) modules targeted at embedded software, hardware, and system test.

- Enables larger switches for fault insertion
- Handles small to medium loads on a simple circuit card
- Adds custom signal conditioning
- Reduces signal routing complexity

Benefits of Standardized COTS HW Architecture

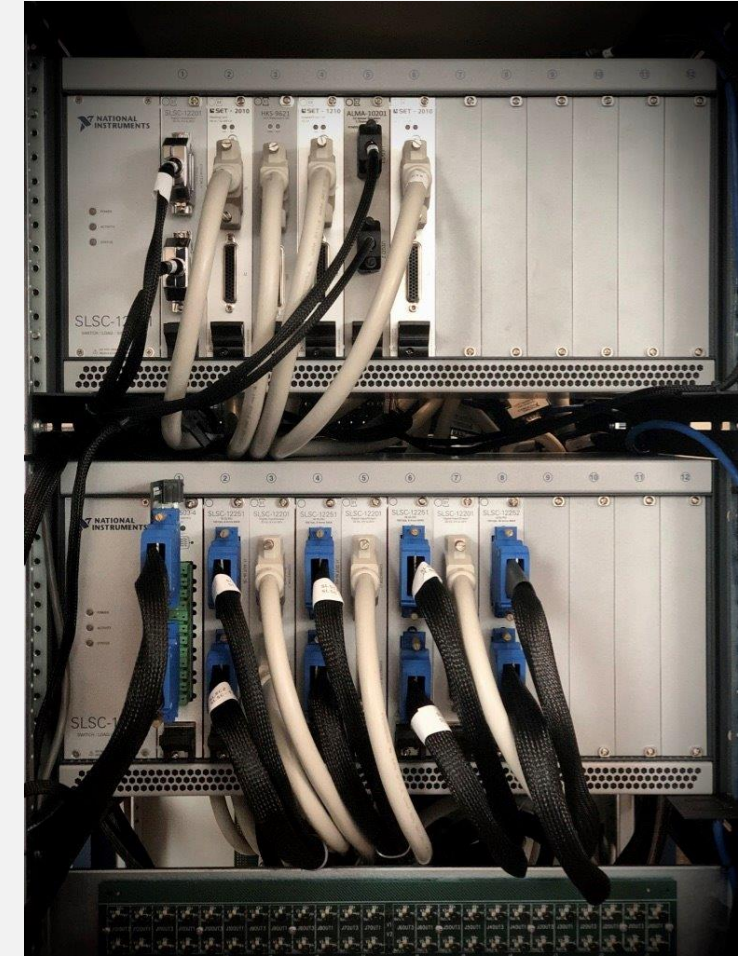


Other Suppliers' Point-to-Point Wiring

- High wire counts (100s-1000s)
- Long time to wire and test (1000s of hours)
- Complex maintenance
- Low scalability and reusability
- Labor intense feature additions

Our Cabling System

- Low cable counts (10s-100s)
- Short time to cable and test (100s of hours)
- Simple maintenance
- Modular and reusable
- Quick feature additions



NI HIL Software



NI's primary HIL tool and core for the HIL platform
Ready to Run Software for HIL
Quickly Configure Systems

Model Integration
Customizability
Test Automation



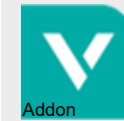
Model Generation¹ Addon

- MATLAB/SimuLink Model Generation support to create VeriStand compatible models
- Deployable to Windows Desktop and NI Linux Real-Time target platforms



HDL Coder¹ Addon

- HDL Coder™ package support for NI FPGA targets
- Map model algorithm I/O to FPGA onboard interfaces
- Generate HDL code, LabVIEW FPGA project artifacts and bitfile



VCOM Addon

- NI's Vehicle Communication Toolkit provides automotive customers with:
- RestBUS simulation
 - Diagnostics & Calibration
 - CRC, Counters & Database Viewer
 - For CAN, LIN, FlexRay & Automotive Ethernet



vECU Addon

- Revolutionizing Software Validation:
- Unlocking the Power of SDV Platforms and Next-Gen Electrical Architectures
 - Empowers customers to seamlessly integrate FMI compliant Lv2/3 vECUs into the VeriStand SIL/HIL environment



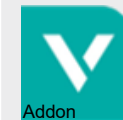
Power Electronics Addon

- Import and deploy power electronics models and deploy to NI's FPGA hardware platform
- Providing no HDL deployment and reduced compilation times
- Applicable for signal and power level test scenarios



ADAS Addon

- Providing industry leading real and synthetic data replay and HIL capability for ADAS data streams:
- Flexible plugin-based camera injection solution leveraging NI's leading FPGA GMSL/FPD Link products
 - Fully synchronised



GNSS Addon

- Enabling plug and play connection of industry leading Spirent GNSS simulation capability
- GNSS and IMU data injection and emulation
- Realtime or pre-defined trajectories

¹ For MATLAB® and SimuLink® by The MathWorks



e4ds1!


NI HIL Systems

ni.com

HIL Specialty Partners + NI Services and Support

- System Integration
- Load Board Development
- Custom Signal Conditioning
- Software Integration
- Startup Assistance and Technical Support

HIL Targeted Products



NI VeriStand™

HIL Software



Test Rack
Infrastructure



Busses, Industrial Comms
& Network Interfaces

General Purpose Products



FPGA Enabled PXI



SLSC




NI TestStand™



DIAdem™

Test and Data
Management Software

Thanks for your time!

Any Questions?

Namgyu Kim (namgyu.kim@emerson.com or <https://www.linkedin.com/in/namgyu-kim/>)

Emerson T&M Transportation Business Unit, Customer Centric Solution – Customer Engagements

Sr. Solutions Engineer – ADAS HIL, Auto. Connectivity (Wireless, Ethernet, etc.) and Automotive IC Validation

NI 플랫폼 기반의 Automotive 및 Off-Highway 제어기 검증을 위한 실전 HIL 구축 전략

CONTENTS LIST

01 시장의 요구사항 및 솔루션

- 카메라 기능 검증, ADAS/Infotainment 시스템의 영상 검증 및 HIL Simulation

02 Camera Record & Replay HIL

- In-Cabin 모니터링 시스템 검증을 위한 영상 데이터 처리 및 HIL 환경

03 지게차 (Forklift) HILS

- 특수 목적 차량의 실전형 HIL Application

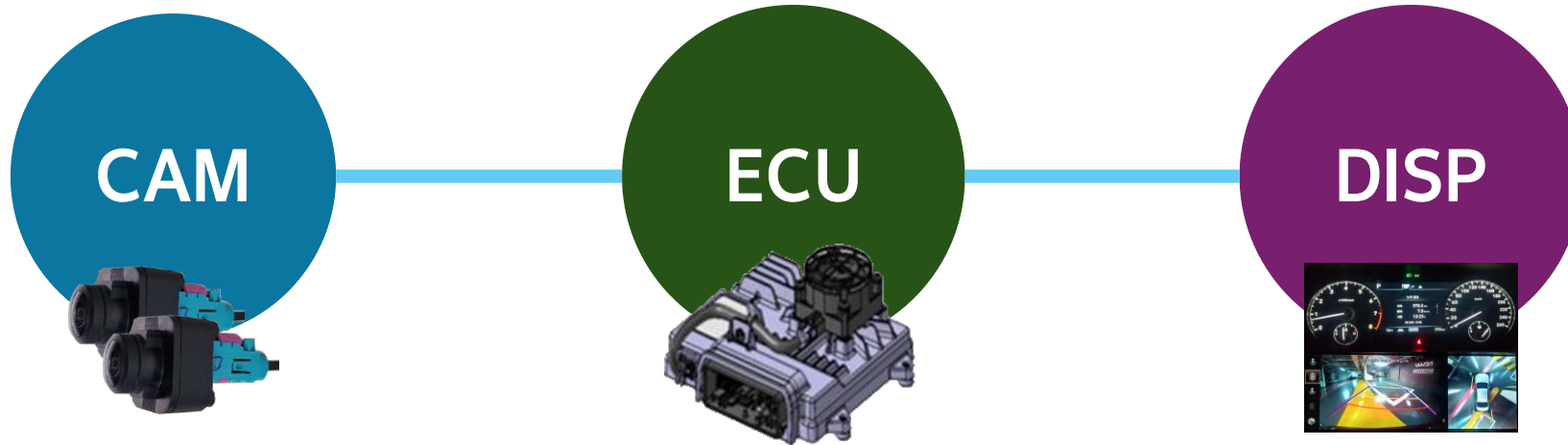
01

시장의 요구사항 및 솔루션






카메라 기능 검증, ADAS/Infotainment 시스템의 영상 검증 및 HIL Simulation

An abstract graphic at the bottom of the slide features a series of horizontal, overlapping light trails in shades of blue, green, and red, creating a sense of motion and depth against the dark blue background.

ADAS/Infotainment 카메라 및 영상 디스플레이 검사 타겟



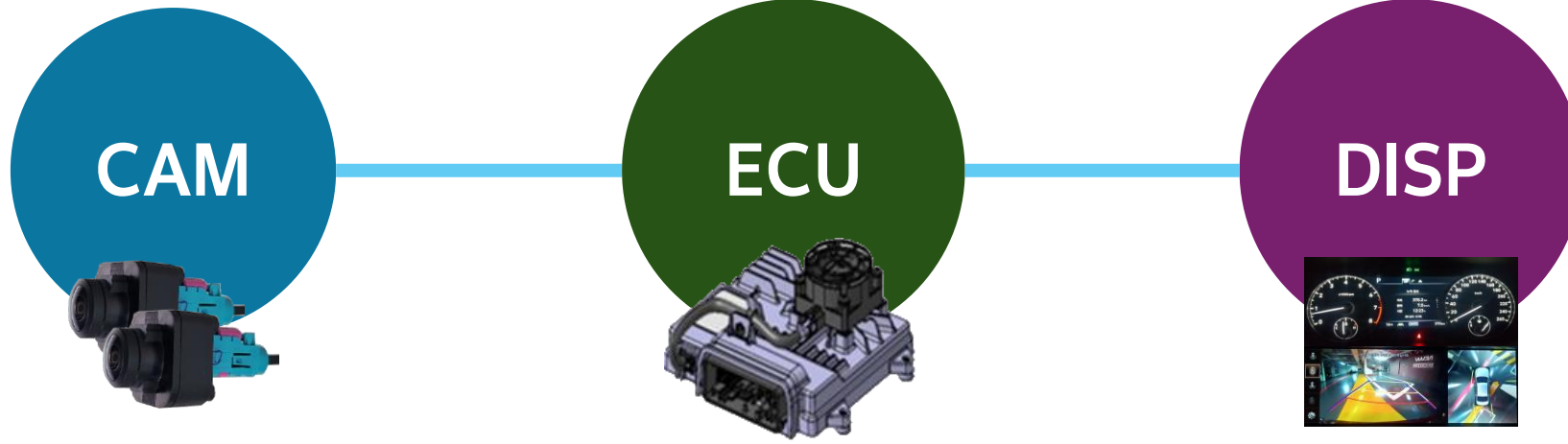
Camera 출력 검사

-  Blank
-  Block
-  Noise
-  Error
-  Pollution

디스플레이 출력 검사

- 
주차라인 비전 검사
- 
클러스터 비전 검사

ADAS/Infotainment 카메라 및 영상 디스플레이 검사 방식



카메라 검사 방식

- MIPI 영상 취득
 - Raw8, Raw12, etc.
- 영상 녹화 (mp4)
- 영상 검사 (NG영상)

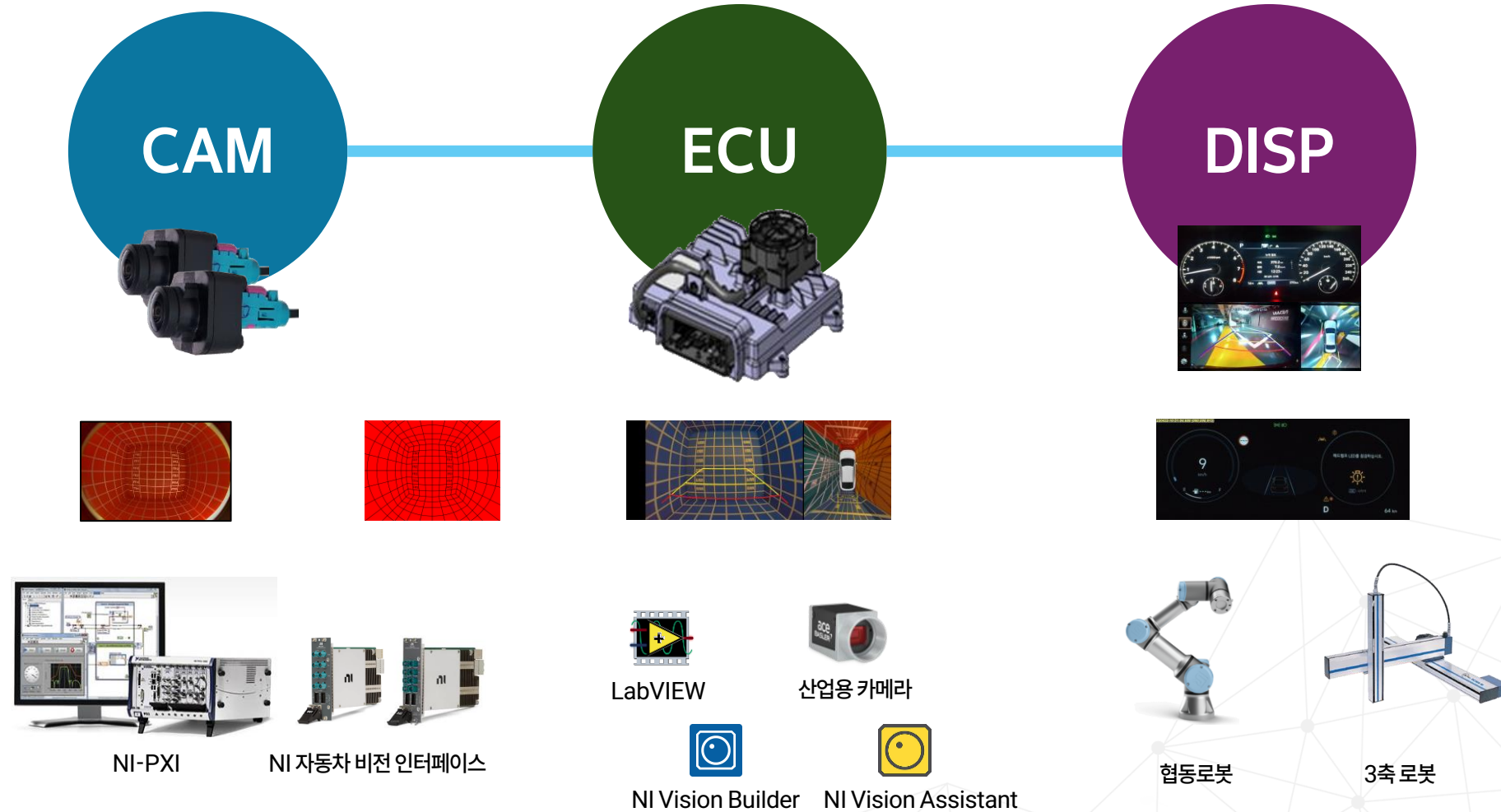
ECU 검사 방식

- 영상 Injection
 - Simulation 영상
 - 녹화 영상
- 출력영상 취득
 - YUV422, RGB888, etc.
- 영상 녹화 (mp4)
- 영상 검사 (NG영상)
- CAN Signal 확인

디스플레이 검사 방식

- Vision 검사
 - 영상 검사
 - 영상 녹화

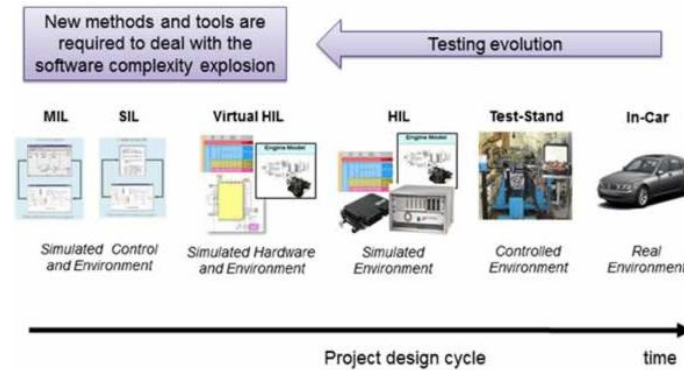
ADAS/Infotainment 카메라 및 영상 디스플레이 검사 솔루션



Increase Development Efficiency with HIL Simulation

Challenges (도전과제)

- 차량 ECU 수량 증가 및 내부 소프트웨어 복잡성 증대 (전동화, 자율주행, 전자편의)
- 차량 출시 시간 단축으로 인한 개발 가속화 및 전 개발기간 걸친 시험/검증 필요
- 복잡한 소프트웨어 요구사항에 대응하기 위한 검증 프로세스 효율화 요구



HIL Test Coverage in Validation & Verification

Safety

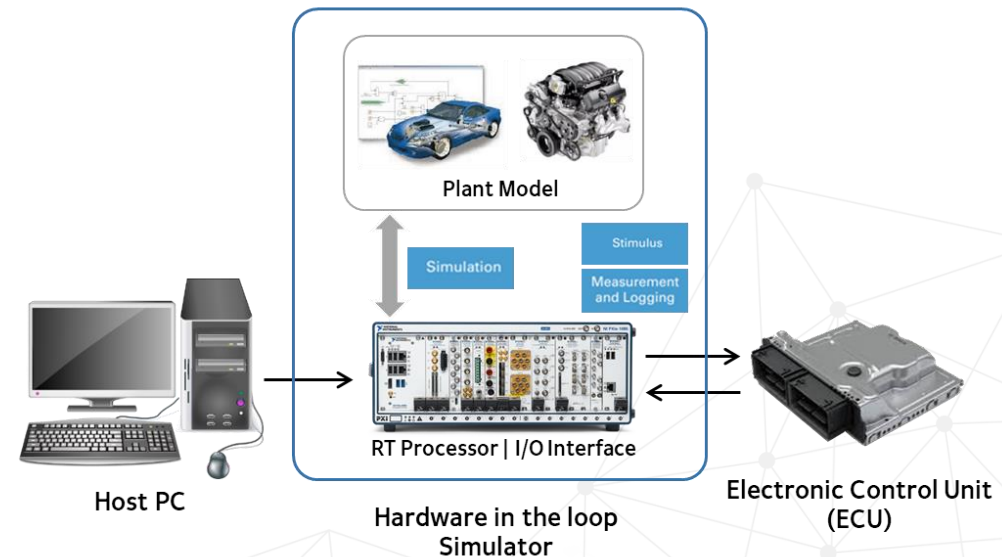
Functionality

Performance

HIL simulation improve product quality

- 실차 시험 이전에 빠른 시험/검증 수행
- 시험기간 단축 및 시험비용 절감
- 테스트 / 검증 커버리지 증대
- 실차시험 시 어려운 다양한 테스트 가능
- 테스트 반복성 증대 (잡은 제어기 업데이트 시 검증절차 효율화)

HARDWARE IN THE LOOP SIMULATION



02

Camera Record & Replay HIL

In-Cabin 모니터링 시스템 검증을 위한 영상 데이터 처리 및 HIL 환경

An abstract graphic at the bottom of the slide consists of multiple horizontal, curved light trails in shades of blue, purple, and red, creating a sense of motion and depth against the dark blue background.

Requirement : 제어기 레벨 ICMU 성능 검증을 위한 실차 환경 ICMU 영상 로깅 및 HILS 환경 구축 필요

SILS 시험 검증 ⇨ 실차 시험 ⇨ 양산

SILS 및 실차 시험 기반 제어기 로직 검증

Camera Recording 장비 보유

SILS 기반 검증

협력사에 로깅 영상 전달 후, Application Software 레벨의 SILS 시험 결과 확인

실차 환경에서 제어기 레벨 검증 수행

실차 환경에서 real human tester와 제어기 레벨 검증



Challenges

실차 환경에서 제어기 레벨 성능 검증을 실시하므로, 주행 환경에서 ICMU 성능 검증을 수행함에 따른 정형화된 자동화 성능 검증의 실행이 어려웠음.

제어기 Application Software 업데이트 시, 제어기 레벨에서 기존버전과 동일한 환경에서 검증 수행하는 방안이 없음.

Record & Replay HILS 도입

정형화된 제어기 S/W Test 방안 확보

제어기 레벨 성능 검사용 Recording 장비

HIL 장비에서 ICMU 성능 검증용 카메라 영상 녹화 데이터 확보

제어기 S/W Regression Test

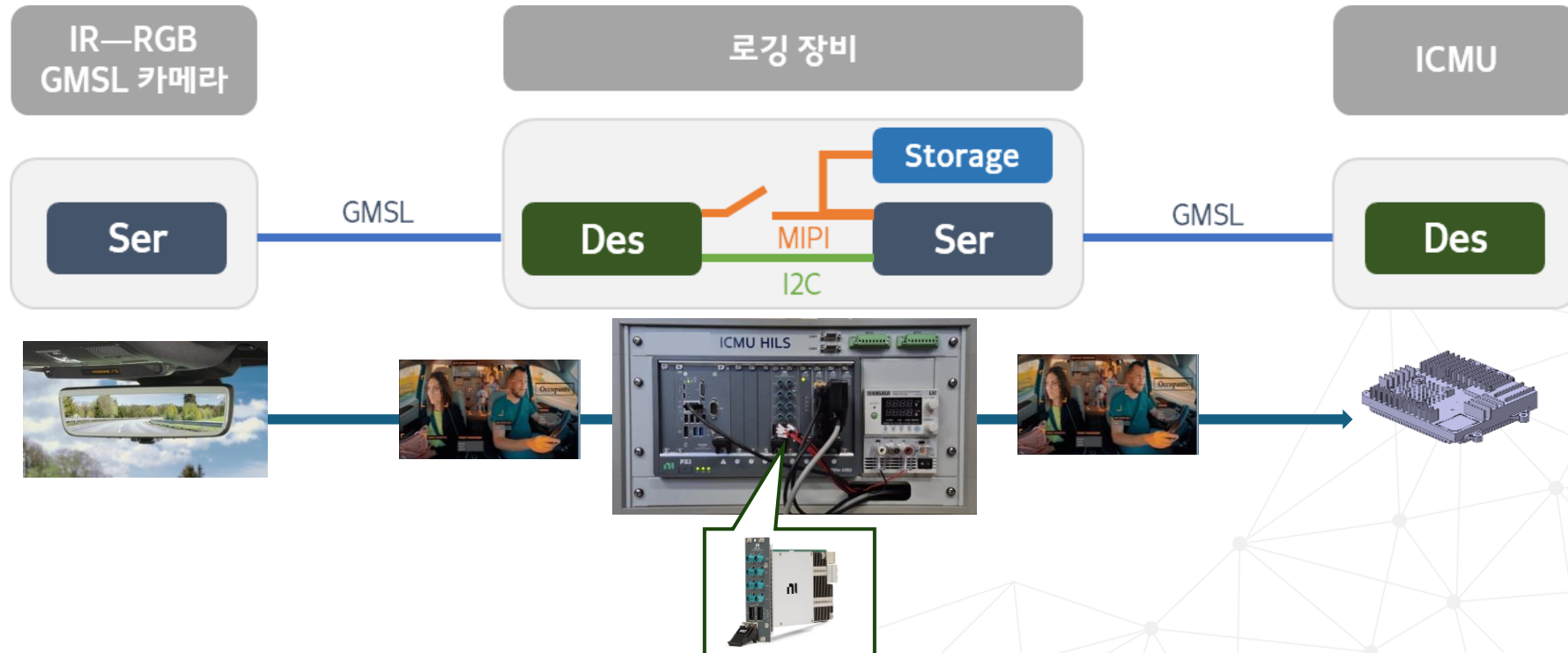
실차 환경에서 real human tester와 제어기 레벨 검증으로는 동일 조건 구현 불가능한 부분을 해소하여, 제어기 레벨 ICMU S/W의 Regression Test를 수행 가능

Replay HIL 이용한 Lab. 환경에서 실차 수준 제어기 성능 검증



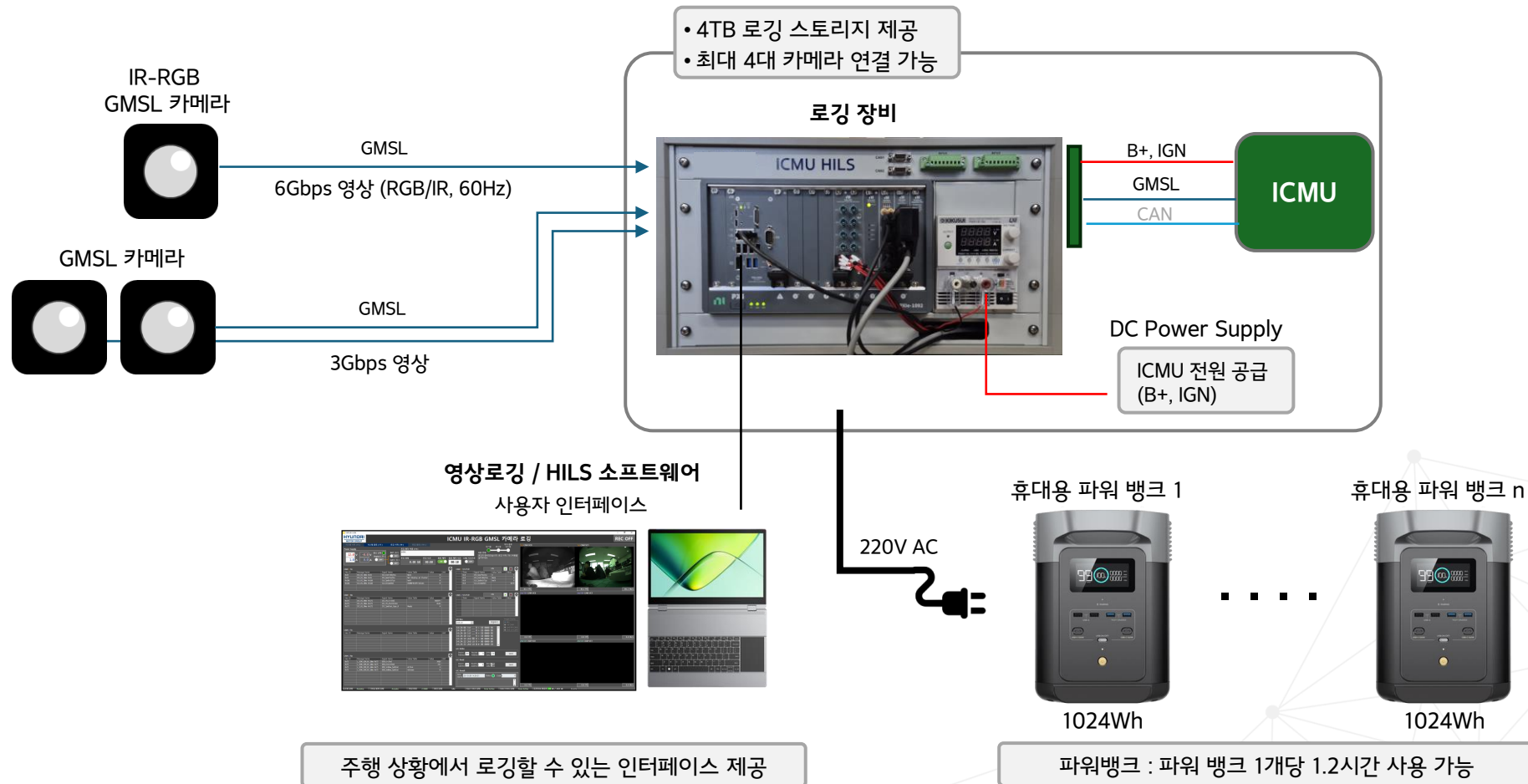
개발 시스템 구성

- 카메라와 ICMU GMSL 사이에 로깅 장비가 연결 (Tap: Test Access Point)
: Raw Image (MIPI) 와 I2C 연결을 유지
- ICMU가 카메라 Exposure, Gain, IR LED 제어 (로깅 장비는 I2C만 카메라에게 전달)
- I2C Write/Read 기능 개발 : GMSL I2C 통신으로 레지스터 설정 및 모니터링
- 영상 로깅 기능 및 로깅 영상 디스플레이 기능 개발 (IR, RGB 영상 분할 표현)
- 로깅된 IR-RGB 영상을 GMSL로 ICMU에 출력 (HIL 리플레이 기능)
- Raw Image 리플레이 시점과 동기화된 ICMU CAN 로깅 기능 개발
- CAN E2E (Alive Count, CRC) 적용된 Message 출력



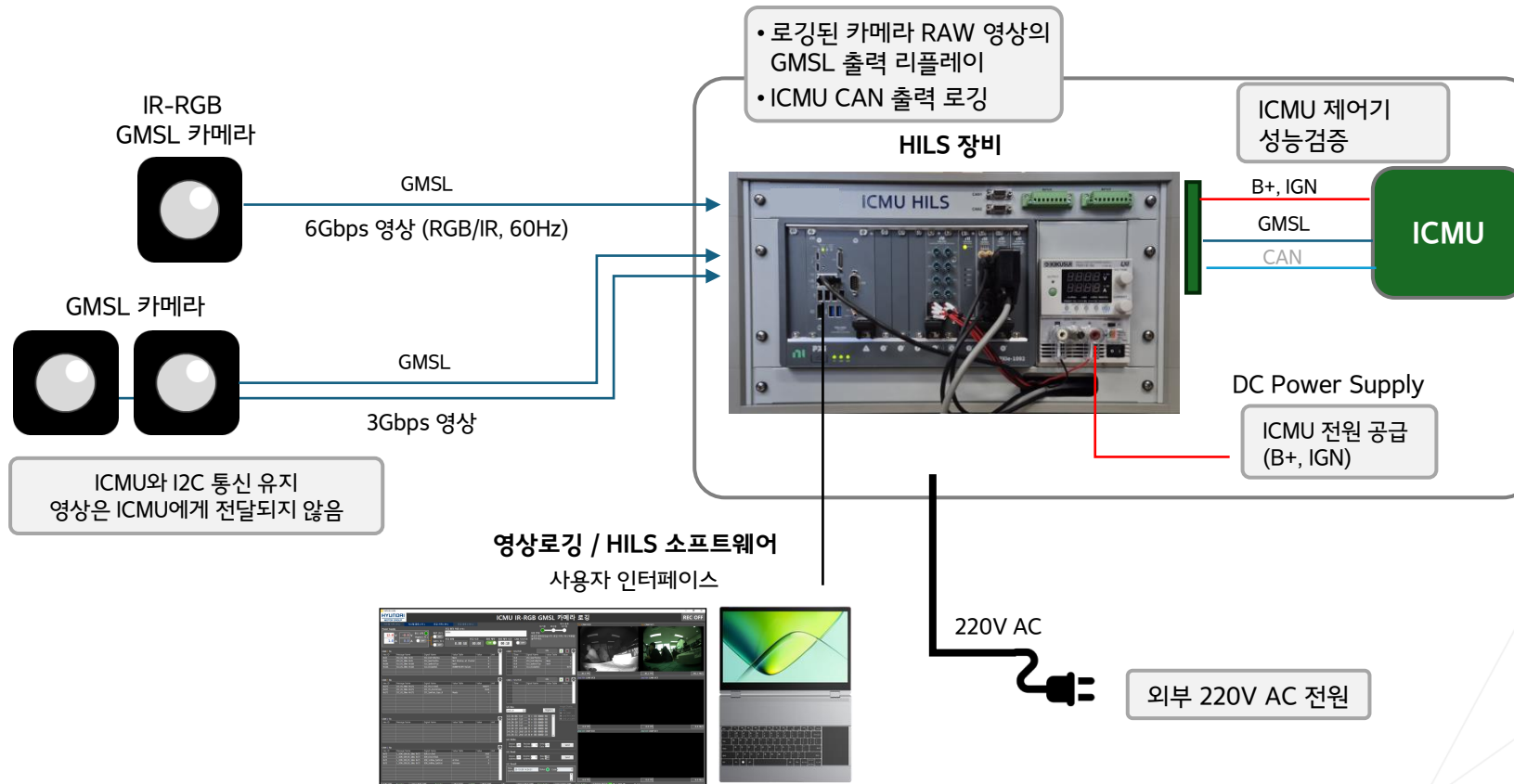
카메라 영상 로깅 / HILS 장비 – 영상로깅 모드

- IR-RGB 카메라 원 영상 로깅 기능
- 로깅 시점과 동기화된 CAN 로깅 기능



카메라 영상 로깅 / HILS 장비 - HILS 모드

- IR-RGB 카메라 원 영상 리플레이 기능
- 리플레이 시점과 동기화된 CAN 로깅 기능



Lab 환경에서 리플레이 할 수 있는 인터페이스 제공

카메라 로깅

IR-RGB 카메라 영상 로깅
I2C, CAN 제어 및 모니터링
로깅 영상 디스플레이

REC OFF

- 전원 출력 제어
- ICMU CAN 모니터링
- I2C 제어 및 모니터링
- 장비 상태 표시
- 로깅 상태 표시
- IR-RGB 로깅 영상 모니터링
- CAN 시나리오 동작

Replay HIL

IR-RGB 카메라 영상 리플레이
I2C, CAN 제어 및 모니터링
리플레이 영상 모니터링

PLAY ON

- 전원 출력 제어
- ICMU CAN 모니터링
- I2C 제어 및 모니터링
- 장비 상태 표시
- HILS 상태 표시
- IR-RGB 리플레이 영상 모니터링
- CAN 시나리오 동작
- 리플레이 시점 디스플레이

LG

ICMU IR-RGB GMSL 카메라 로깅

REC OFF

Power Supply

12.0 V 0.0 V 통신 상태

5.0 A 0.0 A Ouput (F1)

BAT (F2) OFF

IGN1 (F3) OFF

로깅 폴더 이름 (F4) (prefix : YYYYMM_HHMMSS_)

Test

로깅 용량: 0.00 GB 로깅 시간: 00:00 종료 예약: ON 종료 예약 시간: 01:00

CAN 시나리오 자동 시작: ON

사용 안내

시스템이 정지되어 있습니다. 시스템을 시작해주세요. 시스템을 시작하기 전, 정상적인 Ser/Des 셋업을 위해 ICMU의 전원을 차단해주세요.

CAN 1 Tx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_Crc1Val	0x0-0xFFFF:CRCValue		0xFFFF
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_AlVcnt1Val	0x0-0xFF:AlvCntValue		0x0
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_SpdUnitTyp	km/h		0x0
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_DisSpdVal	0	km/h o	0x0
0x35	VCU_01_10ms 0x35	VCU_GearPosSta	Not Display at Cluster		0x9

CAN 1 시나리오

Time	Signal Name	Value Table	Value	
1	0.0	VCU_GearPosSta	D	0x5
2	0.0	VCU_EvDrvRdySta	None	0
3	0.0	CLU_SpdUnitTyp	km/h	0x0
4	0.0	CLU_DisSpdVal		0x78

CAN 1 Rx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_FD_Crc1Val	0x0-0xFFFF:CRCValue		0x0
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_FD_AlVcnt1Val	0x0-0xFF:AlvCntValue		0x0
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_SymStat	Unknown		0x0
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_GasBldkStat	Unknown		0x0

CAN 2 시나리오

Time	Signal Name	Value Table	Value
------	-------------	-------------	-------

CAN 2 Tx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x15	L_ISOM_02_00ms 0x15	L_ISOM_Crc2Val	0x0-0xFFFF:CRCValue		0xFFFF
0x15	L_ISOM_02_00ms 0x15	L_ISOM_AlVcnt2Val	0x0-0xFF:AlvCntValue		0x0
0x15	L_ISOM_02_00ms 0x15	L_ISOM_CrshActvStat	Crash Inactive		0x0

CAN 2 Rx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x71	L_ICMU_0SH_01 10ms 0x71	0SH_Crc1Val	0x0-0xFFFF:CRCValue		0x0
0x71	L_ICMU_0SH_01 10ms 0x71	0SH_1stRow_DRVHead_PosYVal	0		0x7E
0x71	L_ICMU_0SH_01 10ms 0x71	0SH_1stRow_DRVHead_PosZVal	0		0x20
0x71	L_ICMU_0SH_01 10ms 0x71	0SH_AlVcnt1Val	0x0-0xFF:AlvCntValue		0x0
0x71	L_ICMU_0SH_01 10ms 0x71	0SH_1stRow_DRVHead_PosYVal	0x0-0xFD:Value		0xFD
0x75	L_ICMU_0SH_05 10ms 0x75	0SH_1stRow_SymStat	Unknown		0x0
0x75	L_ICMU_0SH_05 10ms 0x75	0SH_2ndRow_SymStat	Unknown		0x0
0x75	L_ICMU_0SH_05 10ms 0x75	0SH_VehicleConfig	Unknown		0x0

I2C Bus 1st 비우기 저장하기

Time	Address	R/W	Data
------	---------	-----	------

Send Type: W 전송

Device Address: x 0 Write Data: Read Data: Read Length: d 1

I2C Result

Time Stamp: YY-MM-DD 00:00:00 Status: ON Code: d 0

1st CAM VC0 0.0 MB/s

1st CAM VC1 0.0 MB/s

ALL 1st CAM 2nd RH CAM 2nd LH CAM

시스템 상태: Idle FPGA 동작 상태: 영상 버퍼: 0.00B 로깅 상태: Idle CAN 1 버스 상태: CAN 2 버스 상태: 드라이브 공간: 2819 GB / 3725 GB 75.7 %

오전 11:29
2025-11-19

LG

ICMU IR-RGB GMSL 카메라 로깅

REC OFF

시스템 시작 (F5) 시스템 종료 (F7) 로깅 시작 (F9) 로깅 종료 (F11) I2C Viewer TDMS Viewer

Power Supply

12.0 V 12.0 V 통신 상태 ●

5.0 A 1.0 A Output (F1) ●

BAT (F2) ● ON

IGN1 (F3) ● ON

로깅 폴더 이름 (F4) (prefix: YMMDD_HHMMSS_)

Test

로깅 용량 로깅 시간 종료 예약 종료 예약 시간

0.00 GB 00:00 ON 01:00

CAN 시나리오 자동 시작 ● ON

사용 안내
로깅이 준비되었습니다. 로깅 시작 (F9) 버튼을 눌러주세요.

CAN 1 Tx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_Crc1Val	0x0-0xFFFF:CRCValue		0xFFFF
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_AlvCnt1Val	0x0-0xFF:AlvCntValue		0x0
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_SpdUnitTyp	km/h		0x0
0x1AA	CLU_01_20ms 0x1AA	CLU_DisSpdVal	0	km/h o	0x0
0x35	VCU_01_10ms 0x35	VCU_GearPosSta	Not Display at Cluster		0x9

CAN 1 Rx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_FD_Crc1Val	24486		0x5FA6
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_FD_AlvCnt1Val	15		0xF
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_5mStat	Ready		0x4
0x171	ICC_01_50ms 0x171	ICC_CanBlockStat	No Blockage		0x2

CAN 2 Tx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x15	L_ISCM_02_00ms 0x15	L_ISCM_Crc2Val	0x0-0xFFFF:CRCValue		0xFFFF
0x15	L_ISCM_02_00ms 0x15	L_ISCM_AlvCnt2Val	0x0-0xFF:AlvCntValue		0x0
0x15	L_ISCM_02_00ms 0x15	L_ISCM_CrshActvStat	Crash Inactive		0x0

CAN 2 Rx

ID	Message Name	Signal Name	Value	Unit	Data
0x71	L_IOW_03H_01 10ms 0x71	OSM_Criva1	28646		0x50A6
0x71	L_IOW_03H_01 10ms 0x71	OSM_1stRow_DRVHead_PosYVal	Invalid		0xFF
0x71	L_IOW_03H_01 10ms 0x71	OSM_1stRow_DRVHead_PosZVal	Invalid		0xFF
0x71	L_IOW_03H_01 10ms 0x71	OSM_AlvCnt1Val	84		0x54
0x71	L_IOW_03H_01 10ms 0x71	OSM_1stRow_DRVHead_PosXVal	Invalid		0xFF
0x75	L_IOW_03H_01 10ms 0x75	OSM_1stRow_SymStat	Active		0x3
0x75	L_IOW_03H_01 10ms 0x75	OSM_2ndRow_SymStat	Unknown		0x0
0x75	L_IOW_03H_01 10ms 0x75	OSM_VehicleConfig	LHD Vehicle		0x1

CAN 1 시나리오 Idle

Time	Signal Name	Value Table	Value
1	0.0	VCU_GearPosSta	D
2	0.0	VCU_EvDrvRdySta	None
3	0.0	CLU_SpdUnitTyp	km/h
4	0.0	CLU_DisSpdVal	0x78

CAN 2 시나리오 Idle

Time	Signal Name	Value Table	Value
------	-------------	-------------	-------

I2C Bus 2nd RH 비우기 저장하기

Time	Address	R/W	Data
11:29:40	80	W	00 00
11:29:43	80	W	00 00
11:29:43	81	R	80
11:29:44	80	W	00 00
11:29:44	81	R	80

Send Type: W+R 전송

Device Address: 80 Write Data: 0000

Read Length: 1 Read Data: 80

I2C Result

Time Stamp: 25-11-19 11:29:44 Status: ● Code: d 0

1st CAM VC0 30.4 FPS 296.9 MB/s

1st CAM VC1 30.2 FPS

시스템 상태 Running FPGA 동작 상태 Acquire 영상 버퍼 2.08kB 로깅 상태 Idle CAN 1 버스 상태 Error Active CAN 2 버스 상태 Error Active 드라이브 공간 2819 GB / 3725 GB 75.7 %

오전 11:30
2025-11-19

03

지게차 (Forklift) HILS

특수 목적 차량의 실전형 HIL Application

The background of the slide features a series of colorful, blurred light trails in shades of blue, purple, and red, creating a sense of motion and technology. These trails are concentrated in the lower half of the slide, starting from the left and curving towards the right.

Requirement : 지게차 제어기 (VCU) 외주 제작품의 기능 및 성능 검사용 HIL 환경 구축 필요

실차 시험 위주의 지게차 제어기 검증

실차 시험 기반 제어기 소프트웨어 검증

지게차 제어기 (VCU) 외주 제작품 입고 시 실차 시험 위주 검증
VCU 입고품 검사에 실차 시험 적용한 기능 확인

제어기 레벨의 자동화 검증 환경은 미보유



Challenges

실차 환경에서 제어기 성능 검증 시험환경 준비 위한
시간 소요로 인한 검증 리드 타임의 증가 및
시험 중 지게차 오동작에 의한 안전 문제에 대한 우려

제어기 Application Software 업데이트 시,
제어기 레벨에서 기존버전과 동일한 환경에서
검증 수행하는 방안이 없었음.

지게차 HILS 도입

정형화된 제어기 S/W Test 방안 확보

제어기 S/W Regression Test

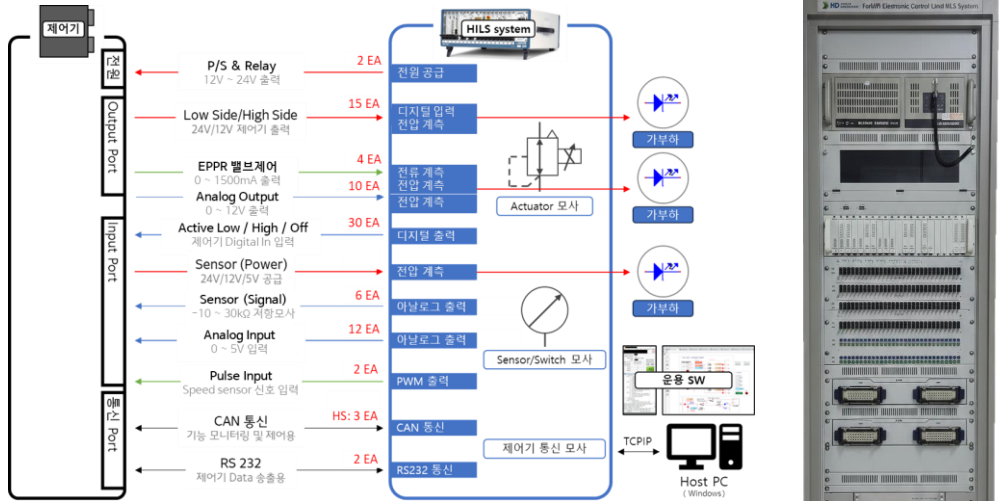
실차 환경에서 real human tester와 제어기 레벨 검증으로는 동일 조건 구현 불가
한 부분을 해소하여, 제어기 레벨 지게차 제어기 (VCU)의 Regression Test를
수행 가능

지게차 HILS 이용한 제어기 기능의 수동 및 자동화 검증

제어기 입출력 신호 및 통신 신호 시뮬레이션, 모니터링을 통한
제어기 기능/성능 검사, 제어기 테스트 케이스 생성, 관리 및
시험 자동화 가능



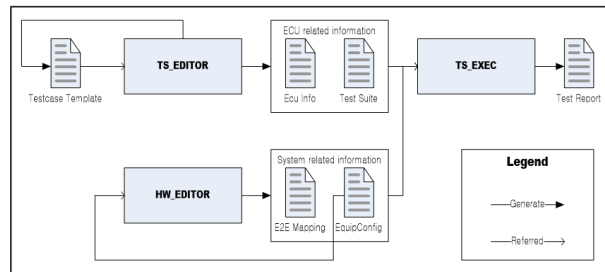
HILS HW 입출력 연결



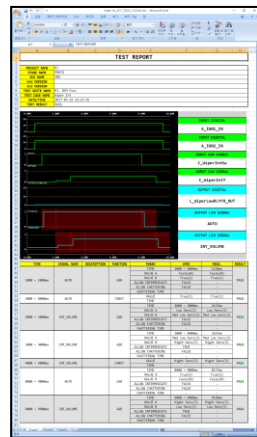
HILS RACK



TEST CASE 구성



테스트 보고서 예시



HILS 운용 SW 예시



장비 용도

- 산업차량/지게차 제어기 ECU의 기능동작 테스트 수행

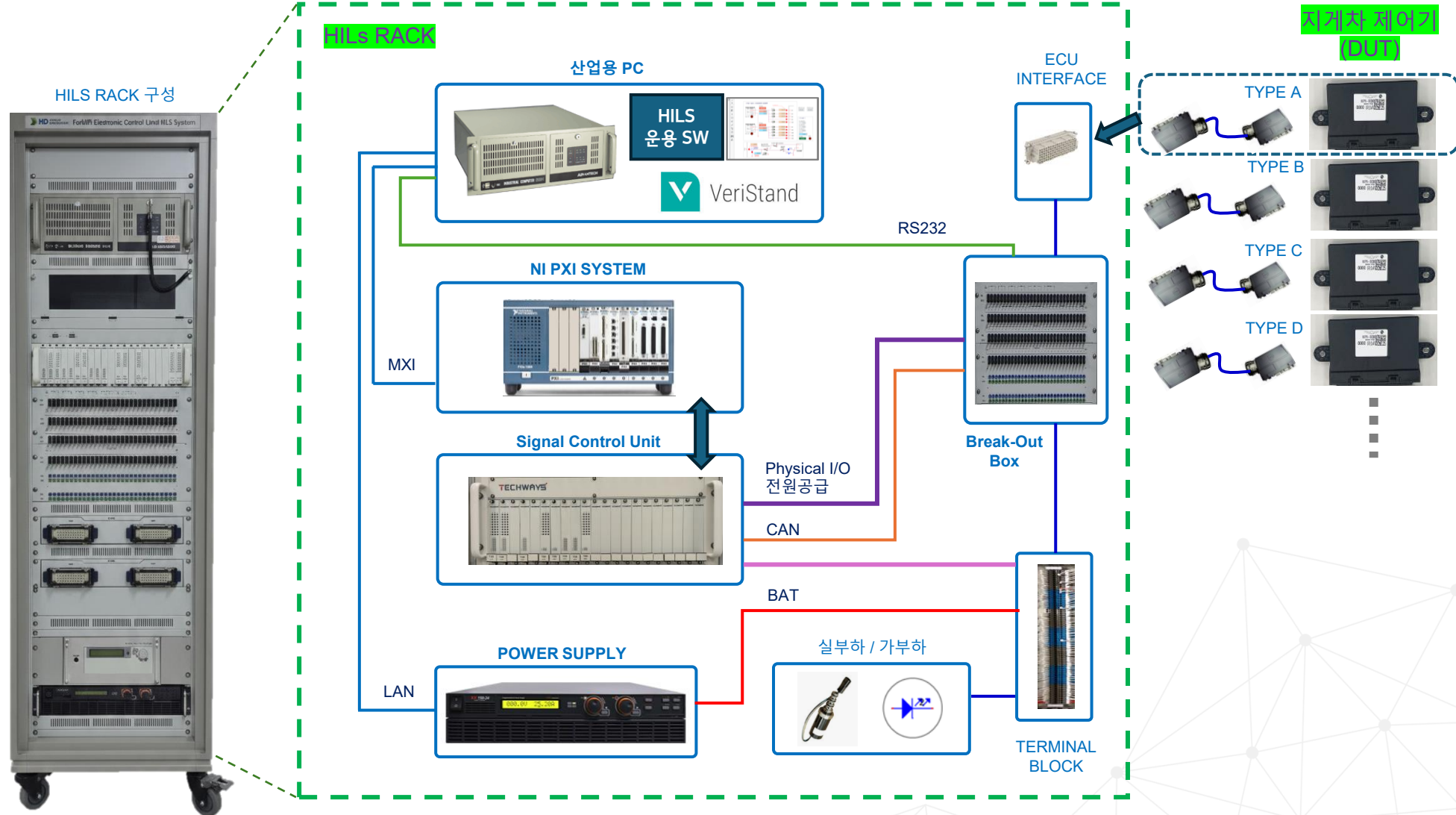
주요사양

- 지게차 제어기 입/출력, 통신, 전원포트 I/O 시뮬레이션 및 측정
- 실부하/가부하 동작 기능 구현
- BOB 박스를 통한 측정 및 오류주입 기능
- SUBRACK을 통한 입/출력 신호 처리 및 향후 업데이트 대응
- DUT별 I/O 설정 및 통신 설정 DATABASE화
- Excel 기반 Test Case 생성 및 HIL 장비 운용
- 보고서 생성

대표 Test Case

- 제어기 SW 버전 확인
- CAN 통신 무결성 평가 (CRC, Alive Count 등)
- 제어기 입출력 및 CAN 통신 오류 시험
- 테스트 시나리오 기반 제어기 입출력 및 통신 신호 시뮬레이션 및 평가
- 전원변동 시험

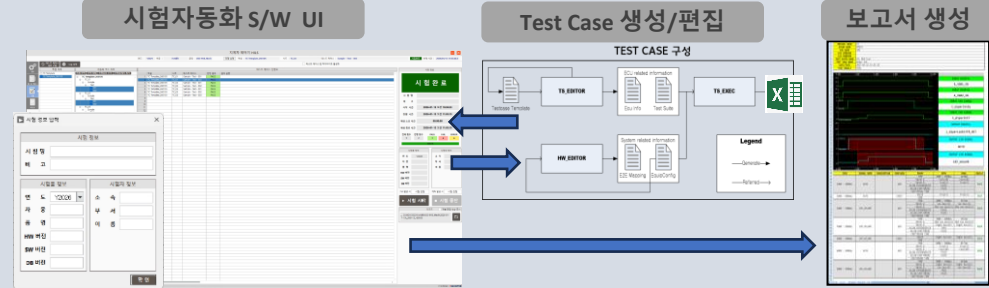
지게차 제어기 HILS - Block Diagram



지게차 제어기 HILS – 운용 S/W 구조

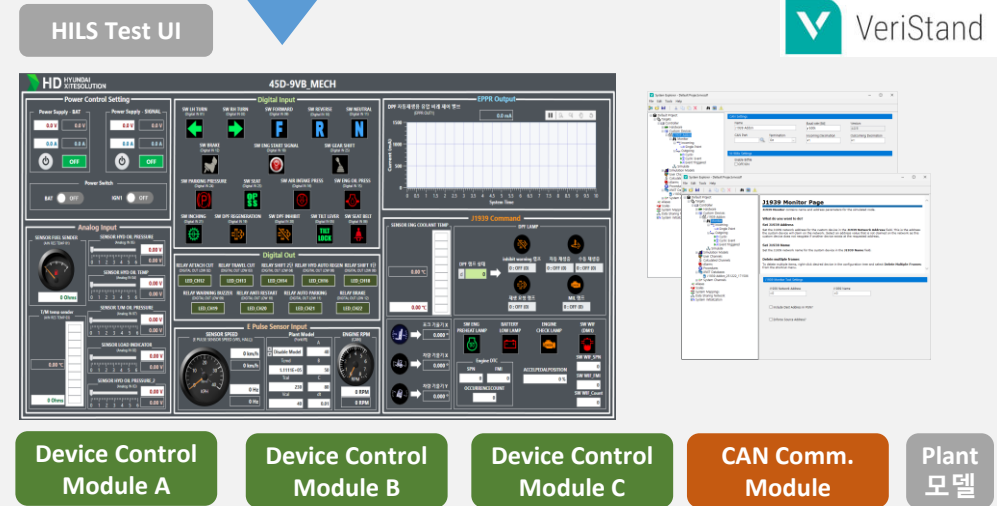
- 테스트 케이스 생성 및 관리
- HILS 테스트 실행 제어 및 자동화
- 테스트 데이터 저장
- 보고서 생성

시험자동화 S/W



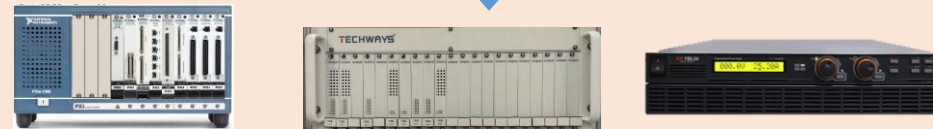
- Main Test UI 화면
- 수동 출력신호 제어 및 제어기 입출력 신호 모니터링
- HILS H/W Interface 모듈 제어
- CAN 통신 제어
- Power Supply 제어
- 센서, 제어기 입출력 신호 모사 (Simplified Plant Model 포함)

HILS Main S/W



- 물리 신호 입출력, 통신 하드웨어
- ECU 전원 공급

HILS H/W





지게차 제어기 HILS

연도 | Y2025 | 차종 | Forklift | 품명 | 45D-9VB_Mech | 진행 상태 | 액셀 | TC_Template_260105 | 시트 | TC_03 | 테스트 케이스 | Sample - Test - 003 | 시험 완료 | 현재 시간 | 2026/01/13 11:03:39.0

테스트 케이스 새로 고침

Log 설정

액셀 목록

- TC Template
- TC_Template_260105
 - TC_01
 - Sample
 - Test
 - 001
 - 002
 - TC_02
 - Sample
 - Test
 - 001
 - 002
 - TC_03

자동화 코드 목록

신제 선택 | 선택 해제 | 진행표로 추가 | 진행표에서 제거

TC_Template_260105

번호	액셀	시트	테스트 케이스	판정 결과	결과 설명
1	TC_Template_260105	TC_01	Sample - Test - 001	PASS	
2	TC_Template_260105	TC_01	Sample - Test - 002	PASS	
3	TC_Template_260105	TC_02	Sample - Test - 001	PASS	
4	TC_Template_260105	TC_02	Sample - Test - 002	PASS	
5	TC_Template_260105	TC_03	Sample - Test - 001	PASS	
6	TC_Template_260105	TC_03	Sample - Test - 002	PASS	
7	TC_Template_260105	TC_03	Sample - Test - 003	PASS	
8					
9					
10					
11					

테스트 케이스 진행표

45D-9VB_Mech - VeriStand 2024 Q4

File Edit Operate View Help

Connected 45D-9VB_MECHnivsscr SystemDefinition.nivssdf - connected

HD HYUNDAI XITESOLUTION 45D-9VB_MECH

Power Control Setting

Power Supply - BAT: 0.0 V, 0.0 A

Power Supply - SIGNAL: 0.0 V, 0.0 A

Power Switch: BAT OFF, IGN1 OFF

Digital Input

SW LH TURN (Digital IN 01): ←

SW RH TURN (Digital IN 02): →

SW FORWARD (Digital IN 09): F

SW REVERSE (Digital IN 10): R

SW NEUTRAL (Digital IN 11): N

SW BRAKE (Digital IN 12): [Brake Icon]

SW ENG START SIGNAL (Digital IN 16): [Start Icon]

SW GEAR SHIFT (Digital IN 52): [Gear Icon]

SW PARKING PRESSURE (Digital IN 24): [P Icon]

SW SEAT (Digital IN 22): [OPSS Icon]

SW AIR INTAKE PRESS (Digital IN 14): [Air Icon]

SW ENG OIL PRESS (Digital IN 13): [Oil Icon]

SW INCHING (Digital IN 21): [Gear Icon]

SW DPF REGENERATION (Digital IN 19): [DPF Icon]

SW DPF INHIBIT (Digital IN 20): [DPF Icon]

SW TILT LEVER (Digital IN 02): [TILT LOCK Icon]

SW SEAT BELT (Digital IN 06): [Seat Belt Icon]

EPPR Output

DPF 자동재생음 유압 비례 제어 밸브 (EPPR OUT1)

Current (mA): 0.7 mA

System Time: 634.45 to 644.45

J1939 Command

SENSOR ENG COOLANT TEMP: 0.00 °C

DPF 램프 상태: 0: OFF (0)

inhibit warning 램프: 0: OFF (0)

자동 재생음: 0: OFF (0)

수동 재생음: 0: OFF (0)

재생 요청 램프: 0: OFF (0)

MIL 램프: 0: OFF (0)

Digital Out

RELAY ATTACH CUT (DIGITAL OUT LOW 02): LED_CH12

RELAY TRAVEL CUT (DIGITAL OUT LOW 03): LED_CH13

RELAY SHIFT 2단 (DIGITAL OUT LOW 04): LED_CH14

RELAY HYD AUTO REGEN (DIGITAL OUT LOW 06): LED_CH16

RELAY SHIFT 1단 (DIGITAL OUT LOW 08): LED_CH18

RELAY WARNING BUZZER (DIGITAL OUT LOW 09): LED_CH19

RELAY ANTI RESTART (DIGITAL OUT LOW 10): LED_CH20

RELAY AUTO PARKING (DIGITAL OUT LOW 11): LED_CH21

RELAY BRAKE (DIGITAL OUT LOW 12): LED_CH22

E Pulse Sensor Input

SENSOR SPEED (E PULSE SENSOR SPEED (VRS, HALL)): 1 km/h

Plant Model (Forklift): Disable Model, Tcmd: 10, Tcal: -35, Vcal: -35, dt: 0.5, -665, 0.01

ENGINE RPM (CAN): 800 RPM

Analog Input

SENSOR FUEL SENDER (AIN RES TEMP 01): 0 Ohms

SENSOR HYD OIL PRESSURE (Analog IN 02): 0.00 V, 0.04 V

SENSOR HYD OIL TEMP (Analog IN 04): 0.00 V, 0.04 V

T/M temp sender (AIN RES TEMP 03): 130.00 °C

SENSOR T/M OIL PRESSURE (Analog IN 07): 0.00 V, 0.05 V

SENSOR LOAD INDICATOR (Analog IN 02): 0.00 V, 0.04 V

SENSOR HYD OIL PRESSURE 2 (Analog IN 03): 0.00 V, 0.05 V

Power Switch

BAT OFF, IGN1 OFF

Power Supply - BAT

0.0 V, 0.0 A

Power Supply - SIGNAL

0.0 V, 0.0 A

SENSOR ENG COOLANT TEMP

0.00 °C

DPF 램프 상태

0: OFF (0)

inhibit warning 램프

0: OFF (0)

자동 재생음

0: OFF (0)

수동 재생음

0: OFF (0)

재생 요청 램프

0: OFF (0)

MIL 램프

0: OFF (0)

RELAY ATTACH CUT

LED_CH12

RELAY TRAVEL CUT

LED_CH13

RELAY SHIFT 2단

LED_CH14

RELAY HYD AUTO REGEN

LED_CH16

RELAY SHIFT 1단

LED_CH18

RELAY WARNING BUZZER

LED_CH19

RELAY ANTI RESTART

LED_CH20

RELAY AUTO PARKING

LED_CH21

RELAY BRAKE

LED_CH22

SENSOR SPEED

1 km/h

Plant Model

Disable Model, Tcmd: 10, Tcal: -35, Vcal: -35, dt: 0.5, -665, 0.01

ENGINE RPM

800 RPM

SENSOR FUEL SENDER

0 Ohms

SENSOR HYD OIL PRESSURE

0.00 V, 0.04 V

SENSOR HYD OIL TEMP

0.00 V, 0.04 V

T/M temp sender

130.00 °C

SENSOR T/M OIL PRESSURE

0.00 V, 0.05 V

SENSOR LOAD INDICATOR

0.00 V, 0.04 V

SENSOR HYD OIL PRESSURE 2

0.00 V, 0.05 V

시험 완료

시험 명

비 고

시작 시간: 2026-01-13 오전 10:59:33

진행 시간: 2026-01-13 오전 11:03:15

계상 소요 시간: 00:00:00

계상 종료 시간: 2026-01-13 오전 11:03:15

전체 횟수	7	7	0	0
진행 횟수	PASS	7	FAIL	0
ERROR	0			
100 %				

시험종 정보

연도: Y2026

차종: Forklift

품명: 45D-9VB_Mech

HW 버전

SW 버전

DB 버전

시험자 정보

소속

부서

이름

시험 시작 | 시험 중단

리포트 | 개별 설정 | 색상 표시

D:\HD\Y2025\Forklift\45D-9VB_Mech\2026-01-13_260113_105933

C:\Techways\HD\Y2025\Forklift\45D-9VB_Mech\VeriStand\45D-9VB_Mech.nivssr | Errors and Warnings | Output | v1.0.59.24 | TECHWAYS

1

Validation & Verification Efficiency

Testing time was reduced by our new workflow

2

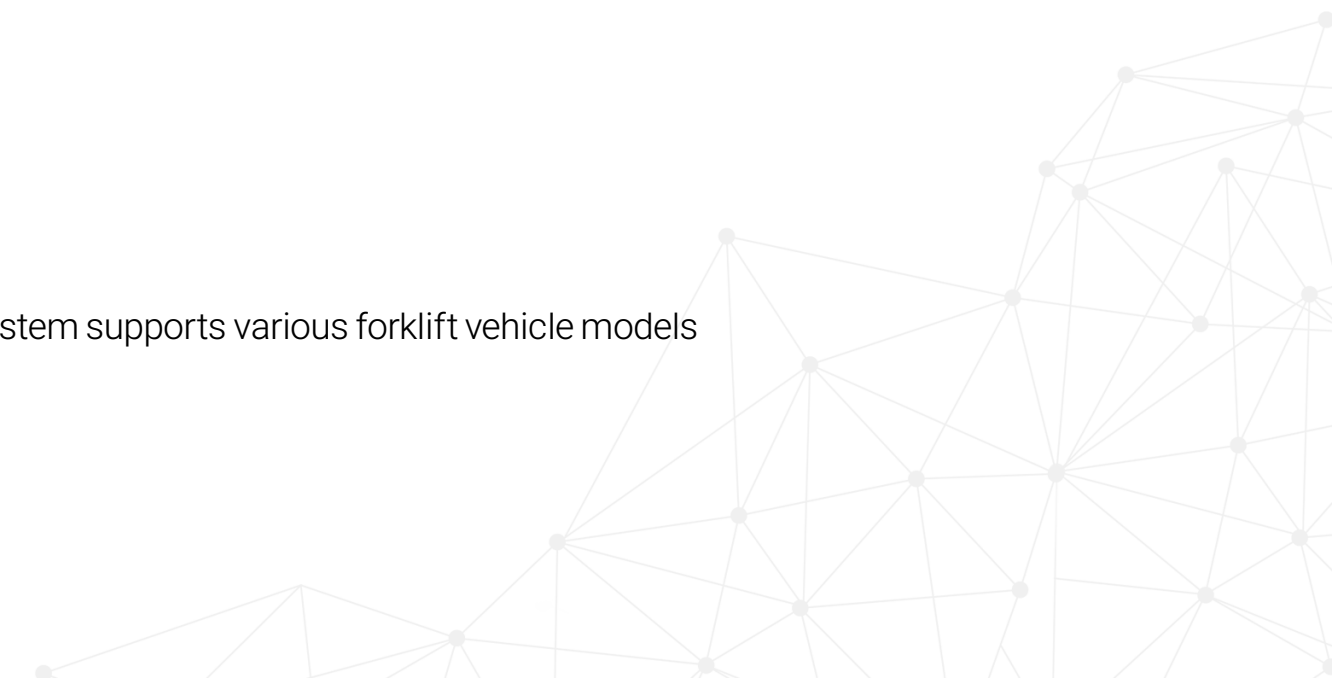
ECU Software Regression Test with HIL

ECU Software regression test can be covered with HIL environment

3

Scalability

HIL system supports various forklift vehicle models



THANKYOU

테크웨이즈 시스템사업본부 허관희 책임

Tel 031-737-4750

Fax 031-737-4750

E-mail huhkh@techways.co.kr

Homepage www.techways.co.kr