

# 1st Team Project

## Hybrid Mobility System

임베디드시스템공학과 - 신 재환  
메카트로닉스공학과 - 제형구  
컴퓨터공학과 - 김정우  
전자공학과 - 정세인  
전자공학과 - 박진영  
전자공학과 - 이동준

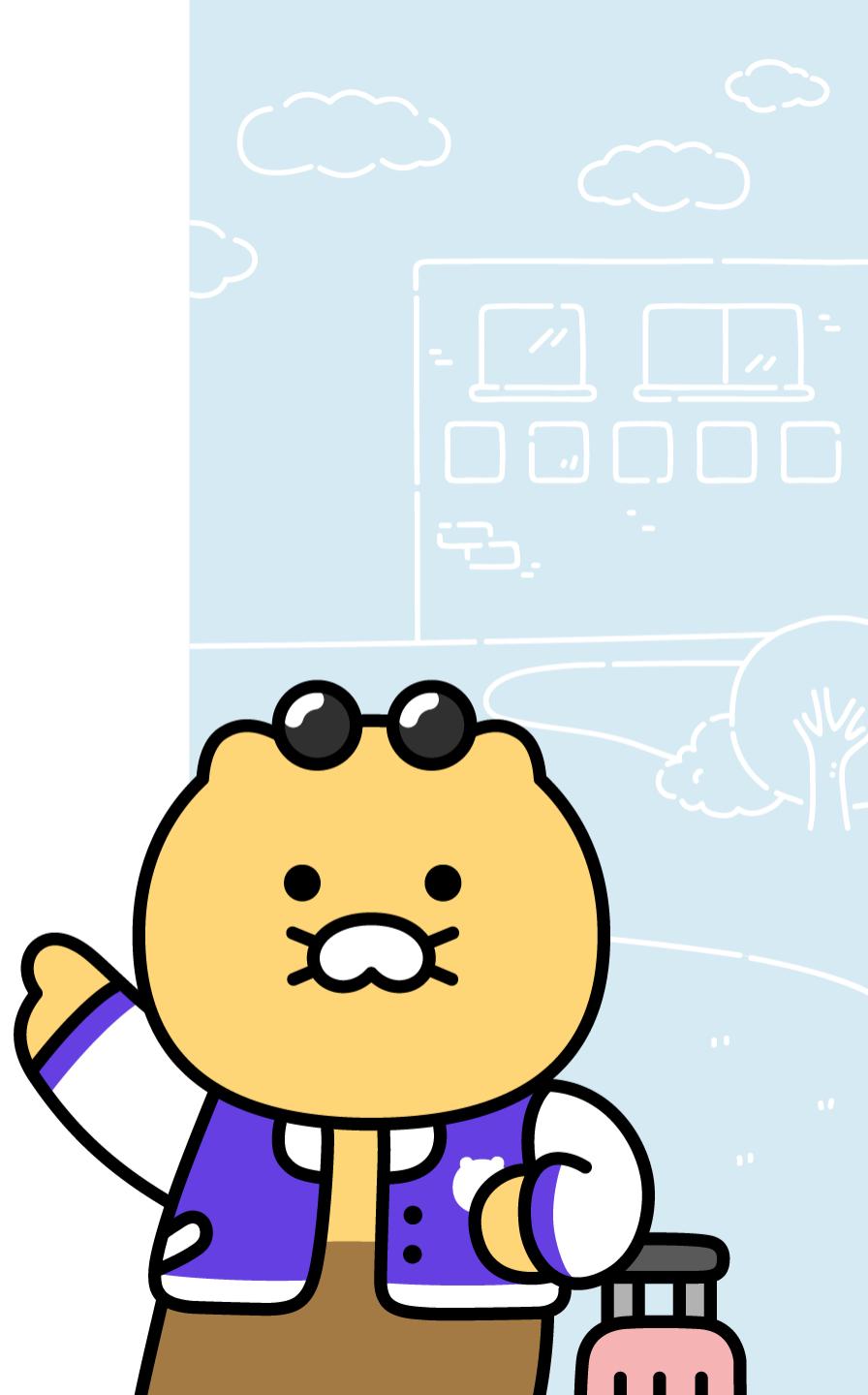


# Category

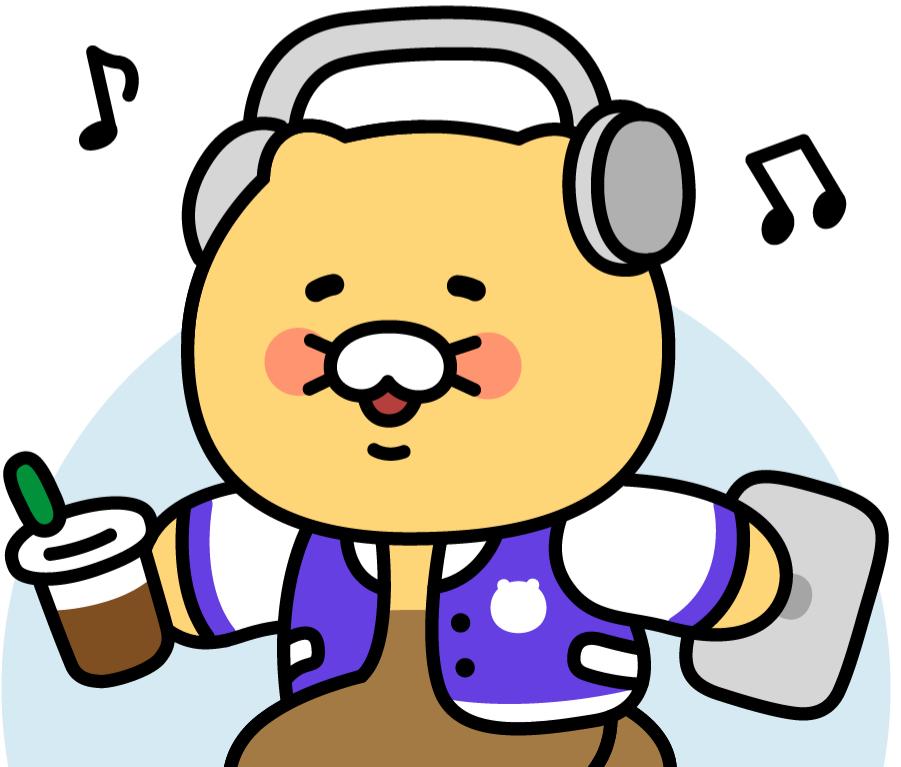


1. Project Background & Task Allocation
2. Process
3. Requirement Analysis
4. HardWare
  1. HardWare Specification
  2. HardWare Interface
5. SoftWare
  1. SoftWare Architecture Design
  2. SoftWare Logics
  3. SoftWare Component Interface
  4. SoftWare Component Detailed Design
6. Test
  1. Unit Test
    1. SIL
    2. HIL
  2. Integration Test
  3. Acceptance Test
7. Review
  1. Feedback
  2. Peer Review
  3. Final Review

# 1. Project Backgraound & Task Allocation



# 프로젝트 배경 및 목적



## 3.1 프로젝트 배경

- 하이브리드 시스템의 장점을 이용해서 소모되는 에너지를 효율적으로 사용하기 위함.
- 모터 및 시스템 구성 요소의 과열은 성능 저하나 시스템 손상으로 이어질 수 있으므로, 과열을 방지하고 시스템의 안정성을 유지하기 위한 안전장치가 구현이 필요함.

## 3.2 프로젝트 목적

- 자동 하이브리드 시스템으로 주행시 연비 향상
- 내연 모드에서 모터의 출력으로 배터리를 충전하여 주행거리 향상.
- 동작중인 모터의 온도를 파악하여 속도를 조절해 내구성 향상.
- 야간등 기능으로 야간에 원활한 시야 확보 가능

Input	배터리 / 연료 관리 모듈	OutPut
Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm Oil Motor Spd 주유SW(sw1)	담당자 : 김정우, 신재환	배터리/연료 잔량

## 독립 구동

Input	Head Lamp 관리 모듈	OutPut
조명모드Sw(Sw2) 조도 센서	담당자 : 정세인	LED Blue/Red

Input  
배터리 잔량  
연료 잔량

모드 관리 모듈  
담당자 : 이동준, 정세인

OutPut  
구동 모드  
( 0->Elec  
1->Oil  
2->사용 X )

Input	모터 제어 모듈	OutPut
구동 모드 가변저항 oil/elec Encoder Temp Sensor	담당자 : 제형구, 신재환	Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm

Input	Display 모듈	OutPut
구동 모드 배터리/연료 잔량	담당자 : 신재환, 제형구	Elec RGB LED Oil RGB LED LED Blue/Red

# SW 개발 협의 사항

## 용어 규정

온도 : temp  
조도 : lux  
전기 : elec  
연료 : oil  
속도 : spd

## 입출력 변수명 규정

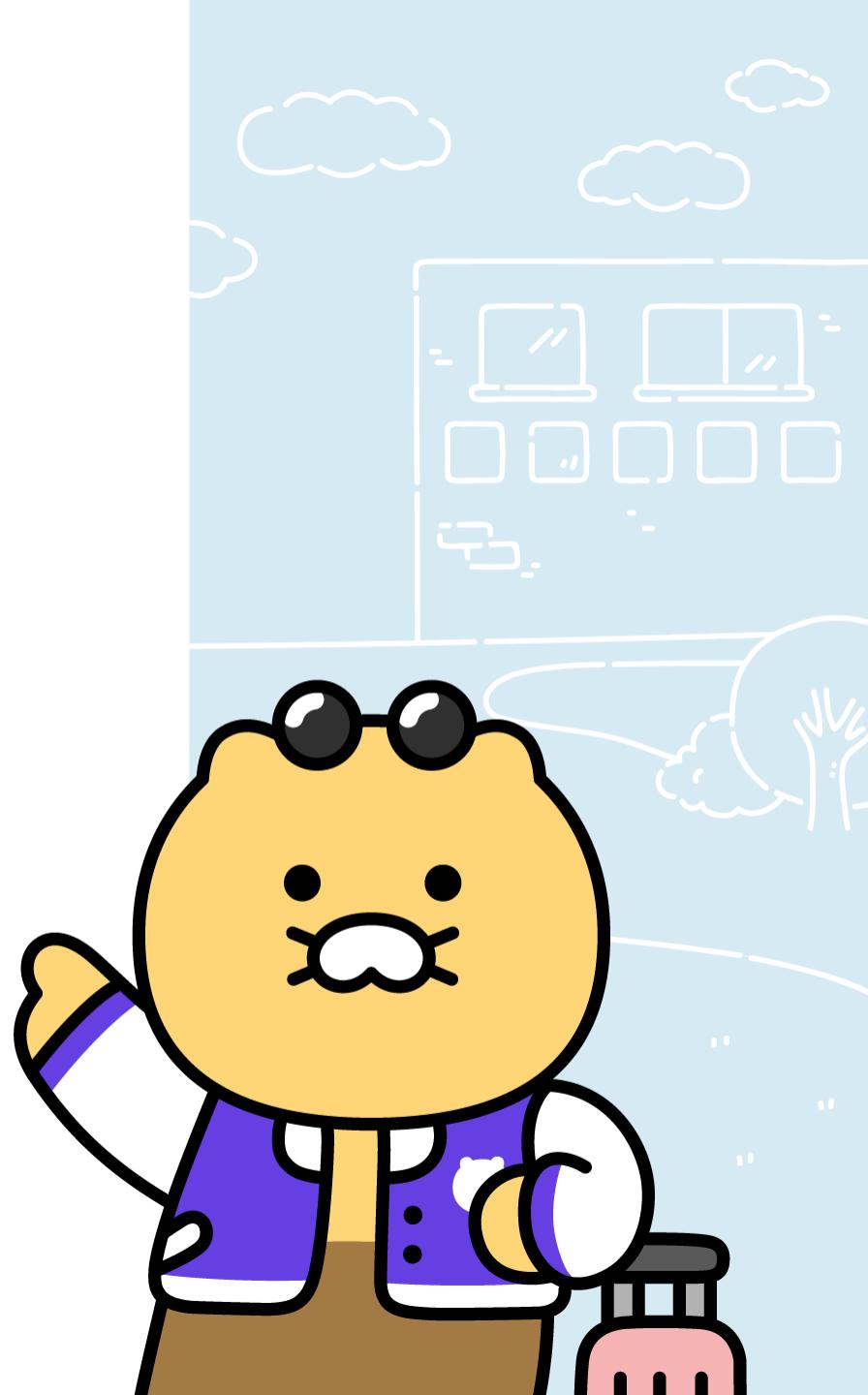
데이터 타입으로 시작하는 camel case로 정의 한다.  
Ex: uint8LuxLevel

## 모듈명 규정

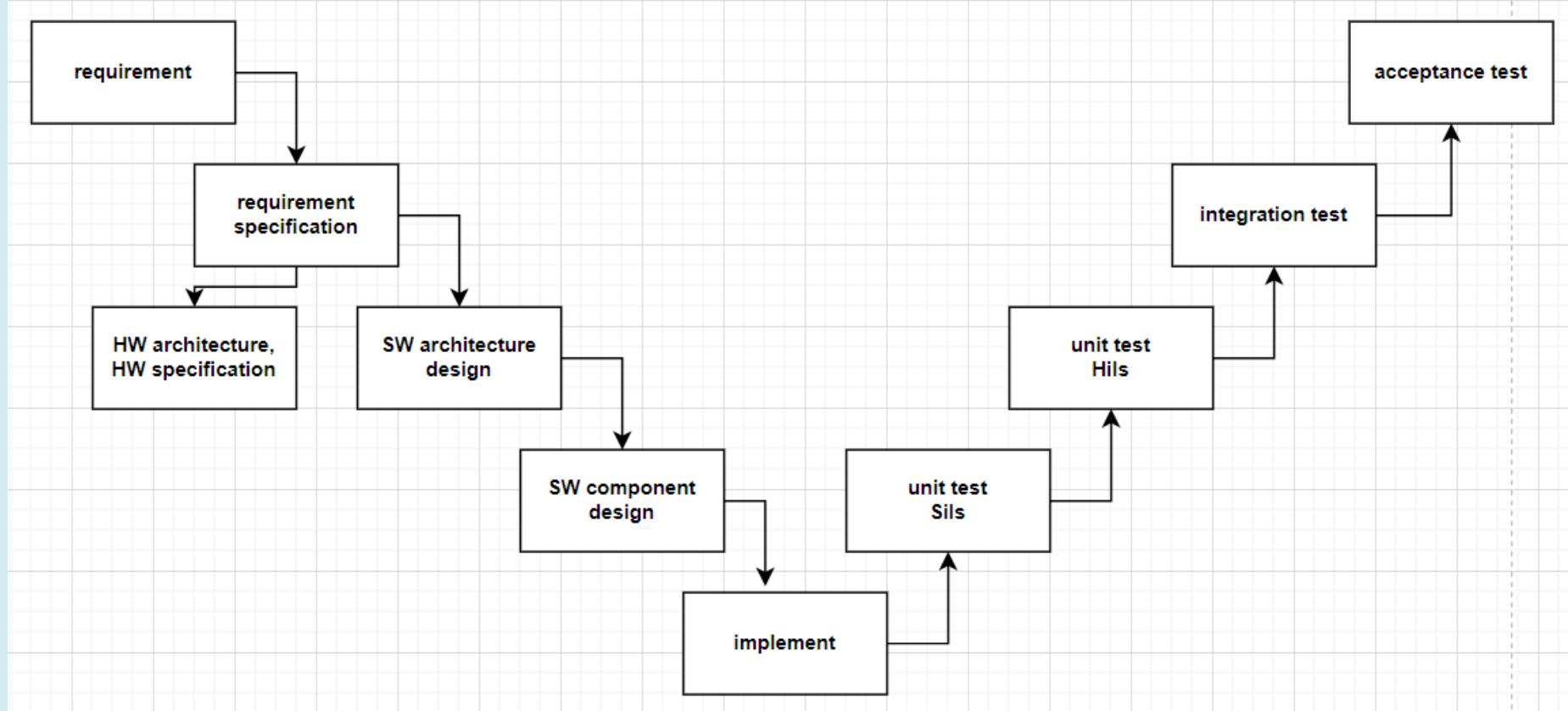
대문자로 시작하는 camel case로 정의한다.  
Ex: BatteryManage



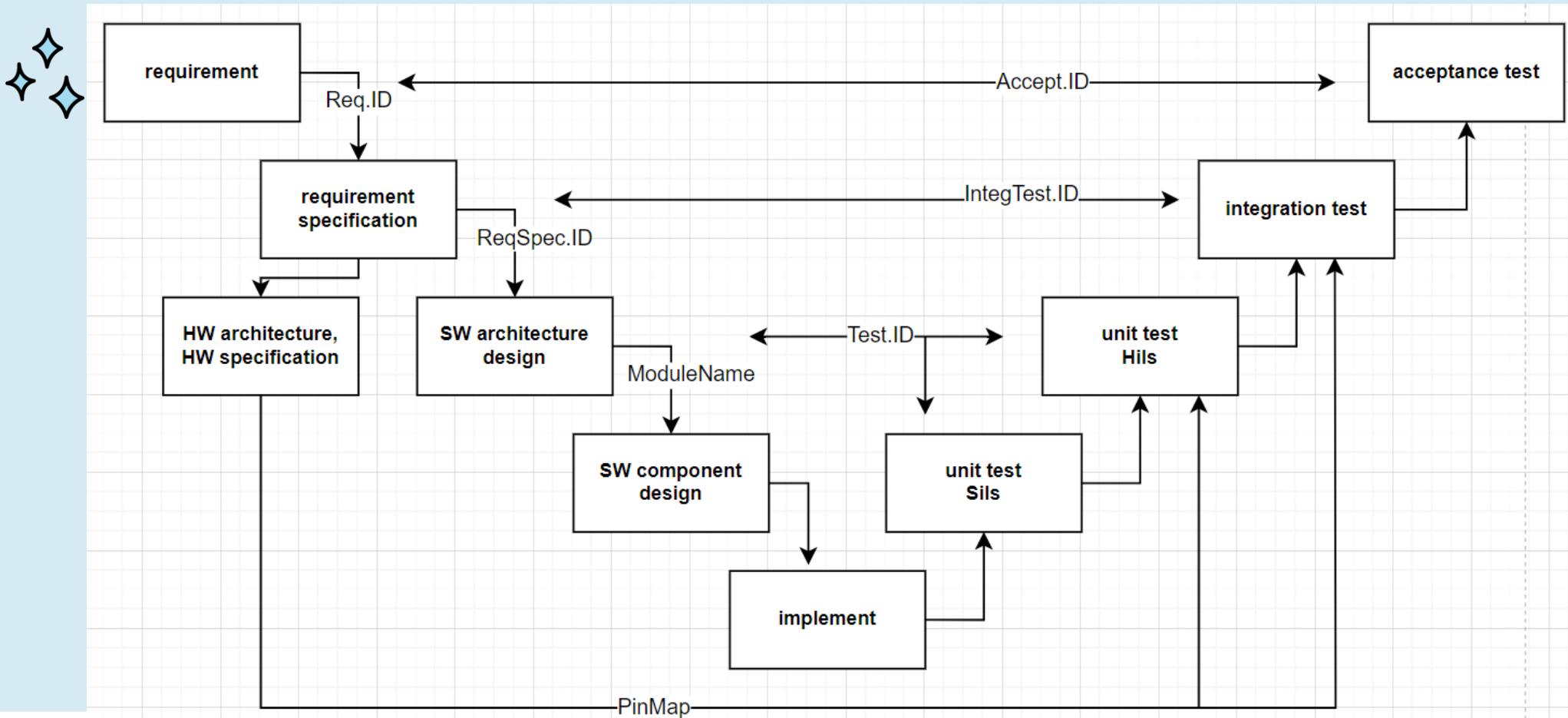
## 2. Process



# Process

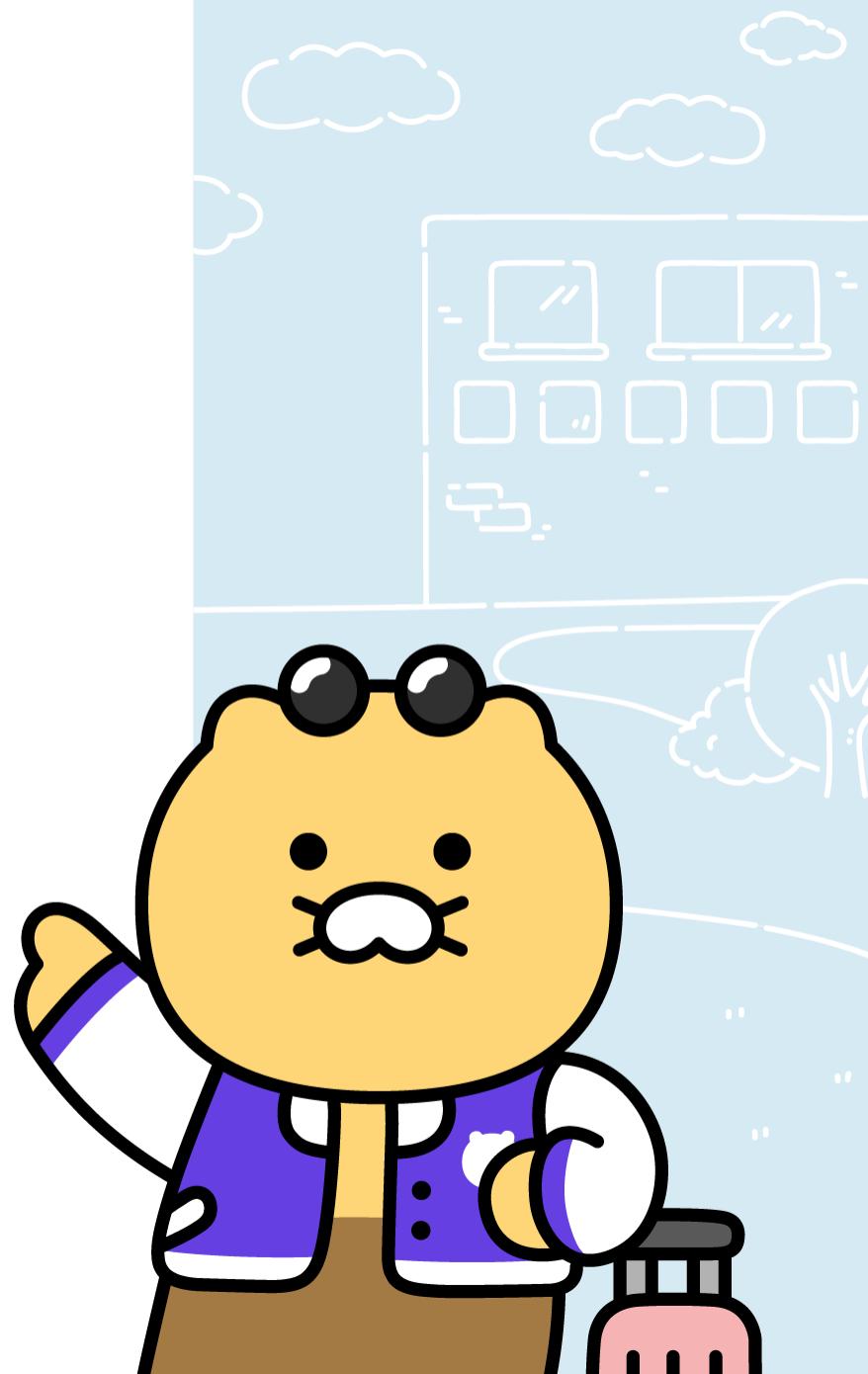
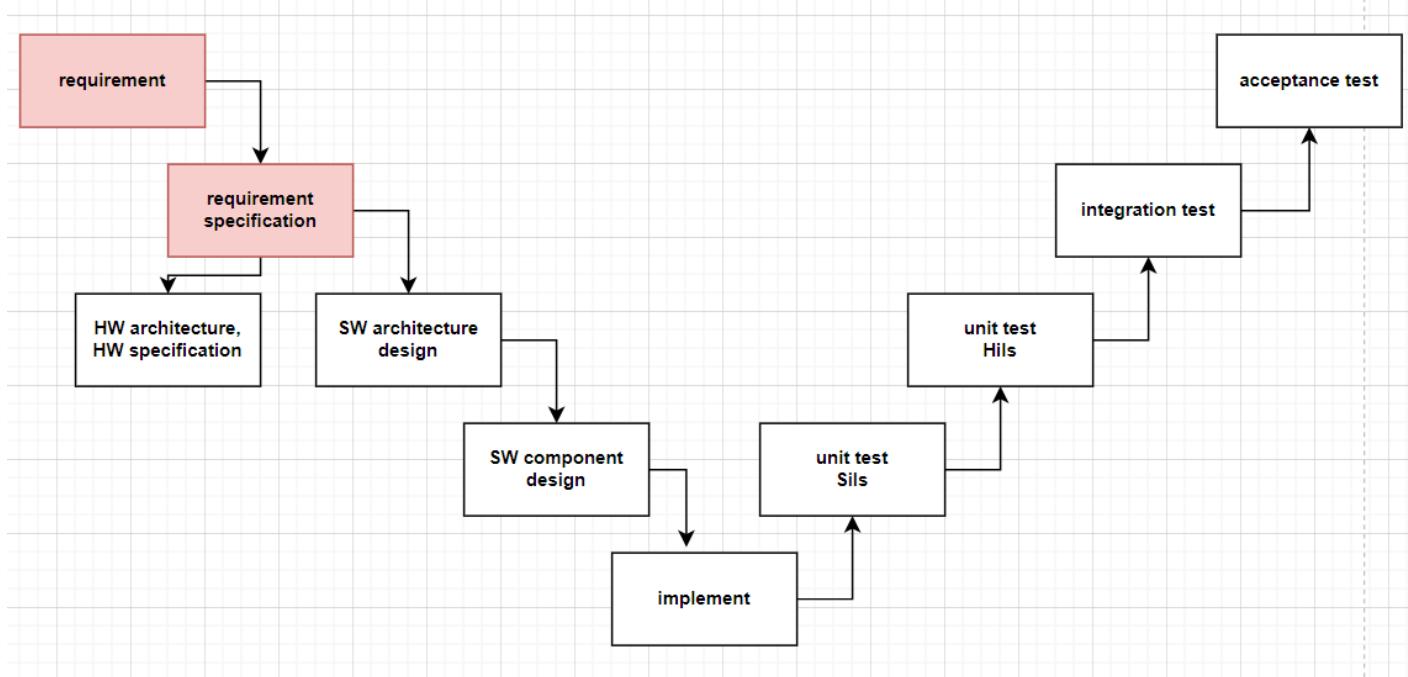


# Traceability



### 3.

# Requirement Analysis



# 요구 사항

Req.ID	Summary	중요도/긴급도	요청일자	비고
Req-01	하이브리드 시스템 모드는 전기모드와 내연모드 2가지로 구성되어 있다.	상/상	2024.02.06	-
Req-02	모터1은 전기 배터리를 소모하고, 모터2는 연료를 소모한다.	상/상	2024.02.06	-
Req-03	초기 배터리와 연료는 100%로 설정한다.	하/하	2024.02.06	-
Req-04	초기 모드는 전기모드로 동작하며 가변저항으로 설정된 값으로 PID 제어를 통해 모터1의 속도를 제어한다.	하/중	2024.02.06	-
Req-05	전기 배터리의 용량이 30%가 되면 내연모드로 모드를 전환한다.	중/상	2024.02.06	-
Req-06	내연모드에서는 가변저항으로 설정된 값으로 PID 제어를 통해 모터2의 속도를 제어한다.	하/상	2024.02.06	-
Req-07	내연모드에서는 배터리가 초당 20씩 일정 비율로 충전된다.	상/상	2024.02.06	-
Req-08	연료가 0이 되면 전기모드로 작동한다. 배터리도 0이 되면 모터1 작동을 멈춘다.	중/상	2024.02.06	-
Req-09	SW1을 누르면 연료가 100%로 충전된다.	상/상	2024.02.06	-
Req-10	모터1과 모터2의 온도를 측정하는 온습도 센서의 값이 일정 수준 이상을 넘으면 속도를 제한한다.	상/상	2024.02.06	-
Req-11	RGB LED로 각 배터리와 연료의 용량을 나타낸다. (0 ~ 30 : 빨간색, 31 ~ 70 : 초록색, 71 ~ 100 : 파란색)	중/중	2024.02.06	-
Req-12	전기모드는 빨간색 LED를 2초 주기로 깜빡이고, 내연모드는 파란색 LED를 2초주기로 깜빡인다.	하/하	2024.02.06	-
Req-13	SW2를 누르면 야간등 기능을 키고 끌 수 있다.	중/상	2024.02.06	-
Req-14	야간등 기능은 조도센서의 밝기가 특정 값 이하로 떨어지면 빨간색, 파란색 LED를 킨다.	상/상	2024.02.06	-

# 요구 사항 명세서

ReqSpec. ID	추적성	Summary	긴급도	검토자	비고	OEM 담당자	검토여부
ReqSpec-01	Req-01	하이브리드 시스템 모드는 전기모드, 내연모드, 방전모드로 총 3가지 모드로 구성되어 있다.	상	김정우/2024.02.06		이원준	OK
ReqSpec-02	Req-02	모터1은 배터리를 소모하고, 모터2는 연료를 소모한다. <b>모터1의 입력전압에 비례하여 배터리를 소모한다.</b> (소모 값 = 초당 모터1의 입력pwm * 0.1) 모터2의 입력전압에 비례하여 연료를 소모한다. (소모값 = 초당 모터2의 입력pwm * 0.1)	상	김정우/2024.02.06	소모량이 명시되어 있지 않아 소모량을 지정해준다.	이원준	OK
ReqSpec-03	Req-03	초기 배터리와 연료의 양은 100%로 설정한다.	상	김정우/2024.02.06		이원준	OK
ReqSpec-04	Req-04	가변저항으로 설정된 값으로 PID 제어를 통해 모터1의 속도를 제어한다. <b>클로즈루프를 사용하여 PID제어를한다. PID 라이징타임 0.5s, 오버슛 15%</b>	상	정세인/2024.02.06	<b>클로즈루프를 사용하여 PID제어 한다. PID 라이징타임 0.5s, 오버슛 15%</b>	이원준	OK
ReqSpec-05	Req-04	초기 모드는 전기모드로 동작한다.	상	정세인/2024.02.06		이원준	OK
ReqSpec-06	Req-05	전기 배터리의 용량이 30%가 되면 내연모드로 모드를 전환한다. <b>전기모드에서 배터리 용량이 30%이하가 되면 내연모드로 전환한다.</b>	상	정세인/2024.02.06		이원준	OK
ReqSpec-07	Req-06	내연모드에서는 가변저항으로 설정된 값으로 PID 제어를 통해 모터2의 속도를 제어한다. <b>클로즈루프를 사용하여 PID제어를한다. PID 라이징타임 0.5s, 오버슛 15%</b>	상	이동준/2024.02.06	주기 내의 led제어에 대한 지시 필요 -> 발광과 소등을 반복	이원준	OK

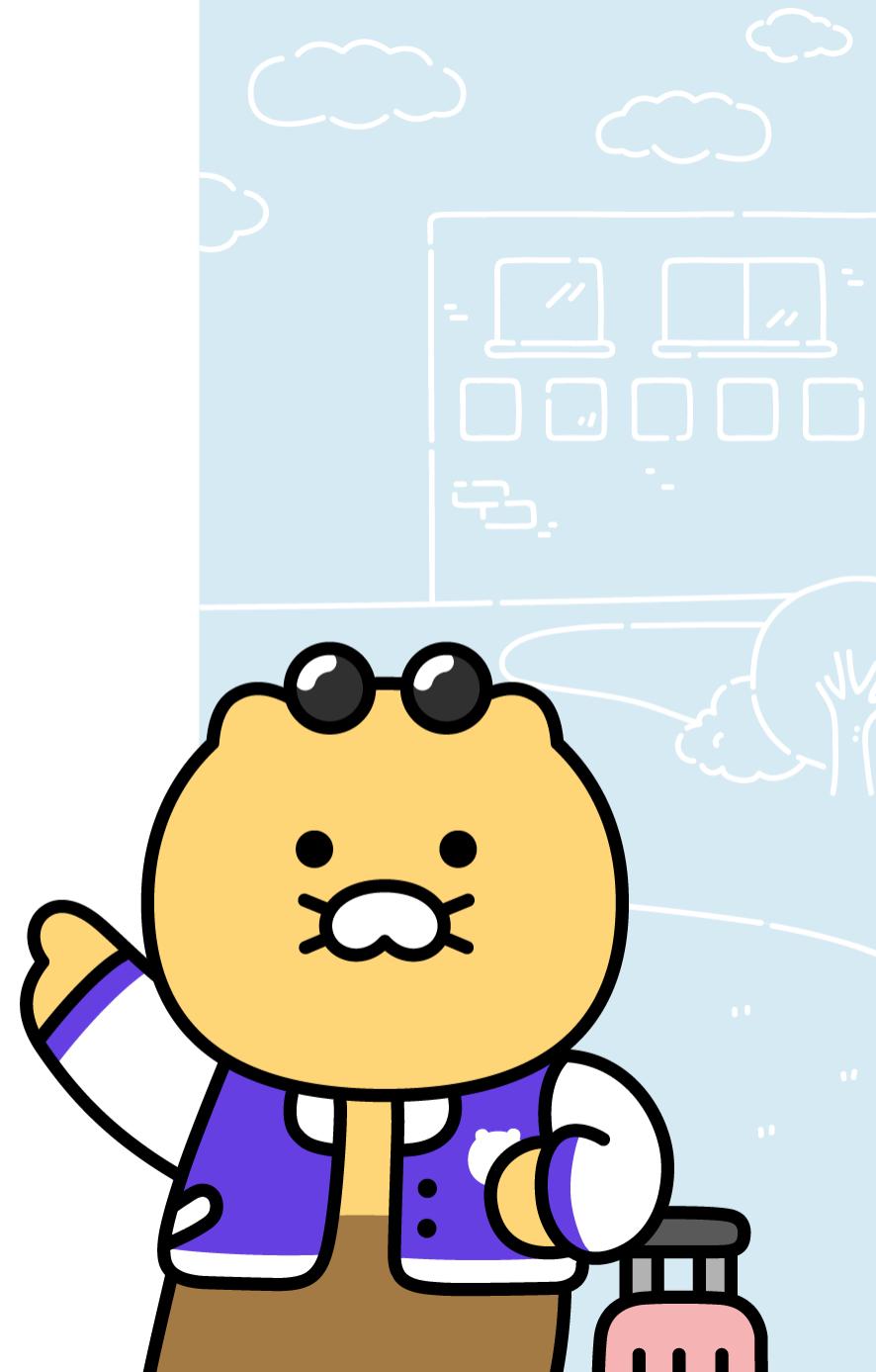
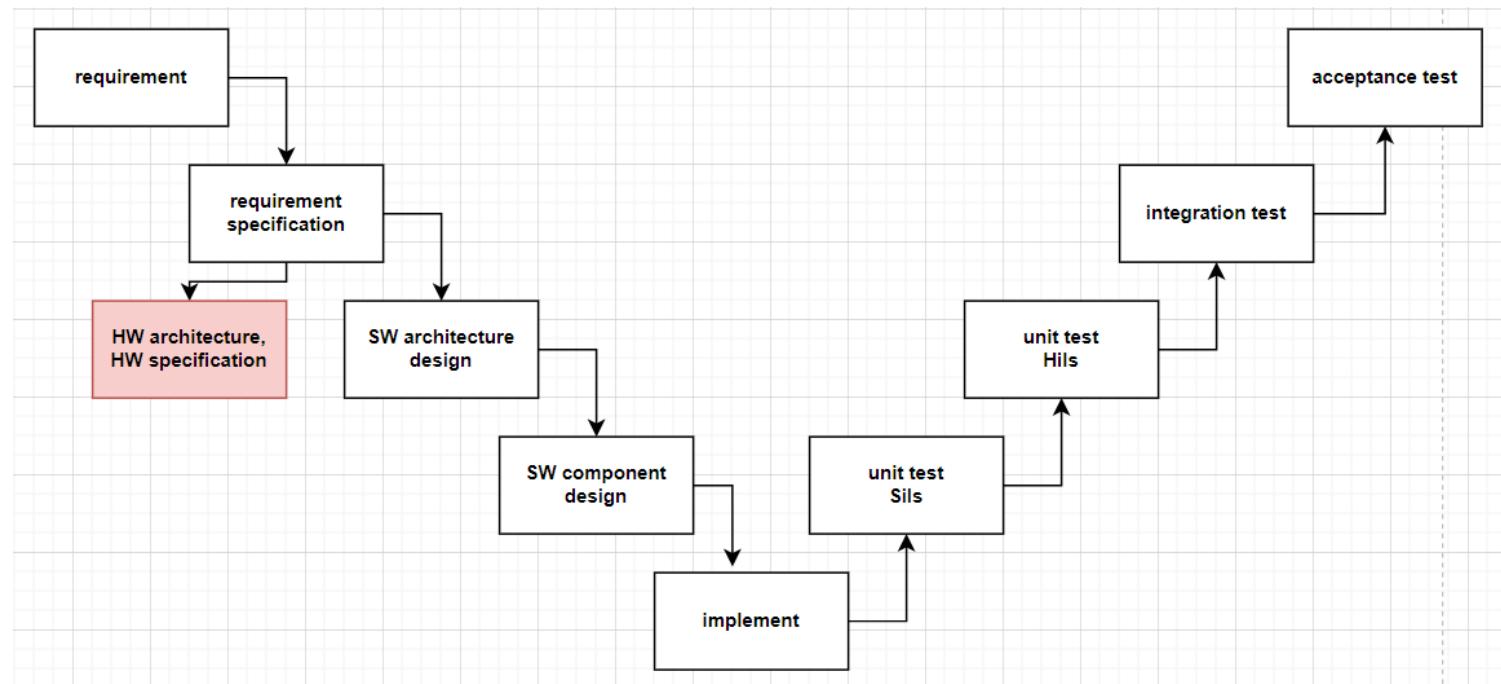
# 요구 사항 명세서

ReqSpec. ID	추적성	Summary	긴급도	검토자	비고	OEM 담당자	검토여부
ReqSpec-08	Req-07	내연모드에서는 배터리가 초당 20%씩 충전된다. 모터2의 출력에 비례하여 배터리를 충전한다. 충전 값 = 초당 모터2의 Rpm*0.005	상	이동준/2024.02.06	명확한 단위 제시 필요. ->초당 20% 충전으로 설정	이원준	OK
ReqSpec-09	Req-07	충전된 전기배터리의 용량이 100%가 되면 자동으로 내연모드에서 전기모드로 전환된다.	상	이동준/2024.02.06	내연모드에서 전기모드로 전환되는 조건이 없어서 추가했음.	이원준	OK
ReqSpec-10	Req-08	연료가 0%가 되면 전기모드로 작동한다.	상	박진영/2024.02.06	명확한 단위제시 필요 -> %로 설정	이원준	OK
ReqSpec-11	Req-08	연료가 0%일 때, 배터리도 0%가 되면 모터1의 작동을 멈춘다. 이 때, 모드를 나타내는 LED도 모두 소등	상	박진영/2024.02.06	명확한 조건 재정의 -> 연료와 배터리 모두 0%일때로 조건 설정.	이원준	OK
ReqSpec-12	Req-09	Easy Module Shield2의 SW1을 누르면 연료가 100%로 충전된다.	상	박진영/2024.02.06	충전동작 제시 필요-> Sw1이 눌린 시간 1초당 20%가 충전되는 것으로 설정.	이원준	OK
ReqSpec-13	Req-10	Easy Module Shield1의 온도 센서를 사용한다.  모터1과 모터2의 온도를 측정하는 온도 센서의 값이 일정 수준 이상을 넘으면 속도를 제한한다.	상	제형구/2024.02.06	온/습도 센서 값에서 온도, 습도 값중 사용할 값 명시 필요. -> 온도값을 사용하는 것으로 설정 임계값 설정필요 -> 30도로 설정 속도제한 방식 설정 필요 -> 속도제한은 최대속도의 80%를 넘지 못하도록 설정.	이원준	OK

# 요구 사항 명세서

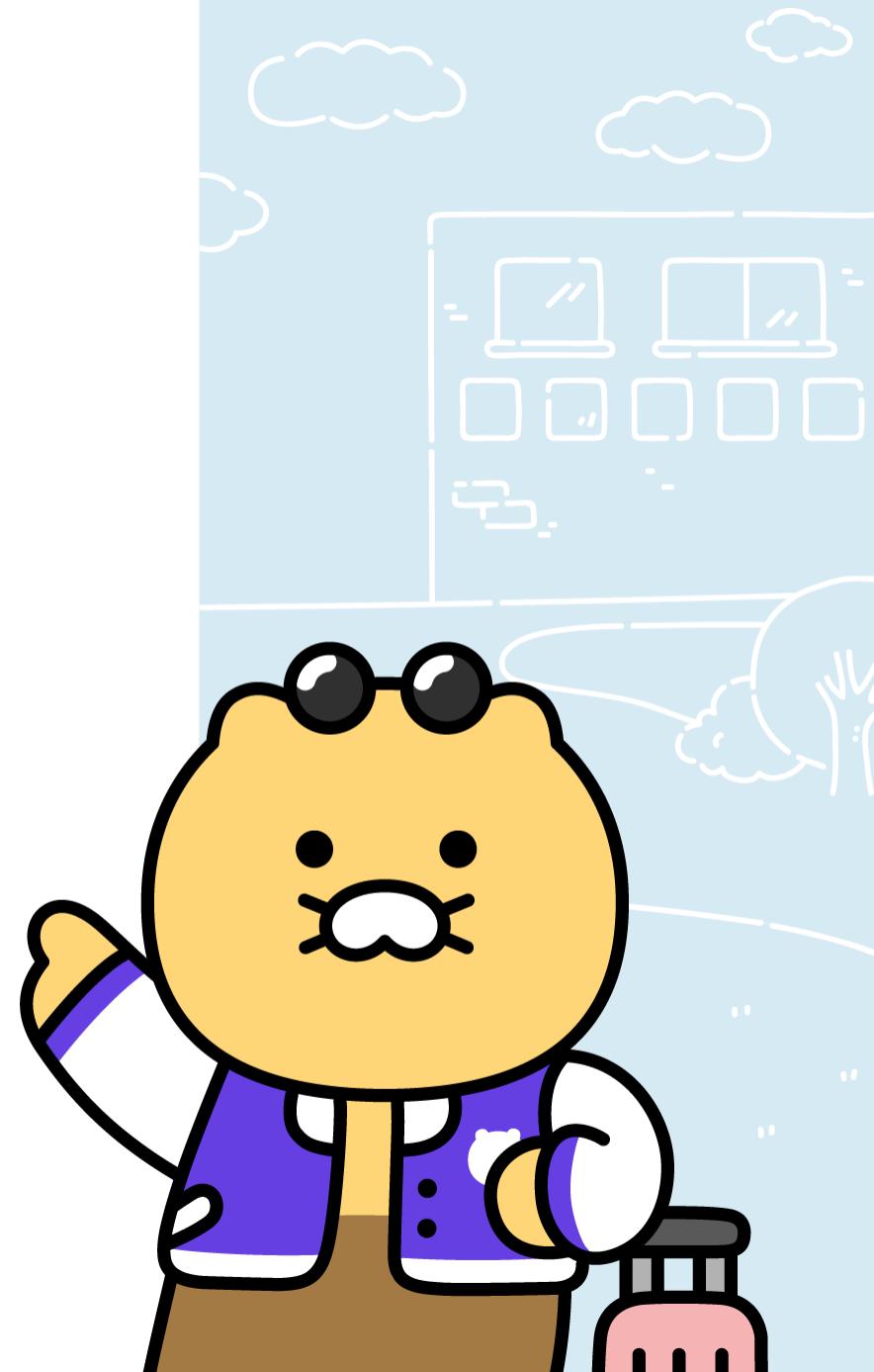
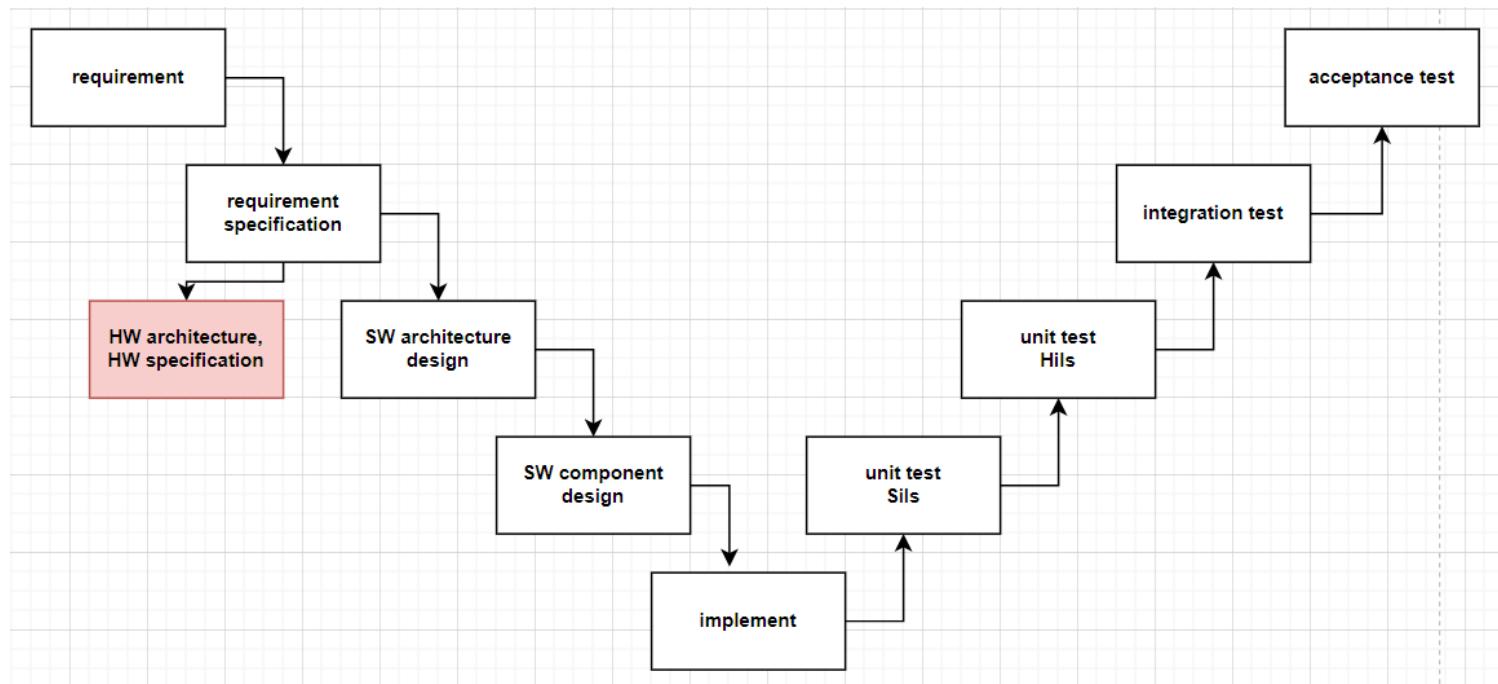
ReqSpec. ID	추적성	Summary	긴급도	검토자	비고	OEM 담당자	검토여부
ReqSpec-14	Req-11	RGB LED는 모드의 연료/배터리 잔량을 나타낸다.	상	제형구/2024.02.06	Easy Module Shield1의 RGB_LED로 배터리 상태, Easy Module Shield2의 RGB_LED로 연료상태를 표현한다.	이원준	OK
ReqSpec-15	Req-11	연료와 배터리의 용량은 각각의 RGB LED로 나타내며 0%이상 15%미만일 때 RGB LED는 빨간색을 점멸(경고등) 15%이상 30%미만일 때 RGB LED는 빨간색을 점등 30%이상 70% 미만일 때 RGB LED는 초록색을 점등 70%이상 100% 미만일 때 RGB LED는 파란색을 점등	상	제형구/2024.02.06		이원준	OK
ReqSpec-16	Req-12	전기 모드일 때 Easy Module Shield1 빨간색 LED를 2초 주기로 깜박인다.	상	신재환/2024.02.06		이원준	OK
ReqSpec-17	Req-12	내연 모드일 때 Easy Module Shield1 파란색 LED를 2초 주기로 깜박인다.	상	신재환/2024.02.06		이원준	OK
ReqSpec-18	Req-13	Easy Module Shield2의 SW2를 눌러 '야간등'을 키고 끌 수 있다.  Easy Module Shield2의 LED를 사용한다.	상	신재환/2024.02.06	'야간등'의 초기상태 설정 필요  Easy Module Shield2 의 빨간색&파란색 LED	이원준	OK
ReqSpec-19	Req-14	'야간등' 기능을 사용할 때 조도센서 값이 <b>200이하</b> 이면 빨간색, <b>100이하</b> 이면 파란색 LED를 칸다.	상	신재환/2024.02.06		이원준	OK

# 4. HardWare



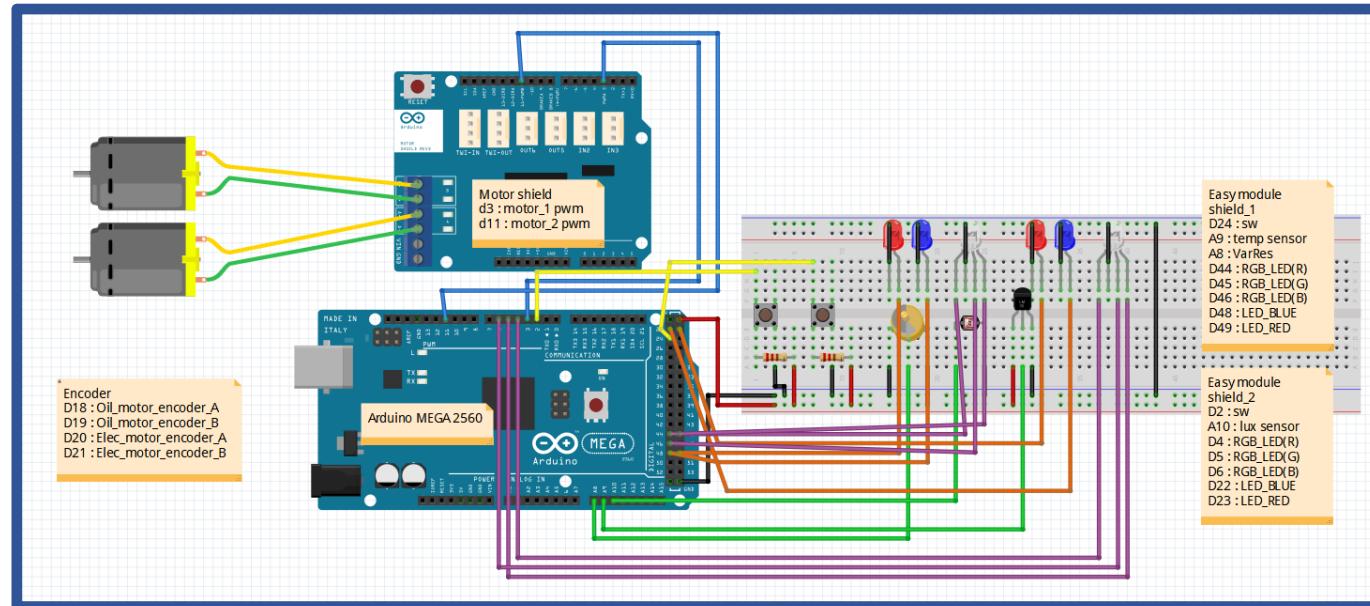
## 4.1

# HardWare Specification





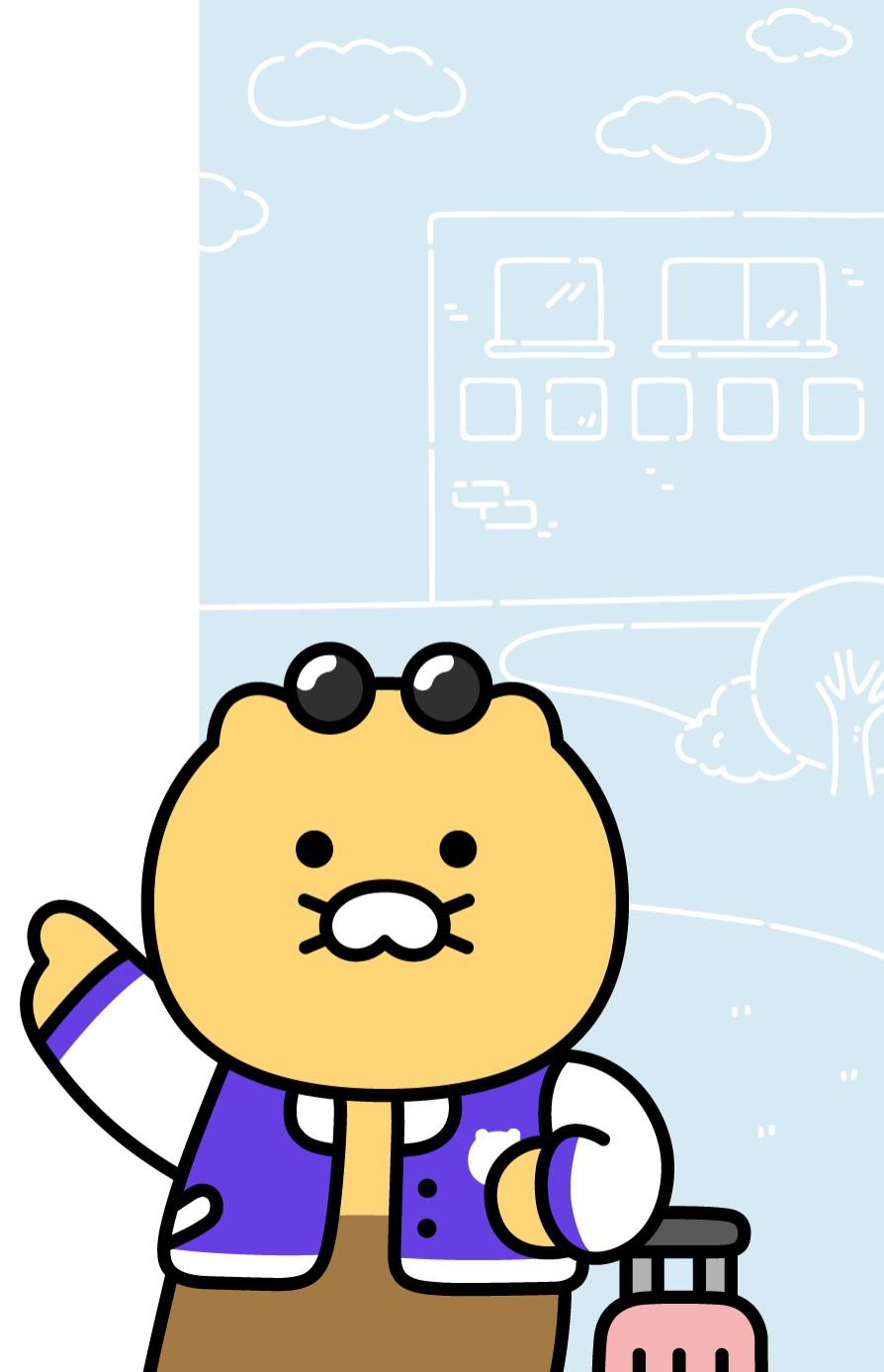
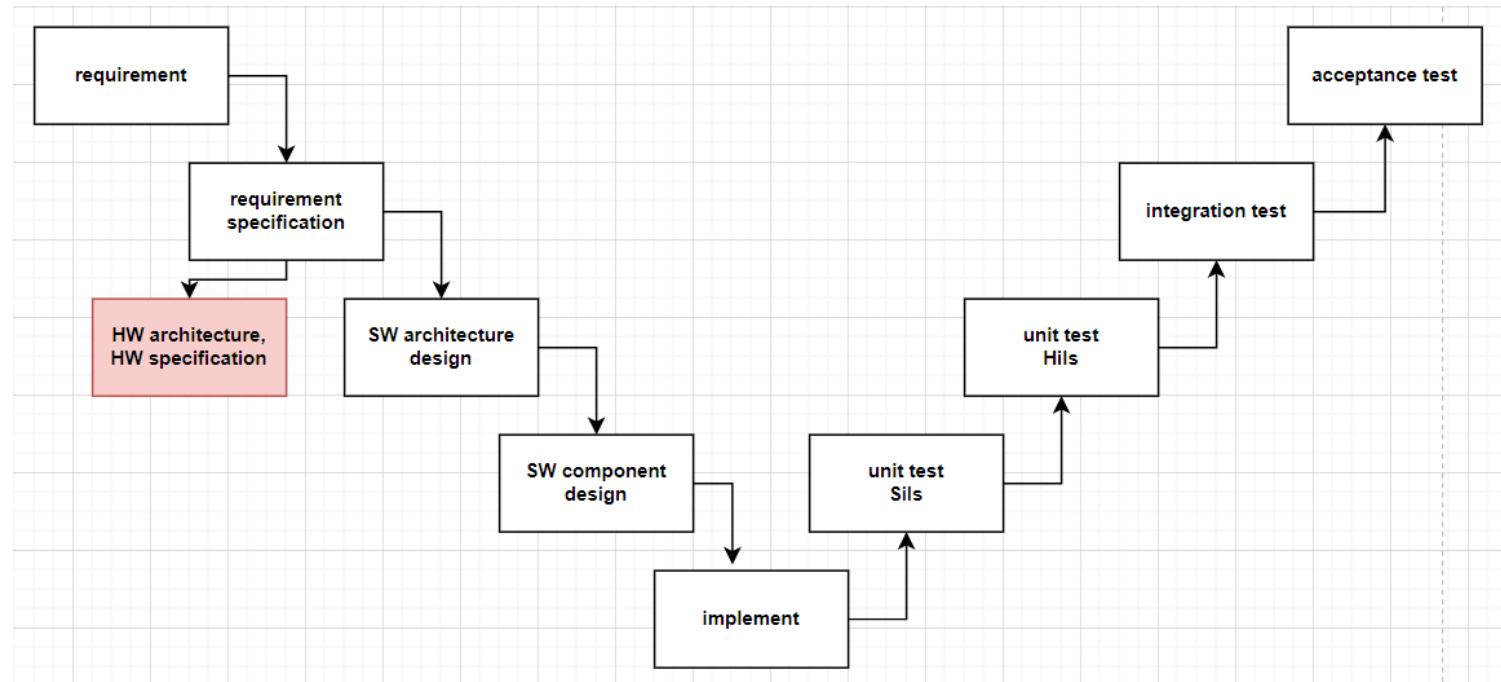
# HardWare Specification



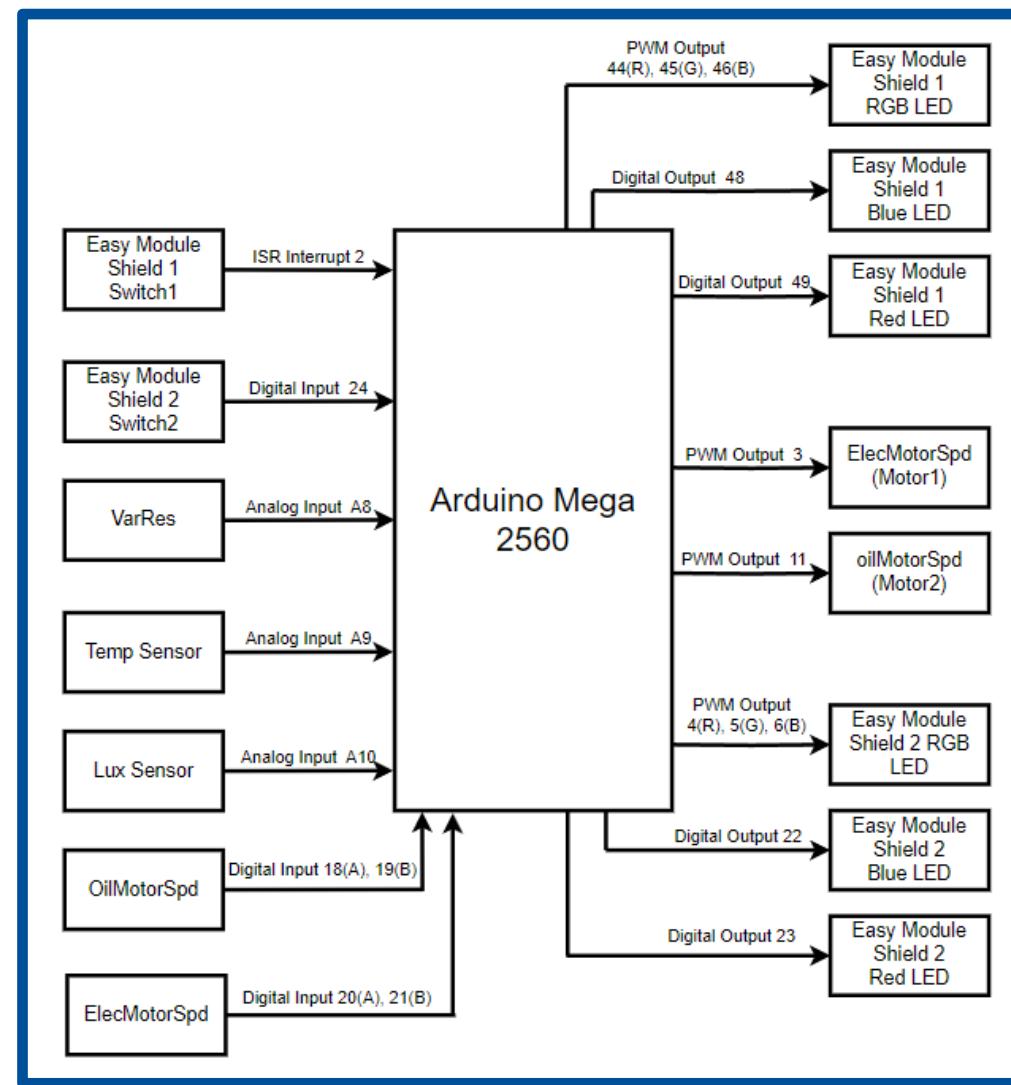
No.	Category	Description	No.	Category	Description
1	Operating Voltage	5 (V)	5	LED Builtin	D 13
2	Input Voltage	7~12 (V)	6	Interrupt	Digital pin 2,3,18,19,20,21
3	DC current per I/O Pin	20m (A)	7	ADC	16 Analog Input, 10 bits resolution
4	Clock Speed	16M (Hz)	8	PWM	2-13,44,46, 8bit PWM 490 (Hz) (pins 4 an 13: 980 (Hz))

## 4.2

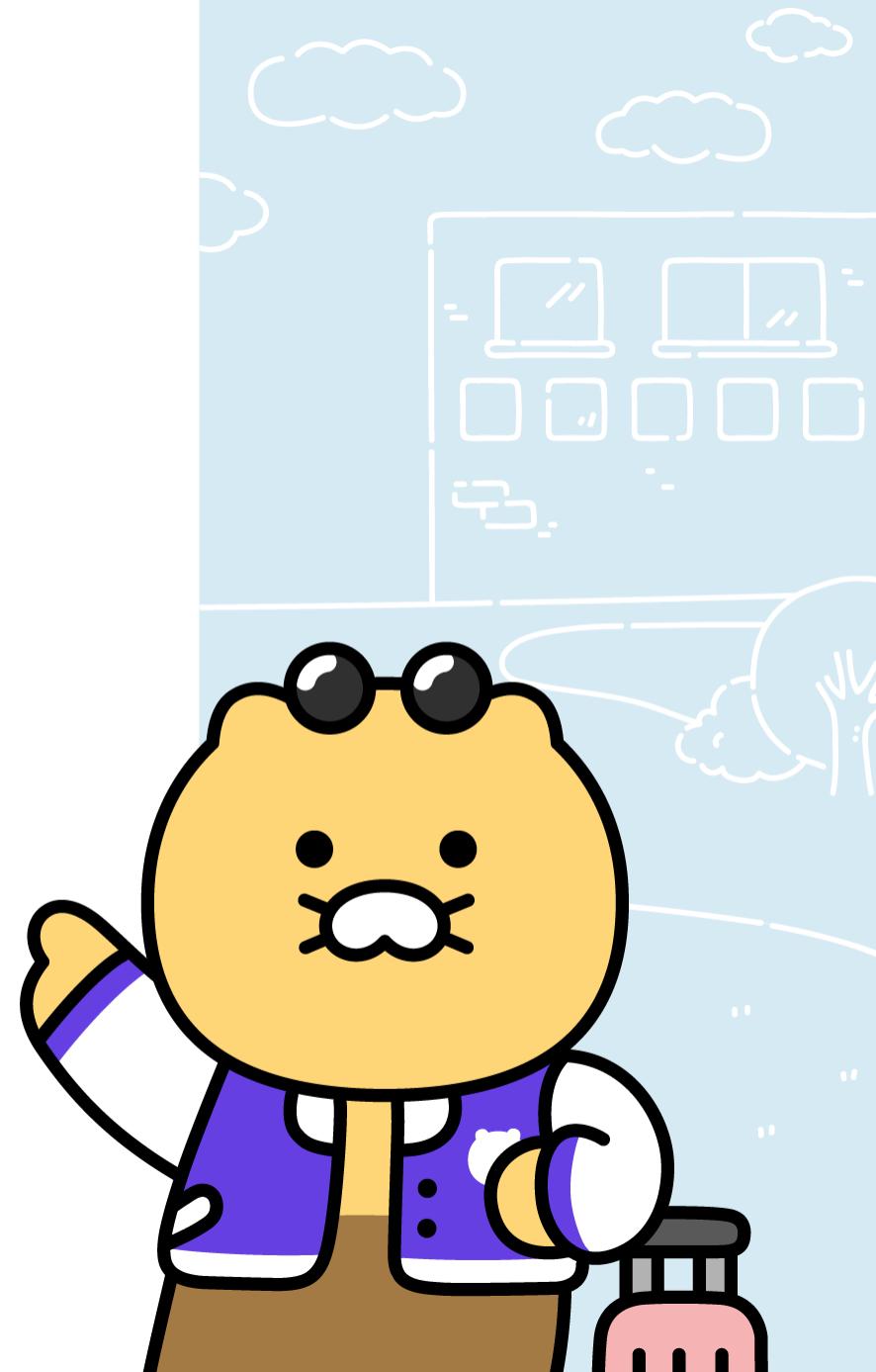
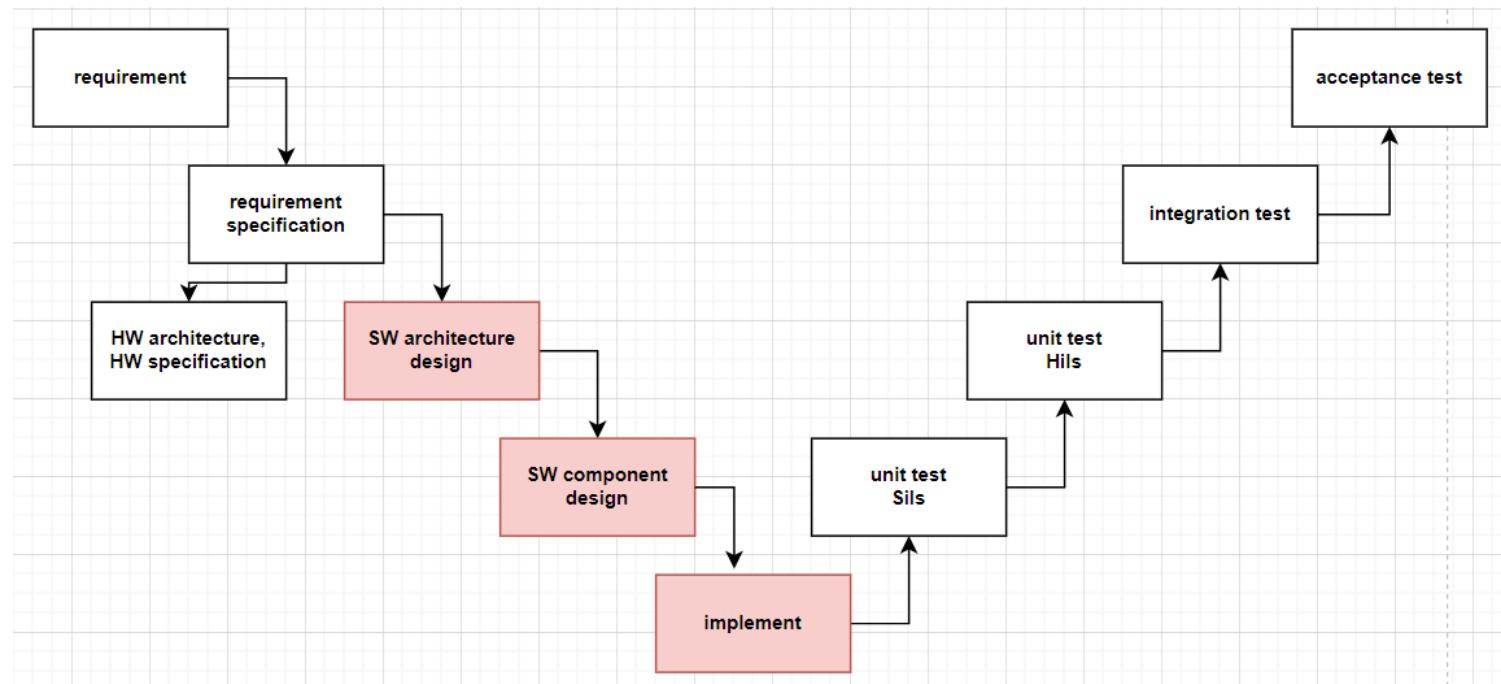
# HardWare Architecture



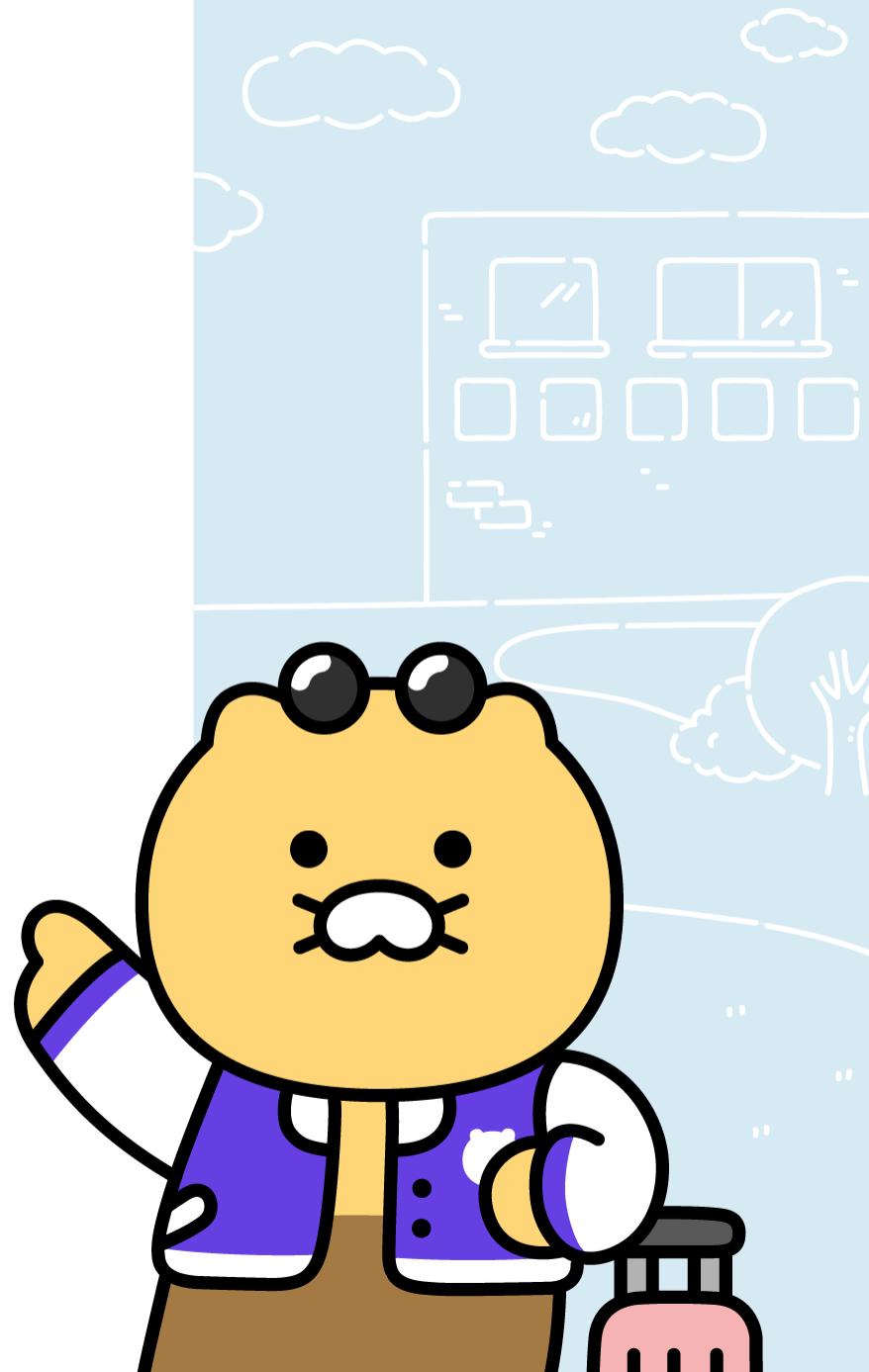
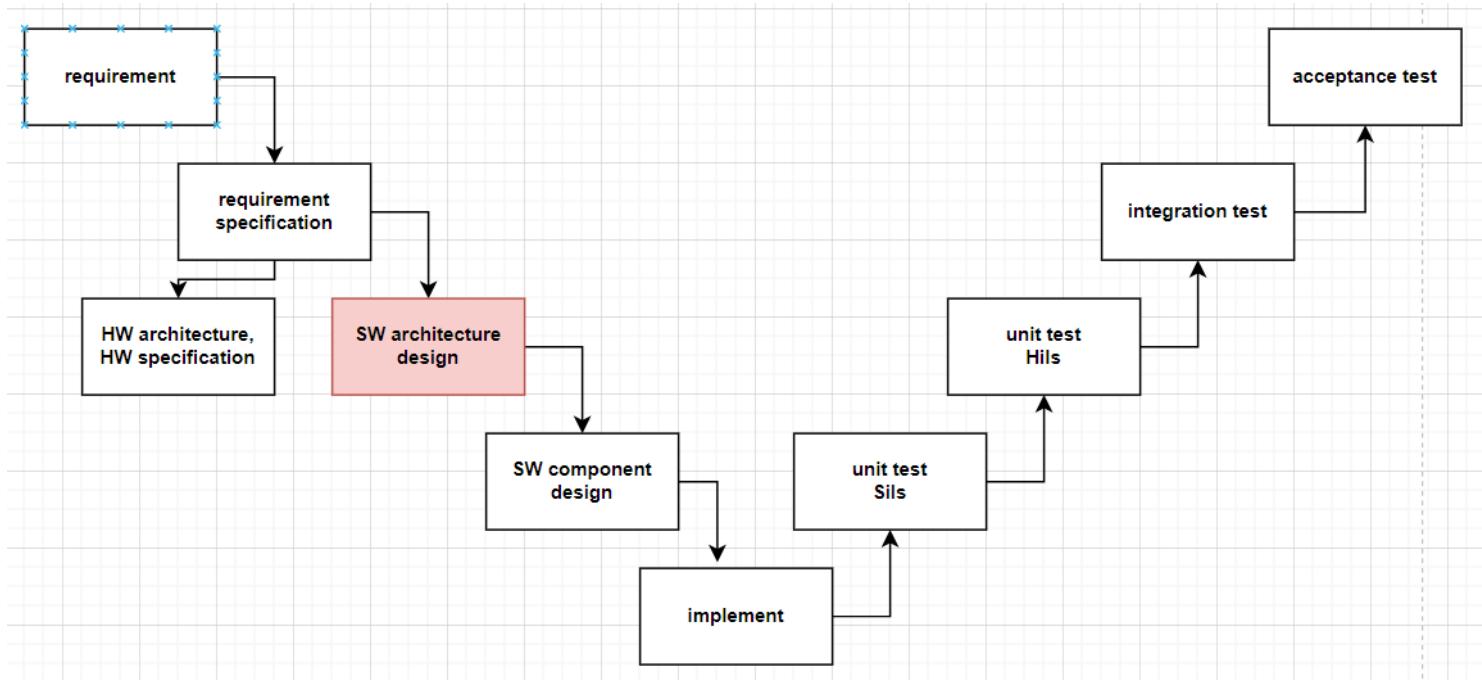
# HardWare Architecture



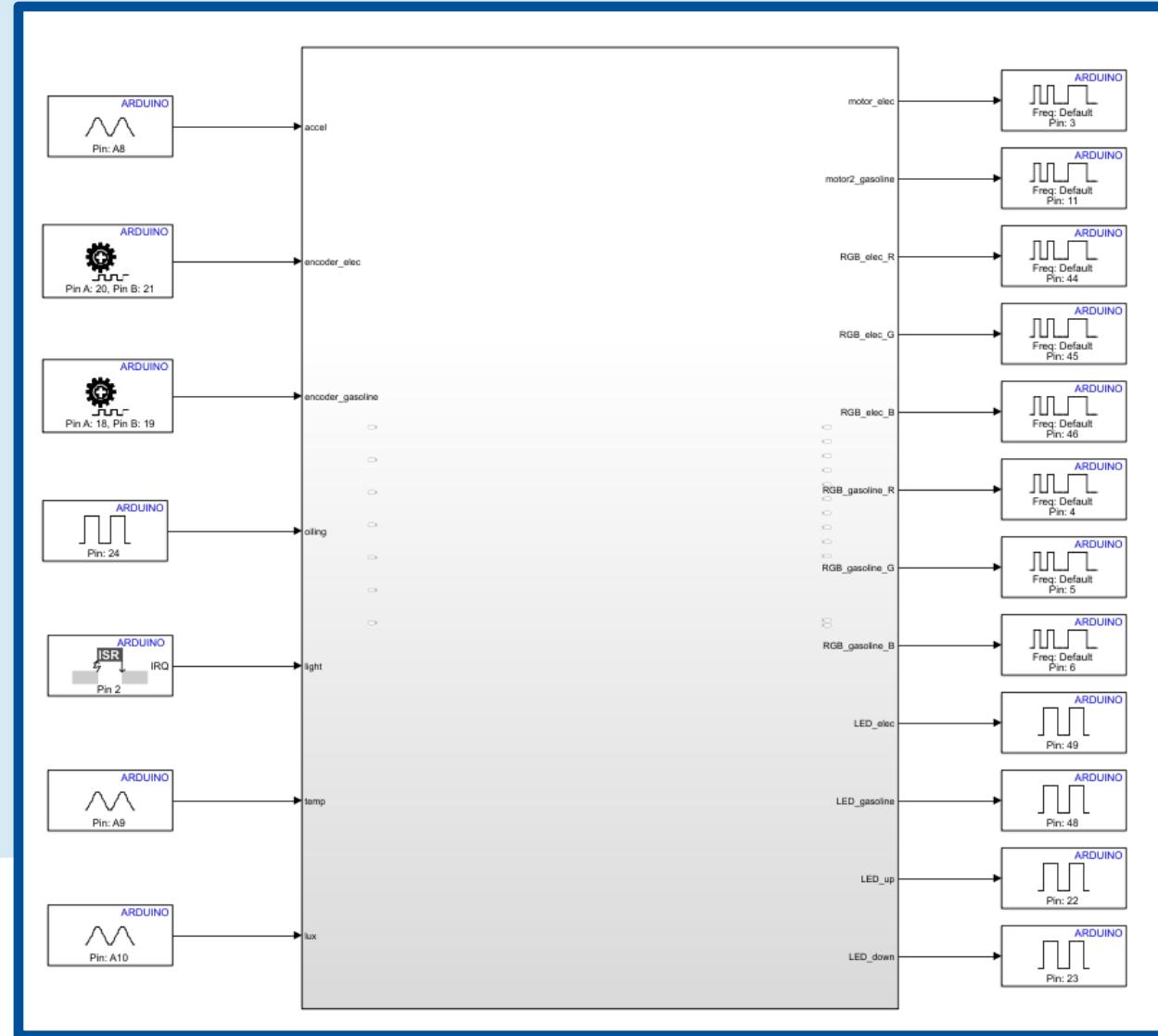
# 5. SoftWare



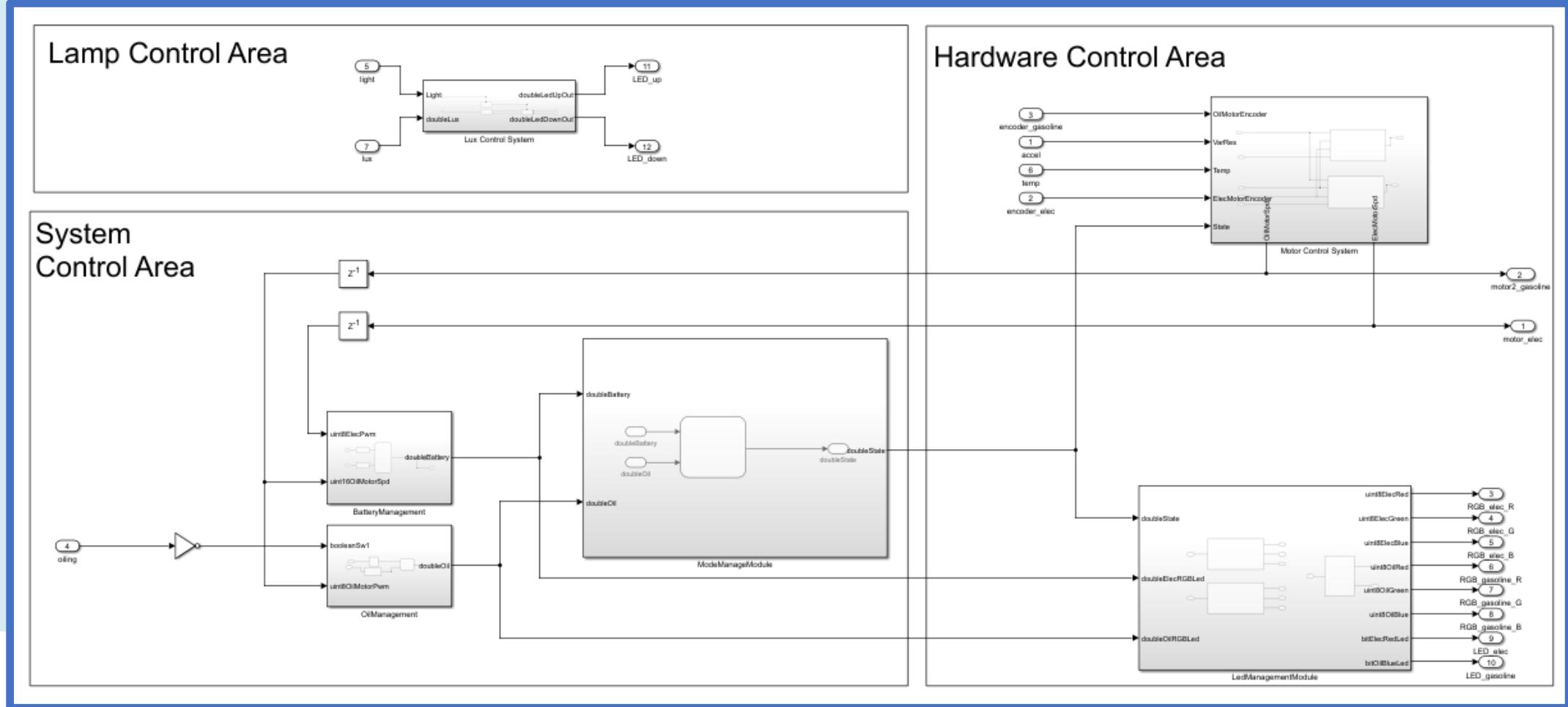
# 5.1 SoftWare Architecture Design



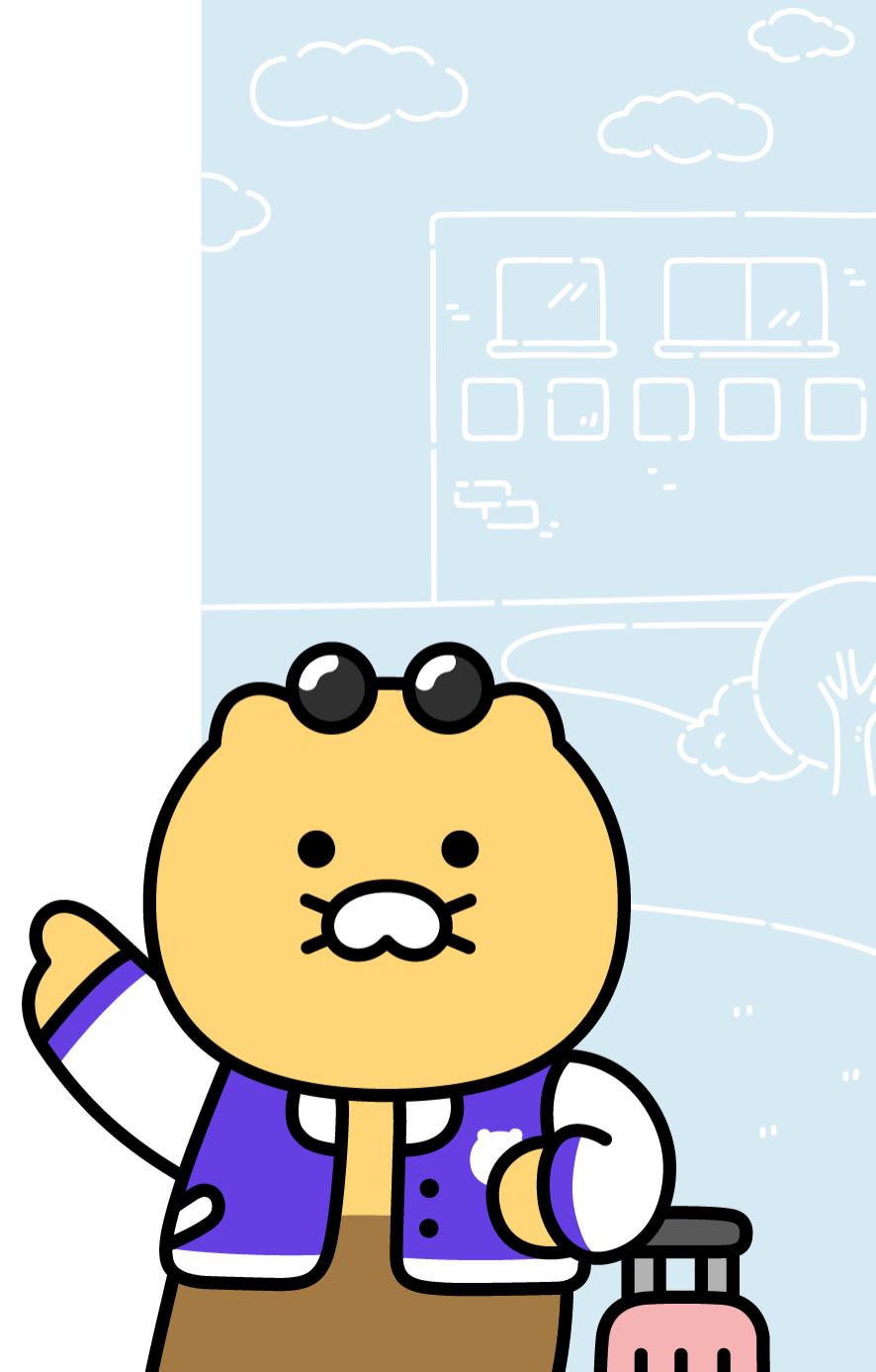
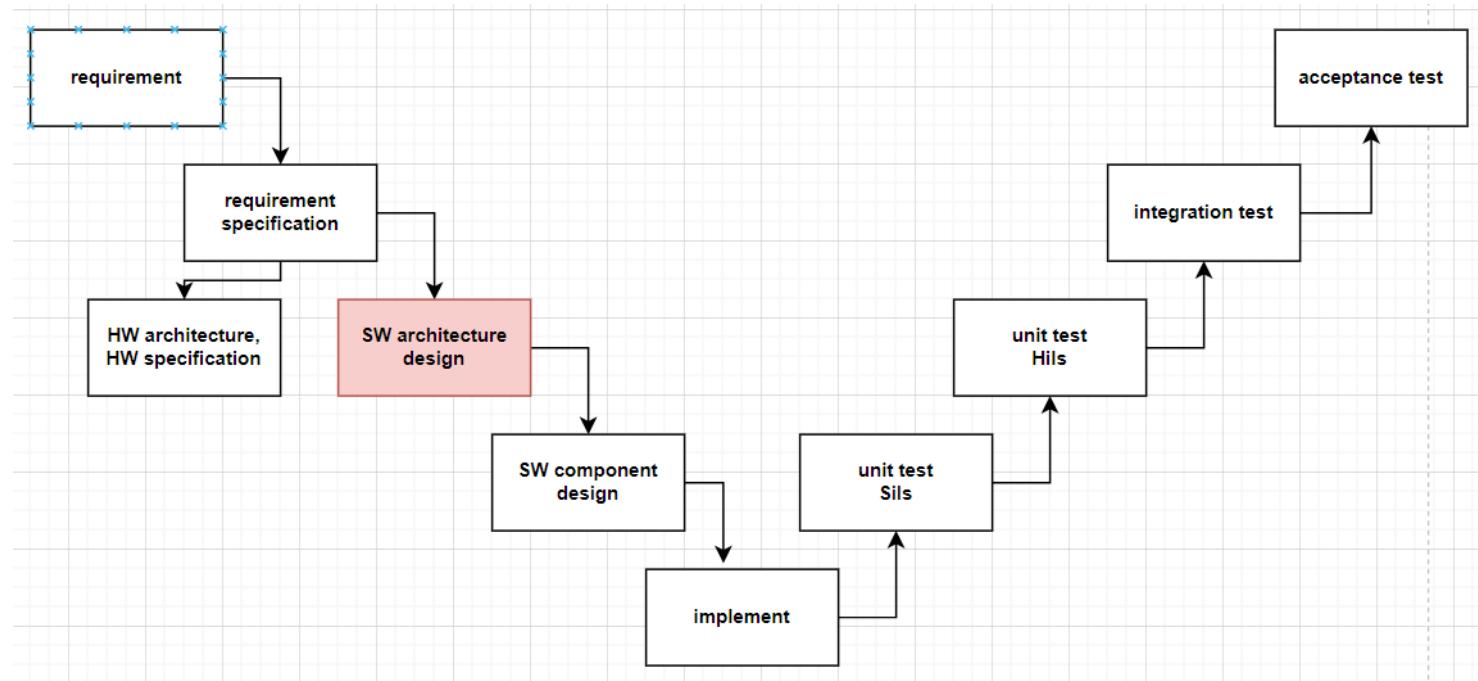
# Integrated Architecture



# Integrated Sub Architecture

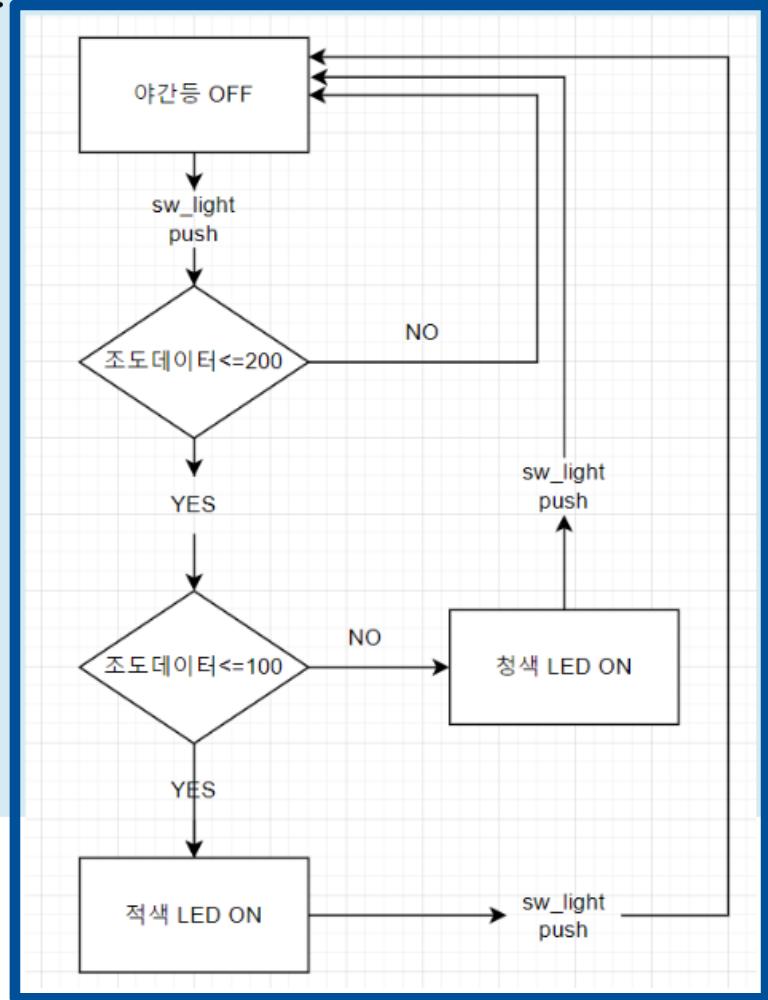


# 5.2 Software Logics

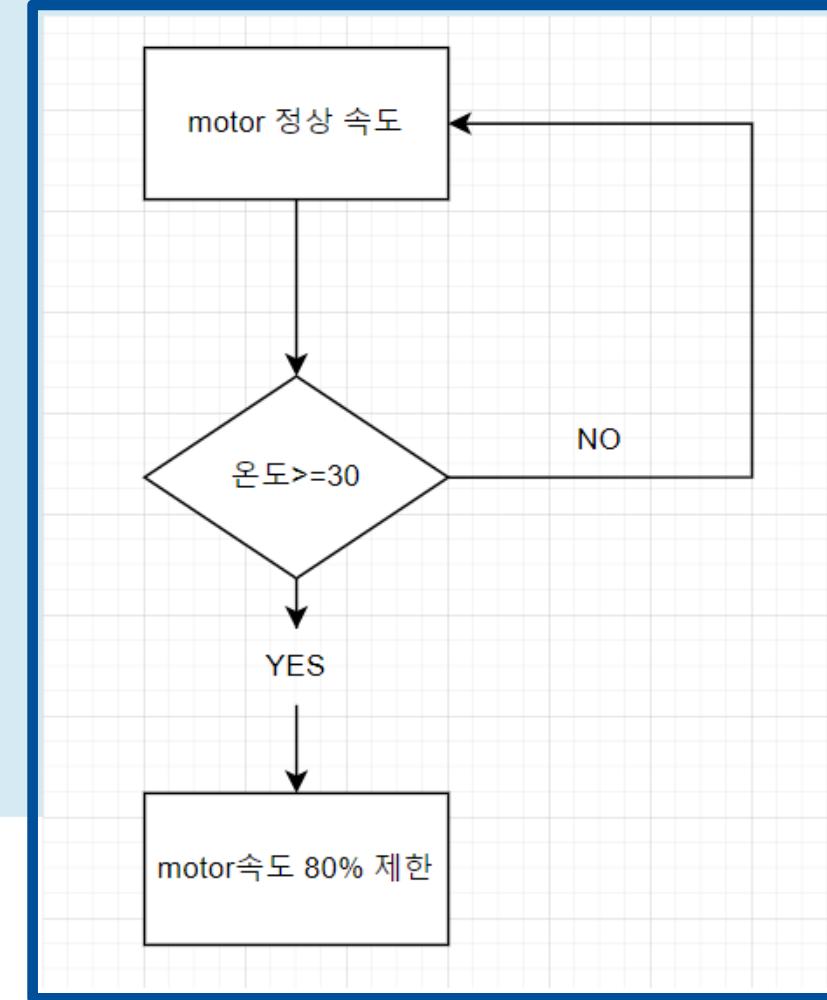


# Sensor Logics<sup>★</sup>

Lux Sensor



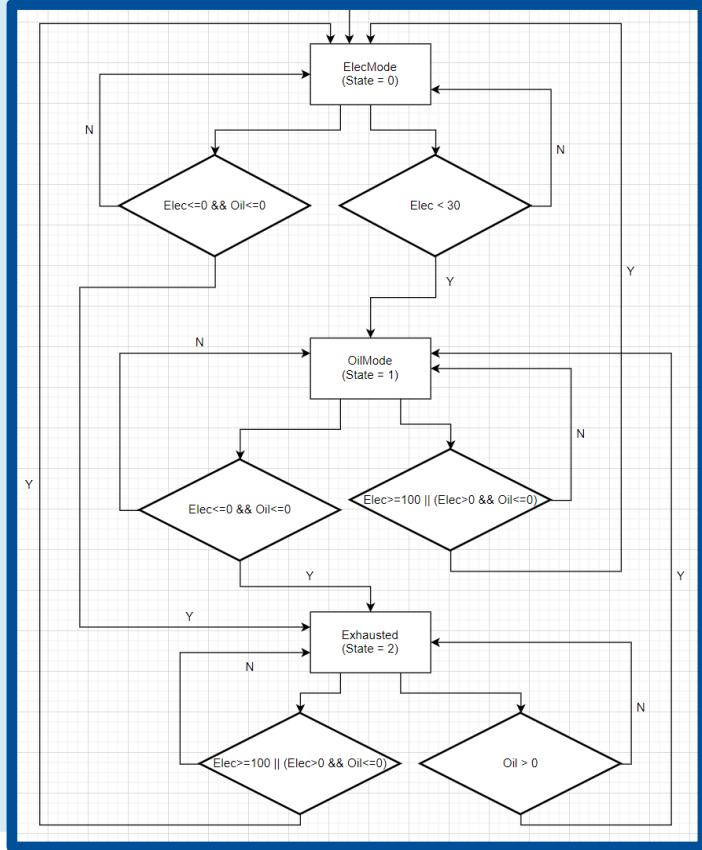
Temp Sensor



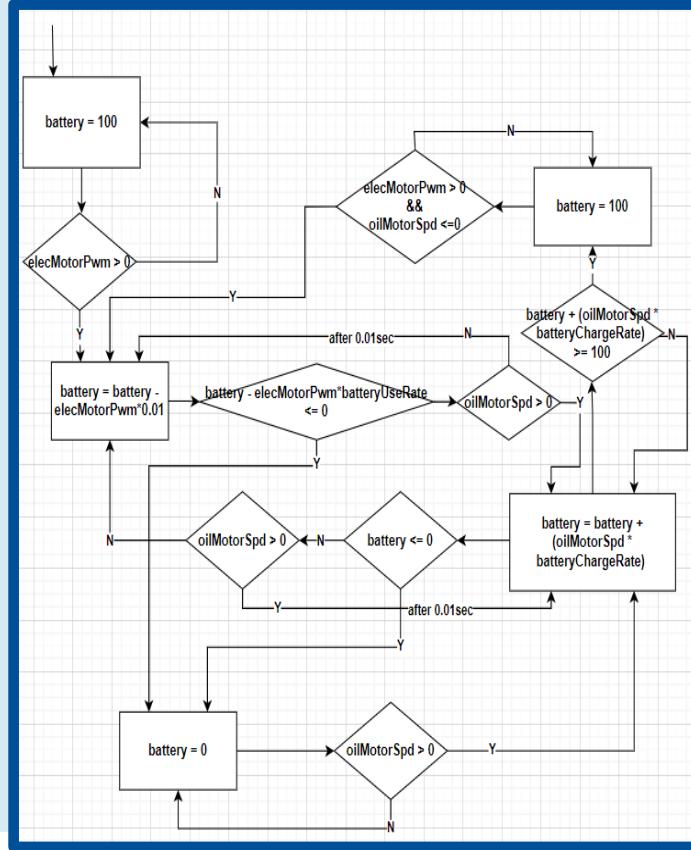


# Management Logics

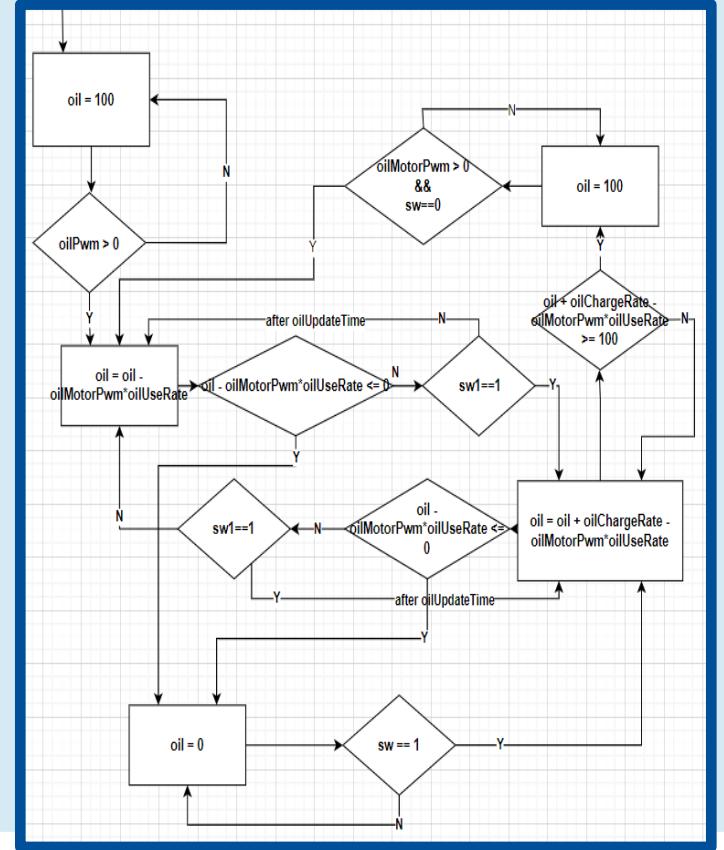
# Mode Management Module



# Battery Management Module



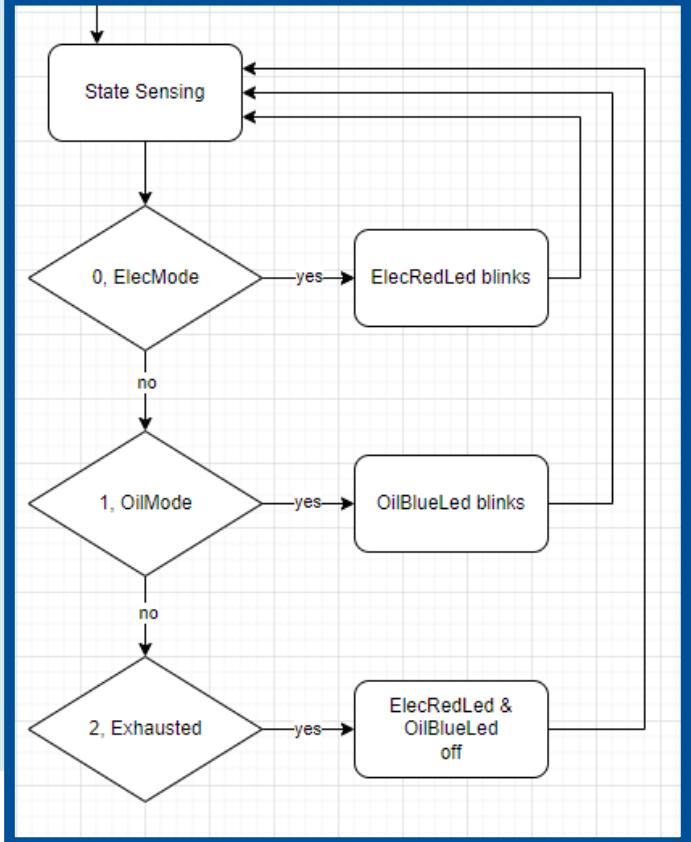
# Oil Management Module



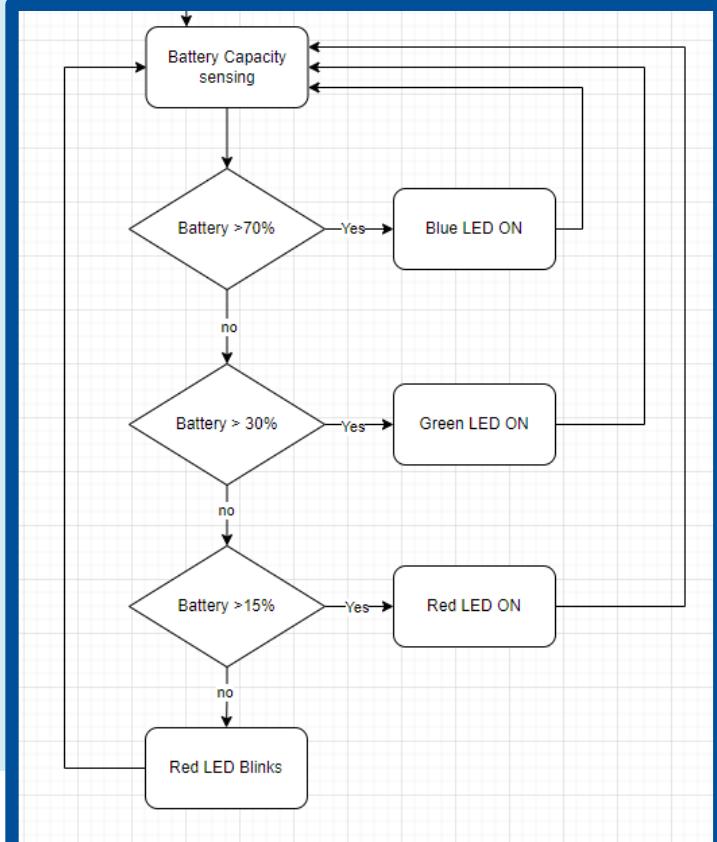


# Display Logics

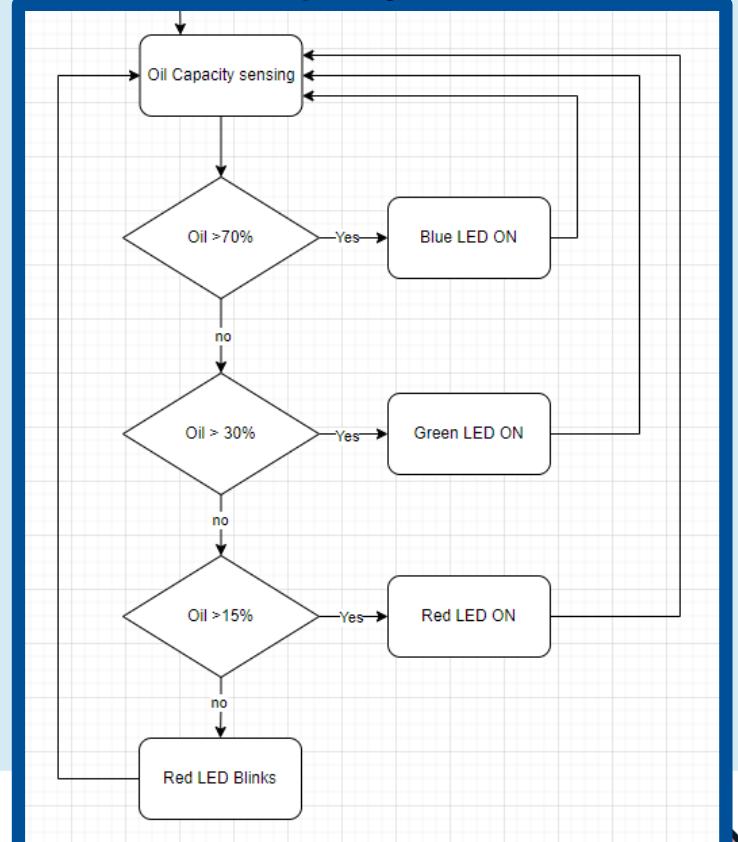
## Mode Display Module



## Battery Display Module

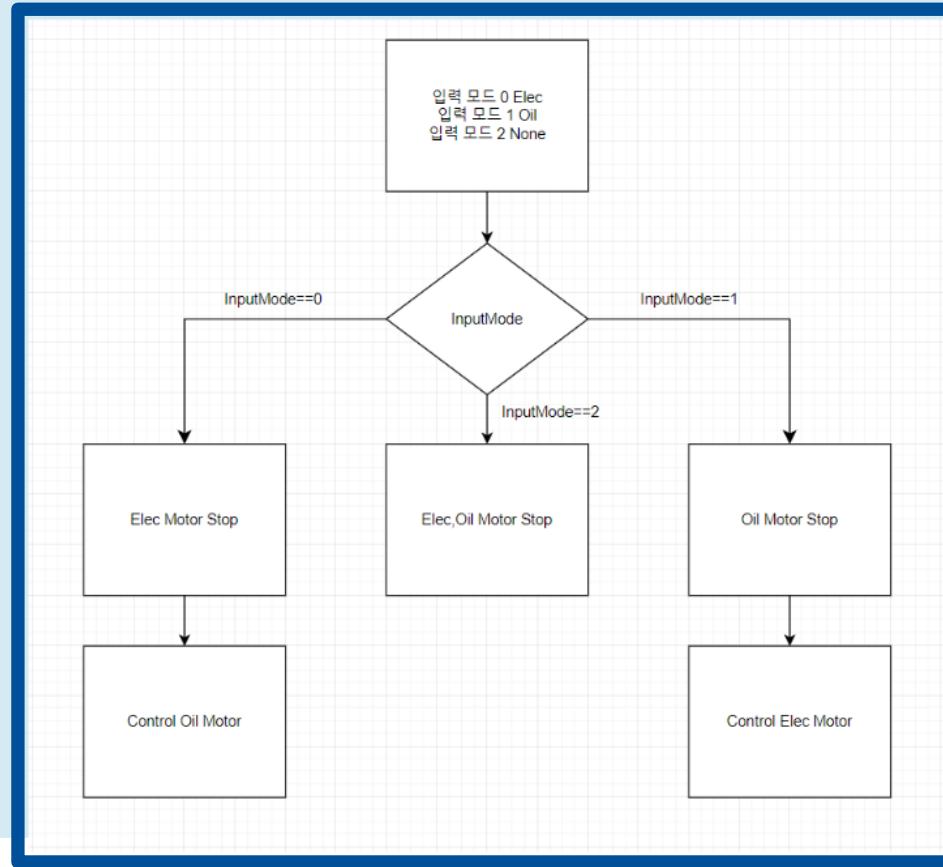


## Oil Display Module



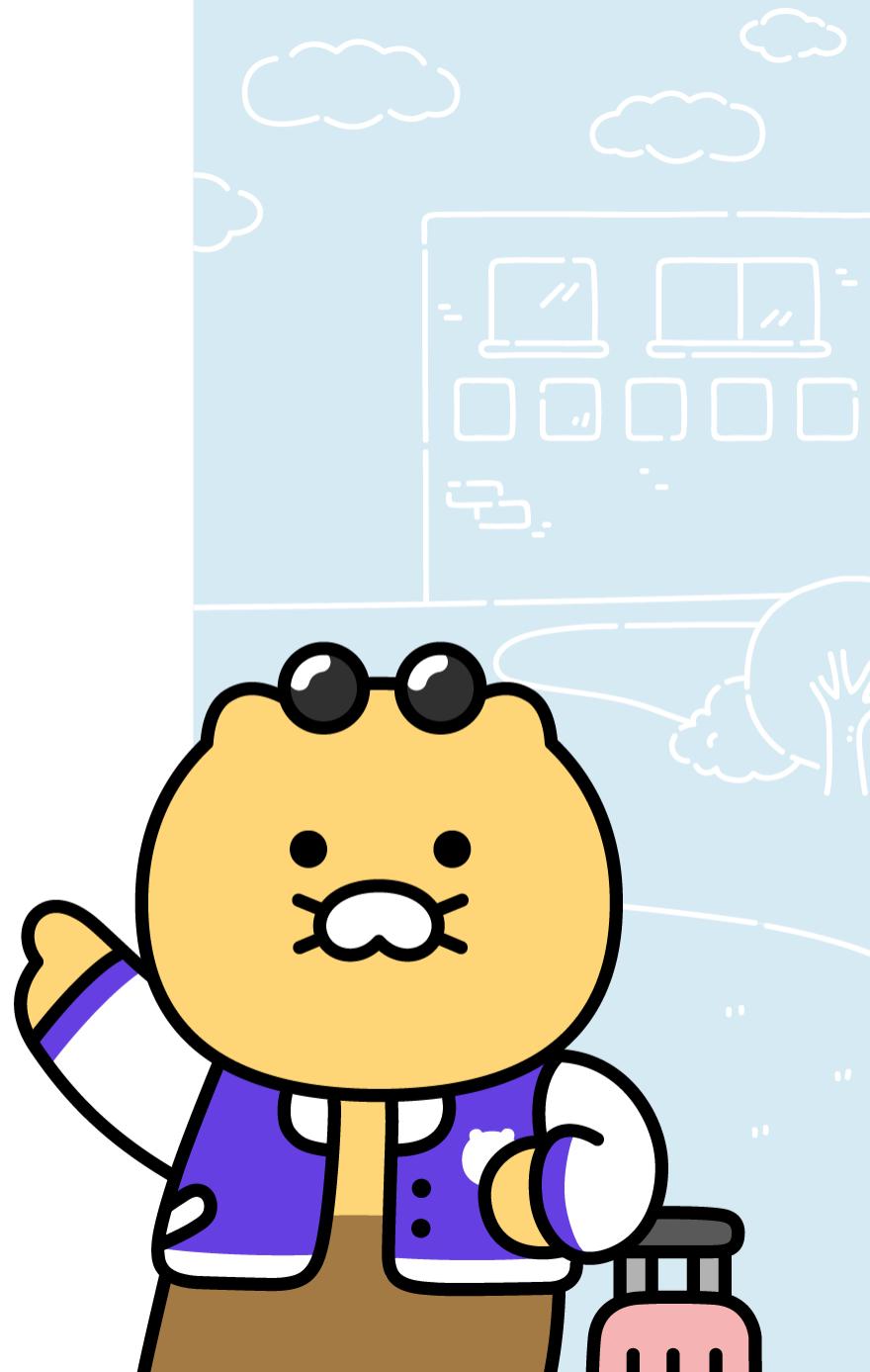
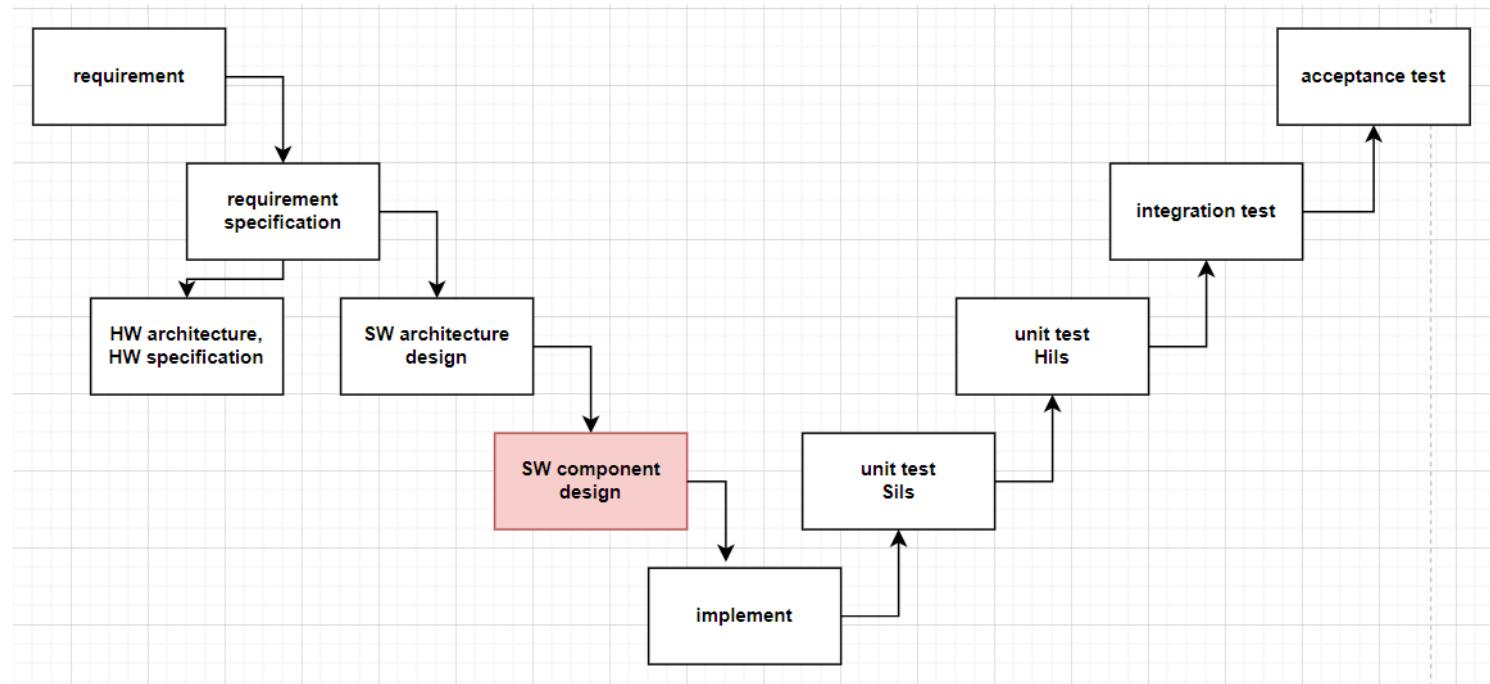
# Control Lógic

## Motor Control Module



# 5.3

# SoftWare Component Interface



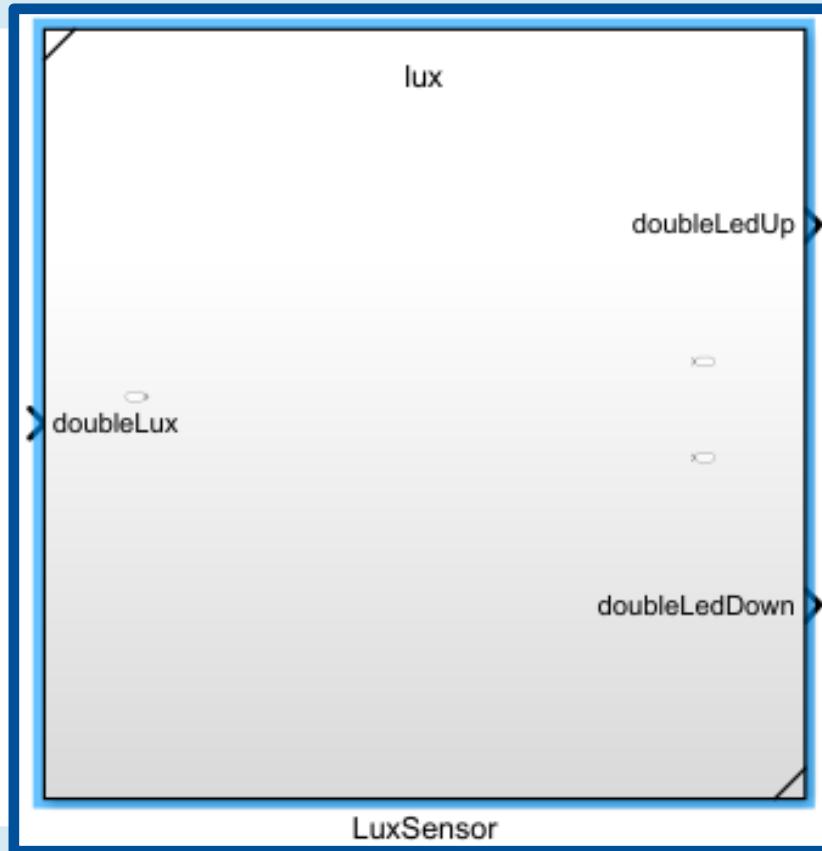
# Lux Module

ReqSpec 18,19

## INPUT

doubleLux

센서로 빛의 양을 감지하여 ADC를 통해 받아오는 조도 데이터의 디지털 값(0 ~ 1023)



## OUTPUT

doubleLEDUp

조도 데이터에 따라 Easy\_Module2  
청색 LED를 제어하기 위한 신호

doubleLEDDown

조도 데이터에 따라 Easy\_Module2  
적색 LED를 제어하기 위한 신호

# Mode Management Module

ReqSpec 1, 5, 6, 9, 10

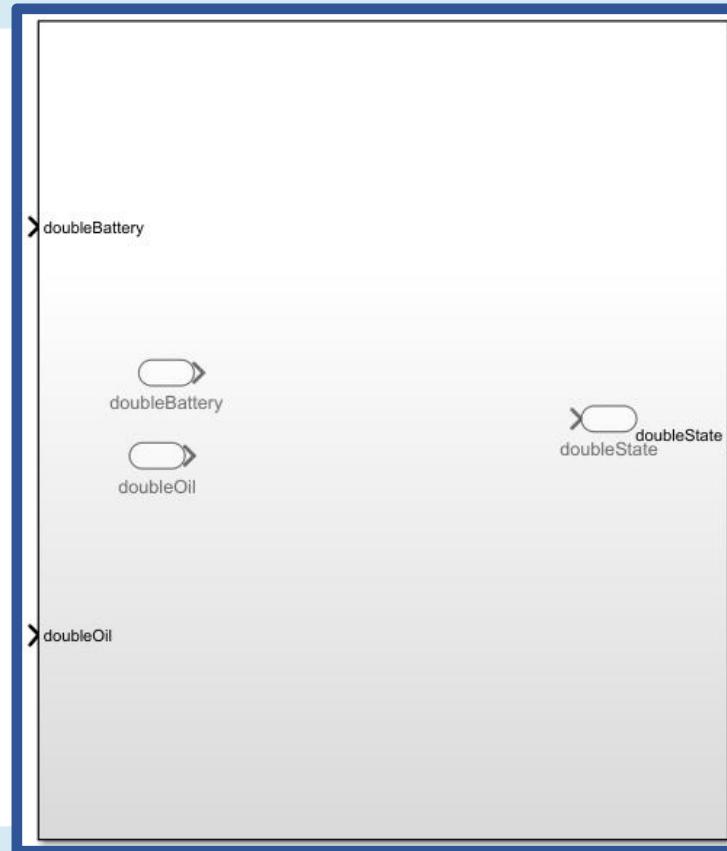
## INPUT

doubleBattery

배터리/연료관리 시스템에서 나오는  
현재 Battery 용량 (0%~100%)

doubleOil

배터리/연료관리 시스템에서 나오는  
현재 Oil 용량 (0~100%)



## OUTPUT

doubleState

Battery, Oil의 용량에 따라 전기모드(0),  
내연모드(1), 방전모드(2)로 나뉜다.

# Battery Management Module

ReqSpec 2, 3, 8

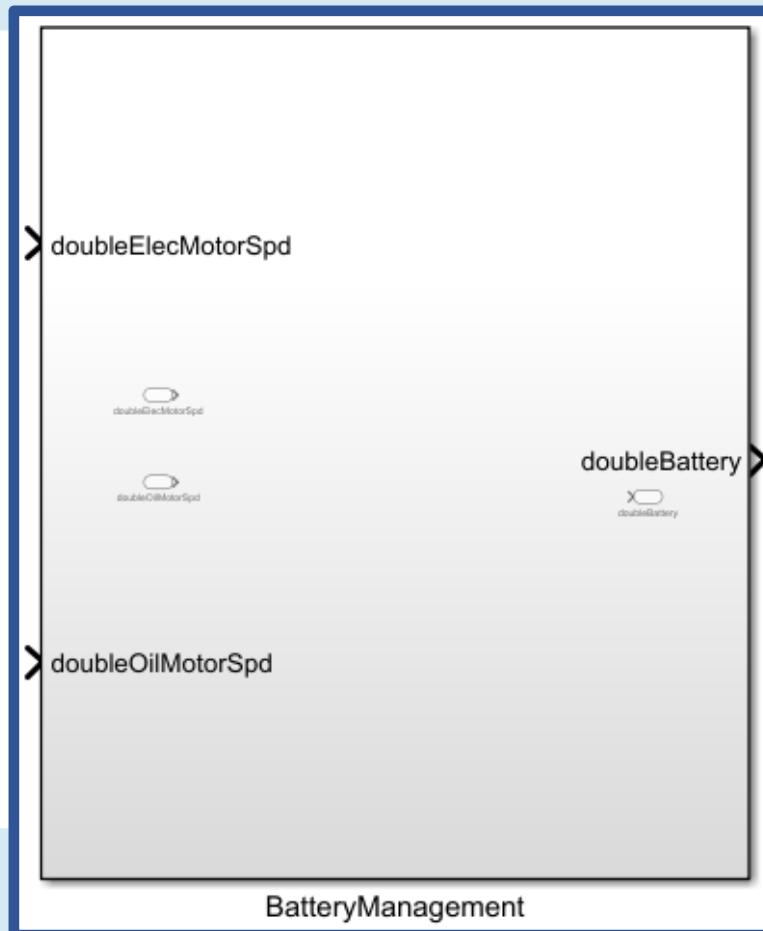
## INPUT

doubleElecMotorSpd  
mode 모듈에서 출력되는 전기모터를  
제어하는 pwm 신호

doubleOilMotorSpd  
연료모터 엔코더로부터 센싱되는  
연료모터 속도

## OUTPUT

doubleBattery  
현재 배터리 잔량 %



# Oil Management Module

ReqSpec 2, 3, 12

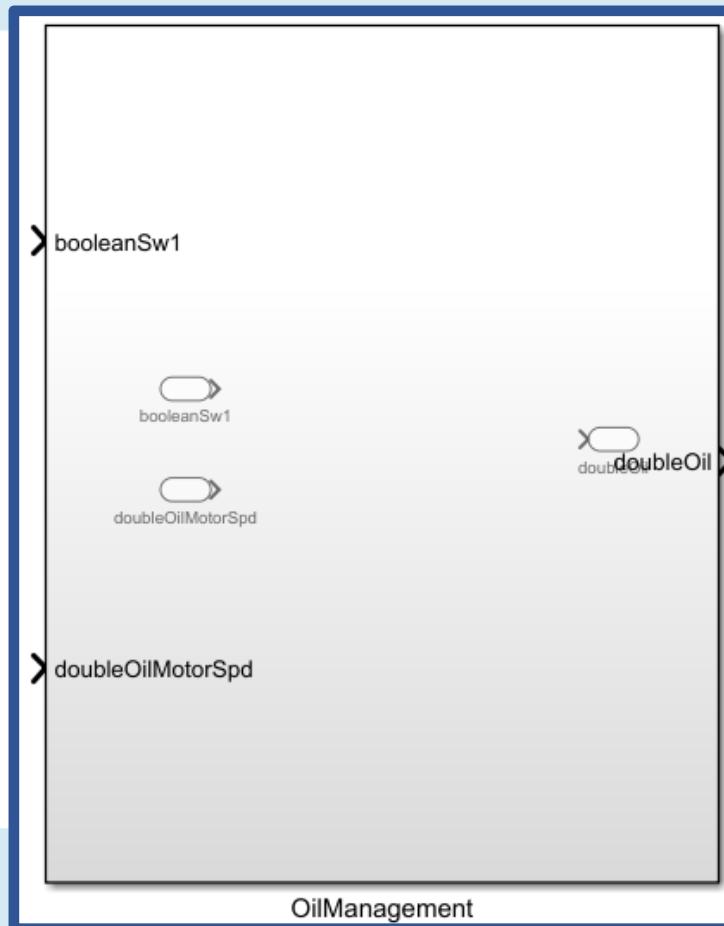
## INPUT

booleanSw1

'1'이 들어오면 연료가 충전되는 스위치

doubleOilMotorSpd

연료모터제어 모듈로부터 출력되는 현재 연료모터에 입력되는 pwm 신호



## OUTPUT

doubleOil

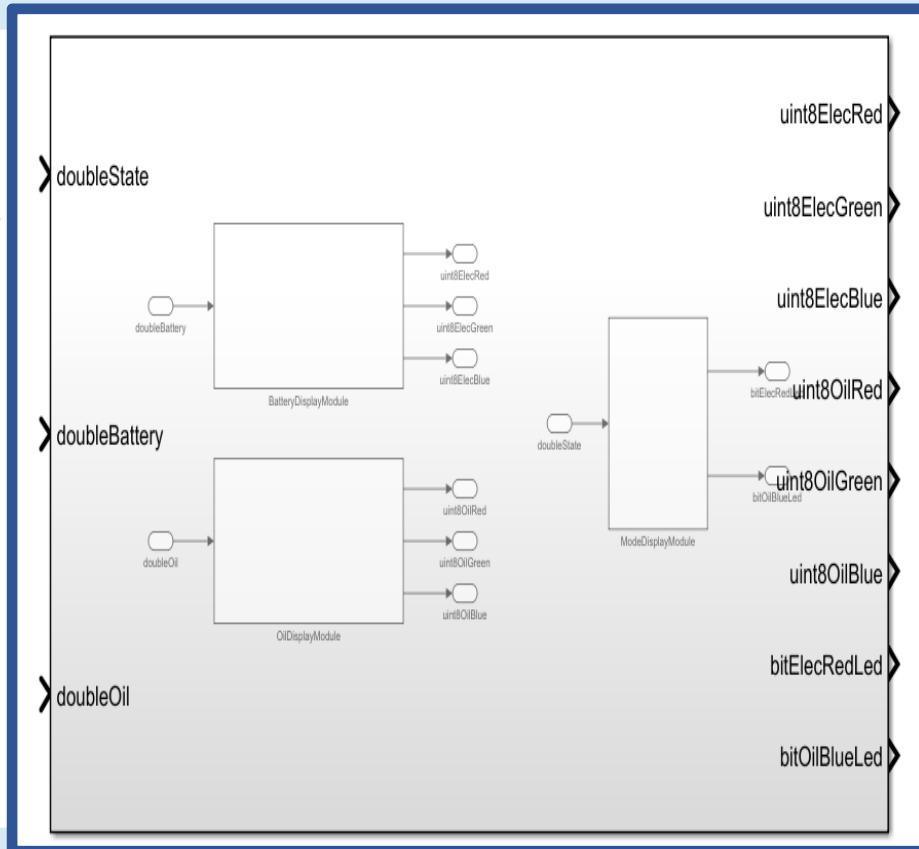
현재 남은 연료 잔량(%)

# Display Module

ReqSpec 14, 15, 16, 17, 18, 19

## INPUT

- doubleState :  
ModeManageModule에서 온  
전기모드(0),내연모드(1),방전모드(2)값
- doubleBattery :  
BatteryManagement system에서  
나오는 현재 Battery 용량(0%~100%)
- doubleOil :  
OilManagement system에서 나오는  
현재 Battery 용량(0%~100%)



## OUTPUT

- uint8ElecRed , uint8ElecGreen ,  
uint8ElecBlue  
Battery 용량에 따라 Easy Module  
Shield1 RGB LED의 색상을 제어
- uint8OilRed ,  
uint8OilGreen ,  
uint8OilBlue  
Oil 용량에 따라 Easy Module Shield2  
RGB LED의 색상을 제어
- bitElecRedLed ,  
bitOilBlueLed  
ElecMode일 때 적색 LED을 제어  
OilMode일 때 청색 LED을 제어

# Motor Control Module

ReqSpec 4, 7, 11, 13

## INPUT

doubleState

전기모드 (0) , 연료 모드 (1) ,  
고갈모드(2)  
를 입력받는 state 신호

doubleVarRes

0~255 의 범위의 값으로 모터의  
목표속도를 결정짓는 입력값

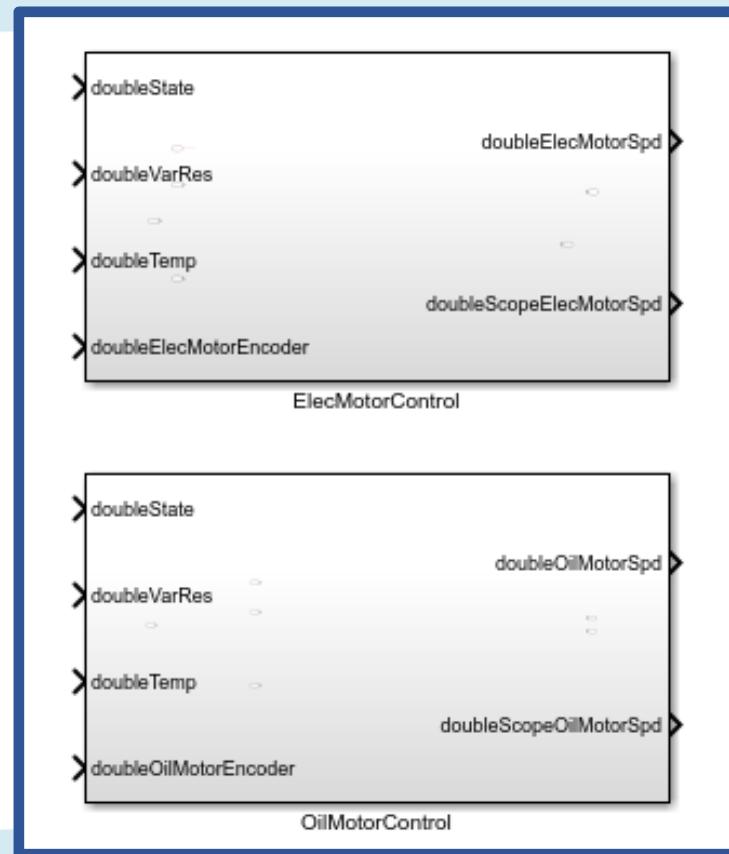
doubleTemp

모터의 과열방지를 위해 측정 값

doubleElec/OilMotorEncoder  
제어를 위한 모터 속도 입력값

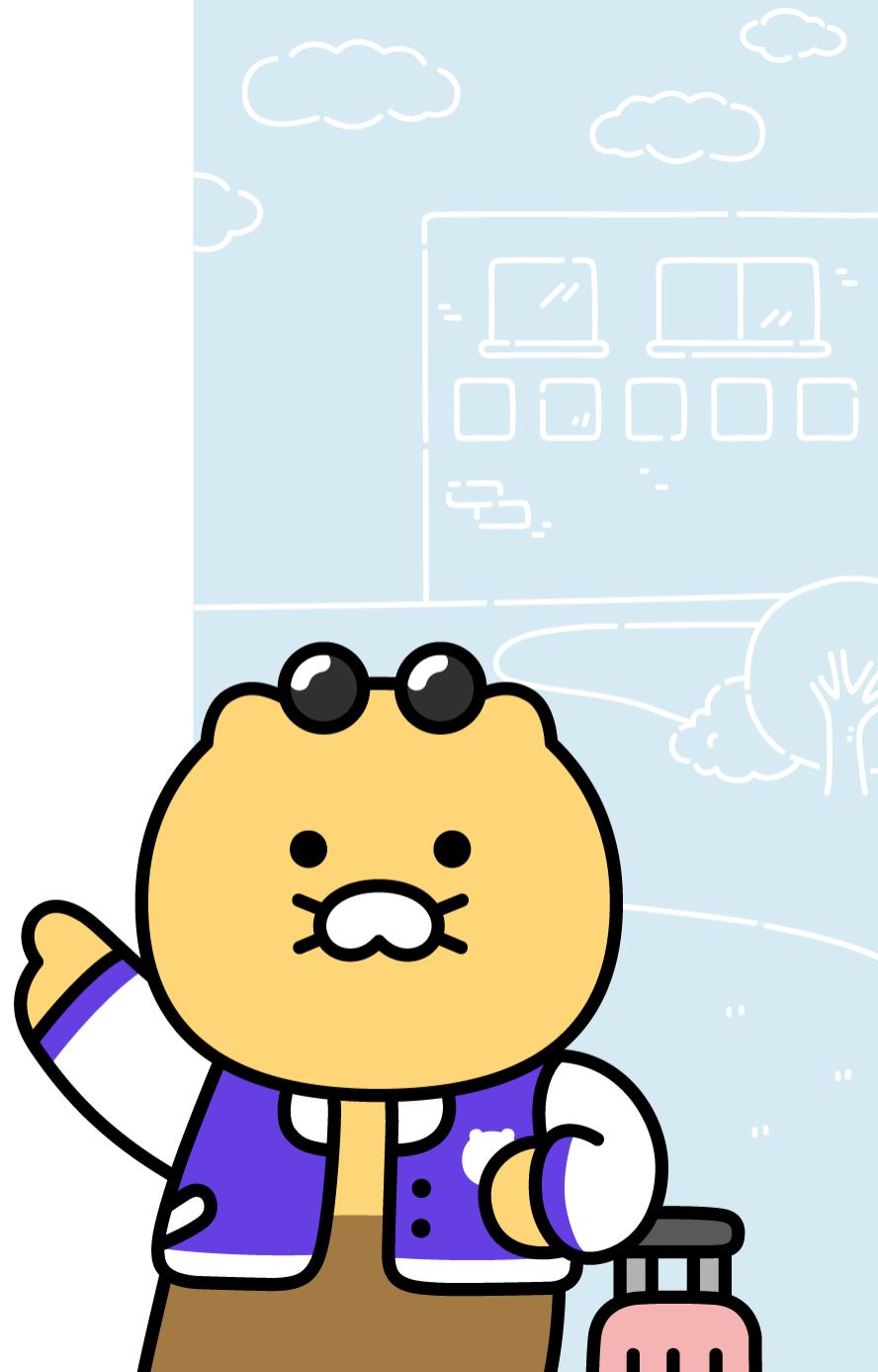
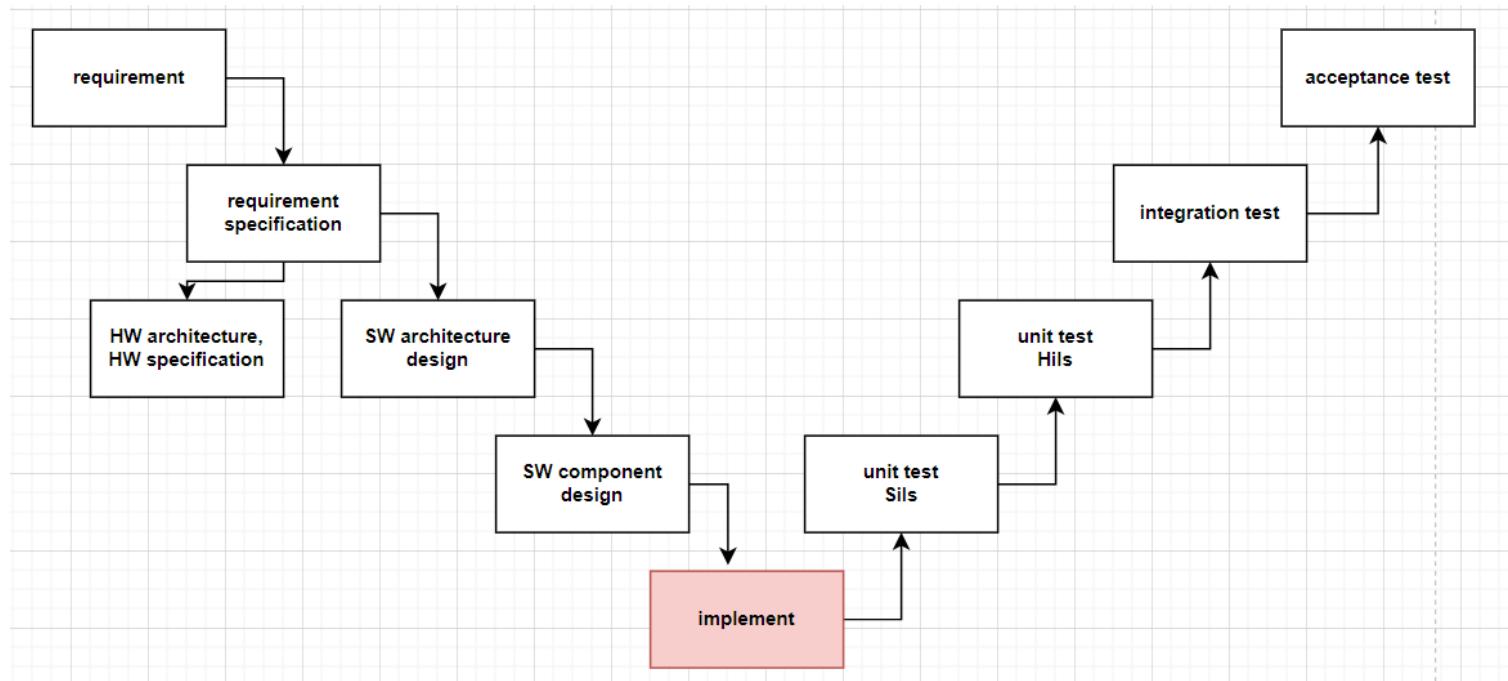
## OUTPUT

double Elec / Oil MotorSpd  
모터 속도 출력값



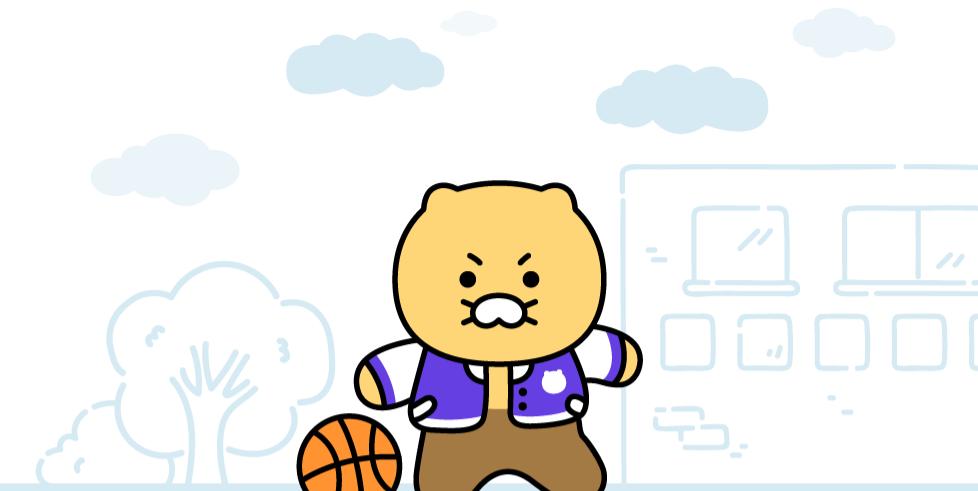
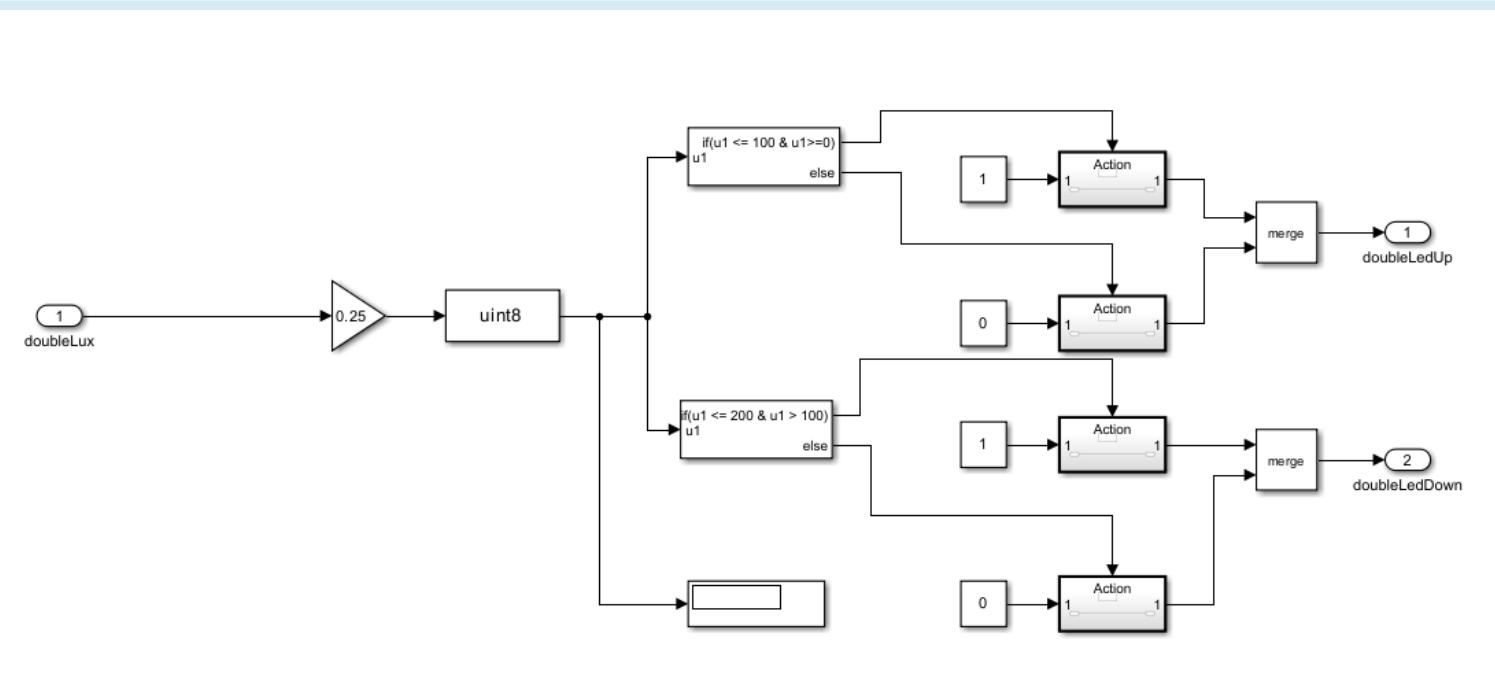
## 5.4

# SoftWare Component Detailed Design



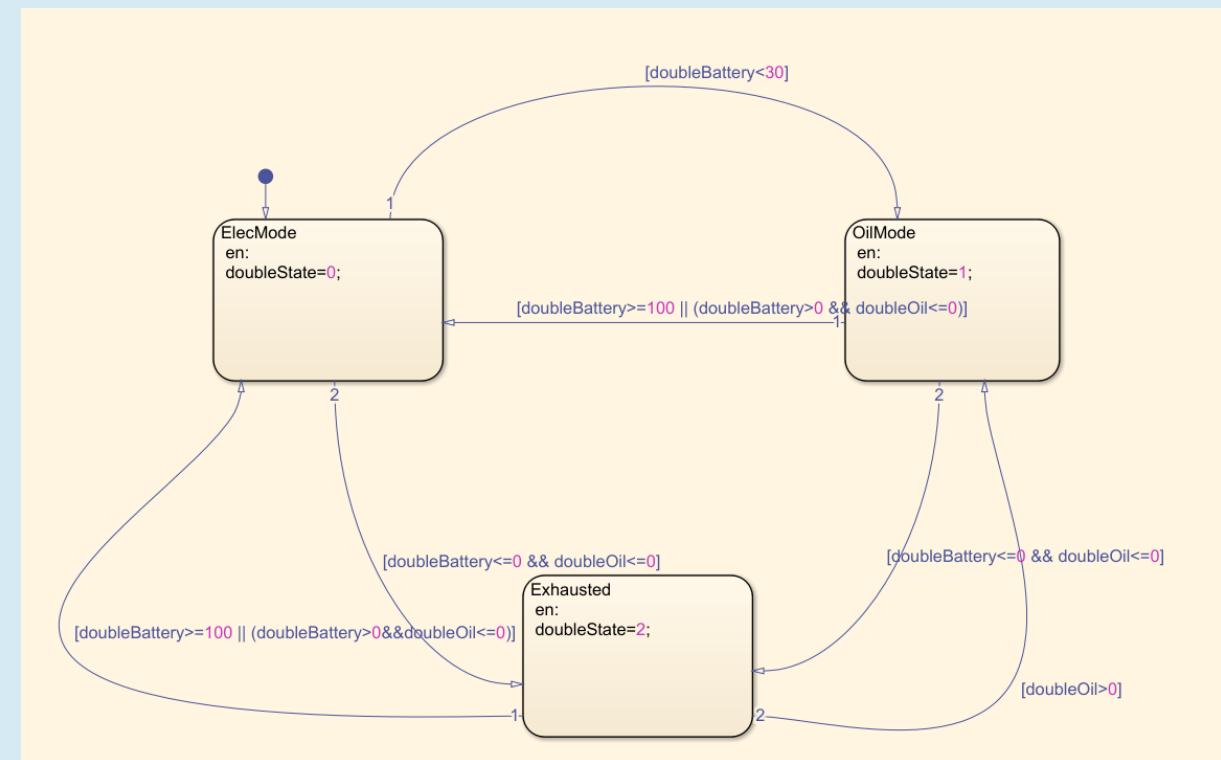
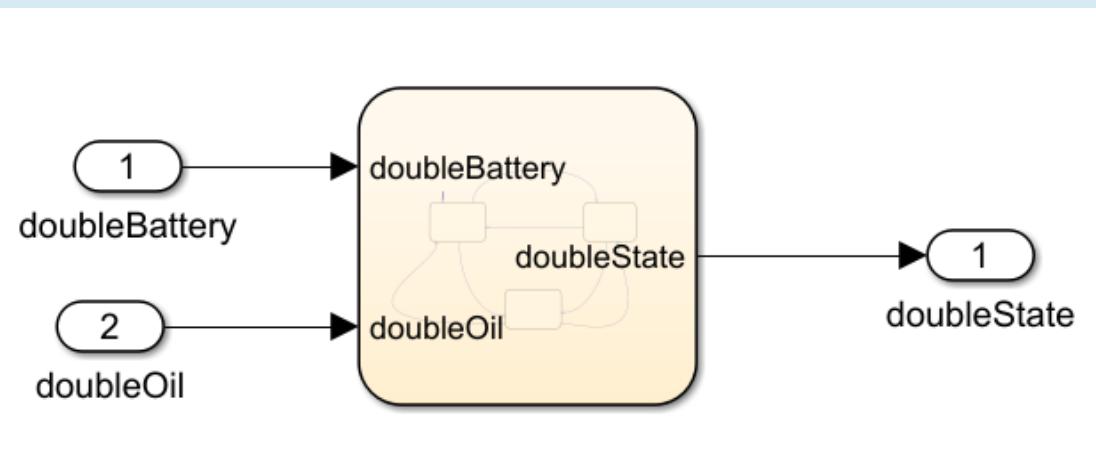
# Lux System

Lux\_Sensor



# Mode Management System

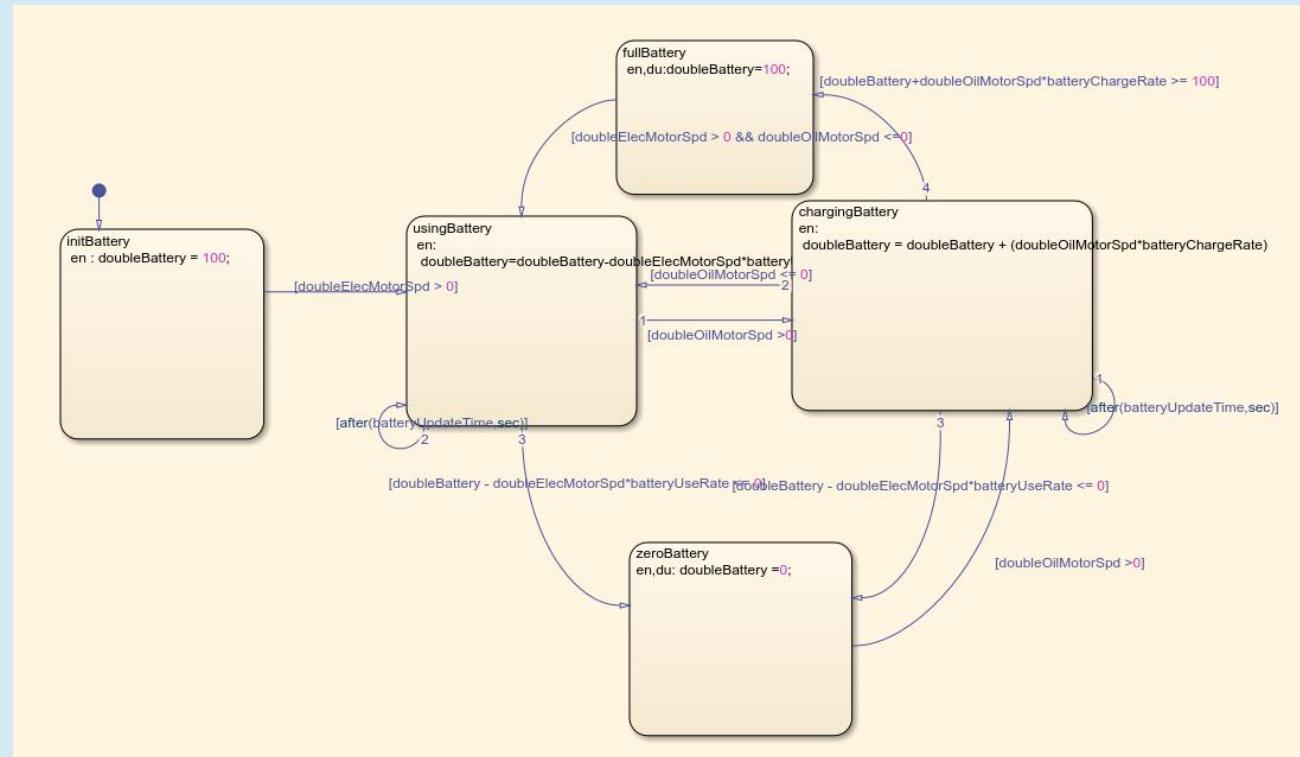
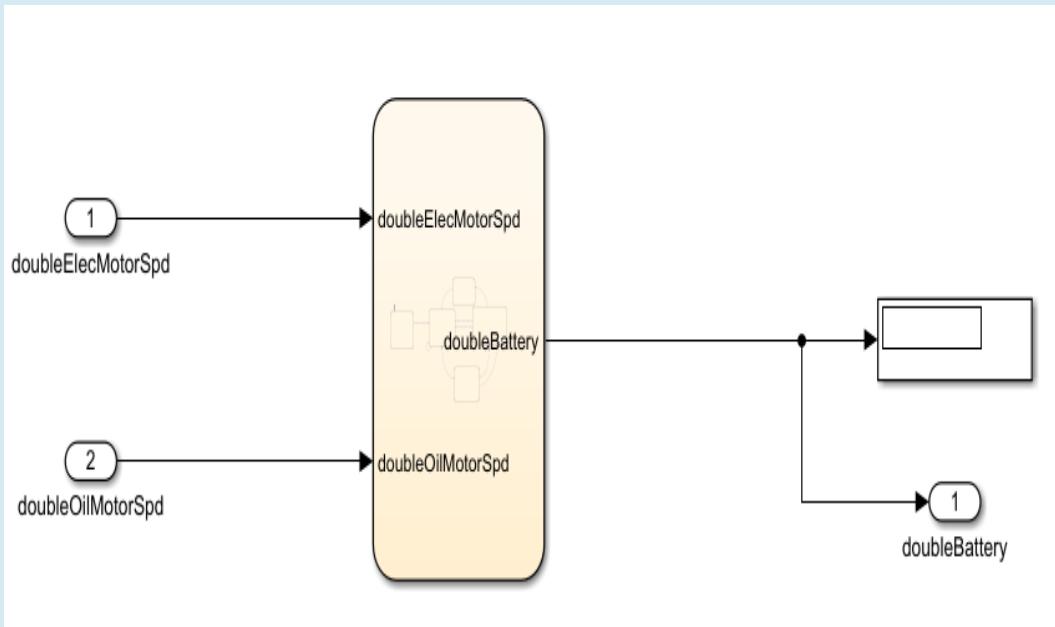
Mode Management



# Battery Management System

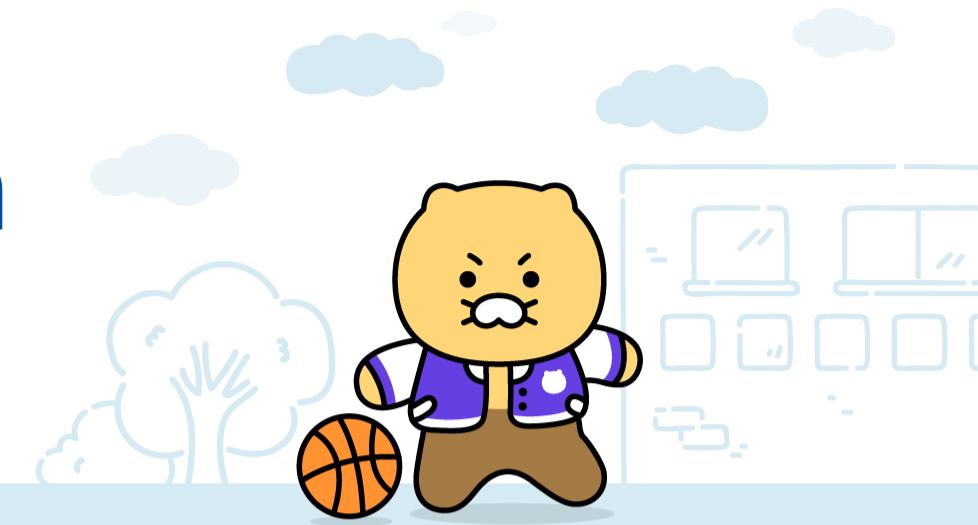
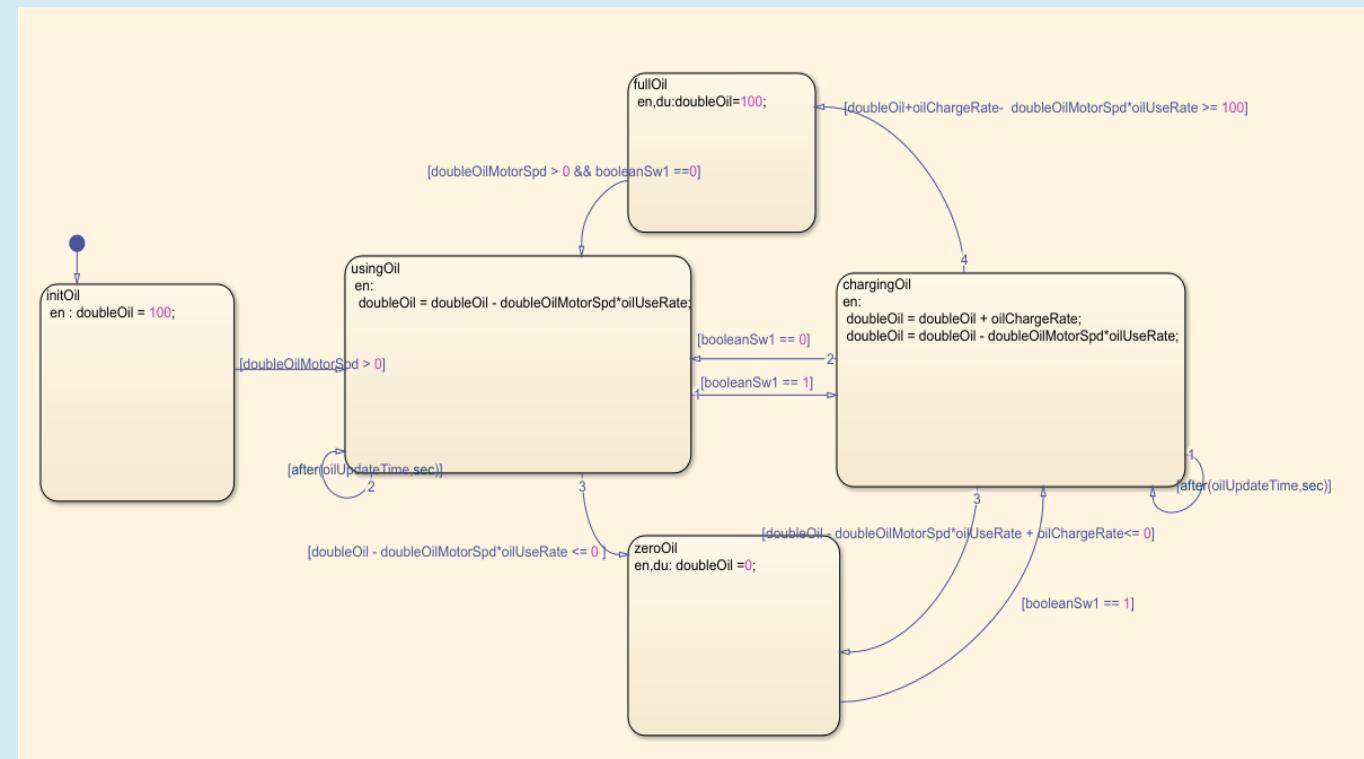
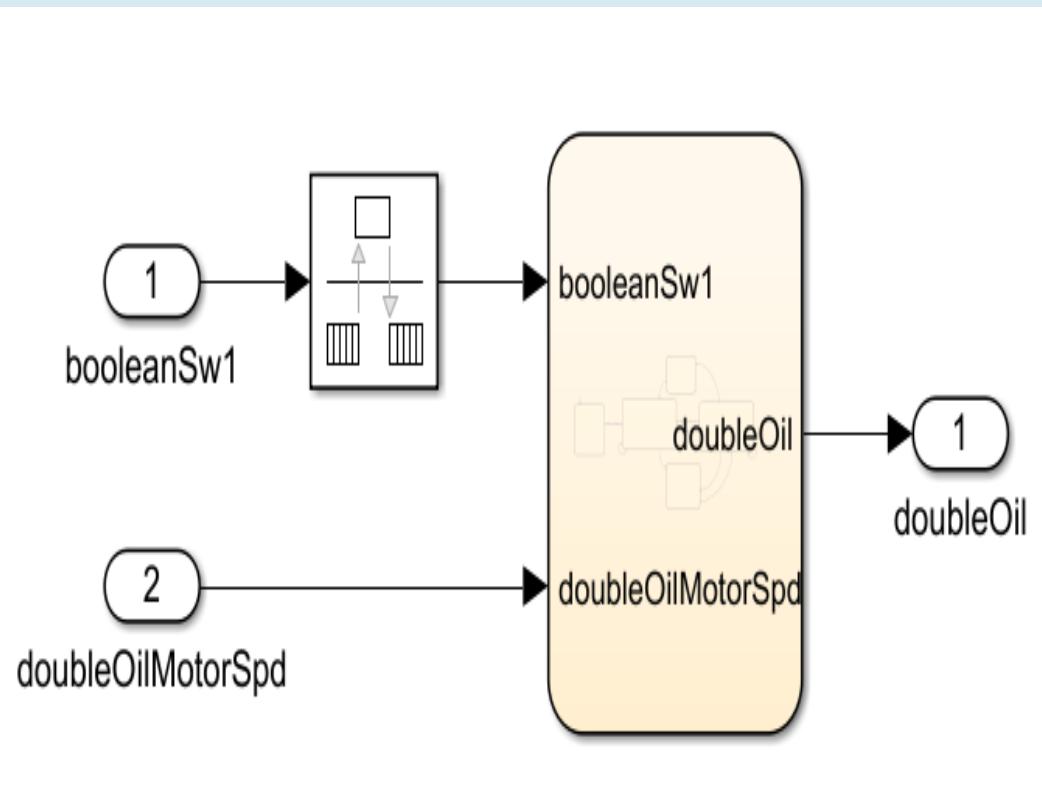


## Battery Management



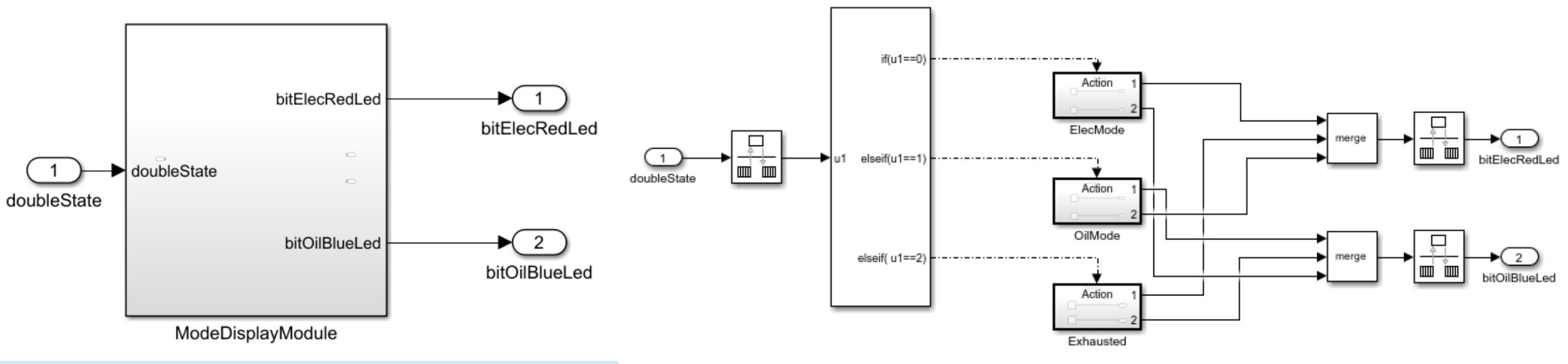
# Oil Management System

Oil Management



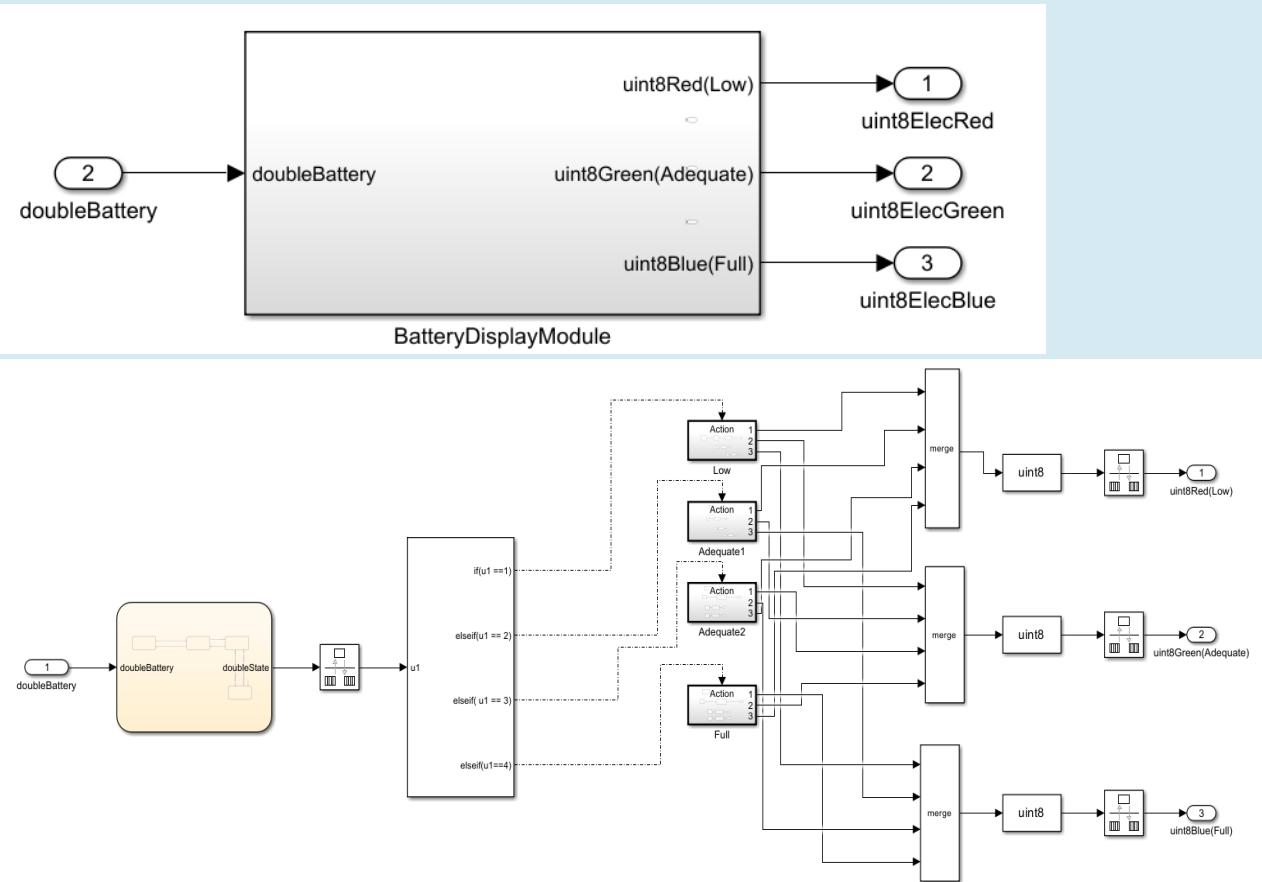
# Display System

## Display Module



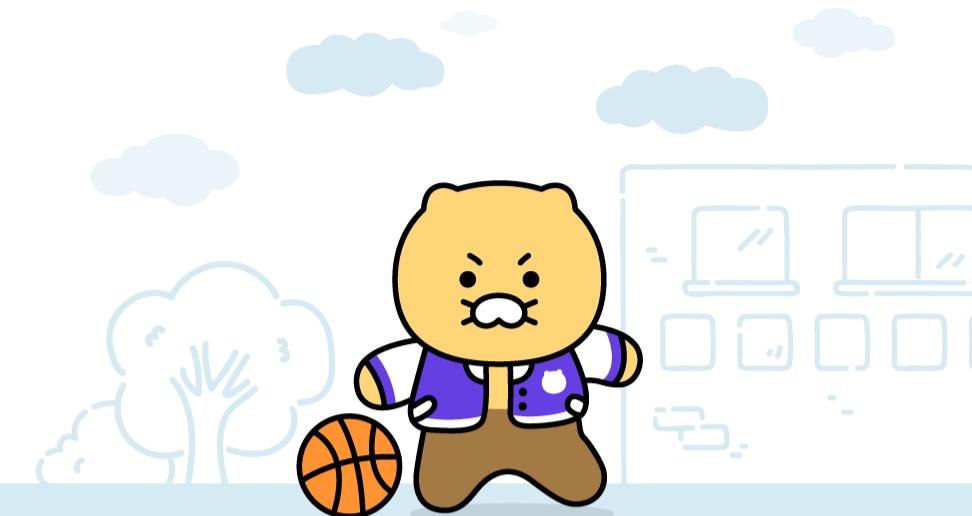
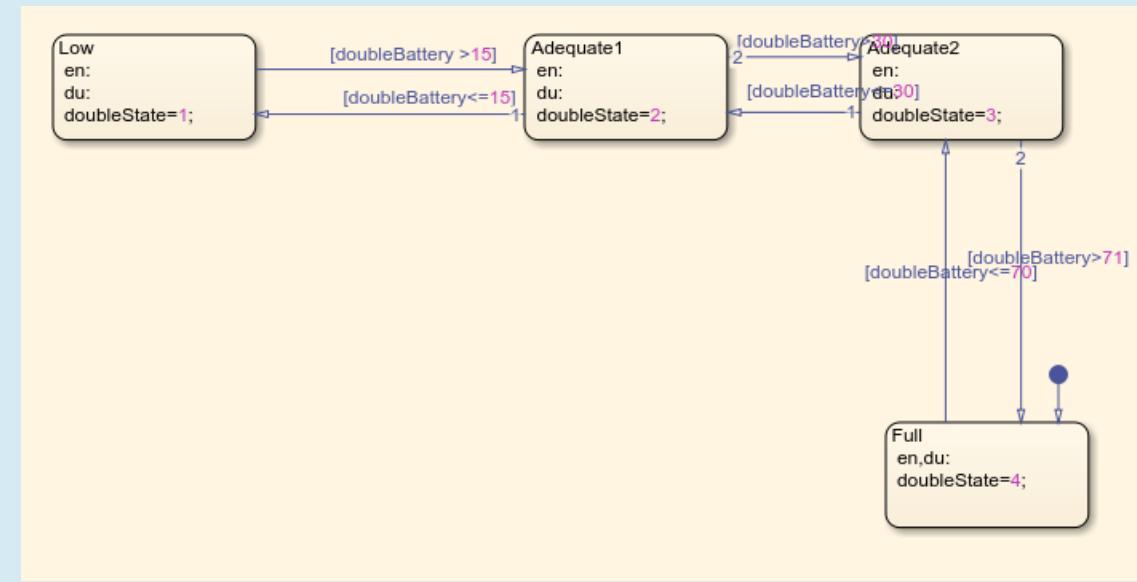
# Battery Display System

## Battery Display



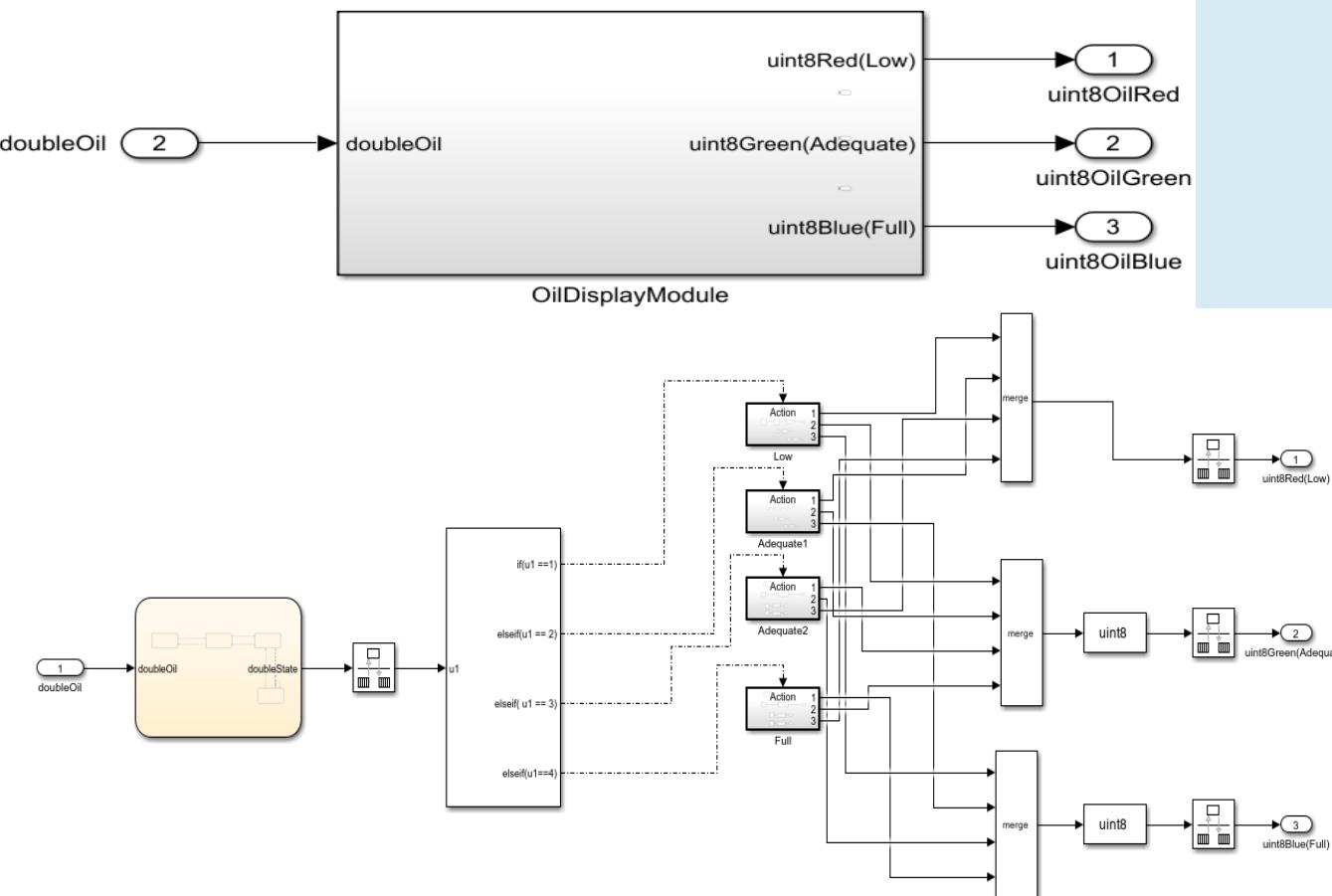
## 설명

Low State : 배터리가 0%~15%인 State. 적색 RGB LED를 0.3주기로 점등하며 경고 표시  
 Adequate1 : 배터리가 15%~30%인 State. 적색 RGB LED 점등  
 Adequate2 : 배터리가 30%~70%인 State. 녹색 RGB LED 점등  
 Full : 배터리가 70%~100%인 State. 청색 RGB LED 점등



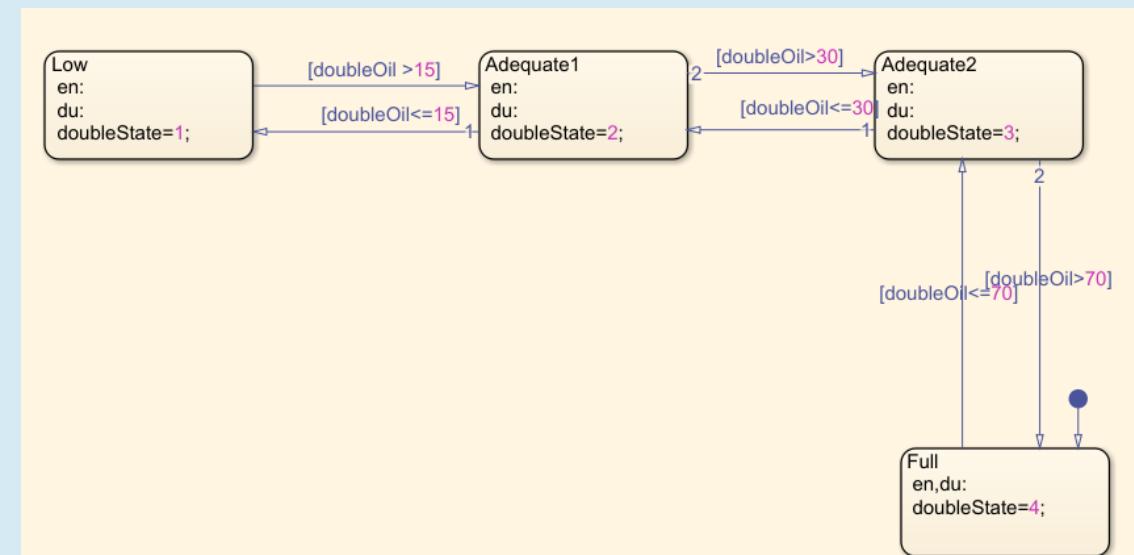
# Oil Display System

## Oil Display



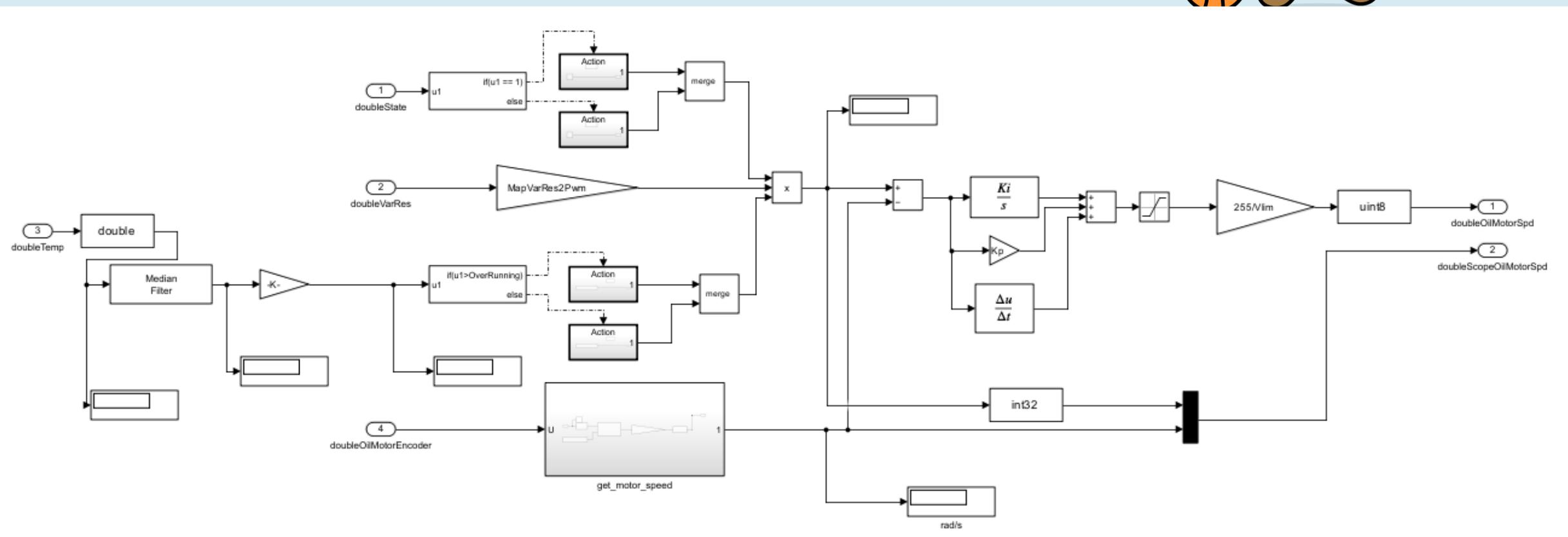
## 설명

Low State : 오일이 0%~15%인 State. 적색 RGB LED를 0.3주기로 깜박거리면서 경고 표시  
Adequate1 : 오일이 15%~30%인 State. RGB LED 적색 점등  
Adequate2 : 오일이 30%~70%인 State. RGB LED 녹색 점등  
Full : 오일이 70%~100%인 State. RGB LED 청색 점등

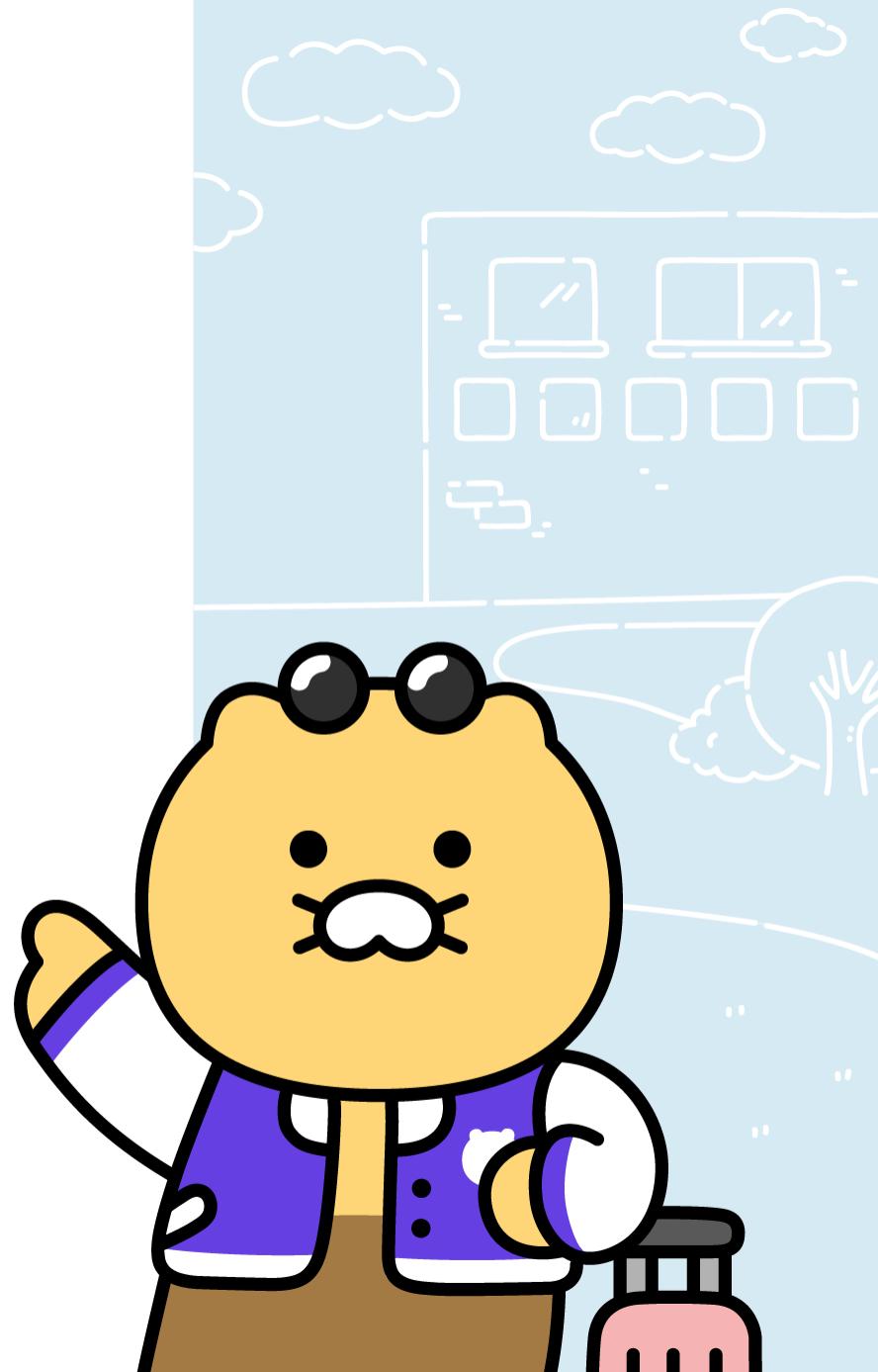
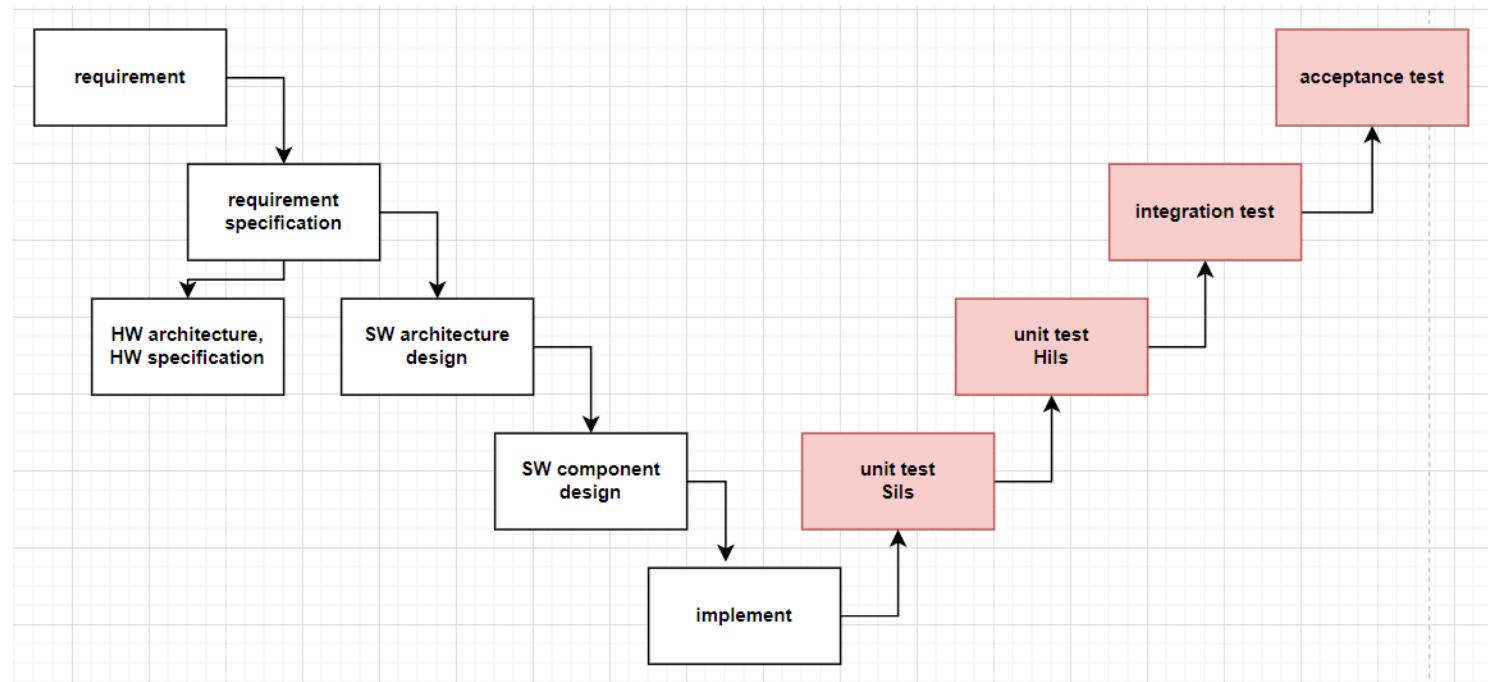


# Motor Control System

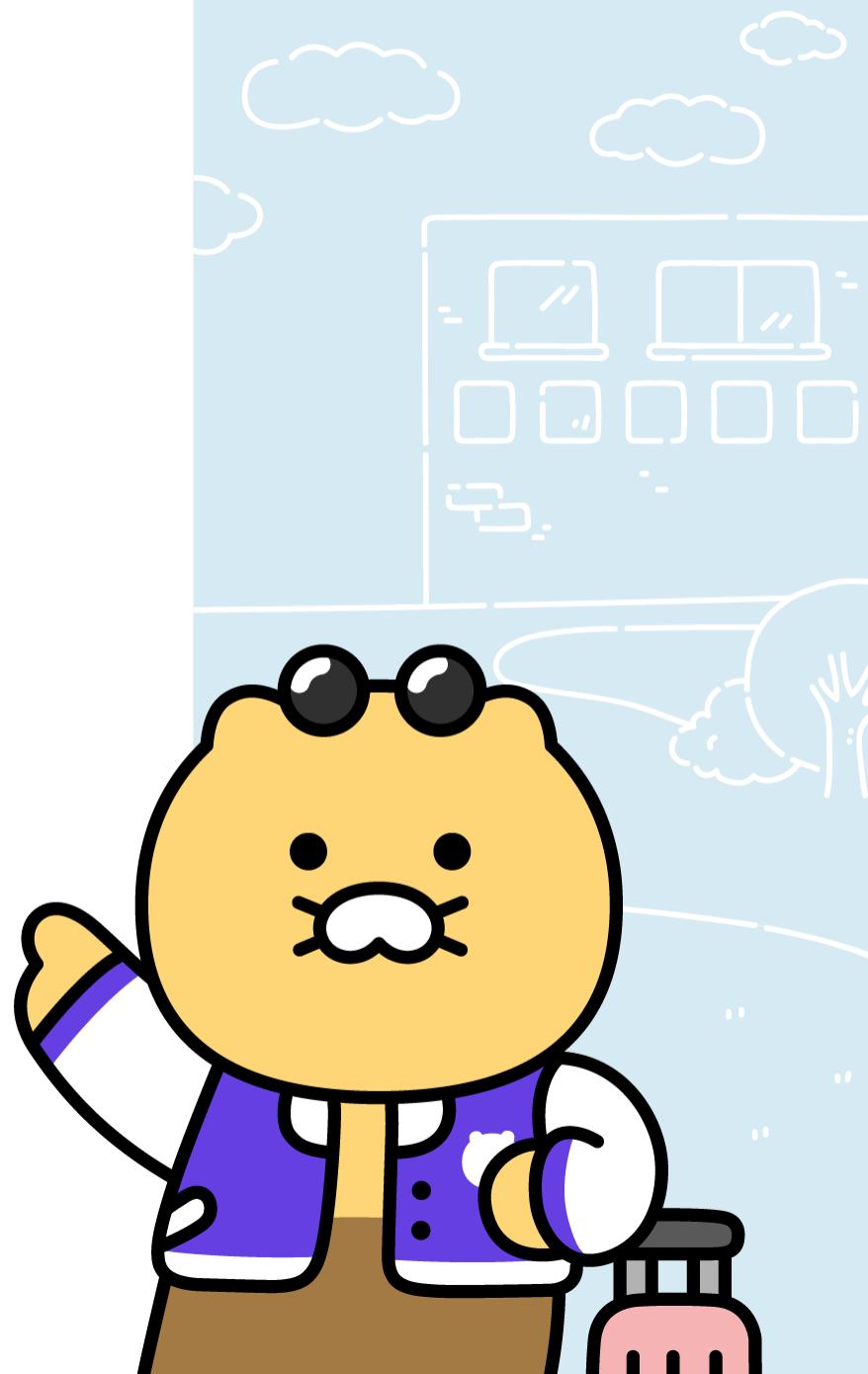
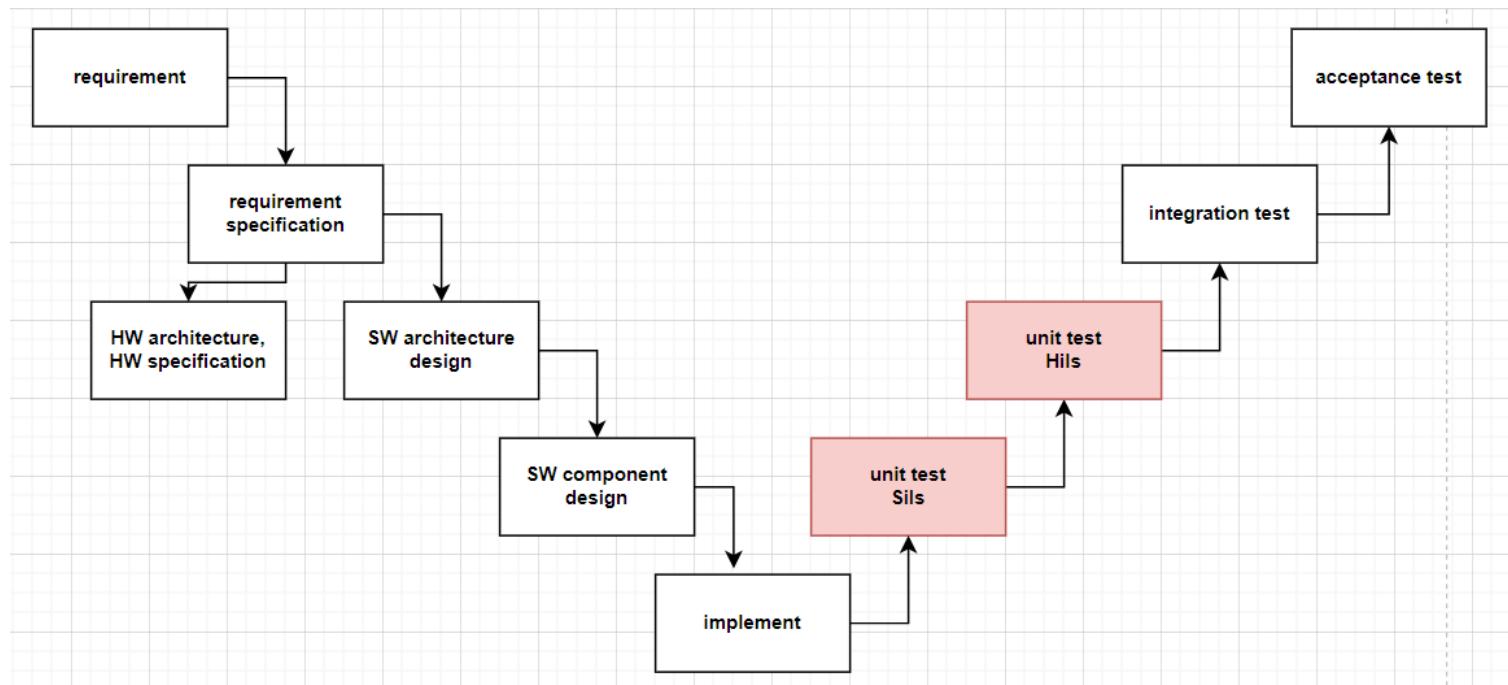
Motor Control



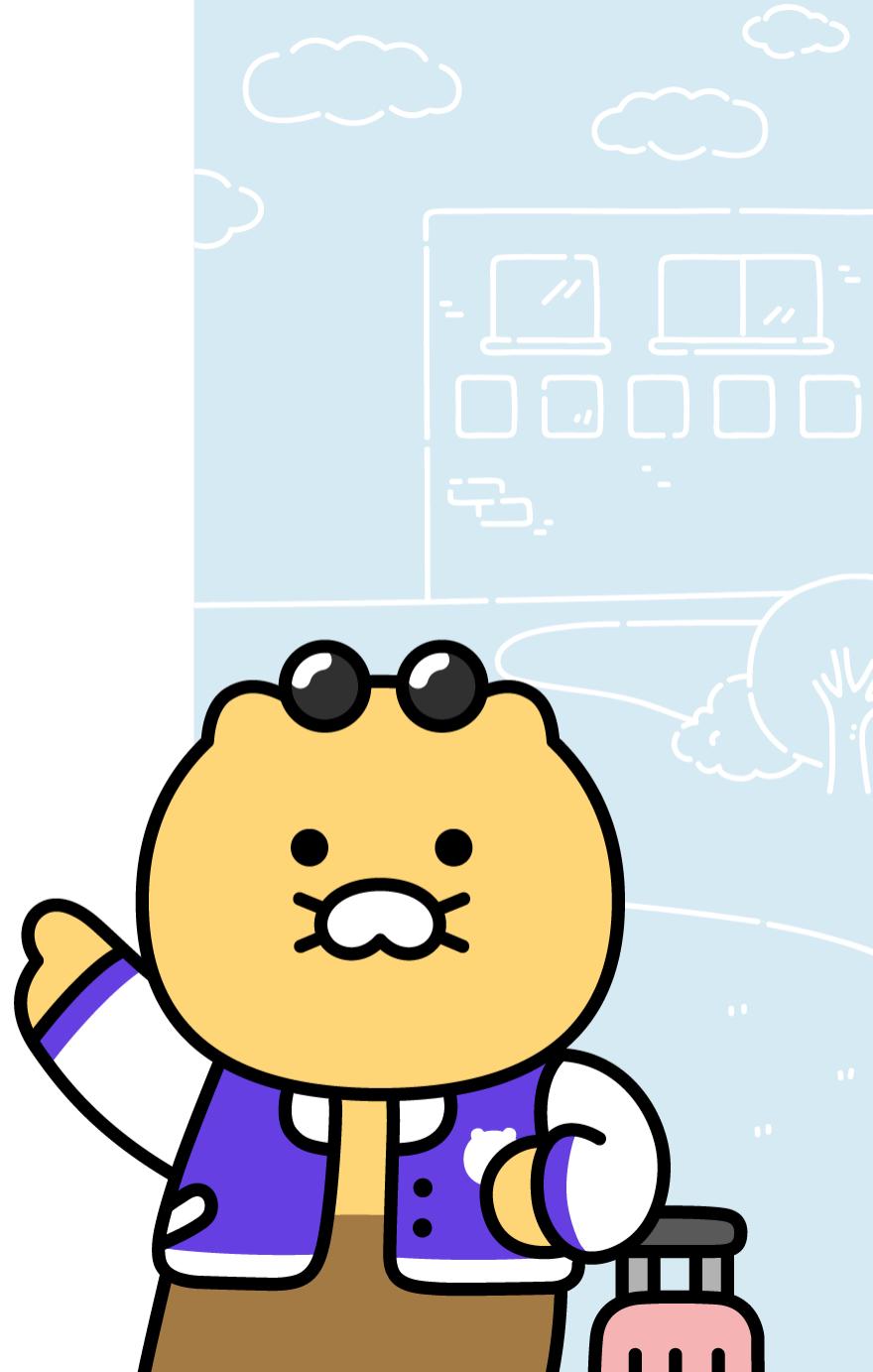
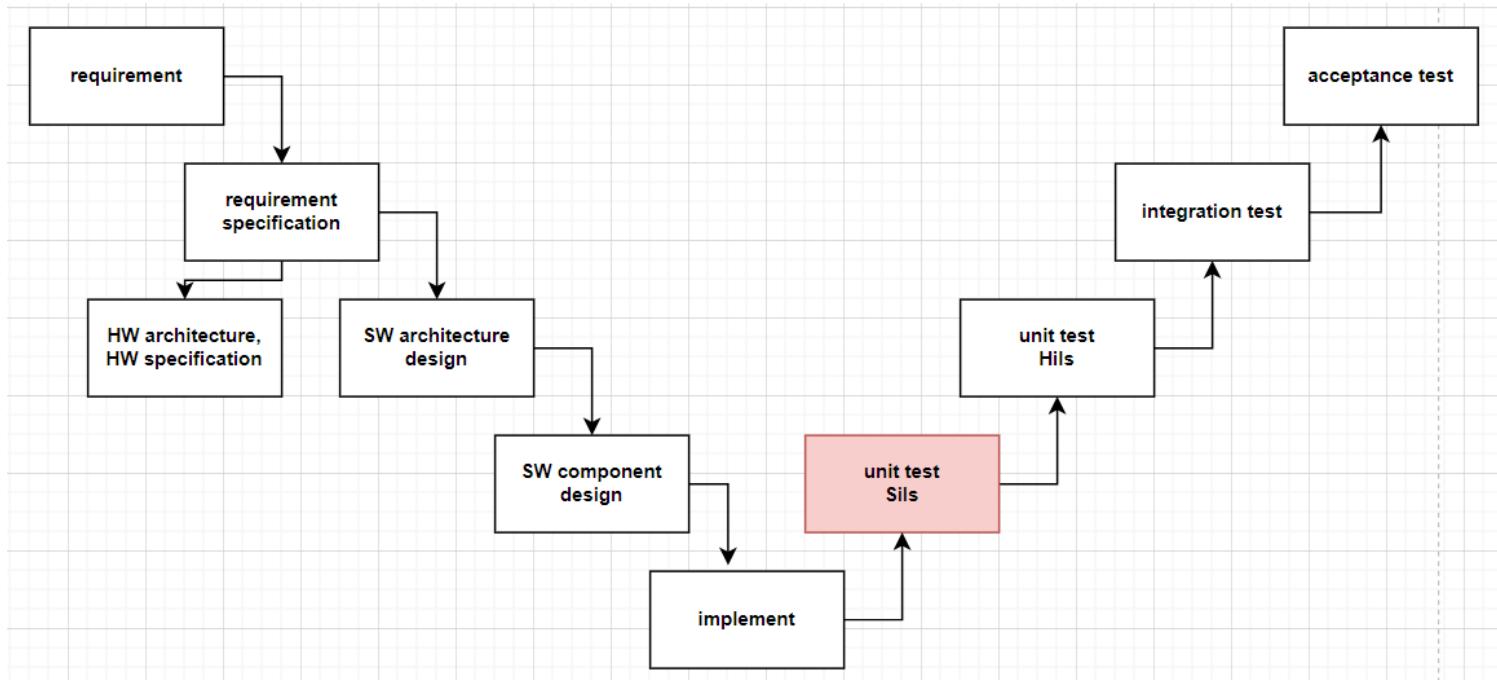
# 6. Test

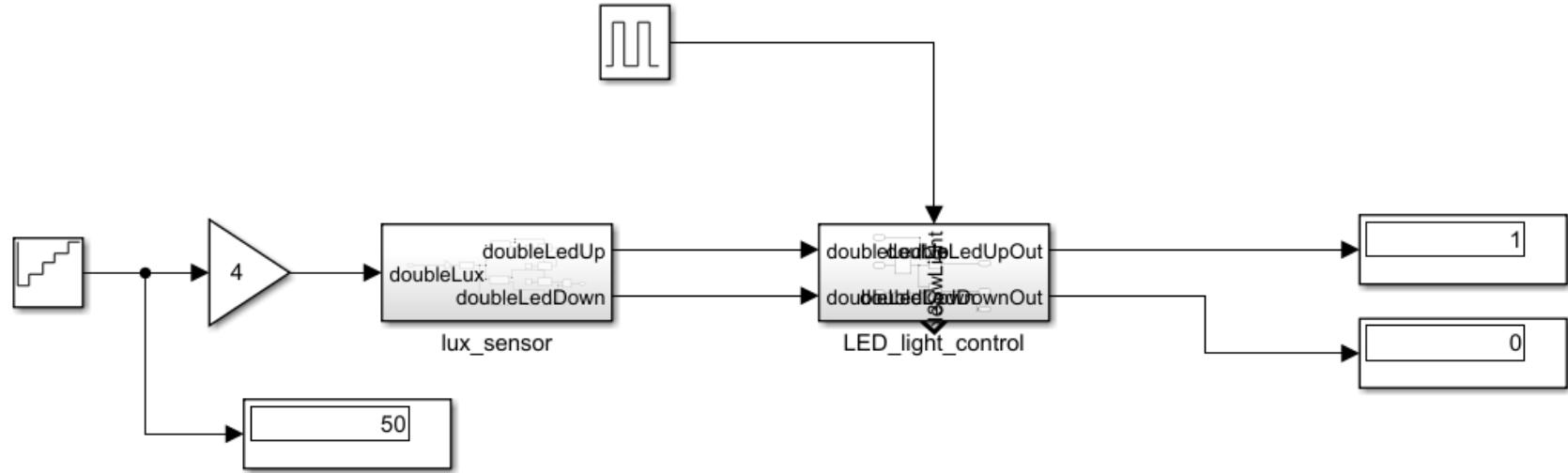


# 6.1 Unit Test



## 6.1.1 Software In the Loop



모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
lux_sensor	LuxTest01	조도센서 입력에 따른 변환 로직을 검증	PASS	제형구/2024. 2.14	[50 100 150 200 250]	LED_UP = 1, LED_DOWN = 0 LED_UP = 1, LED_DOWN = 0
						1 LED_UP = 0, LED_DOWN = 0

모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
BatteryManagement	BMTest01	배터리 시작시 100%임을 확인	PASS	박진영/2024.2.14	시뮬레이션 시작	Battery = 100 출력  /출력이 줄 확인.
BatteryManagement						
BatteryManagement						
BatteryManagement						
BatteryManagement						
<p>BatteryManagement</p>						
BatteryManagement	BMTest06	배터리를 100%를 충전한 후 다시 elecPwm을 입력해 배터리를 소모시키는 것을 확인.	PASS	박진영/2024.2.14	첫 10초간 elecPwm = 100, oilMotorSpd = 0 입력. 이후 10초간 oilMotorSpd = 5000, elecPwm =100 입력. 이후 oilMotorSpd = 0, elecPwm=100입력.	battery 출력이 100에서 10씩 감소함을 확인

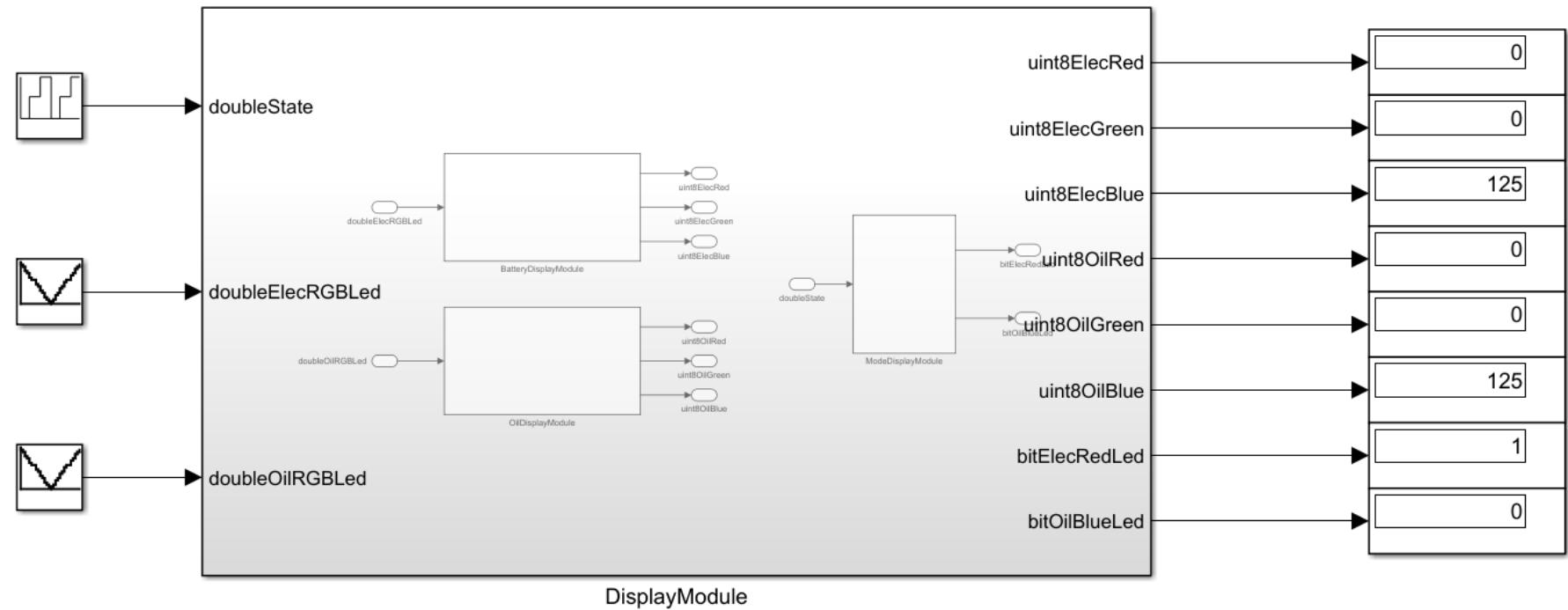
모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
OilManagement	O					이 줄어 인.
OilManagement	O					이 줄어 후 변화 없
OilManagement	O					만큼 매초 승하는 것
OilManagement	O					만큼 매초 승하는 것 이후 더 는 것을 확
OilManagement	OMTest06	연료를 100%를 충전한 후 다시 oilMotorPwm을 입력해 연료를 소모시키는 것을 확인.	PASS	정세인/2024. 2.14	첫 10초간 oilMotorPwm = 100, sw1 = 0 입력. 이후 10초간 oilMotorPwm = 100, sw1 = 1 입력. 이후 10초간 oilMotorPwm = 100, sw1 = 0 입력.	100까지 충전된 후 다시 0까지 연료가 소모되는 것을 확인.



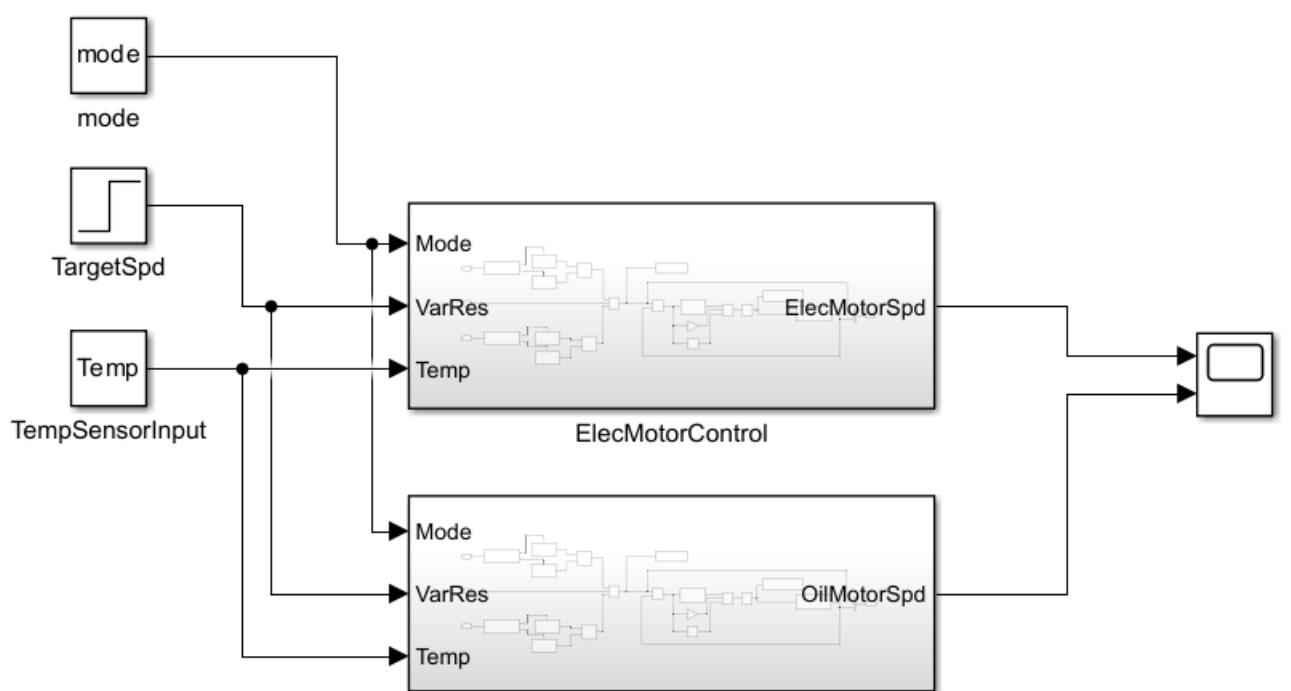
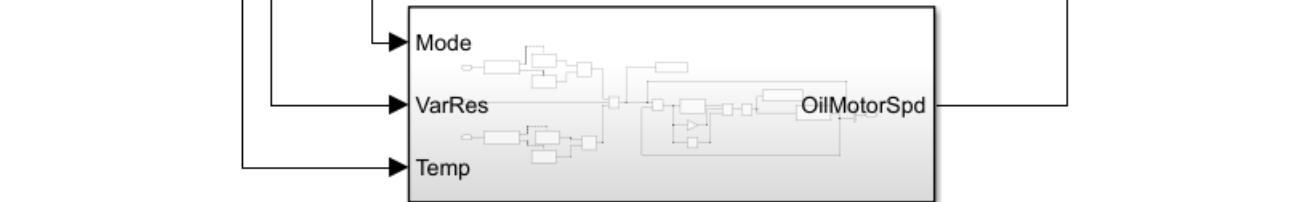
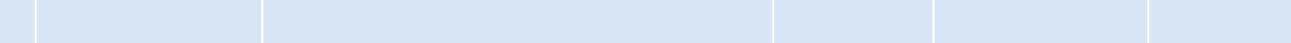
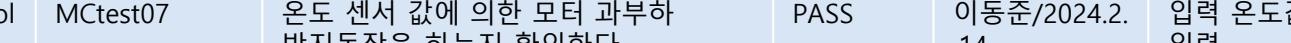
## Module



모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
DisplayModule	DMtest01	시작 시 전기 100%, 연료 100%, 넣어줌. 시작 ElecMode인 0시작	PASS	김정우/2024.2.14	doubleState=0%, doubleBattery=100%, doubleOil= 100%	uint8ElecBlue : 125 uint8EOilBlue : 125 bitElecRed : 01

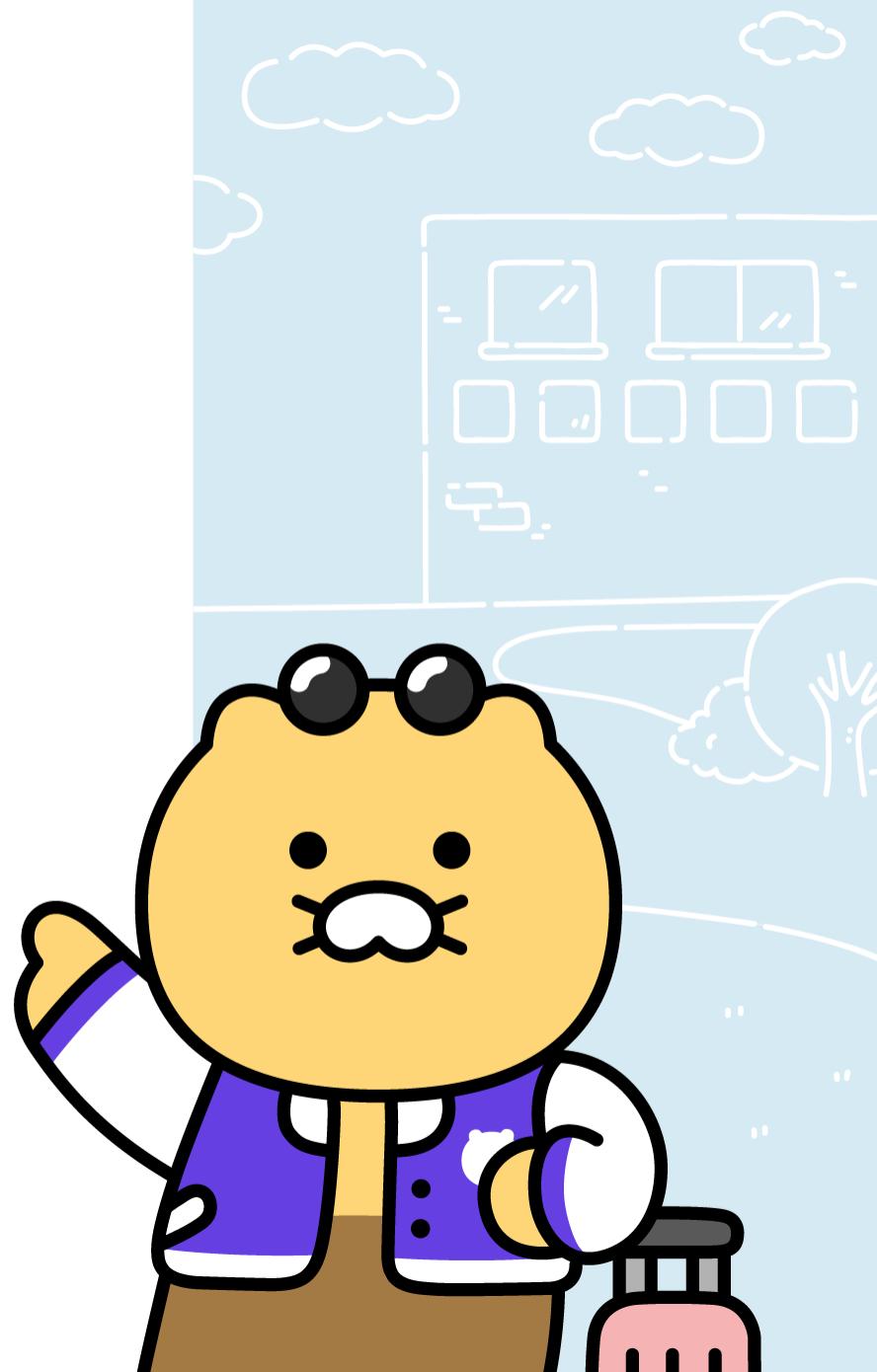
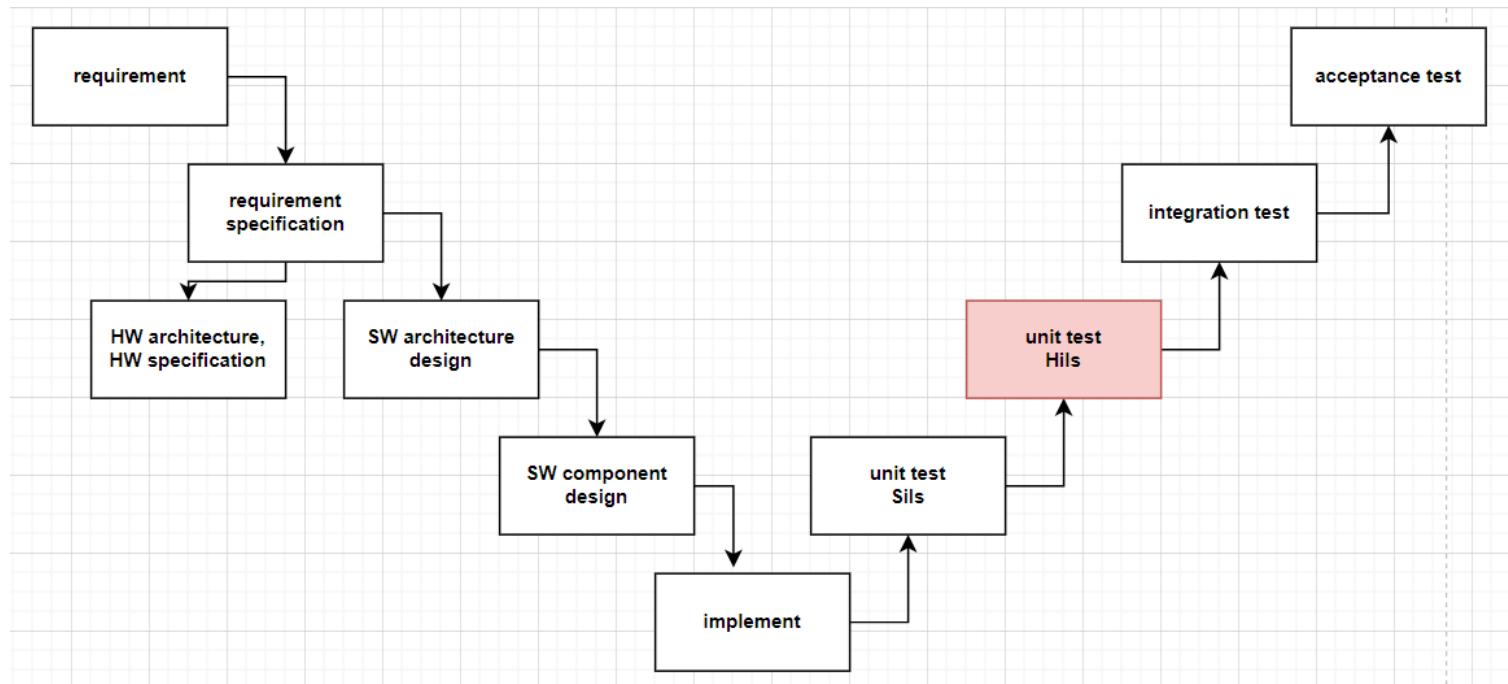


		0~100으로 변함. Oil가 15이하 0이상일때는 uint8OilRed의 PWM값이 0.3초 주기로 0~100으로 변함 State 0일때는 bitElecRed 2초 주기로 0,1 반복			15%, 0% <= doubleOil <= 15 %	만족 uint8OilRed : 0~100, 0.3주기 반복 bitElecRed : 0,1 로 2초주기 반복
DisplayModule	DMest06	State2를 주면 bitElecRed, bitOilBlue off	PASS	김정우/2024.2.14	State=2	bitElecRed : 0 bitElecBlue : 0

모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
MotorControl	MCtest01	모드에 따른 모터 구동 확인	PASS	이동준/2024.2.14	모드 = 0 , 모드 = 1 , 모드 = 2,	모드=0일 때 전기모터 구동,엔진 정지 모드 =1 일 때 전기모터 정지 엔진 구동 모드 =2 일 때 전기모터 정지 엔진 정지
MotorControl	MCtest02		대체 되었음	대체 되었음	모터 출력 확인 (90.83rps)	
MotorControl	MCtest03		Settling Time < 1s	Settling Time < 1s		
MotorControl	MCtest04		OS < 5%	OS < 5%		
MotorControl	MCtest05		RisingTime < 0.3s	RisingTime < 0.3s		
MotorControl	MCtest06		Steady_State_Error < 5%	Steady_State_Error < 5%		
MotorControl	MCtest07	온도 센서 값에 의한 모터 과부하 방지동작을 하는지 확인한다.	PASS	이동준/2024.2.14	입력 온도값 130	목표출력의 80% 출력값
MotorControl	MCtest08	온도 센서 값에 의한 모터 과부하가 없다 판단되면 정상 하는지 확인한다.	PASS	이동준/2024.2.14	입력 온도값 100	목표출력의 100% 출력값

## 6.1.2

# Hardware In the Loop



모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
lux_sensor	LuxTest03	조도센서 입력 로직을 검증	PASS	제형구/2024. 2.14	조도센서 입력이 밝기에 따라 수치가 변환하는 것을 display를 통해 확인.	밝을 때 (800 ~ 1023) 어두울 때(0 ~ 500)
lux_sensor	LuxTest04	조도센서 입력에 따른	PASS	제형구/2024.	조도센서 주변을	조도센서 <= 100 LED_UP = 1, LED_DOWN = 0 100 < 조도센서 <= 200 LED_UP = 0, LED_DOWN = 1 200 < 조도센서 LED_UP = 0, LED_DOWN = 0
sw_light					인터럽트가 발생	
sw_light					sw_light가 토클 초기상태 sw_light = 0 한 번 입력 시 sw_light = 1. sw_light = 0상태에서 입력 시 sw_light = 1.	
LED_light_control					조도센서 <= 100 LED_UP = ON, LED_DOWN = OFF 100 < 조도센서 <= 200 LED_UP = OFF, LED_DOWN = ON 200 < 조도센서 LED_UP = OFF, LED_DOWN = OFF	
LED_light_c ontrol	LuxTest08	Easy Module Shield2의 SW2 입력에 따른 LED상태를 검증	PASS	제형구/2024. 2.14	스위치 입력에 따라 LED출력 로직이 ON, OFF	초기상태 sw_light = 0 LED출력 로직OFF sw_light = 1 LED출력 로직 ON

# Battery

## Management Module



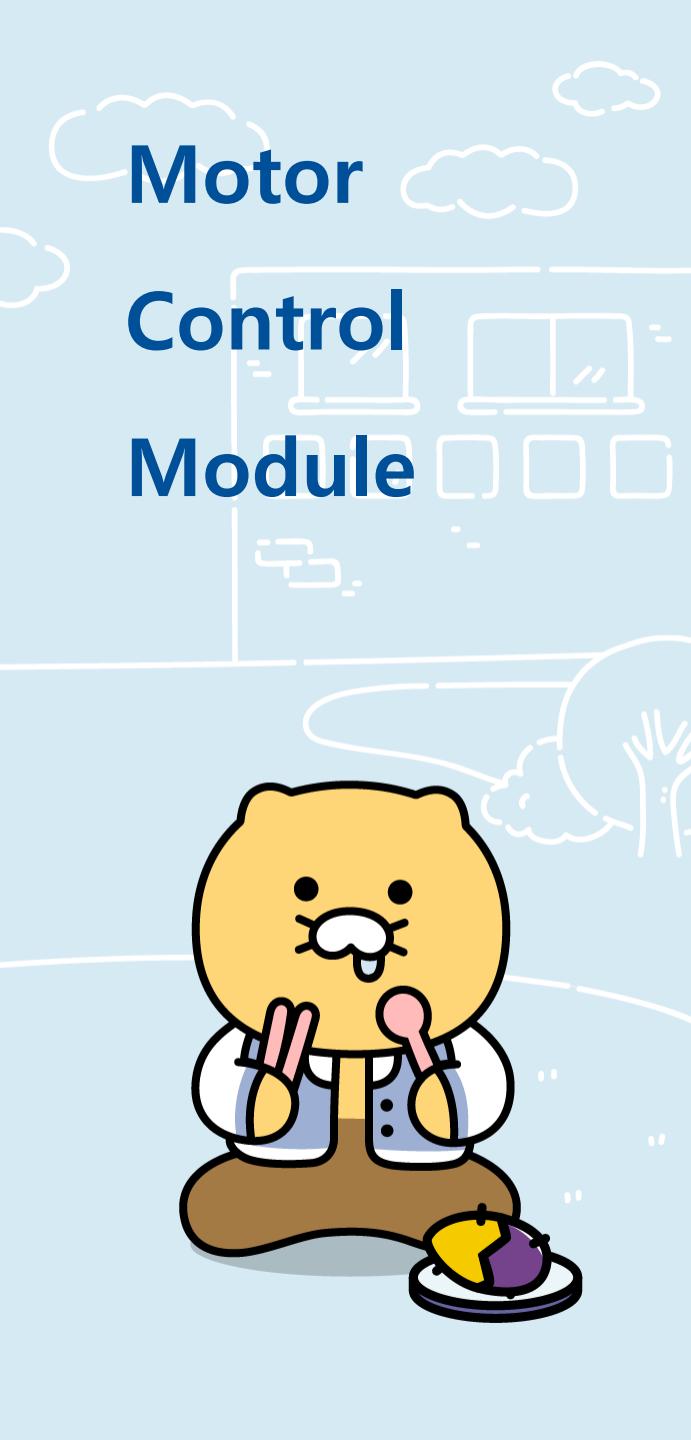
모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과								
BatteryManagement	BMTest07	배터리 시작시	PASS	박진영/2024.	시뮬레이션 작동	battery 100 출력								
		<table border="1"> <tr> <td>Input</td> <td>배터리 / 연료 관리 모듈</td> <td>OutPut</td> </tr> <tr> <td>Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm Oil Motor Spd 주유SW(sw1)</td> <td>담당자 : 김정우</td> <td>배터리/연료 잔량</td> </tr> </table>	Input	배터리 / 연료 관리 모듈	OutPut	Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm Oil Motor Spd 주유SW(sw1)	담당자 : 김정우	배터리/연료 잔량						
Input	배터리 / 연료 관리 모듈	OutPut												
Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm Oil Motor Spd 주유SW(sw1)	담당자 : 김정우	배터리/연료 잔량												
		<table border="1"> <tr> <td>Input</td> <td>모드 관리 모듈</td> <td>OutPut</td> </tr> <tr> <td>배터리 잔량 연료 잔량</td> <td>담당자 : 이동준</td> <td>구동 모드 ( 0-&gt;Elec 1-&gt;Oil 2-&gt;사용 X )</td> </tr> </table>	Input	모드 관리 모듈	OutPut	배터리 잔량 연료 잔량	담당자 : 이동준	구동 모드 ( 0->Elec 1->Oil 2->사용 X )						
Input	모드 관리 모듈	OutPut												
배터리 잔량 연료 잔량	담당자 : 이동준	구동 모드 ( 0->Elec 1->Oil 2->사용 X )												
		<table border="1"> <tr> <td>Input</td> <td>모터 제어 모듈</td> <td>OutPut</td> </tr> <tr> <td>구동 모드 가변저항 oil/elec Encoder Temp Sensor</td> <td>담당자 : 제형구</td> <td>Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm</td> </tr> </table>	Input	모터 제어 모듈	OutPut	구동 모드 가변저항 oil/elec Encoder Temp Sensor	담당자 : 제형구	Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm						
Input	모터 제어 모듈	OutPut												
구동 모드 가변저항 oil/elec Encoder Temp Sensor	담당자 : 제형구	Elec Motor Pwm Oil Motor Pwm												
		<table border="1"> <tr> <td>Input</td> <td>Display 모듈</td> <td>OutPut</td> </tr> <tr> <td>구동 모드</td> <td>담당자 : 신재환</td> <td>Elec RGB LED Oil RGB LED LED Blue/Red</td> </tr> <tr> <td>배터리/연료 잔량</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Input	Display 모듈	OutPut	구동 모드	담당자 : 신재환	Elec RGB LED Oil RGB LED LED Blue/Red	배터리/연료 잔량					
Input	Display 모듈	OutPut												
구동 모드	담당자 : 신재환	Elec RGB LED Oil RGB LED LED Blue/Red												
배터리/연료 잔량														
BatteryManagement	BMTest12	배터리를 100%를 충전한 후 다시 elecPwm을 입력해 배터리를 소모시키는 것을 확인.	PASS	박진영/2024. 2.14	시작 후 가변저항을 중간으로 입력 Mode = 1 입력 battery 출력이 0이 된 후 mode = 2 입력 Battery 가 100이 되면 다시 mode=1 입력	100인 battery 출력이 다시 감소하는 것을 확인.								

모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
OilManagement	OMTest07	연료가 시작 시 100%임을 확인	PASS	정세인/2024. 2.14	시뮬레이션 작동	Oil 100% 출력
OilManagement	OMTest08	연료가 oilMotorPwm *0.1 만큼 매초 소모하는 것을 확인.	PASS	정세인/2024. 2.14	시작 후 가변저항을 중간으로 입력	oil출력이 줄어 0이 되는 것을 확인.
OilManagement	OMTest09	연료가 0이 되었을 때 더 이상 소모되지 않는 것을 확인	PASS	정세인/2024. 2.14	시작 후 가변저항을 중간으로 입력	0이 된 후 더 이상 줄지 않는 것을 확인.
OilManagement	OMTest10	Sw1 == 1일 때 연료가 충전되는 것을 확인	PASS	정세인/2024. 2.14	시작 후 가변저항을 중간으로 입력 Oil 출력이 0이 된 후 sw1 누른 채 유지	0이었던 oil 출력이 다시 증가하는 것을 확인.
OilManagement	OMTest11	연료를 100%를 충전했을 때 더 이상 충전 되지 않는 것을 확인	PASS	정세인/2024. 2.14	시작 후 가변저항을 중간으로 입력 Oil 출력이 0이 된 후 sw1 누른 채 유지	Oil 출력이 100으로 충전된 이후 더 이상 증가하지 않는 것을 확인
OilManagement	OMTest12	연료를 100%를 충전한 후 다시 oilMotorPwm을 입력해 연료를 소모시키는 것을 확인.	PASS	정세인/2024. 2.14	시작 후 가변저항을 중간으로 입력 Oil 출력이 0이 된 후 sw1 누른 채 유지 100이 되면 sw1을 다시 off	100인 oil출력이 다시 감소하는 것을 확인.

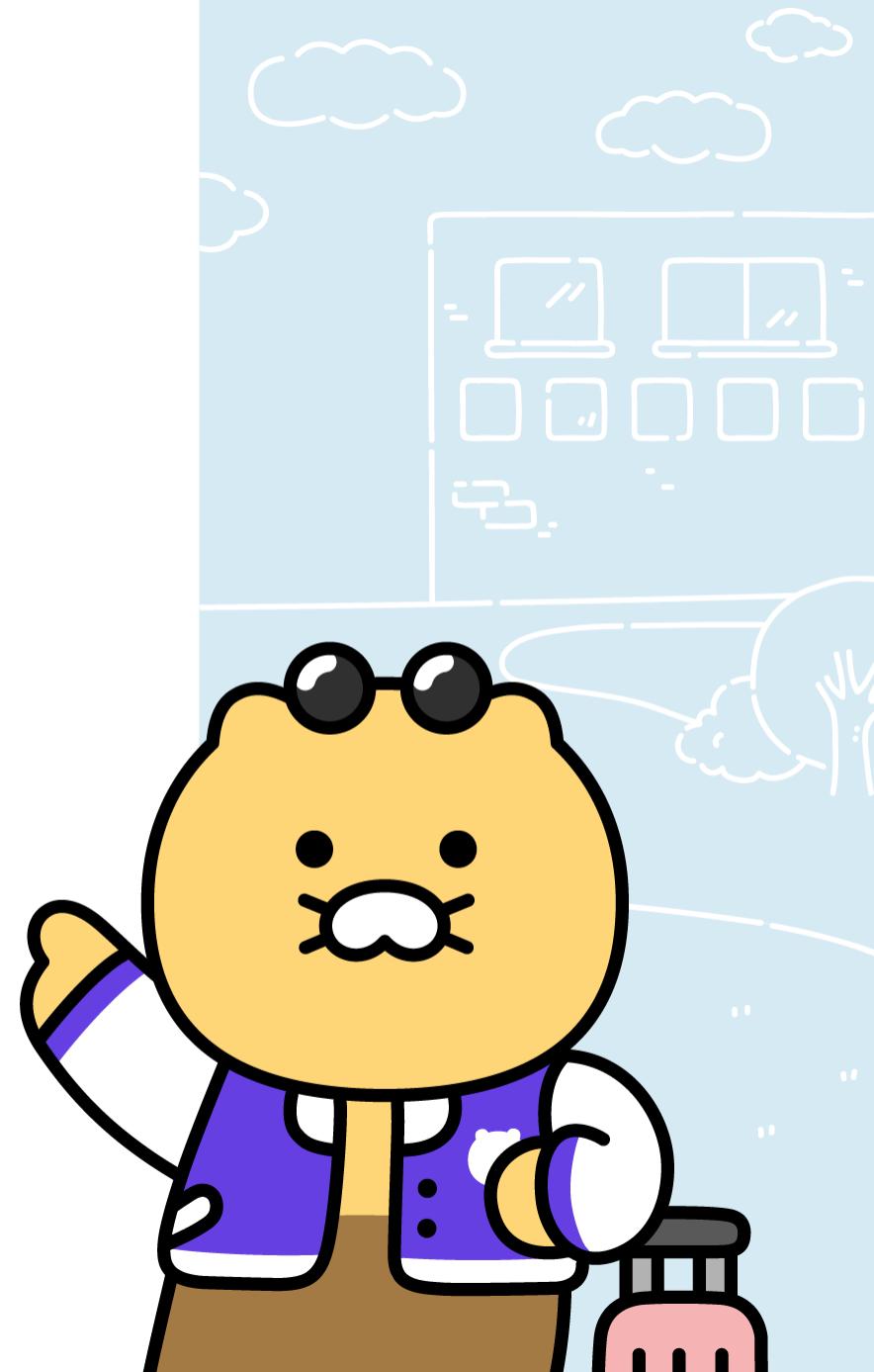
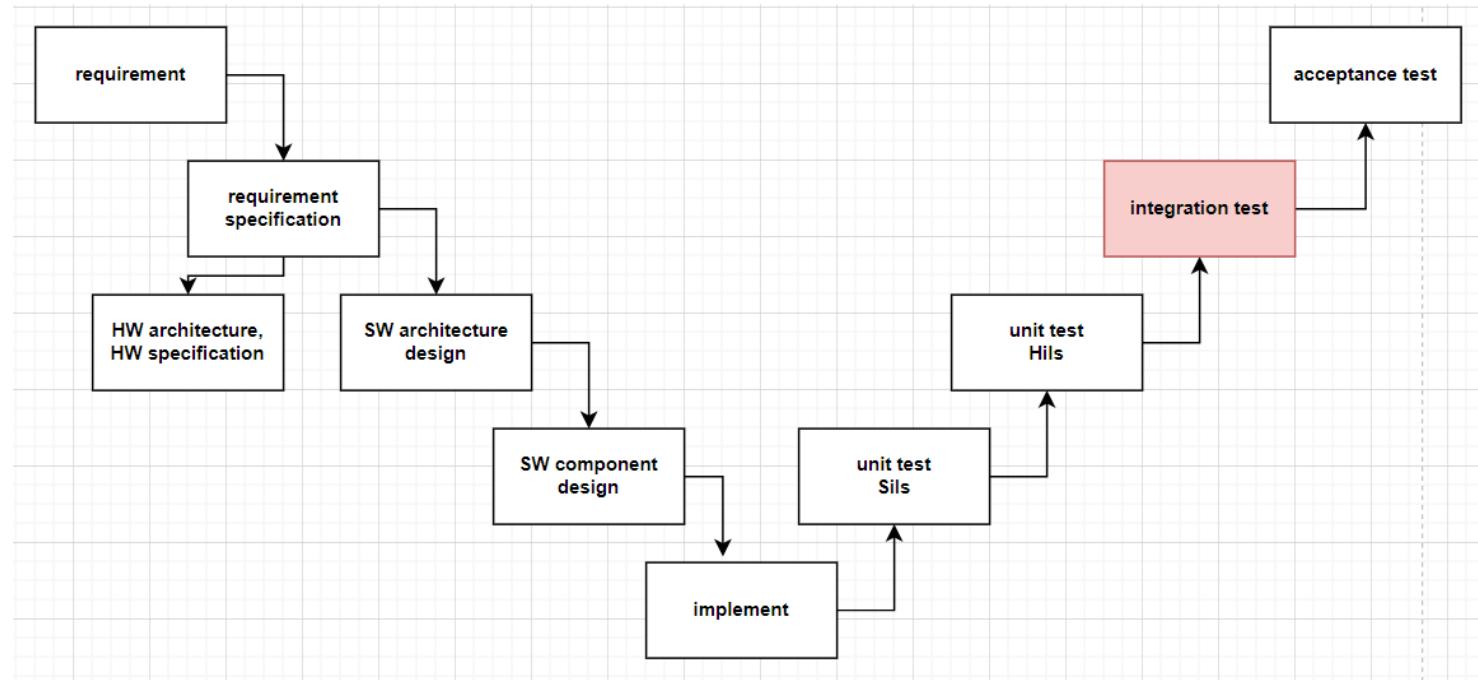
모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
ModeManage	MMTest01	Elec이 30%에서 100% 사이일 때 State가 0이 되는 것을 확인	PASS	제형구/2024.2.14	30% <= Elec <= 100% 0% <= Oil <= 100%	State=0
ModeManage	MMTest02	Elec이 30%보다 작을 때 State가 0에서 1로 바뀌는 것을 확인	PASS	제형구/2024.2.14	Elec < 30% 0% < Oil <= 100%	State=1
ModeManage	MMTest03	Oil이 다 소모되고 Elec이 다 소모되지 않았을 때 State가 1에서 0으로 바뀌는 것을 확인	PASS	제형구/2024.2.14	Elec > 0% Oil = 0%	State=0
ModeManage	MMTest04	Elec과 Oil 모두 소모되었을 때 State가 2가 되는 것을 확인	PASS	제형구/2024.2.14	Elec = 0% Oil = 0%	State=2
ModeManage	MMTest05	Elec과 Oil 모두 소모된 상태에서 Oil이 충전되었을 때 State가 1이 되는 것을 확인	PASS	제형구/2024.2.14	0% <= Elec < 100% Oil > 0%	State=1

모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
DisplayModule	DMtest07	시작 시 전기 100%, 연료 100%, Elec Mod. Easy Module Shield 1의 빨간색 LED 2초주기로 깜박거리고, Easy Module Shield1,2의 RGB LED 모두 파란색 LED on	PASS	김정우/2024.2.14	doubleState=0, doubleBattery=100% doubleOil=100%	EMS1 RED LED 2초 주기 blinks, RGB LED 모두 파란색 점등
DisplayModule	DMtest08	Elec Mode일 때 배터리용량이 70%이하로 내려가면 EMS1 RGB LED 초록색 점등, 적색 LED 2초주기 blink, EMS2 RGB LED 파란색 점등,	PASS	김정우/2024.2.14	doubleState=0, doubleBattery <=70%, doubleOil=100%	EMS1 LED 2초 주기 blinks, EMS1 RGB 초록색, EMS2 RGB 파란색
DisplayModule	DMtest09	Elec Mode 일때 배터리용량이 30%이하로 내려가면 EMS1 RGB LED 빨간색 점등, 청색 LED 2초 주기 blink, EMS2 RGB LED 파란색 점등.	PASS	김정우/2024.2.14	doubleState=1, doubleBattery <=30%, doubleOil>=90 %	Pin48 LED 2초 주기 blinks, EMS1 RGB 빨간색, EMS2 RGB 파란색
DisplayModule	DMtest10	Oil Mode 일때 배터리용량이 100%까지 충전되면서 EMS1 RGB LED 빨강->초록->파랑 순으로 바뀜. EMS1 청색 LED 2초주기 blink, EMS2 RGB LED 용량에 따라 RGB 점등	PASS	김정우/2024.2.14	doubleState=1, Repeating Sequence stair (doubleBattery 15% -> 100%), doubleOil >=70 %	OilMode로 동작하면서 EMS1 RGB LED R->G->B 순서로 충전량에 따라 점등, EMS2 RGB LED oil량에 따라 점등
DisplayModule	DMtest11	Oil Mode일때 오일 용량이 15%이하로 내려가면 EMS1 RGB LED 빨강색 0.3초주기로 blink	PASS	김정우/2024.2.14	doubleState=1, doubleOil<=15 %	EMS2 RGB LED 중 빨간색이 0.3초 주기로 blink,
DisplayModule	DMtest12	Oil량 0%, 배터리용량 15%이하일 때 EMS1, EMS2 RGB LED 빨간색 모두 0.3초 주기로 blink. EMS1 빨간색 LED 2초주기 blink	PASS	김정우/2024.2.14	doubleState=1, doubleBattery<=15%, doubleOil = 0%	EMS1,EMS2 RGB LED RED 0.3초 주기로 blink. EMS1 RED LED 2초주기 blink

모듈	Test.ID	Summary	결과	Tester	예시 입력	예상 결과
MotorControl	MCtest09	모드에 따른 모터 구동 확인	PASS	이동준/2024.2.1 4	모드 = 0 , 모드 = 1 , 모드 = 2 순차적으로 전환된다	모드 =0 일 때, Elec모터 구동 , 엔진 출력신호 = 0 모드 =1 일때 , Oil모터 출력신호 구동 2일때, Elec 엔진 출력 0
MotorControl	MCtest10	온도센서에 따른 모터 저속화 확인	Time < 1s			력 확인 (OS)
MotorControl	MCtest11	온도센서에 따른 모터 저속화 확인	%			Time < 0.3s
MotorControl	MCtest12	온도센서에 따른 모터 저속화 확인	State_Error			me < 0.3s
MotorControl	MCtest15	온도 센서 값에 의한 모터 과부하 방지동작을 하는지 확인한다.	PASS	이동준/2024.2.1 4	입력 온도값 130 입력	목표 출력의 80% 출력값
MotorControl	MCtest16	온도 센서 값에 의한 모터 과부하가 없다 판단되면 정상 하는지 확인한다.	PASS	이동준/2024.2.1 4	입력 온도값 100 입력	목표 출력의 100% 출력값

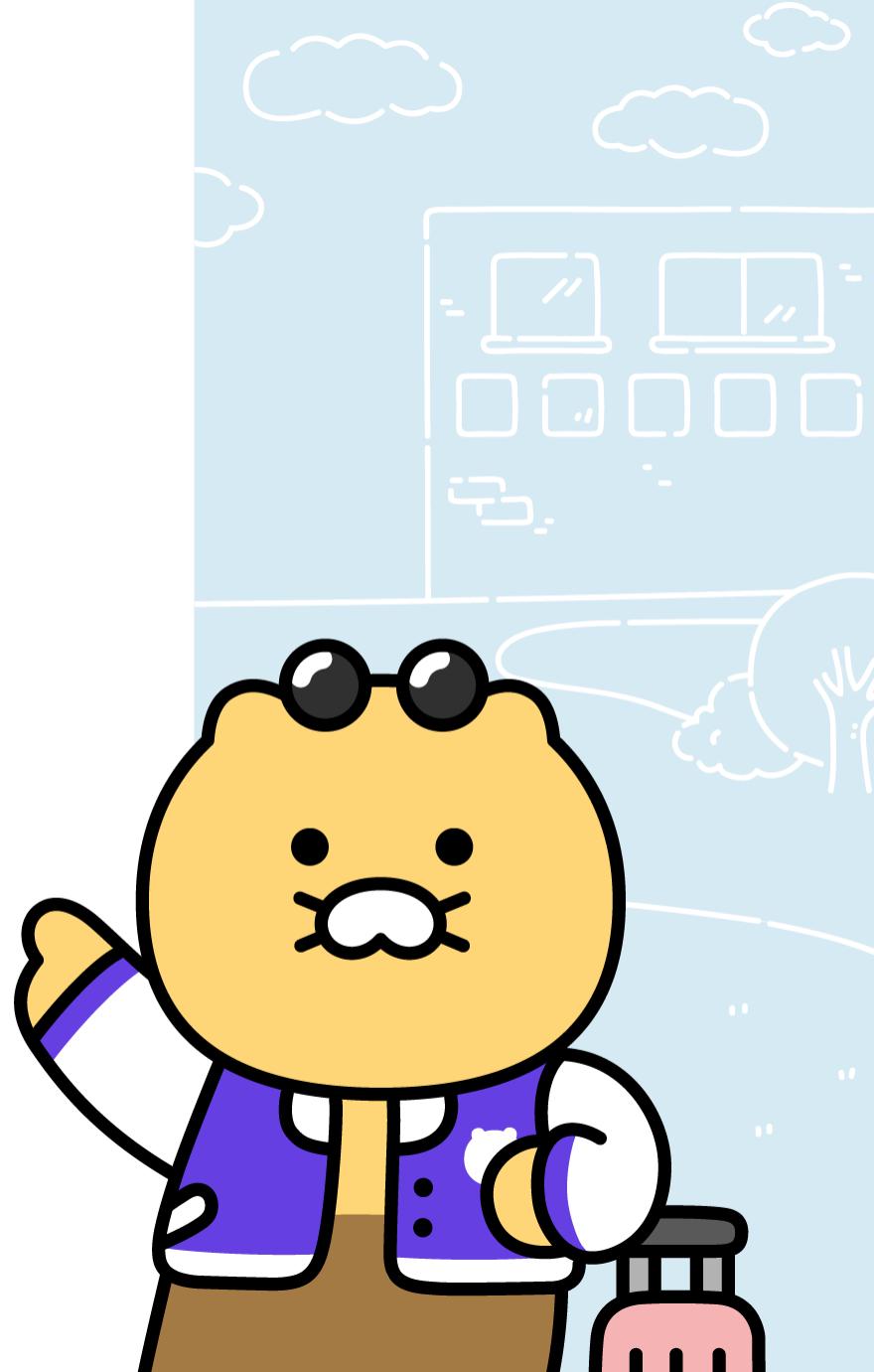
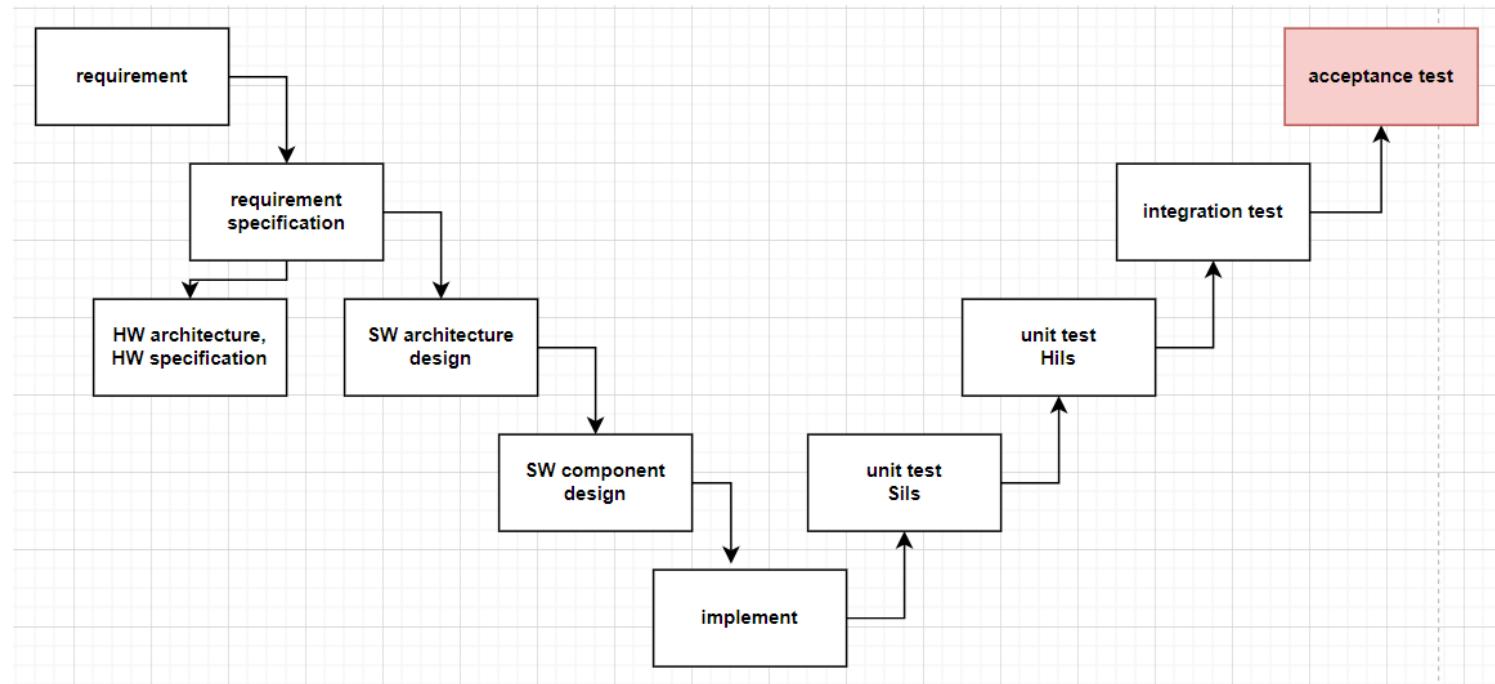


# 6.2 Integration Test



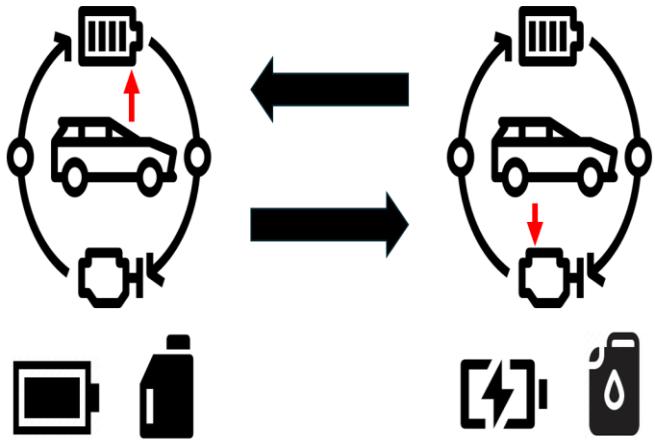
IntegTest ID	ReqSpec.ID (Traceability)	No.	Summary	Tester	결과
IntegTest-01	ReqSpec-03	1	초기상태: 배터리 연료 100%에서 시작하는지 확인	김정우	PASS
IntegTest-02	ReqSpec-01 ReqSpec-02 ReqSpec-04 ReqSpec-05	2	최대 속도값을 입력, 배터리를 소모하며 전기모터가 구동을 확인한다.	김정우	PASS
IntegTest-03	ReqSpec-16	3	전기 구동 모드의 LED가 2초주기로 깜박이는지 확인한다.	정세인	PASS
IntegTest-04	ReqSpec-14 ReqSpec-15	4	배터리가 용량에 따른 배터리 상태 표시등을 확인한다.	정세인	PASS
IntegTest-05	ReqSpec-06	5	배터리 용량이 30% 이하로 내려가면, 내연모드 전환을 확인한다.	정세인	PASS
IntegTest-06	ReqSpec-01 ReqSpec-06 ReqSpec-07	6	전기모터 정지 후 엔진 구동을 확인한다.	이동준	PASS
IntegTest-07	ReqSpec-17	7	엔진 구동 모드의 LED가 2초주기로 깜박이는지 확인한다.	이동준	PASS
IntegTest-08	ReqSpec-15	8	연료의 용량에 따른 연료 상태 표시등을 확인한다.	이동준	PASS
IntegTest-09	ReqSpec-09	9	배터리가 완충 되면 전기모드로 전환하는지 확인한다.	박진영	PASS
IntegTest-10	ReqSpec-13	10	배터리가 고갈될 때 까지 온도 센서에 따른 전기모터의 속도 제어를 확인한다.	박진영	PASS 다른 소자의 노이즈 간섭으로 값이 제대로 측정할 수 없었음
IntegTest-11	ReqSpec-13	11	연료가 고갈될 때 까지 온도 센서에 따른 엔진의 속도 제어를 확인한다.	박진영	PASS 다른 소자의 노이즈 간섭으로 값이 제대로 측정할 수 없었음
IntegTest-12	ReqSpec-01 ReqSpec-10 ReqSpec-11	12	연료와 배터리가 모두 고갈 시 두 모터가 더 이상 구동되지 않는지 확인한다.	제형구	PASS
IntegTest-13	ReqSpec-08 ReqSpec-12	13	SW1을 누르는 동안, 연료가 충전 되는 것을 확인한다.	제형구	PASS
IntegTest-14	ReqSpec-18	14	SW2를 눌렀을 때, 야간등 기능이 ON 되는 것을 확인한다.	신재환	PASS
IntegTest-15	ReqSpec-19	15	조도 센서 값에 따른 야간등 기능 동작을 확인한다.	신재환	PASS
IntegTest-16	ReqSpec-18	16	SW2를 한 번 더 눌렀을 때, 야간등 기능이 OFF 되는 것을 확인한다	신재환	PASS

# 6.3 Acceptance Test



초기조건

Battery 100%, Oil 100%  
State = 0 (ElecMode)  
Motor PWM = 초기 가변저항값  
온도(temp)센서 : 25  
조도(lux)센서 : 200

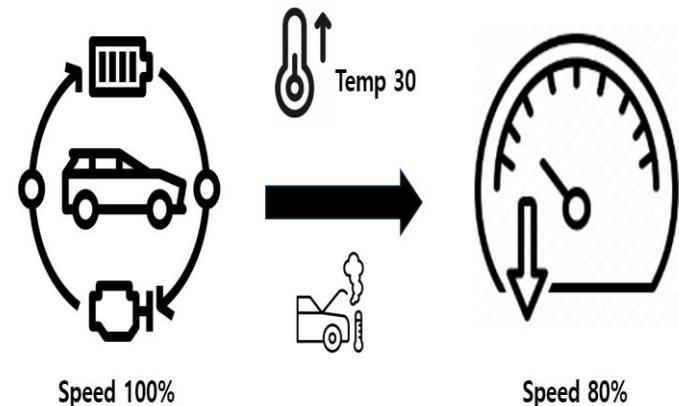


### 시나리오 1

- I. ElecMode에서 Battery가 100에서 30이 될 때까지 전기모터구동
- II. Battery가 30 이하가 되면 OilMode로 전환되고 Battery가 100으로 충전될때까지 내연모터 가동
- III. Battery가 100이되면 ElecMode로 전환되어 전기 모터 가동
- IV. Oil가 0이 될 때까지 ElecMode, OilMode 반복 1~3회
- V. Oil가 0이되면 ElecMode로 전환, Battery 0이 될 때까지 전기모터 구동
- VI. Battery=0, Oil=0이되면 SW1을 눌러 Oil이 100이 될 때까지 주유
- VII. 충전이 시작되자마자 내연모터 가동

초기조건

Battery 100%, Oil 100%  
State = 0 (ElecMode)  
Motor PWM = 255  
온도(temp)센서 : 25  
조도(lux)센서 : 200

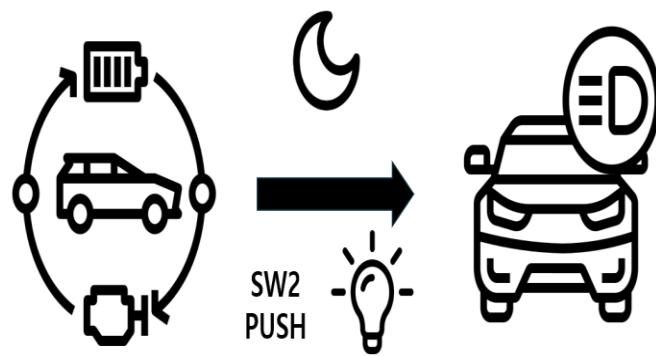


### 시나리오 2

- I. ElecMode에서 가변저항 최대(PWM 255)로 전기 모터 가동
- II. 온도센서에서 30도이상 감지, 과열방지를 위해 전기모터 속도가 최대 속도의 80%로 제한됨
- III. ElecMode에서 Battery가 30이하가 되면 OilMode 전환
- IV. OilMode에서 가변저항 최대(PWM 255)로 내연 모터가동
- V. 온도센서에서 30도이상 감지, 과열방지를 위해 내연모터 속도가 최대 속도의 80%로 제한됨.

초기조건

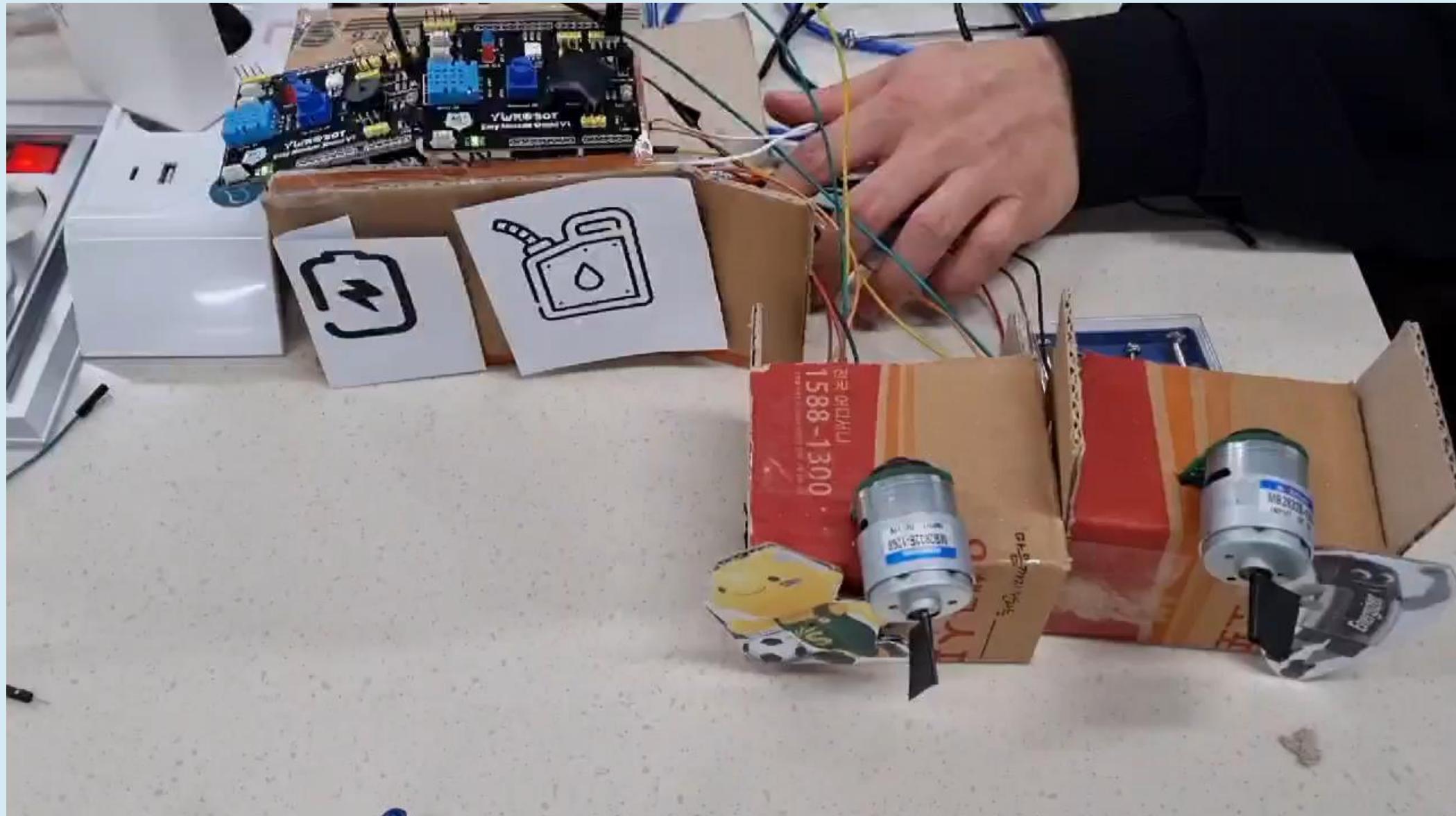
Battery 100%, Oil 100%  
State = 0 (ElecMode)  
Motor PWM = 초기 가변저항값  
온도(temp)센서 : 25  
조도(lux)센서 : 200



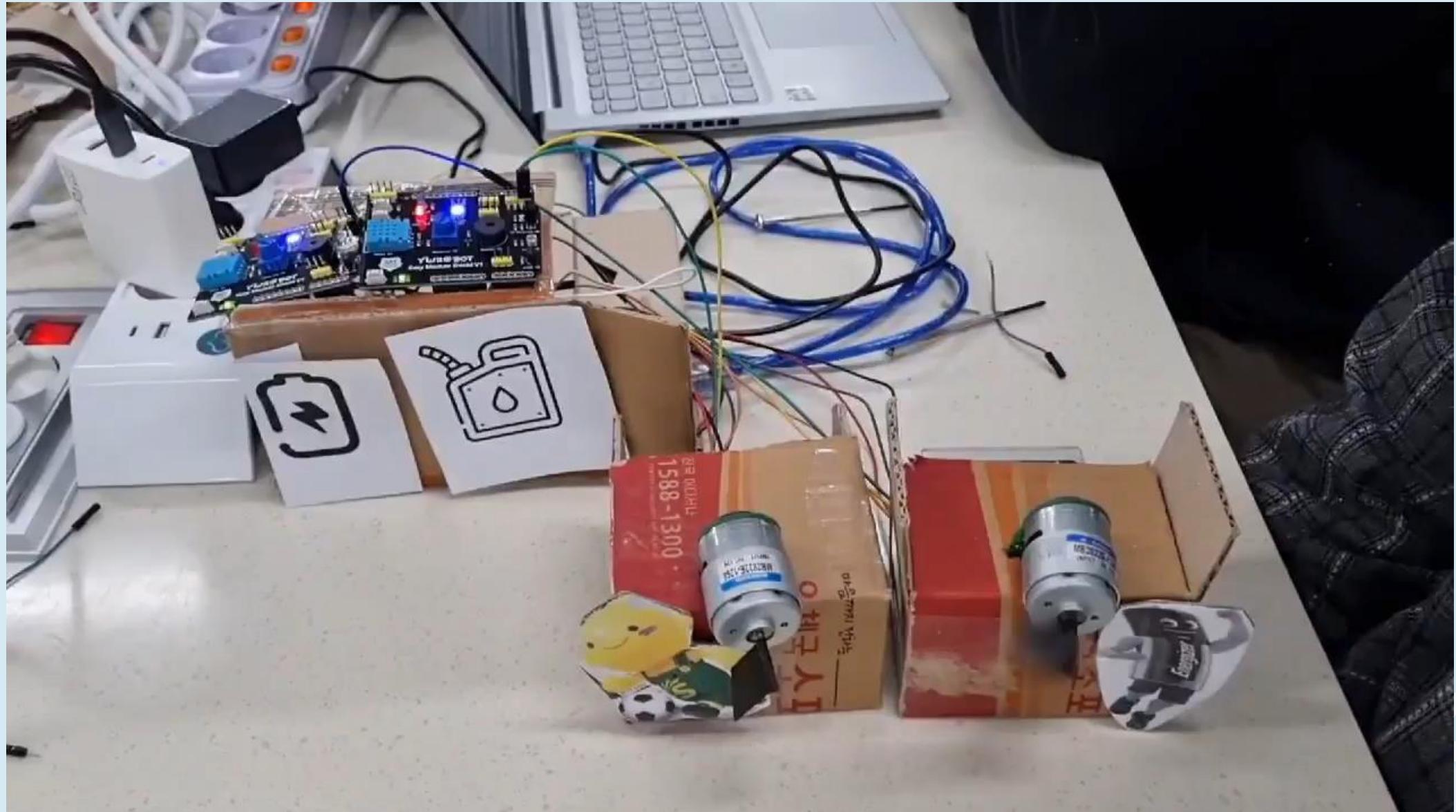
### 시나리오 3

- I. SW2를 눌러 야간등 기능 on
- II. 조도센서를 통해 200이하의 조도 감지, 적색 LED on
- III. 조도센서를 통해 100이하의 조도 감지, 청색 LED on
- IV. 조도센서를 통해 200초과의 조도 감지, 적색 LED, 청색 LED off
- V. SW2를 눌러 야간등 기능 off

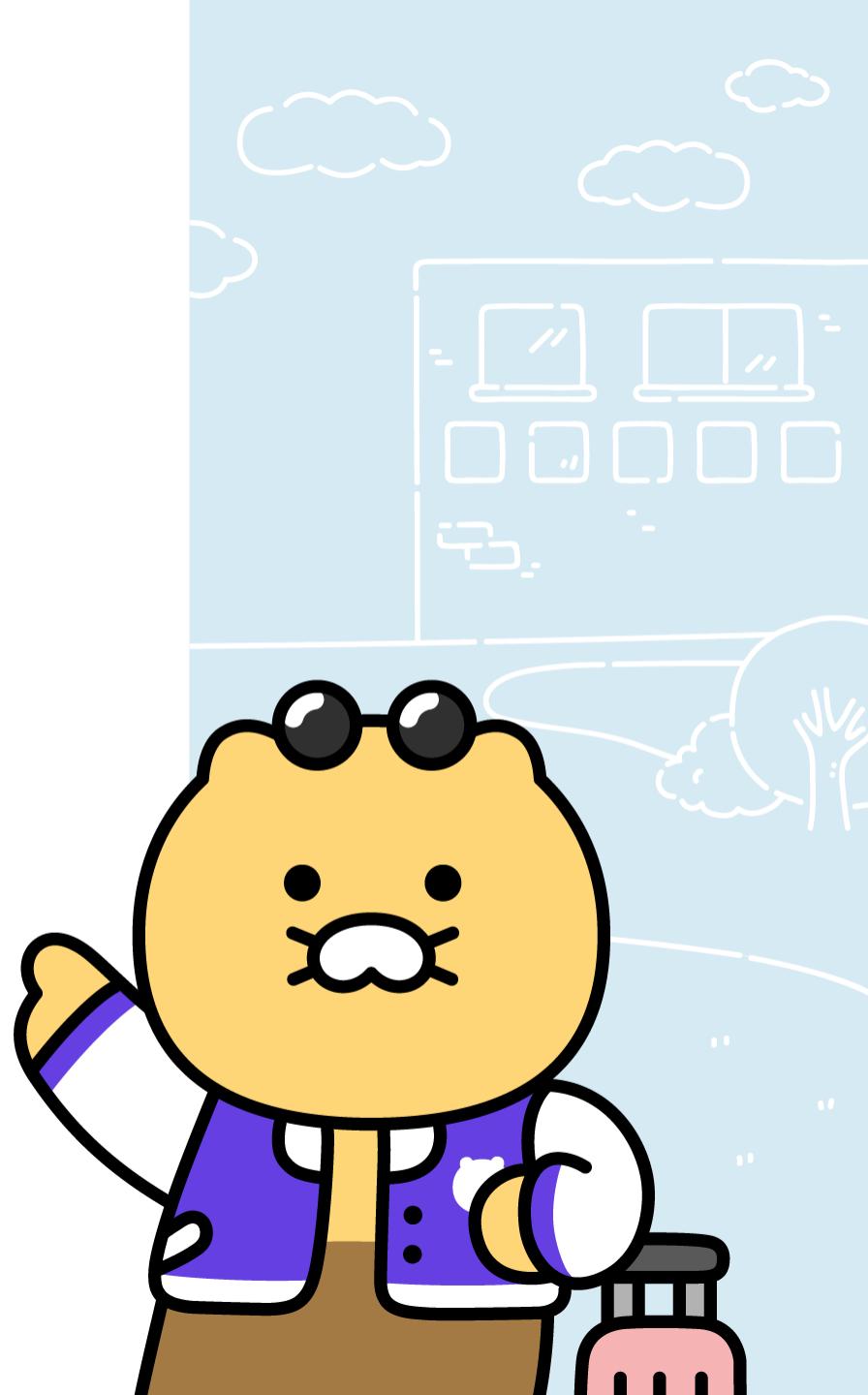
# 시연영상 : 전체 동작

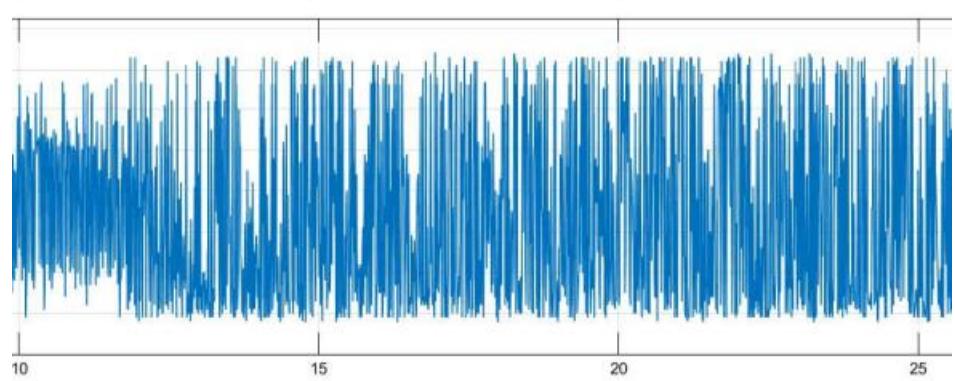
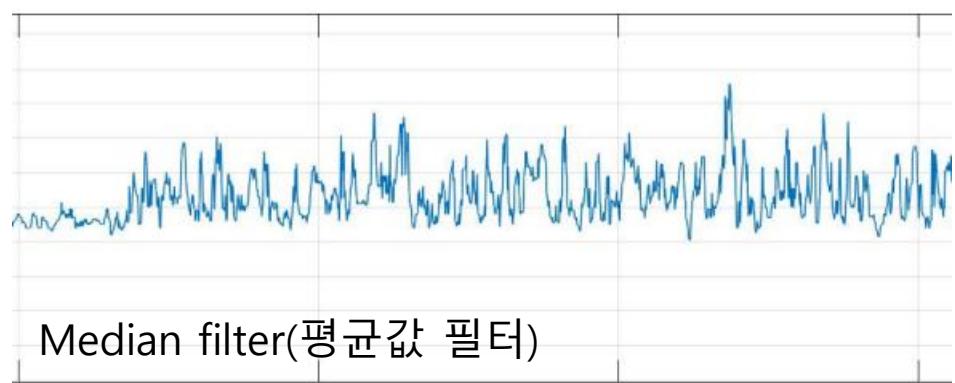
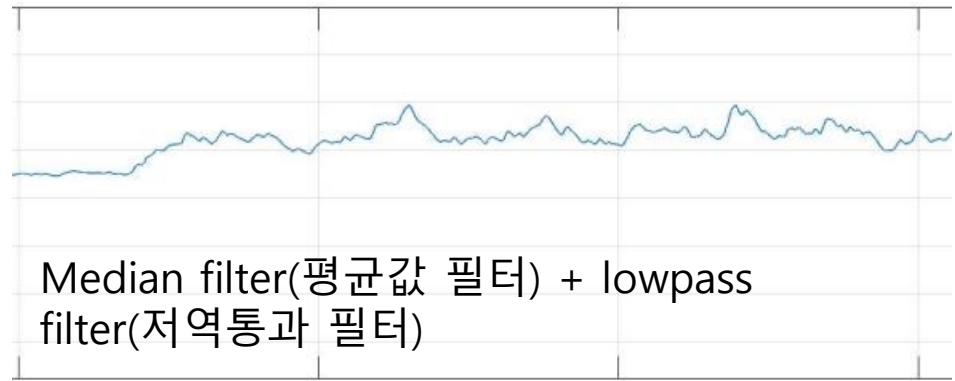


# 시연영상 : 온도 감지



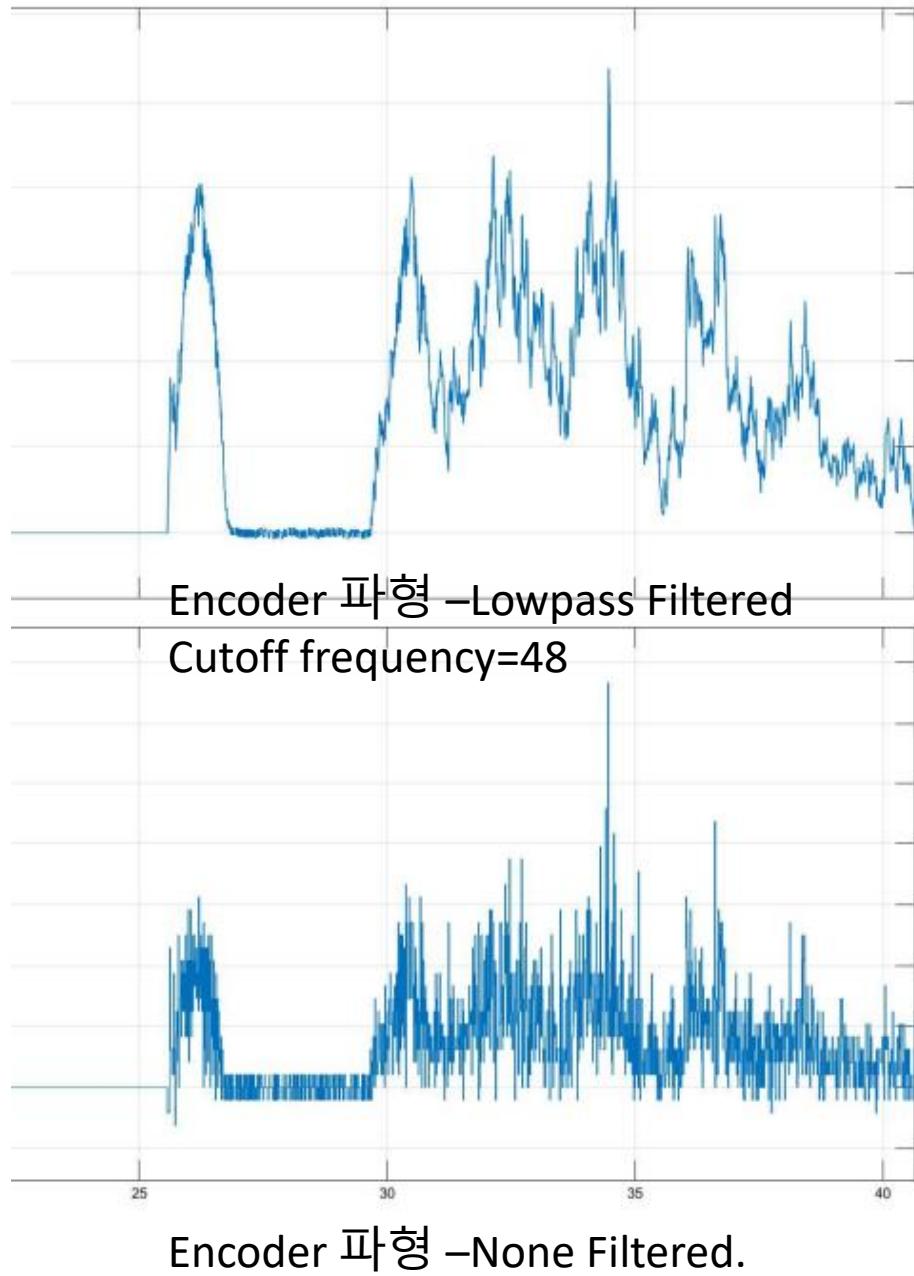
# 7. Review





# Feedback

(LM35)온도센서 모터 및 다른센서와 같이 사용시 노이즈가 심해지는 문제가 발생하여 통합테스트에서 문제발견 후 필터를 추가하여 문제를 해결



# Feedback

모듈테스트 당시 Encoder 파형의 노이즈로 인해 정확한 속도 제어에 어려움 존재.  
Low Pass Filter를 사용하여 문제 해결

Activity	Task	peer1	review	peer2	review
Requirement Analysis	ReqSped-01~ReqSpec-03	이동준	pass	박진영	pass
	ReqSped-04~ReqSpec-06	신재환	pass	제형구	pass
	ReqSped-07~ReqSpec-09	김정우	pass	정세인	pass
	ReqSped-10~ReqSpec-12	이동준	pass	김정우	pass
	ReqSped-13~ReqSpec-15	박진영	pass	신재환	pass
	ReqSped-16~ReqSpec-19	제형구	pass	이동준	pass
Hw Design	Hw Specification	김정우	pass	박진영	pass
	Hw Architecture	신재환	pass	정세인	pass
Sw Architecture	Sw Architecture Design	제형구	pass	이동준	pass
Sw Logic	Lux Sensor	김정우	pass	제형구	pass
	Battery Management, Oil Management	정세인	pass	박진영	pass
	Mode Management	박진영	pass	김정우	pass
	Display	김정우	pass	이동준	pass
	Motor Control	이동준	pass	박진영	pass
Sw Component Design	Lux Sensor	김정우	pass	제형구	pass
	Battery Management, Oil Management	정세인	pass	박진영	pass
	Mode Management	박진영	pass	김정우	pass
	Display	김정우	pass	이동준	pass
	Motor Control	이동준	pass	박진영	pass

Activity	Task	peer1	review	peer2	review
Sw Component Detailed Design	Lux Sensor	김정우	pass	제형구	pass
	Battery Management, Oil Management	정세인	pass	박진영	pass
	Mode Management	박진영	pass	김정우	pass
	Display	김정우	pass	이동준	pass
	Motor Control	이동준	pass	박진영	pass
Unit Test	Lux Sensor	신재환	pass	정세인	pass
	Battery Management, Oil Management	김정우	pass	이동준	pass
	Mode Management	이동준	pass	신재환	pass
	Display	신재환	pass	김정우	pass
	Motor Control	제형구	pass	박진영	pass
Integration Test	IntegTest-01~IntegTest-16	김정우	pass	박진영	pass
Acceptance Test	AcceptTest-01~AcceptTest-03	이동준	pass	신재환	pass

# Final Review

## 재밌었던 점

시뮬링크로 구현했던 점이 재밌었습니다.  
하드웨어와 결합하여 실제로 구동되는 것을 보니  
실제 개발하는 것처럼 와닿았습니다.

## 아쉬웠던 점

단위테스트와 통합테스트 결과가 달라서 난감했다  
시뮬레이션 시작하기까지 너무 오래걸렸다.  
여러 부품을 사용해서 다양한 개발을 하지 못해 아쉬웠습니다.

## 느낀 점

개발프로세스 표준 모델을 사용하니 중간에 다시 일 할 상황을 줄여  
효율적으로 업무를 진행할 수 있었다.  
팀원들과 서로 모르는 부분에 대해 논의하고 학습한 부분이 실력  
향상에 큰 도움이 되었습니다.

감사합니다 :)

