


1단계(3차년도) 주요 결과물

(과제명) 대규모 분산 에너지 저장장치 인프라의 안전한 자율운영
및 성능 평가를 위한 지능형 SW 프레임워크 개발
(과제번호) 2021-0-00077

- 결과물명 : 100kWh급 ESS Test Bed 특성시험결과
- 작성일자 : 2023년 11월 20일

과학기술정보통신부 SW컴퓨팅산업원천기술개발사업
“1단계(3차년도) 주요 결과물” 로 제출합니다.

수행기관	성명/직위	확인
인셀(주)	전윤창/전임연구원	

정보통신기획평가원장 귀하

목차

1. 개요	2
1.1. 목적	2
1.2. 범위	2
 2. 환경구성	 3
2.1. 구축환경구성 개요	3
2.2. 구축환경구성 내용	3
2.3. 구축환경 세부사항 및 사양	4
 3. 시험 항목 및 방법	 12
3.1. 시험항목	12
3.2. 시험방법	12

1. 개 요

1.1. 목적

- “대규모 분산 에너지 저장장치 인프라의 안전한 자율운영 및 성능 평가를 위한 지능형 SW 프레임워크 개발” 사업의 정량적 목표 항목인 “ESS 안전성 이상감지 데이터셋을 위한 테스트베드 구축” 확보를 위해 구축 항목 및 사양을 정의하고 그에 대한 추진내용 및 결과를 확인함.

1.2. 범위

평가 항목	목표치	달성도	세부항목	세부 달성도	평가 기준	
ESS 안전성 이상감지 데이터셋을 위한 테스트베드 구축	1단계 (>100kWh)	100%	배터리 시스템 설계/제작 (>100kWh)	100%	[성능지표시험 보고서] 1건 / 1차년도	ESS(배터리) 용량측정 평가 - 공인기관의 입회시험
			분전반 설계/제작	100%	[성능지표시험 보고서] 1건 / 2차년도	
			PCS 연계	100%	[공인시험성적서] 1건 / 3차년도	
			서버 설계/제작	100%	[기술문서] 1건 / 2차년도	데이터 수집·연계 Modbus TCP 프로토콜 제작
			데이터수집연계 Modbus TCP 프로토콜 제작	100%		
	2단계 (150kWh)	0%	배터리 시스템 설계/제작 (>150kWh)	0%	[성능지표시험 보고서] 1건 / 4차년도 [공인시험성적서] 1건 / 4차년도	ESS(배터리) 용량측정 평가 - 공인기관의 입회시험 (구축 완료된 ESS 테스트베드의 배터리 시스템, PCS로 구축 용량 평가 검증)

2. 환경구성

2.1. 구축환경 구성 개요

- ESS 안전성 이상감지 데이터셋을 위한 테스트베드 구축은 ESS 발전·운영 사이트로부터 수집이 어려운 데이터를 직접 시험(연출)을 통한 추가 데이터 확보를 위함이며, ESS 발전·운영 사이트와 동일 구조(구성) 및 사양의 배터리 시스템, PCS, 서버를 구축한 환경임.



<그림 1 테스트베드 구축환경(진행중)>

2.2. 구축환경 구성 내용




<그림 2 테스트베드 구축환경 구성도(진행중)>

2.3. 구축환경 세부 사항 및 사양

1) 배터리 시스템 구축 사양

가) Cell Specification

Image	Item		Spec
 <p>Max. 21.25</p> <p>Max. 70.65</p> <p>With Washer and Tube</p>	Chemistry		NCM / Graphite
	Dimension	Diameter	Max. 21.25mm
		Height	Max. 70.65mm
	Weight		Max. 69.10g
	AC-IR (1KHz)		25.0 ±5mΩ
	Max Charging Voltage (for ESS)		4.05V
	Discharge Cut-off Voltage		3.00V
	Nominal Voltage (4.05V, 0.2C)		3.61V
	Capacity	Nameplate (4.20V, 0.2C)	4100/3920mAh
		ESS Standard (4.05V, 0.2C)	3540/3400mAh
<ul style="list-style-type: none"> Diameter Max. 21.25 mm Height Max. 70.65 mm Weight Max. 69.10 g 	Charge Current	ESS Standard	2.0A (0.5C)
	Discharge Current	ESS Standard	2.0A (0.5C)
		Max (not for cycle life)	4.0A (1.0C)
		Pulse (not for cycle life)	8.0A (2.0C), 10sec

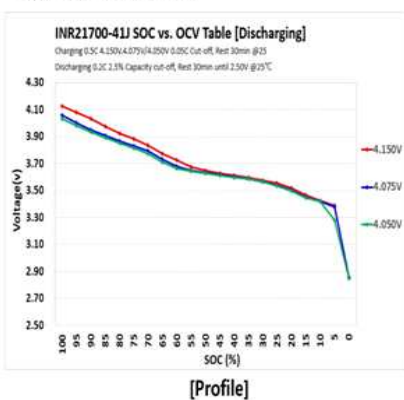
- Cell Specification & SOC/OCV Table (제조사 제공자료_Samsung SDI)

Item	Specification
3.1.1 Capacity (Nameplate)	Typ. 4,100mAh, Min 3,950mAh - Charge : 0.5C(1,975mA), 4.20V, 0.02C(79mA) cut-off @RT - Discharge : 0.2C(790mA), 2.75V cut-off @ RT
3.1.2 Capacity (Certification) * Standard Discharge Capacity	Min 3,750mAh - Charge : 0.5C(1,875mA), 4.15V, 0.02C(75mA) cut-off @RT - Discharge : 0.2C(750mA), 3.00V cut-off @ RT
3.1.3 Capacity 1	Min 3,485mAh - Charge : 0.5C(1,743mA), 4.075V, 0.05C(174mA) cut-off @RT - Discharge : 0.2C(697mA), 3.00V cut-off @ RT
3.1.4 Capacity 2	Min 3,400mAh - Charge : 0.5C(1,700mA), 4.050V, 0.05C(170mA) cut-off @RT - Discharge : 0.2C(680mA), 3.00V cut-off @ RT
3.2 Charging Method	CC-Cv (constant voltage with limited current)
3.3 Max Charging Voltage	4.15V
3.4 Charging Current rate	0.5C (1,875mA) * 1C = 3,750mA @ 4.15V 0.5C (1,743mA) * 1C = 3,485mA @ 4.075V
3.5 Discharge Current rate	0.2C (750mA) * 1C = 3,750mA @ 4.15V 1.0C (3,750mA) (Max current, not for cycle life) 2.0C (7,500mA), 10sec (Pulse current, not for cycle life) 0.2C (697mA) * 1C = 3,485mA @ 4.075V 1.0C (3,485mA) (Max current, not for cycle life) 2.0C (6,970mA), 10sec (Pulse current, not for cycle life)
3.6 Discharge Cut-off Voltage	3.0V
3.7 Operating Temperature (Cell Surface Temperature)	Charge : -10 to 45°C (-10 to 70°C : for certification purpose only) Discharge : -20 to 60°C (°) (-20 to 70°C : for certification purpose only)
3.8 Cycle life (ESS)	Capacity @4,000 th cycle ≥ (70% of the initial Capacity), @RT - Charge : 0.5C(1,743mA), 4.075V, 0.05C(174mA) cut-off, Rest 10min @RT - Discharge : 0.5C(1,743mA), 3.00V cut-off, Rest 10min @ RT
3.9 Recovery 80% after storage (°)	1 year : -20~-25°C 3 months : -20~-45°C 1 month : -20~-60°C
3.10 Cell Weight	67.1±2.0g
3.11 Cell Dimension	Height: 70.50±0.15mm Diameter: 21.15±0.10mm
3.12 Nominal Voltage	3.65V @4.15V Charging 3.62V @4.075V Charging 3.61V @4.05V Charging

- Step1. Charging 0.5C 4.150V/4.075V/4.050V 0.05C Cut-off, Rest 30min @25°C

- Step2. Discharging 0.2C 2.5% of Capacity Cut-off, Rest 30min @25°C


- Step3. Repeat Step2 until 2.75V



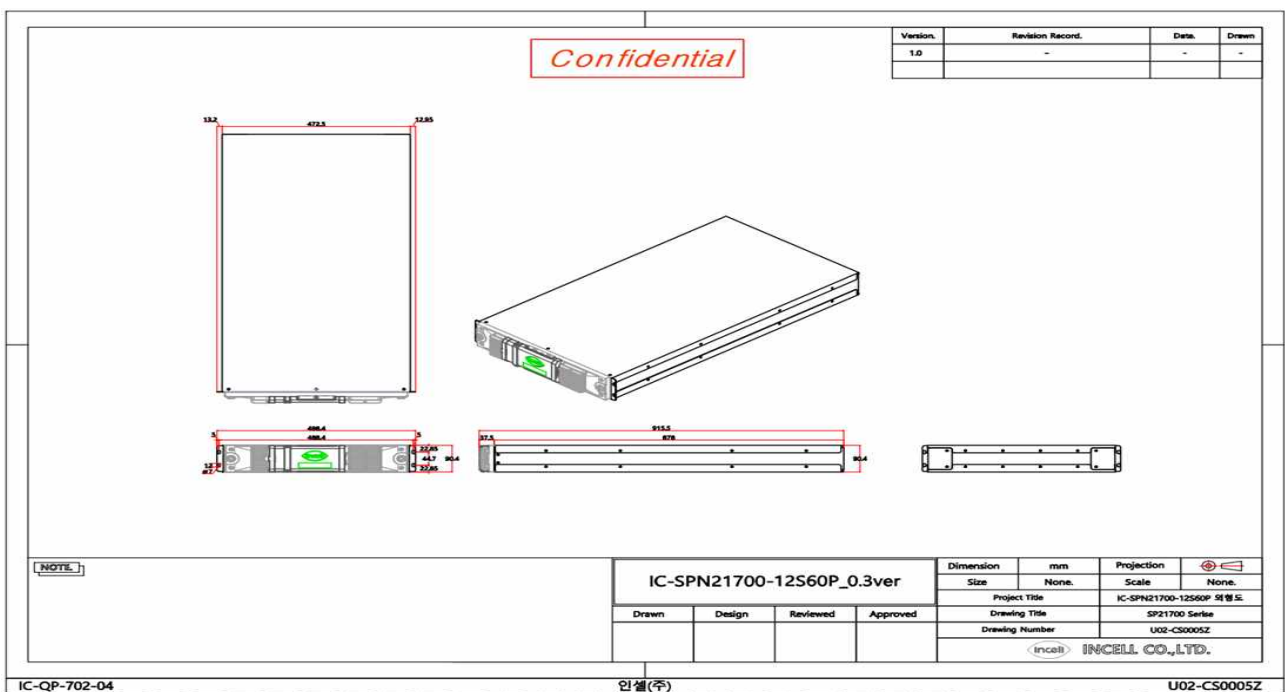
Discharging SOC vs. OCV				
SOC	4.150V	4.075V	4.050V	
100	4.129	4.058	4.035	
95	4.079	4.002	3.979	
90	4.032	3.952	3.932	
85	3.976	3.909	3.892	
80	3.926	3.870	3.853	
75	3.882	3.829	3.813	
70	3.838	3.792	3.775	
65	3.773	3.731	3.712	
60	3.728	3.678	3.666	
55	3.675	3.650	3.644	
50	3.646	3.631	3.627	
45	3.627	3.615	3.612	
40	3.610	3.601	3.599	
35	3.594	3.586	3.584	
30	3.577	3.567	3.564	
25	3.554	3.539	3.535	
20	3.517	3.503	3.500	
15	3.466	3.450	3.446	
10	3.423	3.418	3.418	
5	3.388	3.378	3.277	
0	2.854	2.851	2.850	

[Table]


나) Module Specification

Image	Type		INR21700-41J
	Configuration		12S60P / Cell
	Design	Nominal Voltage	43.8V
		Nominal Capacity	246Ah
		Operation Voltage	36~49.8V
		Operation Current	(Charge) 0.5C Max (Discharge) 1.0C Max
		Energy	10.7kWh
	Recommend	Maximum Charging Voltage	48.6V
		Discharging End Voltage	36V
		Charging Method	CC-CV
		Standard Charging Current	81.18A (0.33C)
		Max Charging Current	123A (0.5C)
		Standard Discharging Current	-81.18A (0.33C)
		Max Discharging Current	-123A (0.5C)
	Environment	Operating Temperature	(Charge) -10~45°C (Discharge) -20~60°C
		Storage Temperature	-20~60°C
	BPU&BMS	Device & PCB	Fusible Plate, Slave BMS
		Communication	RS-485
	Size	W x D x H	498.4 x 915.5 x 90.4

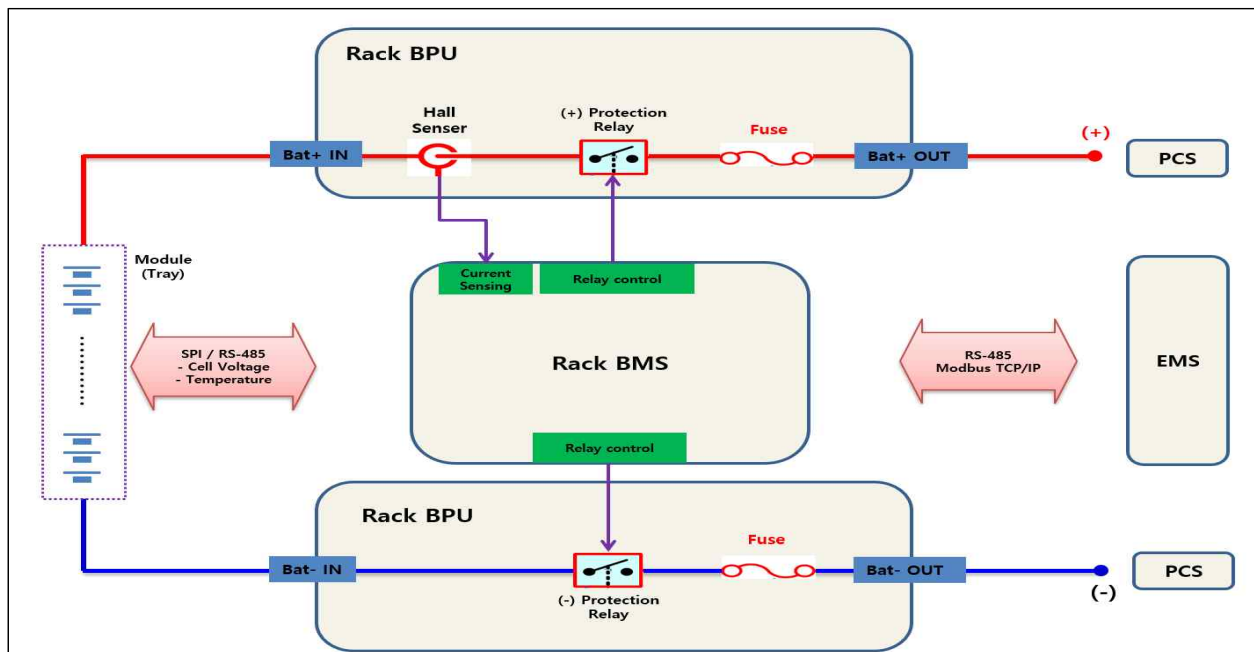
- Battery Module Drawing



다) Rack Specification

Image	Type		INR21700-41J
	Configuration		17S1P / Module
	Design	Nominal Voltage	744.6V
		Nominal Capacity	246Ah
		Operation Voltage	612~846.6V
		Operation Current	(Charge) 0.5C Max (Discharge) 1.0C Max
		Energy	183.2kWh
	Recommend	Maximum Charging Voltage	846.6V
		Discharging End Votlage	432V
		Charging Method	CC-CV
		Standard Charging Current	81.18A (0.33C)
		Max Charging Current	123A (0.5C)
		Standard Discharging Current	-81.18A (0.33C)
		Max Discharging Current	-123A (0.5C)
	Environment	Operating Temperature	(Charge) -10~45℃ (Discharge) -20~60℃
		Storage Temperature	-20~60℃
BPU&BMS	Device & PCB	Fuse, DC Relay, Rack BMS	
	Communication	RS-485, TCP/IP	
Size	W x D x H	592.5 x 973 x 2011	

- Battery Rack System Block-diagram

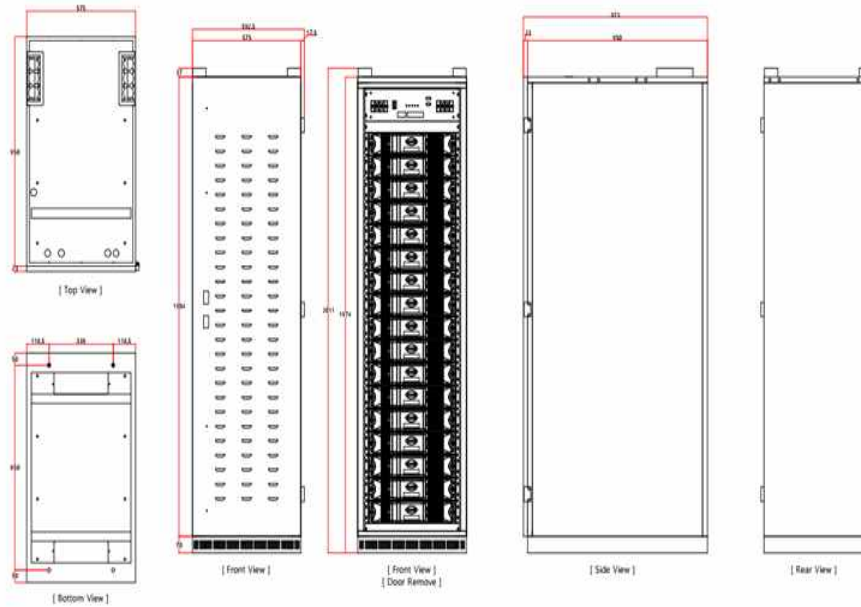


- Battery Rack Drawing

Confidential

Version	Revision Record	Date	Drawn
1.0	-	-	-

No.	Description	QTY	REMARKS
-	GENERAL ASSEMBLY	1	
1	U01-RK0004-1 LIB-R-07-1	1	
2	케이블타입 MS	76	
3	교류배선	4	
4	송입단 50mmX20mm-1-1	1	
5	다이어리 지퍼 50mmX20mm	2	
6	다이어리 지퍼 50mmX20mm	4	
7	결합 브래킷 50mmX20mm	5	



NOTE



- Size : (W)575mm+(경철)17.5mm x (H)2011mm x (D)950mm
- Weight : 167Kg [Rack] / 72Kg [Module]

변경 보통 치수 허용 공차 mm

기준 치수 및 구분	A급	B급	C급
6 이하	±0.1	±0.3	±0.5
6 초과 ~ 30 이하	±0.2	±0.5	±1
30 초과 ~ 120 이하	±0.3	±0.8	±1.5
120 초과 ~ 300 이하	±0.5	±1.2	±2.5
300 초과 ~ 600 이하	±0.8	±2	±4
600 초과 ~ 1200 이하	±1.2	±3	±6

LIB-R-07-1

Drawn	Design	Reviewed	Approved

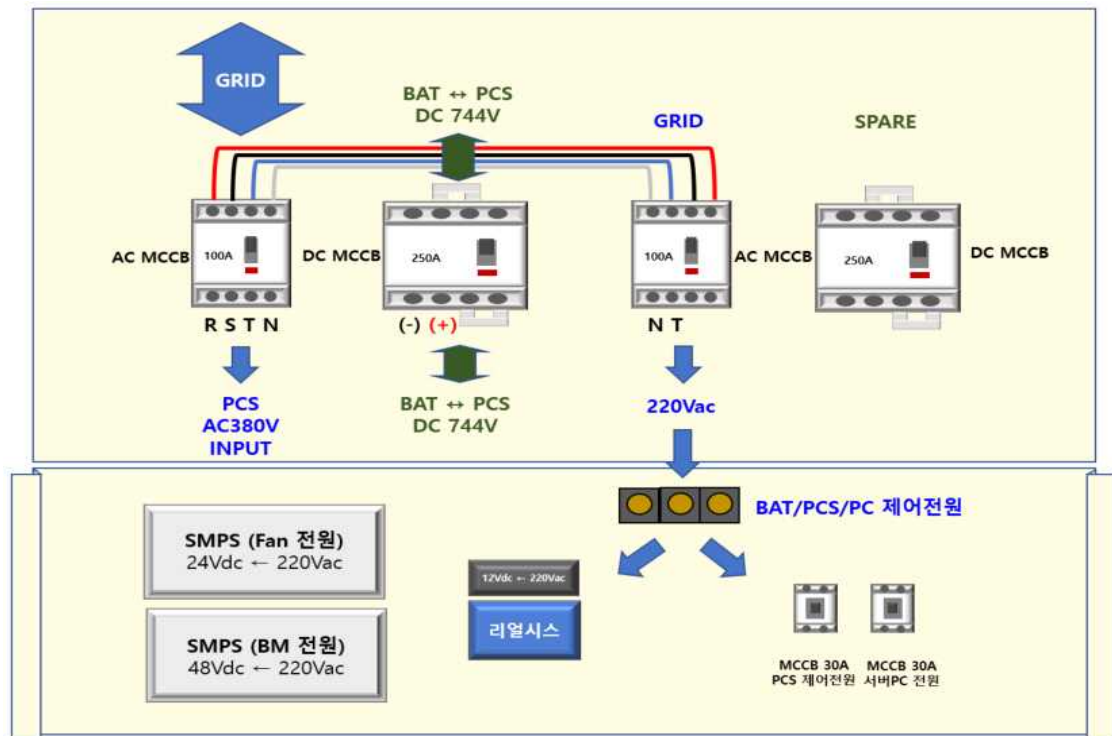
NO	비 고		
01	Material	Top / Bottom	EGI 2 T
		Side	EGI 1.2T ~ 1.6 T
02	Color	Top / Side	H-GY1733-T1 / SR-A18 D
		Bottom	H-GY1700-S9 / N5.5
03	Thickness	160µm ~ 200µm	
Dimension	mm	Projection	
	Size	None.	Scale None.
Project Title		41J Rack Series	
Drawing Title		LIB-R-07-1	
Drawing Number		U01-RK0004-1	
		INCELL CO.,LTD.	

IC-QP-702-04

인셀(주)

U01-RK0004-1

2) 분전반 구축 사양



3) PCS(Power Conversion System) 사양 (기존 장비 활용)

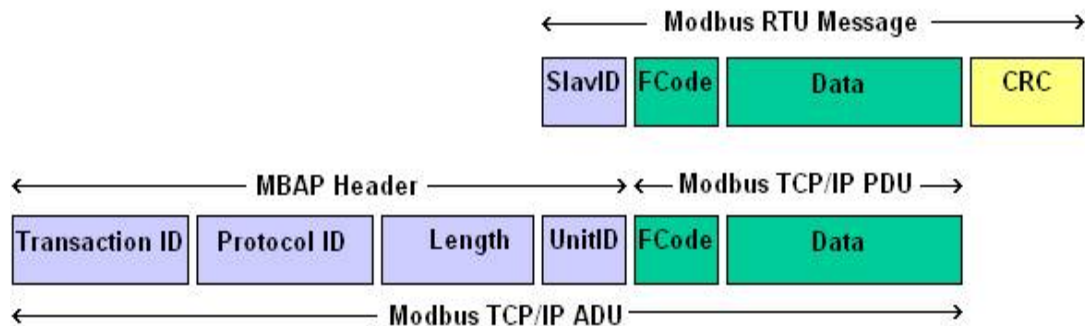
등록번호 (Ctrl No)	IC-B-53
-------------------	---------

■ 관리본 □ 비관리본			검사장비 이력카드 (Report of Measuring Instrument)		결재	작성	검토	승인
장비명		PCS			= 사진			
규격		100kW						
기기번호		DMFB-15070005						
구매처	업체	Destin Power						
	연락처	031-8060-0391						
취득년월일		2016						
교정주기		12개월						
관리자	정	팀장 안권웅						
	부	책임 전영주						
사용부서		기술연구소						

■ 제원					
No	항목	제품사양(Specification)	No	항목	제품사양(Specification)
1	정격운전 범위	570~1000V	6	AC출력 정격 전류	150A
2	최대 DC 허용전압	1100V	7	정격 주파수	51Hz / 60Hz
3	최대 DC 전류	193A	8	전 고조파 왜곡률[THD]	정격시 3% 이내
4	과전압 보호 등급	OVC I	9	정격 출력 시 역률	0.99이상 0.8 전상...0.8지상(조정가능)
5	AC출력 계통전압	3*380V (±10%)	10	최대 효율	97.5%

가) PCS 동작 연계(Modbus TCP Protocol)

- Summary



The equivalent request to this Modbus RTU example

11 03 006B 0003 7687

in Modbus TCP is:

0001 0000 0006 11 03 006B 0003

0001: Transaction Identifier

0000: Protocol Identifier

0006: Message Length (6 bytes to follow)

11: The Unit Identifier (17 = 11 hex)

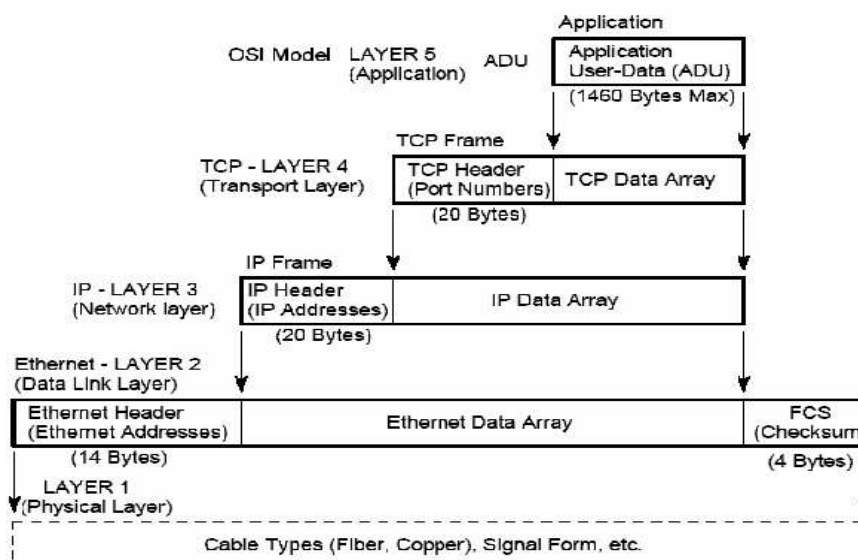
03: The Function Code (read Analog Output Holding Registers)

006B: The Data Address of the first register requested. (40108-40001 = 107 = 6B hex)

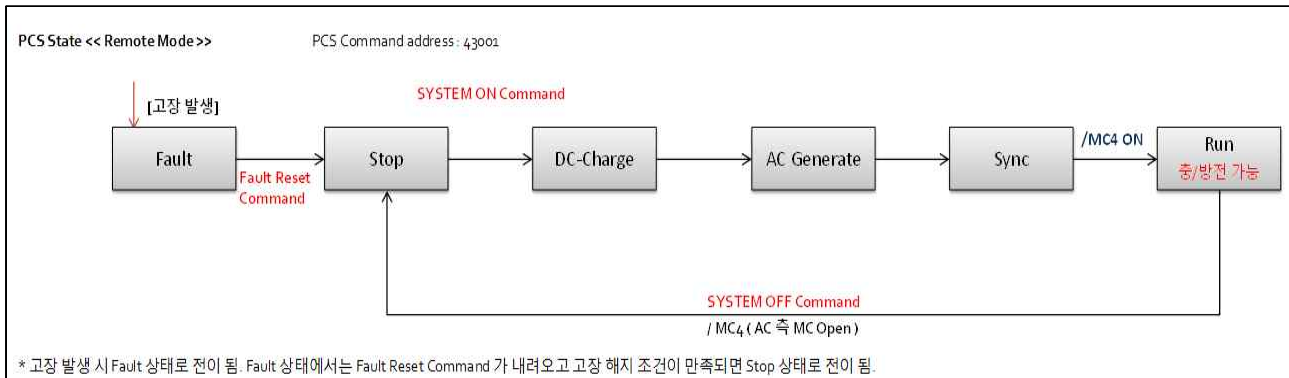
0003: The total number of registers requested. (read 3 registers 40108 to 40110)

- TCP/IP Wrapper

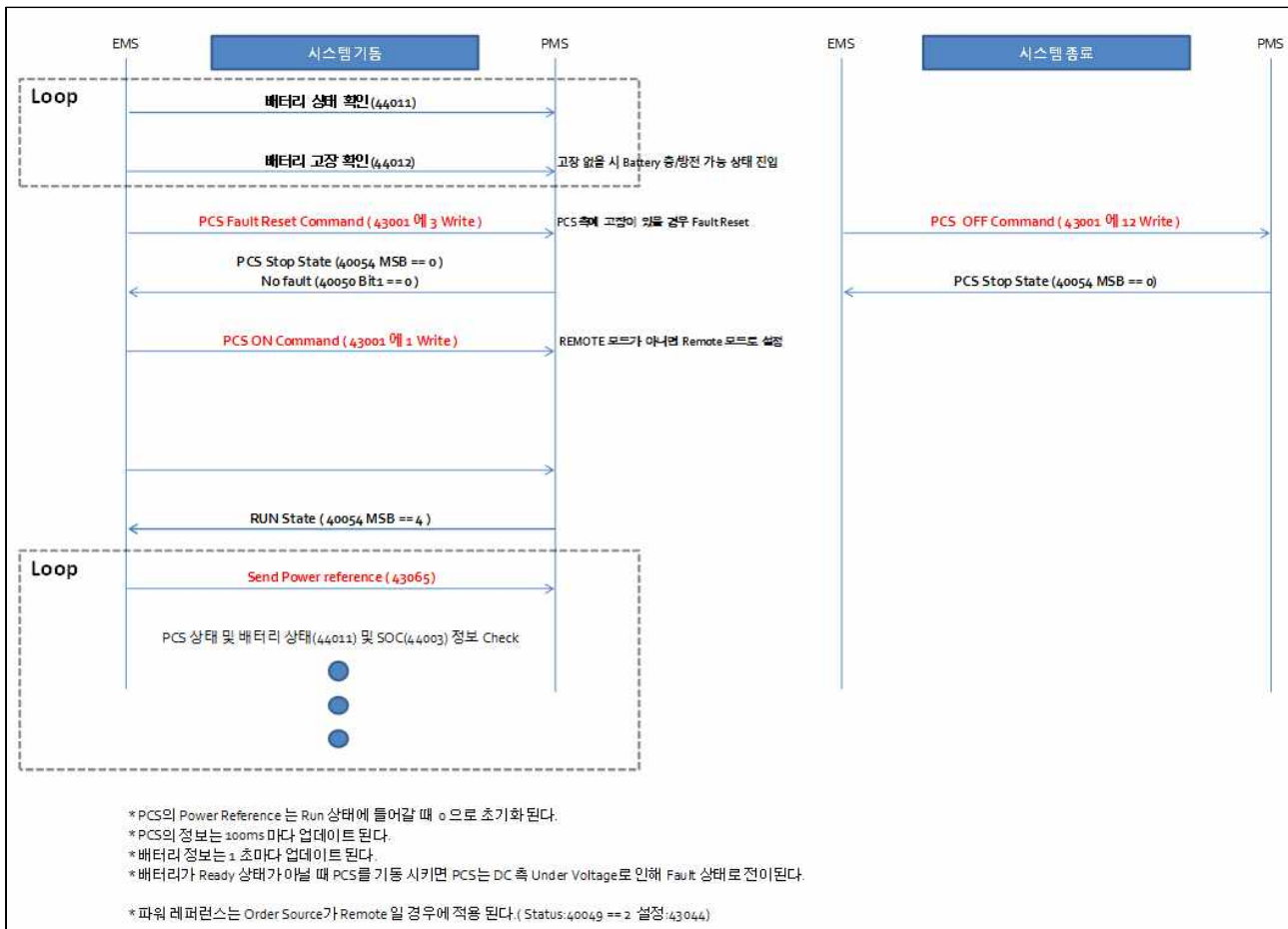
CONSTRUCTION OF A TCP/IP-ETHERNET DATA PACKET



- PCS State



- Operating Sequence



4) 서버 구축 (서버PC 및 구성품 사양)

구 분	사 양
Software	Windows 10 pro 64bit
CPU	i7 11700KF
보드	B560
램	16G
SSD	SS 500G NVME
파워	650W
케이스	J210
VGA	2060 6G
쿨러	공랭식
유선 키보드 마우스	로지텍
모니터	UDEA 24"
허브	기가 8P
USB 허브	4P 전원
Power Scene	SCADA HMI System 64bit

가) 서버 구축 중 사진 및 테스트베드 데이터 모니터링/수집연계 작업 중 사진



3. 시험 항목 및 방법

3.1. 시험항목

시험항목	단위	목표치	시험기준	시험결과
ESS 안전성 이상감지 데이터셋을 위한 테스트베드 구축	kWh	1단계: > 100kWh 2단계: > 150kWh	배터리 시스템 용량측정시험규격 (KBIA-10104-02) 참조/제조사 제시	공인기관 시험 성적서

3.2. 시험방법

- 시험규격(SPS-KBIA-10104-02-1999)에 따름
- 시험규격(방법 및 절차) 내용

6.1 용량 측정시험

6.1.1 시험방법

- 5.2에 따라 충전한다. 충전 후 안정화를 위한 휴지시간을 30분으로 한다.
- 정전류로 제조자가 제시하는 방전하한전압까지 상온(25 ± 5) °C에서 방전한다. 방전전류는 0.5 I_NA를 사용한다.
- 5.5에 따라 2회 진행하여 2번째 사이클의 방전용량을 측정대상의 용량으로 취한다.

6.1.2 요구사항

용량 측정을 통해 얻어진 값은 제조자가 제시한 정격용량 이상이어야 한다.