

BIPV 시스템의 전기설계 플랫폼개발위한 DB구축방안 연구

서강진*, 이윤상
예다종합설계감리사무소

A Study of Database Construction Method for Developing Electrical Design Platform of BIPV System

Gang-Jin Seo*, Yoon-sang Lee
YEDA Electrical Engineering

요약 본 논문은 최근 전 세계적으로 에너지 자원의 효율적 사용과 친환경 에너지에 대한 관심이 증가함에 따라 BIPV 시스템에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있는 건물일체형 태양광 발전(BIPV_Building Integrated Photovoltaic, 이하 BIPV) 시스템에 대한 연구와 개발에 대한 내용으로서 BIPV 시스템의 자동전기설계를 위한 플랫폼 개발의 일환으로 BIPV의 구성요소와 설계 프로세스, 그리고 구성 요소별 DB 구축 방안을 제시하여 BIPV 플랫폼 개발에 기여하는데 그 목적을 두고 있다. BIPV의 전기설계 구성요소로는 태양광 모듈, 인버터, 접속반 및 계통연계반, 기타 기기들이 있으며, 각 구성요소들은 태양광 발전설비의 성능과 효율에 영향을 미치므로, 적절하게 선정되어야 하며, 설계 프로세스로써 구성요소 선정 알고리즘, 발전 용량 계산 등을 고려하여 DB 구축 방안으로 DB가 태양광발전 시스템의 설계, 시공, 유지보수에 필요한 다양한 정보를 저장하고 관리할 수 있는 역할이 될 수 있도록 DB 구축에서 필수요소 항목들을 요소별로 제시 하였다.

Abstract This paper reports the development of a BIPV (Building Integrated Photovoltaic) system, which is actively being researched and developed for the efficient use of energy resources and eco-friendly energy. This paper aims to contribute to the development of a BIPV platform by presenting the components of BIPV, design process, and DB construction method for each component as part of the development of a platform for the automatic electrical design of the BIPV system. The electrical design components of BIPV include the photovoltaic modules, inverters, solar panels, grid-connected panels, and other devices, and each component affects the performance and efficiency of the photovoltaic power generation facilities, so it must be selected appropriately, and as a design process, considering the component selection algorithm and power generation capacity calculation, the DB construction method is presented according to the element, so that the DB can play a role in storing and managing various information required for the design, construction, and maintenance of the photovoltaic power generation system.

Keywords : BIPV(Building Integrated Photovoltaic), BIPV System, BIPV Electric Design, BIPV Database

본 연구는 2022년도 산업자원부의 제원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행되었습니다.(과제번호: 20223030010390)

*Corresponding Author : Gang-Jin Seo(YEDA Engineering.)

email: sunbinym@gmail.com

Received November 29, 2023

Accepted January 5, 2024

Revised December 26, 2023

Published January 31, 2024

1. 서론

최근 전 세계적으로 에너지 자원의 효율적 사용과 친환경 에너지에 대한 관심이 증가함에 따라 BIPV 시스템에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다.

BIPV 시스템은 건물의 외장재와 태양광 모듈을 일체화하여 종래의 태양광발전에 비하여 건물의 미관을 개선하고, 에너지 효율을 높이는 효과가 있다. BIPV 시스템의 전기설계는 건물의 위치, 방향, 그림자 등을 고려하여 최적의 태양광 패널 배치를 결정해야 하고 발전된 DC 전력을 AC 전력으로 변환하는 장치인 인버터를 시스템의 전체 성능에 적절하게 용량 선택되어 설치된 태양광 패널들과 조합, 운전될 수 있어야 한다. 또한 기본적인 태양광 모듈과 인버터 외에도 배선 및 보호 장치, 연결 방식까지도 결정되어야 하기 때문에 해당 지역/국가의 규제와 기준이 준수되어야 한다.

따라서 BIPV 시스템의 전기설계는 건물의 특성과 BIPV의 구성에 따른 다양한 요소를 고려하여 이루어져야 하고 효율적인 BIPV 시스템 전기설계를 위해서는 설계 구성 요소의 여러 특성과 속성들을 쉽고 빠르게 검토, 확인할 수 있도록 데이터베이스(DB) 구축이 필수적이다.

본 연구는 BIPV 전기설계 플랫폼 개발을 위한 설계 구성 요소의 DB 구축 방안을 연구하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 BIPV 시스템의 설계 구성 요소를 분석하고, 각 구성 요소의 데이터를 수집 및 분류하는 방법을 제시하여 향후 개발될 BIPV 시스템 전기설계 플랫폼에서 활용되고, 플랫폼의 역할로서 설계요소들이 필수적으로 제공하여야 하는 데이터들의 틀을 만들어 지속가능한 DB의 활용이 될 수 있을 것으로 기대한다.

2. BIPV 시스템의 구성요소와 DB구축

2.1 BIPV 시스템의 전기설계 구성요소

2.1.1 태양광 모듈

태양으로부터의 빛 에너지를 통해 발전되는 부분으로 BIPV에서는 건축물의 창호나 벽면, 발코니 및 지붕재 등 건축물의 외피를 구성하는 자재를 대체하여 태양광 모듈로 전력생산을 하는 형태로 효율적인 측면보다는 건축의 디자인적 요소와 신재생에너지 이용의 복합적 기능성으로 적용되고 있다[1].



Fig. 1. BIPV Module

2.1.2 인버터

태양광발전의 인버터에는 크게 센트럴 타입과 스트링 타입으로 구분되어진다.

센트럴 인버터는 대용량 인버터로서 인버터 1대로 여러 PV어레이를 수용할 수 있으며 스트링 인버터는 스트링별로 소용량 인버터 여러 대를 나누어 설치하는 형태로서, 각 모듈을 직렬로 연결한 스트링을 여러 대의 인버터가 나누어 관리하기 때문에 1대의 인버터에 이상이 생기더라도 다른 인버터의 발전에는 영향을 주지 않으며, 발전 손실의 리스크를 줄일 수 있는 방식이다[1].

이외에도 마이크로 인버터가 드물게 사용되어지고 있는데 단일 태양광 패널의 DC-AC 전력 반전을 제어하기 위해 패널과 쌍을 이루는 인버터이며, 여러 패널의 DC를 수용하는 센트럴 방식이나 스트링 방식과 다르게 각 패널은 각각의 마이크로 인버터에 연결된다.



Fig. 2. PV Inverter

2.1.3 접속함

접속함은 어레이가 여러 채널로 이루어졌을 때 사용되어지는 것으로 여러 개의 태양 전지 모듈에서 발생된 직

류전력을 한군데로 모아 인버터로 전달하고 또한 각 모듈의 발전량 차이에 따른 모듈 간의 충돌이나 역전류를 방지하고 보호하는 역할을 한다[1].

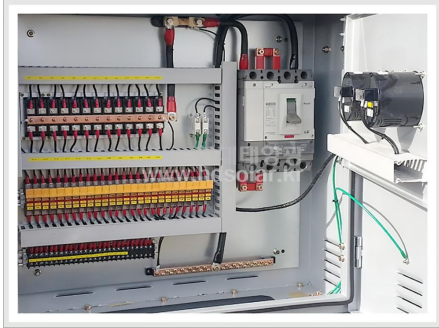


Fig. 3. BIPV Connection Box

2.1.4 계통연계 태양광 발전시스템

계통연계 태양광 발전시스템은 발전된 전력이 건물의 전기설비에 사용될 수 있도록 전원계통으로 연결하는 부분으로서 BIPV 시스템을 자가소비형태인 독립형과 태양광 발전으로 잉여전력이 생겼을 때 전력회사로 보낼 수 있는 역송형태의 BIPV 시스템으로 구분할 수 있다[2].

또한 계통연계설비의 구성은 차단기, 케이블, 보호장치, 전력량계 등으로 구성된다.



Fig. 4. BIPV GRID Connection System

2.1.5 모니터링 시스템

태양광발전 시설이 전기 생산을 원활하게 하고 있는지 실시간으로 상태를 감시하는 관리시스템으로 기상상황과 태양광발전 시설의 운영상황, 고장 상황 등 발전량은 얼마나 되는지를 실시간으로 확인 할 수 있는 매우 편리한 감시 프로그램이다[3].

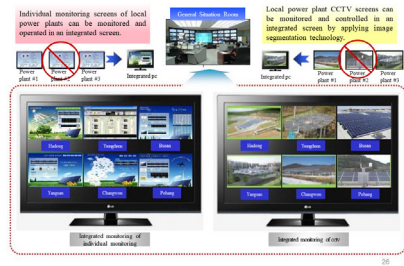


Fig. 5. BIPV Monitoring System

2.2 BIPV 시스템구성과 설계프로세스

2.2.1 BIPV 시스템 전기설계 프로세스

먼저 건축분야에서 건축물의 디자인적 요소와 태양광 발전의 효율적 요소를 복합적으로 고려하여 건축물의 한 구성요소로 디자인을 결정하게 된다.

이후 전기분야는 건축디자인에 적용된 모듈들의 제한과 정보를 확인하고 계획용량도 확인하게 된다.

이후 인버터의 결정과 결정된 인버터의 사양에 맞는 스트링(직병렬)의 구성으로 채널을 구성하여 접속반을 선정하게 되고 인버터로 DC전력이 입력되고 입력된 전력이 AC로 변환되어 전력계통으로 출력되어지는 프로세스이다.

이 과정에서 구성 요소 선택 단계에서는 BIPV 시스템에 사용할 PV 모듈, 인버터, 접속함, 계통 연계 설비, 모니터링 설비 등을 성능, 비용, 수명 등을 고려하여 최적의 구성 요소를 선택해야 한다[2].

2.2.2 발전 용량 계산

태양광 발전 시스템의 발전 용량은 PV 모듈의 개수와 출력 전력에 따라 결정되며 아래의 표와 같은 계산서작성과 계산방법에 의하여 계산되고 이 계산서가 실질적인 BIPV 설계알고리즘이라 할수 있다. BIPV 모듈의 개수는 태양광 발전 시스템이 설치될 벽면, 창호, 지붕 등의 면적에 따라 결정되며, 계산서에서 보는것과 같이 출력 전력은 BIPV 모듈의 종류에 따라 결정된다[4,5].

Table 1. Calculation to Module Capacity

Category	INV #1		INV #2		INV #3	
String Quantity [EA]	5	4	5	4	5	4
Installation Capacity [KWp]	29.63	22.12	29.63	22.12	29.63	22.12
Module Quantity [EA]	75	56	75	56	75	56

Total Module Quantity [EA]	75	56	75	56	75	56
Total Capacity [KWp]	29.625	22.120	29.625	22.120	29.625	22.120
Imp [A]	48.15	38.52	48.15	38.52	48.15	38.52
Isc [A]	50.65	40.52	50.65	40.52	50.65	40.52

Table 2. Calculation to selecting LP-PV Circuit Breakers

Category	LP-PV1		
Designation	MAIN MCCB	CT	INV #1~4 MCCB
Rated Voltage	380V	380V	380V
Capacity	400 [AF] [350 AT]	CT400/5A	100 [AF] [100 AT]
Calculate	202.24kW/ (0.38kVx√3) =307.28 1.1=337.7 [A] 10% safety rate applied	202.24kW/ (0.38kVx√3)=15 1.94 1.25 =383.8 [A] 30% margin applied	50.56kW/ (0.38kVx√3)=7 6.82 x1.1=83.6 [A] 25% safety rate applied

Table 3. LP-PV Inverter Capacity

Category	INV #1,2,3,5,6		INV #4		INV #7		INV #8
Module Quantity [EA]	75	56	60	56	75	42	120
DC Input Voltage [V]	615.75	615.75	615.75	615.75	615.75	615.75	615.75
DC Input Current	48.15	38.52	38.52	38.52	48.15	28.89	77.04
Total Quantity [kW]	29.625	22.120	23.700	22.120	29.625	16.590	47.400
Inverter Capacity [kW]	50		50		50		50
Capacity Rate	103.49%		91.64%		92.43%		94.80%

Table 4. Inverter Specification

Category	INV #1~8
AC Power [kW]	50
AC Voltage [V]	380
MPP Range [VDC]	540 ~ 800
Max. Operating Voltage [V]	1.000
Efficiency [%]	98.00
Size W x H x D	665x869x263
Note	Without Transformer

Table 5. Calculation to Power line

FROM	Module	INV #4	INV #8	LP-PV1	LP-PV2	
TO	INV	LP-PV1	LP-PV2	Electric Space	Electric Space	
Module serial number	15					
Phase & Wires	2W	3Ø4W	3Ø4W	3Ø4W	3Ø4W	
Distance[M]	150	50	30	145	145	
Load[kVA]	5.93	51.75	47.40	206.98	202.64	
Voltage[V]	615.8	380.0	380.0	380.0	380.0	
Current[A]	9.62	78.64	72.04	314.6	308.0	
Electric wire used	Type	F-CV	F-CV	F-CV	F-CV	
	Thickness[mm]	6	35	35	185	185
	Number of cores	1Cx2	4Cx1	4Cx1	1Cx4	1Cx4
voltage drop [V]	Allowable Current[A]	44.7	112.1	112.1	378.3	378.3
	voltage drop rate [%]	8.56	2.00	1.10	4.39	4.30
		1.39	0.91	0.50	1.99	1.95

2.2.3 인버터 용량 계산

인버터 용량은 태양광 발전 시스템의 발전전력 용량에 따라 결정되고, 인버터 용량은 인버터가 태양광 발전 시스템의 전력 용량을 모두 전기 에너지로 변환할 수 있도록 충분한 용량이어야 한다[4,5].

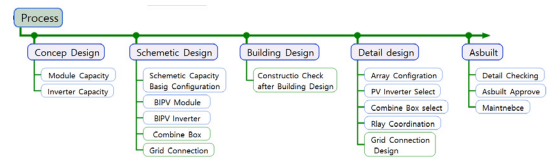


Fig. 6. BIPV Engineering Process

2.3 DB 구축 방안

2.3.1 DB 구축의 필요성

BIPV 시스템의 전기설계 플랫폼 개발을 위해서는 무엇보다 DB 구축이 매우 중요하다.

BIPV 시스템의 전기설계에는 발전량의 계산뿐만 아니라 어레이의 구성, 인버터의 선정 등에 대한 알고리즘이 필요한데 이 과정에서 모듈에서 알아야하는 데이터들, 인버터에서 알아야하는 데이터들 그리고 접속반, 계통연계반의 알아야하는 데이터들을 설계 알고리즘에 대입 적용을 하여야한다.

따라서 BIPV 각각의 구성요소별로 어떠한 데이터들

필수적으로 구축해야 하는지가 매우 중요하기 때문에 본 연구에서 각 구성 요소별 필수 데이터를 조사 연구하여 나열하였다

또한 구성요소의 DB는 태양광발전 시스템의 설계, 시공, 유지보수에 필요한 다양한 정보를 저장하고 관리할 수 있는 역할을 하며 설계 및 운영을 효율적으로 관리할 수 있도록 한다.

2.3.2 구성요소 선정 알고리즘

태양광 발전설비는 기본적으로 목표하는 발전량이 되기 위하여 선정된 모듈을 최적의 직병렬로 구성하는 알고리즘에 대입하게 된다. 여기에 모듈과 인버터에 필수적인 데이터를 조사, 연구하여 제시하였다.

또한 인버터에 연결되는 어레이의 전기적 특성에 따라 병렬 회로수와 채널수가 결정되는데, 여기에 접속반의 필수 데이터가 필요하며 계통연계를 위하여 그리드의 접속 형태와 계통연계반의 전기적 조건을 확인하는 알고리즘이 필요하다, 여기에 계통연계 접속반의 필수 데이터, 그리고 모니터링 시스템에서 보여줘야 하는 발전량과 기상 조건, 일사량 조건을 표출하기 위한 필수 데이터를 조사, 연구하여 제시하였다.

2.4 구성요소별 DB구축

2.4.1 태양광발전 모듈

태양광발전 모듈은 빛에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 발전장치로서 기상조건과 일사량조건에 따라 발전량이 좌우되고 모듈의 전압과 용량에 따라 직병렬 구성 즉, 어레이의 스트링(String)구성을 결정하게 된다. 따라서 모듈의 물리적 속성부터 전기적 특성에 대하여 반드시 확보되어야하는 속성들이 있는데 아래 표와 같이 최소한의 필수 데이터를 조사, 연구하였다[7].

Table 6. Essential Elements of PV Module to DB[4]

Data	Data Form	Unit
Capacity	Number	W
Manufacturer	Text	Example: HanWha
Model	Text	Example:SM450
Combine Box	Text	Example:MC4
Cable	Number	mm ²
Connector	Text	Example:MC4

Short Circuit Current	Number	A
Open Voltage	Number	V
Maximum Output Current	Number	A
Maximum Output Voltage	Number	V
Maximum System Voltage	Number	V
Maximum Fuse	Number	A
Maximum Design Load	Number	kN
Maximum Test Load	Number	kN
PV Module Classification	Text	Example:Single Crystal
ANSI/ULSafety Classification	Text	Example:KS
Temperature Coefficient	Number	1/℃
Certification of Allowable Module Temperature in Continuous use	Text	℃

2.4.2 태양광발전 인버터

태양광발전의 인버터는 발전 규모에 따라 저전압의 스트링인버터와 고전압 대용량의 센트럴 인버터로 구분할 수 있는데 MPPT(Maximum Power point Tracking) 제어에 따라 최대전력의 출력이 좌우된다. 따라서 최대 출력의 설계가 되기 위한 전기적 데이터의 확보가 필요한데 아래의 표와 같이 조사, 연구하였다[7].

Table 7. Essential Elements of PV Inverter to DB[4]

Data	Data Form	Unit
Classification Method	Text	Example:String Type
Manufacturer/Model	Text	Example:SM35
DC Fuse	Number	A
Maximum Efficiency	Number	%
THD	Number	%
Certification	Text	Example:KS
Operating Temperature	Number	℃
Preservation Temperature	Number	℃
Cooling Method	Text	Example:FAN
Maximum DC Power	Number	kW
Maximum Input Voltage	Number	A
Maximum Input Current per MPPT	Number	A
Starting voltage	Number	V
Operating Voltage Range	Range	Example:350~650V

MPPT Voltage Range at Rated Output	Range	Example:850~950V
Number of input per MPPT	Number	Example:4
Rated Output	Number	kW
Maximum Apparent Power	Number	kVA
A Constant Number	Number	Example:3
Rated Output Range	Range	Example:850~950V
Rated Frequency	Number	Hz
Frequency Range	Range	Example:58~61
Power Factor	Number	%
Maximum Output Current	Number	kW
Protection Function	Text	Yes/No

2.4.3 접속함의 DB구축

모듈 또는 접속반으로부터 연결되어 DC전력이 공급될 때 스트링별로 구성이 되는지 전체를 일괄 연결하는지에 따라 접속반을 필요로 하거나 필요로 하지 않을 수 있다. 또한 접속반 적용될 때 물리적 형상 크기에 따라 설치위치를 검토할 수 있고, 내부의 차단기 규격에 따라 인버터와의 조합 가능여부 등을 확인할 수 있다. 따라서 접속반으로써 필수적으로 필요한 데이터의 종류를 아래의 표와 같이 조사, 연구 하였다[7].

Table 8. Essential Elements of PV Connection panel to DB[4]

Data	Data Form	Unit
Size	Text	Example:300*400*200
Weight	Number	kG
Installation Type	Text	Example:Self-supporting
Enclosure Material	Text	Example:Self-supporting
Cable	Number	mm ²
Connector	Text	Example:MC4
Number of Channels	Number	Example:24
Maximum Input Voltage	Number	V
Maximum Output Current	Number	A
Monitoring System	Text	Example:Yes/No

2.4.4 계통연계반

계통연계반은 발전된 전력이 상용전력인 AC로 변환된 후 상용전력과 병렬 운전되어 그리드 또는 건물 내 전기부하에 공급될 수 있도록 계통연계점의 전압 및 주파

수에 따라 특고압 연계, 저압 연계로 구분할 수 있고 이에 용량에 따라 차단기와 케이블의 규격, 그리드의 전압, 전류, 주파수 등 필수적으로 필요한 데이터를 아래와 같이 조사, 연구 하였다[6,7].

Table 9. Essential Elements for Selection of Grid Connection Panel to DB[4]

Data	Data Form	Unit
Electricity Supply Method	Text	Example:3 Phase 3 Wire Type
Voltage	Number	V
Frequency	Number	Hz
Transformer Capacity	Number	kVA
Installation Type	Text	Example: Indoor Type
Enclosure IP Rating	Number	Example:IP65
Power Meter	Text	Example:Yes/No
Protection Device	Number	Example:51
Frequency Relay	Text	Example:Yes/No
Overvoltage Relay	Text	Example:Yes/No
Overcurrent Relay	Text	Example:Yes/No
Isolated Driving Prevention Function	Text	Example:Yes/No
Reverse Power Relay	Text	Example:Yes/No
Ground Fault Relay	Text	Example:Yes/No
SPD	Text	Example:Yes/No
Cable	Number	mm ²
Breaker	Number	AT
Voltmeter	Text	Example:Yes/No
Ammeter	Text	Example:Yes/No
Active power meter	Text	Example:Yes/No
Reactive power meter	Text	Example:Yes/No

2.4.5 모니터링 장치

모니터링 장치는 매우 다양한 발전 현황의 정보를 제공하는 기능으로 이에 필요한 발전데이터부터 기상 데이터까지 발전현황의 전반적인 정보를 제공할 수 있도록 구축되어야 하므로 일사량 및 기상데이터를 포함하여 발전량, 전압, 전류 등의 데이터가 필요한데, 이에 필수적인 데이터의 종류를 아래 표와 같이 조사, 연구하였다[7].

Table 10. Essential Elements of Monitoring System to DB[4]

Data	Data Form	Unit
Current Power Generation	Number	kW
Daily Power Generation	Number	kW
PV Module Voltage	Number	V
PV Module Current	Number	A
Inverter Voltage	Number	V
Inverter Current	Number	A
Inverter AC Frequency	Number	Hz
Air Temperature	Number	℃
Module Temperature	Number	℃
Horizontal Solar Radiation	Number	W/m ²
Inclined Solar Radiation	Number	W/m ²
Cumulative Carbon Reduction	Number	tCO ₂ -eq/Year
Communication Method	Text	Example:RS-485
Monitoring Function	Text	Y/N
Data Support Function_Report Function	Text	Y/N
Connection panel Fire Detection Function	Text	Y/N
Daily Report Function	Text	Y/N
Weekly Report Function	Text	Y/N
Monthly Report Function	Text	Y/N
Annual Report Function	Text	Y/N
Wireless Communication Method	Text	Example:Wifi

3. 결론

BIPV 시스템의 전기설계는 PV모듈, 인버터, 접속함, 계통연계 설비, 모니터링 설비 등 다양한 구성요소를 고려해야 하며, BIPV 시스템의 전기설계 플랫폼을 개발하기 위해서는 구성 요소별 필수정보를 포함하는 DB가 구축되어야 한다는 것을 보여주었다.

각 구성 요소는 전기설계에서 중요한 역할을 하며, 이

들을 적절하게 조합하고 최적화하는 것이 BIPV 시스템의 전기 설계의 핵심이라 할 수 있다.

본 연구에서는 DB 구축을 위해 각 구성요소의 선정 알고리즘에 따라 유용하게 사용할 수 있도록 DB 구축의 필수요소들을 BIPV 태양광발전의 요소별로 조사, 연구하여 제시하였다.

본 연구는 BIPV 시스템 전기설계 플랫폼 개발에 있어서 중요한 첫걸음인 데이터베이스(DB)의 성공적인 구축 방안을 제시함으로써, BIPV 시스템의 설계 플랫폼 개발에 효율성과 품질을 향상시키는데 기여할 수 있을 것이고 이러한 DB 구축방법을 고려하여 향후 어떠한 형태의 BIPV 전기설계 플랫폼이 개발되어도 이러한 DB구축 방법은 BIPV 전기설계자의 보다 효율적이고 정확한 설계가 될 것으로 기대한다.

BIPV(Building Integrated Photovoltaics) 시스템의 전기설계 플랫폼 개발을 위한 DB 구축 방안 연구의 결론은 다음과 같다. BIPV 시스템의 전기설계는 PV모듈, 인버터, 접속함, 계통연계 설비, 모니터링 설비 등 다양한 구성요소를 고려해야 하며, BIPV 시스템의 전기설계 플랫폼을 개발하기 위해서는 본문에서 제시한 구성 요소별 필수정보를 포함하는 DB가 구축되어야 한다는 것을 보여주었다. 본 연구에서는 DB구축을 위해 각 구성요소의 선정 알고리즘을 고려하여 유용하게 사용할 수 있도록 하였고, DB 구축의 효율성을 높이도록 하였다.

References

- [1] A.K.Lee, J.C.Kim, O.M.Choi, B.W.Kang, "An Experimental Study on the Array Design of BIPV System in Complex Facility of Downtown" Korean Institute of Electrical Engineers Vol. 67, No. 3, pp. 454~459, 2018
DOI: <https://doi.org/10.5370/KIEE.2018.67.3.454>
- [2] T.Y.Jeon "An Empirical Study on the Photovoltaic Power Generation System Using DMPPPT" (Ph. D Dissertation), Gyungang University, 2023, p6, p22, p35
- [3] J.W.Park, U.C..Shin, D.G.Kim, J.H.Yoon, "A Study on BIPV system generation matching by electricity load characteristic of Building" *Journal of the Korean Solar Energy Society*, VOL. 33, No. 3, 2013
DOI: <https://doi.org/10.7836/kses.2013.33.3.067>
- [4] K.Lee, H.J.Na, Y.O.Choi, D.H.Choi, "Design of 1kW dual-axis tracking grid-connected PV system" *Journal of the Korean Institute of Electric Engineerins*, p1124, Korea 2013.07.10
- [5] D.S.Jo, "BIPV Design & Considering point of Installing" Technical of Ssangyong ENC, Korea, 2012, p38.

- [6] D.G.Hyun, D.K.Kim, H.M.Lee, J.E.Kim "Design Method for DC Wiring of PV Generation System by Expansion of Low-Voltage Range" the Korean Institute of Electrical Engineers, vol. 69, no. 7, pp. 970~977, 2020
DOI : Electrical Engineers, vol. 69, no. 7, pp. 970~977, 2020
DOI: <https://doi.org/10.5370/KIEE.2020.69.7.970>
- [7] S.J.Park, J.W.Lee, S.H.Park, J.R.Son, C.H.Song "BIPV & Zero Energy Building", p455, Singumoonhwas, 2023, p297

서 강 진(Gang-Jin Seo)

[정회원]



- 1999년 6월 ~ 현재 : (주)에다중
합설계 설계본부장
- 2023년 2월 : 한양대학교 공학대
학원 전기공학과(전기공학석사)
- 2023년 3월 : 건양대학교 방재보
안대학원 박사과정

<관심분야>

건축물전기·정보통신·소방설계, 신재생에너지, BIM

이 윤 상(Yoon-sang Lee)

[정회원]



- 1998년 6월 ~ 현재 : (주)에다중
합설계감리 대표
- 2005년 2월 : 숭실대학교 산업기
술정보대학원 전기공학과 (공학
석사)
- 2011년 2월 : 숭실대학교 전기공
학과 (공학박사)

<관심분야>

건축물전기·정보통신·소방설계, 신재생에너지, BIM