

INGENIARITZA ELEKTRIKOKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***MIKROSARE ELEKTRIKO ADIMENDUN BATEN
DISEINUA LEIOAKO CAMPUSEAN***

Ikaslea: Setien, Fernandez, Jon

Zuzendaria: Oñederra, Leyaristi, Oier

Kurtsoa: 2019-2020

Data: 2020/02/10

INGENIARITZA ELEKTRIKOKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***MIKROSARE ELEKTRIKO ADIMENDUN BATEN
DISEINUA LEIOAKO CAMPUSEAN***

1. DOKUMENTUA – LABURPENA

Ikaslea: Setien, Fernandez, Jon

Zuzendaria: Oñederra, Leyaristi, Oier

Kurtsua: 2019-2020

Data: 2020/02/10

LABURPENA

Gradu Amaierako Lan honetan mikrosare elektriko adimendun baten diseinua gauzatzen da Euskal Herriko Unibertsitateko Leioako Campusean. Horretarako beharrezkoak diren jarraibide, diseinu irizpide eta kalkuluak gauzatu dira, beti ere indarrean dagoen araudia kontutan izanda (Behe Tentsioko Erregelamendu Elektroteknikoa edota Eraikingintzaren Kode Teknikoa besteak beste). Era berean, mikrosarea osatzen duten instalazioak dagoeneko Campusean dauden egituretara moldatu behar izan da.

Mikrosarearen helburua ibilgailu elektrikoaren karga puntuak hornitzea da, honetarako parke fotovoltaiko batek jatorri berriztagarriko energia fotovoltaikoa ekoiztuko du. Geroago, energia hau ibilgailu elektrikoaren karga puntuetara bideratuko dela. Energia hornikuntzaren fidagarritasuna bermatzeko, gehiegizko energia metatuko duen bateria banku bat instalatuko da. Energiaren fluxu hau kudeatzeaz Modbus RS485 protokoloaren bidezko komunikazio sare bat izango da. Hau eta gero, energia soberakin egotekotan, hau autokontsumorako erabiliko da Gizarte eta Komunikazio Zientzien Fakultatearen transformazio zentroko transformadorearekin egindako konexioaren bitartez.

Azkenik, HOMER Pro simulazio programaren bidezko simulazio bat gauzatu da. Bertan energia berriztagarri sorgailu mota bi (eolikoa eta fotovoltaikoa) integratzen dituen mikrosare elektriko baten diseinua eta simulazioa egin da egitura mota hauen bideragarritasun ekonomiko eta teknologikoa frogatzeko.

HITZ-GAKOAK

Mikrosare elektrikoak, sare adimentsua, energia berriztagarria, ibilgailu elektrikoak, instalazio fotovoltaikoa, eredu energetiko iraunkorra, energiaren biltegitate instalazioak.

RESUMEN

En el presente Trabajo de Fin de Grado se realiza el diseño de una microrred eléctrica inteligente en el Campus de Leioa de la Universidad del País Vasco. Para ello se han tenido en cuenta los distintos procedimientos y parámetros de diseño oportunos, así como la legislación y normativas vigentes (por ejemplo, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el Código Técnico de la edificación). Del mismo modo, las instalaciones que integran la microrred eléctrica se han tenido que adaptar a las propias infraestructuras del Campus.

La finalidad de la microrred es abastecer puntos de recarga de vehículos eléctricos aprovechando la energía generada por un parque fotovoltaico. Con el fin de garantizar el suministro ininterrumpido de la energía generada, se instalará un banco de baterías para almacenar la energía que no se utilice al momento. Llegados a esta situación, en el caso de que siguiera existiendo una situación con exceso de energía, esta será desviada para su uso en régimen de autoconsumo, abasteciendo las necesidades energéticas del Campus. La conexión con la red del Campus se realizará mediante un transformador ubicado en el centro de transformación de la Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación. El responsable de gestionar todo el flujo de la energía será una red de comunicaciones mediante el protocolo Modbus RS485.

Por último, se ha realizado una simulación mediante el software HOMER Pro. Mediante esta simulación, se ha diseñado una microrred eléctrica que integra dos tipos de generación renovable (eólica y fotovoltaica) para demostrar la viabilidad económica y tecnológica de este tipo de estructuras.

PALABRAS CLAVE

Microrred eléctrica, red inteligente, energía renovable, vehículo eléctrico, instalación fotovoltaica, modelo energético sostenible, instalación acumuladora de energía.

ABSTRACT

In this final degree project, it is carried out the design of an electric smart microgrid in the Campus of the University of the Basque Country located in Leioa. In order to achieve this, there have been taken into account different procedures, design parameters and calculations, as well as the current regulations and legislation (for example, the low voltage electrotechnical regulation and the building technical code). In the same way, the installations that integrate the electric microgrid have had been adapted to the present structures of the Campus.

The main purpose of the microgrid is to supply energy to electric vehicle charge points using the renewable energy generated by a solar photovoltaic plant. Later, this energy will be conducted to the charge points. With the objective of maintaining the generated energy supply, a battery bank will be installed to gather the energy that it is not used at the moment. In this situation, if an excess energy situation occurs, it will be driven for self-consumption, in order to supply the Campus energy needs. The connection with the Campus electrical grid will be performed with a transformer located in the transformation center of the Social Sciences and Communication faculty. All the energy flow will be managed by the exchange of information between the different elements of the microgrid using the Modbus RS485 protocol.

Finally, a simulation was carried out using the HOMER Pro software. By this simulation, it has been shown the technological and economic viability of an electric microgrid that integrates two different types of renewable resources (wind and solar).

KEYWORDS

Electric microgrid, smart grid, renewable energy, electric vehicle, photovoltaic installation, sustainable energy model, energy storage installation.

AURKIBIDE OROKORRA

2- DOKUMENTUA: MEMORIA

2	SARRERA.....	18
3	TESTUINGURUA.....	19
3.1	Sektore elektrikoaren erronkak.....	19
3.2	Ekoizpen banatua	20
3.3	Sorkuntza berriztagarriaren izaera deszentralizatua eta bere inpaktua sarearen erregulazioan.....	23
3.4	Mugikortasun elektrikoa	24
3.5	Energia elektrikoaren biltegiatze-sistemak	26
3.6	Sare adimentsuak.....	28
3.6.1	Zer dira Sare adimentsuak?	28
3.7	Mikrosare elektrikoak	30
3.7.1	Zer dira mikrosare elektrikoak?.....	30
3.7.2	Mikrosare elektrikoaren egitura.....	31
3.7.3	Mikrosarearen kontroladoreak	33
3.7.4	Operazio moduak.....	34
3.7.5	Kontrol motak.....	34
4	HELBURUAK	36
5	ONURAK	37
5.1	Onura teknikoak.....	37
5.2	Onura sozialak	37
5.3	Onura ekonomikoak	37
6	PROIEKTUAREN HEDADURA	38
7	BEZEROAREN BALDINTZAK	39
8	HARTUTAKO EBATZIA	40
8.1	Mikrosare elektriko adimendunaren diseinua	40
8.1.1	Ezaugarri nagusiak	40
8.1.2	Mikrosare elektriko adimenduaren egitura	42
8.1.3	Modbus protokoloa	43
8.1.4	RS485 interfazea.....	43
8.1.5	Elementu nagusiak	44
8.1.5.1	Schneider Electric-en Conext produktu familia	44
8.1.5.2	Conext CL-60E MPPT bihurgailua	44
8.1.5.3	Conext gateway	46
8.1.5.4	Conext XW+ 8548E bihurgailu/kargagailua	46
8.1.5.5	Conext Combox	47
8.1.5.6	Conext Battery Monitor.....	47
8.1.5.7	Ibilgailu elektrikoaren karga puntuak	48
8.1.5.8	Conext Insight 2 programa	49
8.1.5.9	Kontagailu adimendunak.....	49
8.1.6	Funtzionamendu moduak	51
8.2	Parke fotovoltaikoaren diseinua.....	53
8.2.1	Kokapenaren datuak.....	53

8.2.2	Diseinu irizpideak	54
8.2.3	Modulu fotovoltaikoen aukeraketa.....	54
8.2.4	Bihurgailuaren aukeraketa.....	57
8.2.5	Moduluen fotovoltaikoen antolamendua	57
8.3	Biltegitratze instalazioen diseinua	58
8.3.1	Ibilgailu elektrikoaren azterketa.....	58
8.3.2	Metatze teknologiaren alternatiben analisia.....	58
8.3.2.1	Berun-azido	58
8.3.2.2	Litio-ioizko bateriak	59
8.3.3	Hartutako ebazpidea.....	59
8.3.4	Hartutako ebazpidea.....	60
8.4	Kableatua	62
8.4.1	Korrante zuzeneko kableatua.....	62
8.4.2	Korrante alternoko kableatua	63
8.4.3	Lur azpira igarotzeko hodia	64
8.5	Sarerako konexioa.....	65
8.6	Babes elementuak	67
8.6.1	Koadro elektrikoak	68
8.6.2	Babesak korrante zuzenean.....	68
8.6.2.1	Bihurgailuen babes elementuak.....	68
8.6.2.2	Korrante zuzeneko koadroaren babesak.....	69
8.6.3	Babesak korrante alternoan	70
8.6.3.1	Babesak gainkarga eta zirkuitulaburren aurka	70
8.6.3.2	Babesak kontaktu zuzenen eta ez-zuzenen aurka.....	70
8.6.3.3	Gaintentsio deskargagailua	71
8.6.4	Bateria bankuaren eta bihurgailu kargagailuaren arteko babesak	71
8.6.5	Babesak sare elektrikoarekin akoplamendu puntuan.....	71
9	PLANGINTZA	73
9.1	Gantten diagrama	74
9.2	Baliabideen diagrama.....	75
10	AURREKONTUA	76
11	SIMULAZIOA HOMER PRO PROGRAMAREKIN.....	77
11.1	Zer da HOMER Pro?.....	77
11.2	Instalazioak definitzea.....	78
11.2.1	Kokapena	78
11.2.2	Karga profila definitzea	78
11.2.3	Sarearekiko elkarrekintza	79
11.2.4	Modulu fotovoltaikoa	79
11.2.5	Bihurgailua	81
11.2.6	Haize-sorgailua	81
11.2.7	Bateria bankua	82
11.2.8	Eguzki-baliabidea	83
11.2.9	Haize-baliabidea	84
11.2.10	Tenperatura baliabidea	84
11.2.11	Mikrosarearen eskema	85
11.3	Lortutako emaitzak	86
11.3.1	Konfigurazio bideragarrienak	86
11.3.2	Analisi ekonomikoa.....	86

11.3.3	Energia ekoizpena hilabeteko.....	87
11.3.4	Sare elektrikoarekin elkarrekintza	88
11.3.5	Baterien karga egoeraren kudeaketa	88
12	ONDORIOAK.....	90
13	ERREFERENTZIAK	91

3- DOKUMENTUA - I ERANSKINA – KALKULUAK

1	HITZ-LABURDURAK	96
2	SORGAILU FOTOVOLTAIKOAREN DISEINUA	97
2.1	Moduluen norabidea eta inklinazioa.....	97
2.2	Norabide eta inklinazio galeren azterketa (Irradiazio Faktorea).....	97
2.3	Distantzia minimoak.....	98
2.4	Bihurgailuaren diseinua.....	100
2.5	Tentsio eta korrante maximoen egiaztapena	101
3	EGUZKI-BALIABIDEAREN AZTERKETA.....	103
3.1	Irradiazio faktorea	103
3.2	Instalazioaren errendimendu energetikoaren kalkulua.....	103
3.3	Eguzki-irradiazio datuak	106
3.4	Eguzki-punta orduak (EPO).....	106
3.5	Hilabeteko eta eguneko energia ekoizpen estimazioa.....	107
4	BILTEGIRATZE INSTALAZIOAREN DIMENTSIONAMENTUA	109
5	KABLEATUA.....	111
5.1	Korrante maximo onargarriaren irizpidea.....	111
5.2	Tentsio jausiaren irizpidea.....	112
5.3	Korrante zuzeneko kableatua	113
5.4	Korrante alternoko kableatua	116
5.5	Aire-lur bihurketaren hodia.....	117
6	BABES NEURRIAK	119
6.1	Babesak korrante zuzeneko aldean	119
6.2	Babesak korrante zuzeneko aldean	119
6.2.1	Etengailu magnetotermikoa.....	119
6.2.2	Bateria bankuaren babesak.....	122
7	ERREFERENTZIAK	123

4- DOKUMENTUA – PLANOAK

1. PLANOA: Giza Zientzien eta Komunikazioen fakultatearen kokapena campusaren barruan
2. PLANOA: Mikrosare elektrikoaren instalazioen kokapena campusaren barruan
3. PLANOA: Modulu fotovoltaikoen kokapena Giza Zientzien eta Komunikazioen fakultatean
4. PLANOA: Eskema haribakarra
5. PLANOA: Modulu fotovoltaikoen arteko distantzia eta hauen kokapena

5- DOKUMENTUA – BALDINTZEN AGIRIA

1	BALDINTZA OROKORRAK	140
1.1	Helburuak	140
1.2	Argitaratze data	140
1.3	Araudien aipamena	140
2	BEREZKO BALDINTZAK	141
2.1	Baldintza teknikoak	141
2.1.1	Orokortasunak	141
2.1.2	Modulu fotovoltaikoak	141
2.1.3	Euskarri egitura	142
2.1.4	Bihurgailua	142
2.1.5	Kableatua	143
2.1.6	Berun-azidozko bateriak	144
2.1.7	Sarerako konexioa	144
2.1.8	Neurketak	145
2.1.9	Armonikoak eta bateragarritasun elektromagnetikoa	145
2.1.10	Instalazio fotovoltaikoen lurrera jartzea	145
2.1.11	Babes neurriak	145
2.2	Baldintza ekonomikoak	147
2.2.1	Lan-unitate bakoitzaren neurketa eta ordainketa sistemak	147
2.2.2	Fidantza	147
2.2.3	Hirugarren bati egindako kalteen ordaina eta aseguru-sistema	147
2.2.4	Lan atzerapenengatik zigor-prozedura	147
2.2.5	Lanaren ziurtagiri eta ordainketa sistema	147
2.3	Baldintza administratiboak	148
2.3.1	Kontratu-mota eta esleipenerako baldintzak	148
2.3.2	Kontratistaren ardurapenak	148
2.3.3	Azpikontratazioak	148
2.3.4	Zergak	148
2.3.5	Kontratuaren deuseztapen baldintzak	148
3	HARRERA ETA PROBAK	149
4	INSTALAZIOEN MANTENTZE LANAK	150

6- DOKUMENTUA – NEURKETAK

1.	NEURKETAK.....	154
1.1	Lehenengo etapa.....	154
1.2	Bigarren etapa.....	154
1.3	Hirugarren etapa.....	155
1.3.1	Mikrosarearen diseinua.....	155
1.3.2	Sorgailu fotovoltaikoa.....	155
1.3.4	Baterien instalazioa.....	156
1.3.5	Kableatua eta sarerako konexioa.....	156
1.3.6	Ibilgailu elektrikoaren karga puntuak.....	157
1.3.7	Abiaraztea, konfigurazioa eta funtzionamendu probak.....	157

7- DOKUMENTUA - AURREKONTUA

1	GAUZATZE MATERIALAREN AURREKONTUA.....	161
1.1	Lehenengo etapa.....	161
1.2	Bigarren etapa.....	161
1.3	Hirugarren etapa.....	162
1.4	Gauzatze Materialaren Aurrekontu	
	Totala.....	164
2	KONTRATAREN AURREKONTUA.....	165
3	AURREKONTU TOTALA.....	166