



## INGENIARITZA ELEKTRIKOKO GRADUA

GRADU AMAIERAKO LANA

2016 / 2017

# FUNIKULAR BATEN INSTALAZIO ELEKTRIKOAREN BERRIKUNTZA

## 2 MEMORIA

### IKASLEAREN DATUAK

IZENA BORJA  
ABIZENAK NUÑEZ ASENSIO

Sinadura

DATA 2017-06-23

### ZUZENDARIAREN DATUAK

IZENA KOLDOBIKA JOSEBA  
ABIZENAK SAGASTABEITIA BURUAGA  
SAILA INGENIARITZA ELEKTRIKOA

Sinadura

DATA 2017-06-23

## AURKIBIDEA

2.	MEMORIA .....	7
2.1.	PROIEKTUAREN HELBURUA .....	7
2.2.	IRISMENA .....	7
2.3.	AURREKARIAK.....	8
2.3.1.	Bilboko funikularra .....	8
2.3.2.	Kokapena .....	9
2.3.3.	Datu estatistikoak .....	9
2.3.4.	Funtzionamendu printzipioa .....	9
2.4.	ARAUAK ETA ERREFERENTZIAK .....	10
2.4.1.	Arauak.....	10
2.4.2.	Erreferentziak.....	10
2.4.3.	Erabilitako programak.....	11
2.5.	DEFINIZIO ETA LABURDURAK .....	11
2.6.	DISEINURAKO BALDINTZAK.....	11
2.6.1.	Segurtasun baldintzak .....	11
2.6.2.	Funtzionamendu baldintzak .....	12
2.6.3.	Baldintza ekonomikoak.....	12
2.6.4.	Ingurugiroarekiko inpaktua.....	12
2.6.5.	Funikularrak sortutako energia .....	12
2.7.	EBATZIEN AZTERKETA.....	13
2.7.1.	Instalazioaren egoera.....	13
2.7.2.	Energia biltegitzeko sistemak .....	14
2.7.2.1.	Bateriak .....	14
2.7.2.1.1.	Fluxu motako bateriak .....	15
2.7.2.1.1.1.	Berun-Azidoko bateriak.....	15
2.7.2.1.1.1.1.	Berun-Azidoko bateriak balbulaz erregulatuak.....	15
2.7.2.1.1.2.	Banadio Redox-ko bateriak.....	15
2.7.2.1.1.3.	Zink-Bromurozko bateriak.....	16

2.7.2.1.2.	Gatz motako bateriak .....	16
2.7.2.1.2.1.	Sodio Sulfurozko bateriak.....	16
2.7.2.1.2.1.1.	ZEBRA bateriak.....	16
2.7.2.1.3.	Litio-Ioi Bateriak.....	17
2.7.2.1.4.	Nikel Metal hidruoko bateriak.....	17
2.7.2.1.5.	Metal Aireko bateriak .....	18
2.7.2.1.6.	Nikel Kadmioko bateriak .....	18
2.7.2.2.	Superkondentsadoreak .....	18
2.7.2.3.	Inertzia Bolanteak .....	19
2.7.3.	Energia berreskuratzeko sistemak.....	19
2.7.3.1.	Biltegitratze mugikorrekoko sistemak .....	19
2.7.3.1.1.	ACR sistema .....	20
2.7.3.1.2.	Siemens Sitras Hes.....	20
2.7.3.2.	Biltegitratze estatikoko sistemak.....	20
2.7.3.2.1.	Siemens Sitras Ses .....	21
2.7.3.3.	Sarera itzultzen duten sistemak "Back to the Grid" .....	21
2.7.3.3.1.	Ingeber sistema .....	21
2.7.3.4.	EPC3k (EPIC POWER) .....	22
2.8.	HARTUTAKO EBATZIA.....	23
2.8.1.	Aurreztutako energia kantitatea urte batean.....	25
2.8.2.	Irizpide Ekonomikoa .....	25
2.8.2.1.	Elektrizitatearen prezioaren estimazioa .....	25
2.8.2.2.	Cash-flow (kutxa fluxua) .....	25
2.8.2.2.1.	Cash-flow (kutxa fluxua) A biltegitratze sisteman.....	26
2.8.2.2.2.	Cash-flow (kutxa fluxua) B biltegitratze sisteman.....	27
2.8.2.2.3.	Cash-flow (kutxa fluxua) C biltegitratze sisteman.....	27
2.8.2.3.	VAN.....	27
2.8.2.3.1.	Deskontu interes tasa .....	28
2.8.2.3.2.	Inflazioa .....	28

2.8.2.3.3.	VAN A sistema .....	29
2.8.2.3.4.	VAN B sistema .....	29
2.8.2.3.5.	VAN C sistema .....	29
2.8.2.4.	TIR .....	29
2.8.2.4.1.	TIR A sistema .....	29
2.8.2.4.2.	TIR B sistema.....	29
2.8.2.4.3.	TIR C sistema.....	30
2.8.2.5.	ROI.....	30
2.8.2.5.1.	ROI A sistema.....	30
2.8.2.5.2.	ROI B sistema .....	30
2.8.2.5.3.	ROI C sistema .....	30
2.8.3.	Irizpide anitzeko prozedura .....	31
2.8.4.	Funtzionamendu printzipio .....	32
2.8.5.	Instalatuko diren ekipo eta materialak .....	35
2.8.5.1.	Transformadorea .....	35
2.8.5.2.	Koadro sekundarioak .....	35
2.8.5.2.1.	SEK DES koadro sekundarioa .....	35
2.8.5.2.2.	EBS koadro sekundarioa.....	36
2.8.5.2.3.	Behe geltokiko koadro sekundarioa.....	36
2.8.5.3.	Biltegitratze sistemak kontrolatuko duen ekipoa .....	37
2.8.5.4.	SIMOREG/MOTOCON alderanzgailuen babesa .....	37
2.8.5.5.	Eroaleak .....	38
2.8.5.6.	Bateriak .....	39
2.8.5.7.	Superkondentsadoreak .....	40
2.8.5.8.	PVC-ko hodiak.....	40
2.8.5.9.	Erretilu zulatuak.....	40
2.8.6.	MASTER TL-D Super 80.....	40
2.8.7.	Aurreztutako CO <sub>2</sub> -ko kantitatea.....	41
2.9.	PLANIFIKAZIOA .....	41

2.10.	PROIEKTUAREN KOSTUA.....	42
2.11.	OINARRIZKO DOKUMENTUEN ARTEKO NAGUSITASUNA .....	42

**TAULEN AURKIBIDEA**

I.Taula. Funikularren motorren ezaugarriak. .... 13

II.Taula. A sistemaren kutxa fluxua. .... 26

III.Taula. B sistemaren kutxa fluxua. .... 27

IV.Taula. C sistemaren kutxa fluxua. .... 27

V.Taula. Azkenengo 10 urteetako inflazioaren balio urteratua. .... 29

VI.Taula. A sistemaren ROI-a. .... 30

VII.Taula. B sistemaren ROI-a. .... 30

VIII.Taula. C sistemaren ROI-a. .... 30

IX.Taula. Biltegiatze sistema bakoitzaren balioen esleipena. .... 31

X.Taula. *SEK DES* koadro sekundarioa. .... 36

XI.Taula. *EBS* koadro sekundarioaren linea. .... 36

XII.Taula. Behe geltokiko koadro sekundarioa. .... 36

XIII.Taula. Instalazioan instalatuko diren eroaleen ezaugarriak. .... 39

**IRUDIEN AURKIBIDEA**

1.Irudia. Sitras HES sistemaren instalazioa tranbia batean.....20

2.Irudia. Sitras SES sistemaren konfigurazioaren posibilitateak. ....21

3.Irudia. *Ingeber* sistemaren konfigurazioa energia sarera bueltatzeko.....22

4.Irudia. Epic Power enpresako produktuen konexioa. ....23

5.Irudia. Igogailu batean energia berreskuratzeko sistemaren konfigurazioa.....23

6.Irudia. Instalazioaren eskema haribakarra EBS instalatzerakoan. ....32

7.Irudia. *Ingeteam*-eko karga erreguladorea. ....33

8.Irudia. Instalazioan aurreikusten diren energia fluxuak.....35

9.Irudia. Instalazioaren tentsio-erorketa maximo onargarriak. ....38

10.Irudia. Plangintza. Gantt diagrama. ....42

## 2. MEMORIA

### 2.1. PROIEKTUAREN HELBURUA

Bilboko funikularra, Bilbo hiria eta Artxanda mendia lotzen duen garraio sistema, oso garrantzitsua da Bilboko hiriarentzat. Ez bakarrik ematen duen zerbitzuarengatik (Bilbo eta Artxanda mendia modu azkar eta garbi batean lotzen dituelako), hiriaren marka bultzatzen duelako eta Bilboko ikonoa bihurtu egin delako. Hori dela eta, Bilboko Udalak bere funikularraren efizientzia hobetu nahi du, garraio publiko honek aitzindaria izateko ahalik eta energia gehiena aprobetxatuz.

Proiektu honen helburua, Artxandako funikularraren instalazio elektrikoaren ikerketa bat egitea da, instalazioaren efizientzia energetikoa hobetzeko, beti kontuan izanda segurtasun baldintzak eta baldintza sozioekonomikoak. Dokumentu honetan, gaur egun dagoen instalazioaren ikerketa egingo da eta irtenbideak bilatuko dira, ahal izanez gero, Bilboko Funikularraren efizientzia energetikoa hobetzeko.

Horretarako, funikularra mugiarazten duen motorraren energiaren aprobetxamendua bilatuko da. Funikularraren bidaia batean, momentu ezberdinetan funikularra mugiarazten duen korrante zuzeneko makinak, sorgailu moduan eta motor moduan lanean arituko da. Sorgailu moduan sortzen den energia aprobetxatzen bada, instalazioaren efizientzia energetikoa hobetuko da.

Proiektua Borja Nuñez Asensio Bilboko Industri Ingeniaritza Teknikoko Eskolan Ingeniaritza Elektrikoko graduan titulaturik burututakoa da.

*Funicular de Artxanda* sozietatea, Bilboko udalaren propietatea dena, hemendik aurrera "bezeroa" izango dena, proiektuaren amaierako bezeroa izango da..

### 2.2. IRISMENA

Proiektuaren irismena hurrengokoa izango da:

- Energia biltegitratzeko sistemaren diseinua.
- Energia biltegitratzeko elementuen hautaketa justifikatua.
- Biltegitratze sistemaren etekin ekonomikoa 10 urtetan.
- Energia biltegitratze sistema ezartzean aurreztutako CO<sub>2</sub> kantitatearen aurreikuspena.
- Proiektua zehazteko beharrezkoak diren planoak.
- Instalaturako eroale berrien kalkulua justifikatuak.
- Gaitasuna eta zirkuitulabur kalkulua justifikatuak instalazioa babesteko.
- Osasun eta segurtasuneko oinarriko azterketa.
- Oinarriko hondakinen kudeaketa plana.

Proiektu honen irismenaren kanpo hurrengokoak geratuko dira:

- PLC *AS417 H* eta *Win CC* softwarearen programaketa. Instalazioan dauden eta instalaturiko diren ekipoen programaketa nahi diren funtzioak egiteko.
- Funtzionamendu frogak.
- Biltegitratze sistemaren martxan jartzea.



## 2.3.AURREKARIAK

### 2.3.1. Bilboko funikularra

XIX. mendearen amaieran eta XX. mendearen hasieran, Bilboko biztanleek erabiltzen zuten Artxanda mendia haien aisialdirako. Horregatik, 1901-tik 1912-ra ikerketak egin ziren garraio sistema bat jartzeko, Bilbo hiria eta Artxanda mendia konektatzeko. Lehenengo proiektu hau, kremailezko tren bat izango zen, baina ez zen proiektu hau aurrera eramán finantziarioa lortu ez zelako.

Geroago, 1915 urtean, Evaristo San Martín y Garaz-en proiektua aurrera atera zen. Proiektu honen makinaria, Suitzako enpresa batek diseinatu egin zuen. Proiektu honekin, *Funicular de Artxanda* sozietatea eratu zen. 1915ko Urriaren 7an egin zen lehenengo bidaia.

1976ko ekainaren 25ean istripu oso larri bat gertatu zen. Mantentze lanak burutzen ari ziren bitartean, kable gidariak aldatzeko, akats bat egon zen balaztetan eta funikularraren euste sisteman. Hau gertatzerakoan, bagoia beheko estaziorantz erori zen eta beheko estazioarekin talka egin zuen. Istripu honen ondorioz, Artxandako funikularrak 7 urte iraun zuen zerbitzuz kanpo. Geldiune tarte honetan, instalazioak berritu egin ziren, bagoiak aldatuz, estazioak eta trenbidea berrituz.

Gaur egungo Bilboko funikularrak, 260 kW-eko korrante zuzeneko motor batez funtzionatu egiten du. Motor honek, 1500 bira/min-eko abiadurarekin biratu egiten du eta engranaje sistema batekin 30 bira/min-era jaitsi egiten da. Engranaje sistema honek 5 m-ko diametroko polean eragiten du funikularrak igo eta jaisteko. Bi funikularrak euren artean konektatuta daude, 4 cm-ko diametroa duen altzairuzko kable batekin. Modu honetan, funikular bata bestearen kontrapisua egingo du.

Funikularrak egiten duen ibilbidea, 770,34 m-takoa da. Igoera honekin, 226,49 m-raino altuera arte igotzen dira bidaiariak. Bidaian zehar, %44,98-ko maldako aldapak daude. Ibilbidearen iraupena 3 minutukoa da eta funikularrak hartzen duen abiadura 18 km/h-koa da. Bagoi bakoitzean 70 pertsonentzako edukiera dago.

Funikularraren funtzionamendua hurrengokoa da:

- Lan egunetan: 7:15-tik 22:00-ra
- Jai egunetan: 8:15-tik 22:00-ra

Udan (Ekainean, Uztailan, Abuztuan eta Irailean) 23:00-ra arte funtzionatzen egongo da.

15 minuturo egiten da bidaia (00;15;30;45) orduko minutuetan. Behar izanez gero, maiztasun handiagoarekin egin ahal da jende asko baldin badago. Egunero, batez beste 1549 pertsonak erabili egiten dute funikularra.

Bidaiaren prezioa hurrengokoa da:

- Txartel normala: 0,92 €
- Txartel murriztua: 0,31 €
- Creditrans/Barik: 0,58 €
- Hirukotrans: 0,29-0,46 € (Erregimenaren arabera)

### 2.3.2. Kokapena

Artxandako funikularrak, bi geltoki ditu, bata Artxanda mendian kokatzen dena eta bestea Bilbo hiriko funikularreko enparantzan kokatzen dena. Hurrengokoak dira goiko eta beheko geltokien koordinatuak:

- Goiko geltokia: N 43° 16' 26'' eta W 2° 55' 13''
- Beheko geltokia: N 43° 16' 8'' eta W 2° 55' 34''

Goiko geltokian, bulegoen egoitza nagusia dago, hurrengoko helbidean : "Carretera de Artxanda a Santo Domingo n° 27", 48015 – Bilbao. Funikularren bidez edo kotxearen bidez heldu daiteke goiko geltokira. Autobusaren bidez ere posible da goiko geltokira iriztea, A3216 Bizkaibusa hartuz.

Beheko geltokia, Bilboko *Funikularreko enparantzan* deituriko enparantzan kokatu egiten da. Bilbobusez heldu daiteke beheko geltokira, hurrengoetariko bat hartuz: 72,58,11,22 edo 71 autobusak hartuz. A3223 Bizkaibusa hartzeko aukera dago.

### 2.3.3. Datu estatistikoak

Artxandako funikularra, gero eta erakargarriagoa da bidaiarientzako. 2013-ko datuen arabera, hurrengoko datuak atera daitezke:

- 2013. urtean %8,23 bidaiari gehiagok funikularra hartu egin zuten 2012.ko datuekin alderatuz.
- 2013. urtean 565.349 bidaiariak erabili egin zuten urte osoan zehar. Uztailean bidaiaririk gehien eraman egin zituen (63.299), jarraian abuztuan (58.082) eta martxoan (50.105). Kontran, bidaiari gutxien izan dituen hilabeteak urtarrila (33.979) eta otsaila (37.924) izan ziren. Modu honetan, 1.549 bidaiari eguneko batz bestekoa lortzen da.
- Creditrans/Barik sistema, ordainketa sistemarik hedatuena da, bidaiarien %61ak sistema honekin ordaindu egiten du.
- Bezeroak kudeatzen dituen igogailu guztien erabilgarritasuna %95-ekoa izan da 2013 urtean. Igogailuek batz beste, 925 bidaia egiten dituzte egunero.

### 2.3.4. Funtzionamendu printzipioa

Artxandako funikularren bidaia batek, 3 minutuko iraupena du. Egunero egiten diren bidaia gehienetan, minutu batean funikularrak badago energia sortzen, batez beste, balaztatze erregimenean lan egiten duelako. Hau posible da funikularren funtzionamendu printzipioagatik, igogailuen funtzionamendu printzipioaren antzekoa duelako.

Artxandako funikularra, bi bagoik osotzen dute, haien artean loturik daudenak 4 cm-ko diametroa duen altzairuzko kable baten bidez. Modu honetan, bagoiek haien artean karga eta kontrapisuaren funtzioa egiten dute.

Bagoiak haien artean karga eta kontrapisu funtzioak egiten dituztenez, jaitsi egiten den bagoiaren pisua handiagoa denean, igotzen dena baino, korrante zuzeneko motorra balaztatze erregimenean lan egiten egongo da. Balaztatze erregimenaren funtzionamendu denborak, bidaia bakoitzaren pisuaren banaketak (hau da, igo edo jaitsi egiten diren bidaiariak) definituko du. Beti kontuan izanda, bidaia guztietan balaztatze erregimenean lan egingo duela motorrak, naiz eta denbora gutxiago izan.

## 2.4.ARAUAK ETA ERREFERENTZIAK

### 2.4.1. Arauak

- Behe tentsioko Erregelamendua Elektroteknikoa eta honen JTO-ak. 842/2002 RD-a, 2002ko abuztuaren 2-koa.
- UNE 157001. Proiektu tekniko bat osotzen duten dokumentuak egiteko irizpide orokorrak.
- 31/1995 Legea, 1995ko azaroaren 8koa. Lan arriskuen prebentzioa.
- 1627/1997 RD, 1997ko urriaren 24koa. Osasun eta segurtasun xedapen minimoak obretan.
- 485/1997 RD, 1997ko apirilaren 14koa. Segurtasun eta osasun seinaleztapenerako xedapen minimoak lanean.
- 486/1997 RD, 1997ko apirilaren 14koa. Osasun eta segurtasun xedapen minimoak lan tokietan.
- 487/1997 RD, 1997ko apirilaren 14koa. Kargen manipulazioa.
- 1215/1997 RD, 1997ko uztailearen 18koa. Segurtasun eta osasunerako xedapen minimoak langileek lan ekipoak erabiltzeko.
- 900/2015 RD, 2015ko urriaren 9koa. Autokontsumoa erregulatu egiten duen errege dekretua.
- 773/1997 ED, 1997ko maiatzaren 30ekoa. Segurtasun eta osasunerako xedapen minimoak babes indibidual ekipoen erabilpenerako.
- UNE-HD 60364-4-43:2013. Behe tentsioko instalazio elektrikoak. Segurtasuna bermatzeko babesak. Gainkorronteen kontrako babesak.

### 2.4.2. Erreferentziak

- *VDI 4707 Technical Equipment for Buildings Manual, Volume 5: Elevators. Association of German Engineers.* 2007ko Abendua.
- Santos Pera, J.A. eta Perez Manso, A. : "*Proiektuaren teoria orokorra. Dokumentazio arautua eta kudeaketa*". Bilbo, 2008ko Iraila.
- Fraile Mora, J : "*Máquinas Electricas*". 6. edizioa. Madrid,2008
- Carmona Suárez, M. eta Montesinos Ortuño, J. : "*Sistemas de alimentación a la tracción ferroviaria*".2013.
- *Schneider Electric. Cuaderno técnico nº 158.* (2017). Eskuragarri: <http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/cuadernostecnicos/ct1581.pdf>
- *ABB. Cuderno de aplicaciones técnicas Nº5. Interruptores ABB para aplicaciones de corriente continua.* Eskuragarri: <http://www.abb.com/abblibrary/DownloadCenter/default.aspx?CategoryID=9AAC124466&View=Result&DocumentKind=Technical+publication&SortBy=Title&ExpandAllResults=True>
- *IDAE. CO<sub>2</sub>-ko emisio faktoreak.* Eskuragarri: [http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores\\_emision\\_CO2.pdf](http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf).
- *Topcable.* Eskuragarri: <http://www.topcable.com/es/>
- Estévez Irizar, P. , Varela Cuadrado, M. eta Iturritxa Zubiri, E. : "*Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica embarcada en los trenes*". Madrid, 2008.
- *Epic Power.* Eskuragarri: <http://epicpower.es/es/>
- *Maxwell Technologies.* Eskuragarri: <http://www.maxwell.com/>
- *Beacon Power.* Eskuragarri: <http://beaconpower.com/>
- *Active Power.* Eskuragarri: <http://www.activepower.com/en-US>
- *Ingeteam Traction. Ingeber.* Eskuragarri: [www.ingetteam.com/Download/83/attachment/ingeber.pdf.aspx](http://www.ingetteam.com/Download/83/attachment/ingeber.pdf.aspx)

- *Siemens Sitras Hes*. Eskuragarri: <https://w3.usa.siemens.com/mobility/us/documents/en/rail-solutions/railway-electrification/dc-traction-power-supply/sitras-hes-en.pdf>
- *Siemens Sitras Ses*. <https://w3.usa.siemens.com/mobility/us/Documents/en/rail-solutions/railway-electrification/dc-traction-power-supply/sitras-ses-en.pdf>
- *CAF. ACR sistema*. Eskuragarri: <http://www.caf.net/es/productos-servicios/equipos-traccion-comunicacion/sistemas-almacenamiento-energia.php>

### 2.4.3. Erabilitako programak

Hurrengokoak izan dira erabilitako programak proiektua burutzeko:

- AutoCad 2015.
- ProfiCad.
- PowerLog.
- Dialux evo.
- Philips Product Selector 5.2.9.17

## 2.5.DEFINIZIO ETA LABURDURAK

Proiektuan zehar aurkitu daitekeen laburduren esanahiak hurrengokoak dira:

- *RD*: Errege dekretua.
- *JTO*: Jarraibide tekniko osagarria.
- *IPC*: Kontsumitzaileen prezioen indizea.
- *TAE*: Urteko tasa baliokidea.
- *VAN*: Gaurko balore garbia.
- *TIR*: Barne itzulkin tasa.
- *BEZ*: Balio erantsiaren gaineko zerga.
- *RAIPRE*: Energia elektrikoa ekoizten duten instalazioen erregistro administratiboa.
- *IDAE*: Dibertsifikazio eta energiaren aurrezpenerako institutua.
- *EBS*: Energiaren biltegi sistema.
- *KZ*: Korrante zuzena.
- *KA*: Korrante alternoa.
- *SEK DES*: Sekundarioko deskonexioa.

## 2.6.DISEINURAKO BALDINTZAK

Bezeroak finkatutako diseinurako baldintzak, hurrengoko puntuetan definitu egiten dira, baldintza motaren arabera.

### 2.6.1. Segurtasun baldintzak

Instalazioaren segurtasuna, bidaiarien segurtasuna eta langileen segurtasuna puntu kritikoak dira bezeroarentzat. Horregatik, hurrengoko puntuak bete beharko ditu hautatutako soluzioak:

- Bidaiarien segurtasuna beti bermatu beharko da. Horregatik, akats bat sortarazten bada instalazioak funtzionatzen duen bitartean, sistema kapaza izan beharko da momentu horretan egiten ari den operazioa bukatzeko. Hau da, funikularra eta igogailua funtzionatzen badaude eta

akats bat gertatzen bada, biak kapazak izan beharko dira bidaia amaitzeko era seguru eta normal batean.

- Egingo diren mantentze lanak, Artxandako funikularrean lan egiten duten langileek egingo dituztenez, mantentze erraza eta segurua izan beharko dute instalazioek.
- Instalazioan instalatuko diren ekipo berriek, ez dituzte oztopatuko edo kaltetuko instalazioan gaur egun dauden ekipoak.

### 2.6.2. Funtzionamendu baldintzak

Artxandako funikularrearen zerbitzua %100-ekoa izan da azken urteotan, (kontuan hartu barik behe geltokiko birmoldaketa lanak) eta bezeroak kudeatzen dituen igogailuen zerbitzua %95-ekoa izan dela urtero, batez beste. Modu honetan, bezeroak finkatutako baldintzak hurrengokoak dira:

- Artxandako funikularrearen zerbitzua %100-ekoa izan behar dela, energia biltegitratzearen sistema instalatu eta gero.
- Behe geltokiko igogailua, %95-eko baino handiagoko zerbitzua eman behar duela biltegitratze sistema instalatu egin eta gero.

### 2.6.3. Baldintza ekonomikoak

Biltegitratze sistemak etekin ekonomikoa sortu beharko du 10 urte pasa eta gero. Inbertsioa justifikatu beharko denez, proiektua errentagarria izan beharko da.

Horretarako, inflazioa, elektrizitatearen prezioaren aldaketa, egindako inbertsioa urteko, elektrizitatea jasaten dituen zergak... kontuan eduki beharko dira azterketa ekonomikoa egiteko. Modu honetan, Artxandako funikularreko teknikariak hurrengoko batez besteko datuak eman dizkigute kalkulatzeko zenbaterako izan ahal daitekeen aurreztutako energia kantitatea:

- Lan tentsioa: 400 V.
- Bataz besteko korrantea balaztatze dinamikoan: 150 A (Korrante zuzena).
- Motorrak balaztatze dinamikoan lan egiten duen denbora, batez beste: 1min.

### 2.6.4. Ingurugiroarekiko inpaktua

IHOBE publikatutako txostenean, 2014 urtean Euskal Autonomi Erkidegoan 17065,7 milioi tona CO<sub>2</sub> isuri egin ziren atmosferara. Artxandako funikularrearen energia berreskuratzeko sistemarekin, lagundu beharko da isuritako CO<sub>2</sub> kantitatea txikitzen.

Horretarako, bezeroak aurreztuko diren CO<sub>2</sub>-ko kantitateen kalkulu justifikatua nahi du, Bilbo hiri garbiaren izena eta marka bultzatzeko.

### 2.6.5. Funikularrak sortutako energia

2015eko Irailaren 17an, Artxandako funikularreko teknikariak, saiakuntza egin zuten funikularrak balaztatze egoeran sortu ahal zuen potentzia maximoa kalkulatzeko. Horretarako, gauean, goiko geltokian zegoen funikularra ur botilekin bete egin zuten, funikularrak garraitu ahal zuen pisu maximoa lortu arte.

Goiko geltokiko funikularra urez beteta zegoen eta behe geltokikoa hutsik. Bidaia bi egingo ziren, bata balaztatze erregimenean sor daiteken energia maximoa kalkulatzeko (goiko funikularra urez beteta eta

behekoa hutsik) eta kontsumo maximoko bidaia (beheko funikularra urez beteta dagoenean eta goikoa hutsik dagoenean).

[Ikusi eranskinetako *Funikularreko motorraren energiaren aldaketa* eta *Maiztasunaren aldaketa denboran zehar txostenak*].

## 2.7.EBATZIEN AZTERKETA

### 2.7.1. Instalazioaren egoera

Artxandako funikularra, hurrengoko elementuek osatu egiten dute gaur egun:

1. 400V-eko sare alferno trifasikoa, 50 Hz-eko.
2. 300 kVA-eko UPS edo SAI sistema.
3. Berun Azidoko bateriak.
4. Tentsio Erreguladorea
5. 260 kW-eko korrante zuzeneko motorra.
6. 15kW-eko 3 Haizegailu.
7. SIMOREG DC MASTER alderanzgailua.
8. MOTOCON DC alderanzgailua.

Artxandako funikularra mugiarazten duen motorra eta ekipo laguntzaileak elikatzeke, 400 V-eko sare alferno trifasiko bat erabili egiten da. Elikatzen den lehenengo ekipoa, SAI sistema da. Ekipoak bete egiten duen funtzioa da momentuan dagoen bidaia amaitzea, hau da, akats baten aurrean (tentsio hutsunea, tentsioa minimoko balioetik behera egotea, sarea erortzea...) bidaia era egoki batean amaituko dela bermatu egiten du. Ekipoak, 400 V-eko sare trifasikora konektatu egiten da. Gero, alderantzaketaren bitartez, korrante zuzeneko tarteko etapa batera pasatu egiten da, 400 V-eko korrante zuzeneko etapara, non berun azidoko bateriak konektatu egiten dira. Bateriak elikatu eta gero, berriz alderantzaketa prozesu bat dago, berriz 400 V-eko korrante alfernoa edukitzeko.

Motorra, korrante zuzeneko makina elektriko da, Alconza enpresak egindakoa. Motorra, 1982ko urriaren 27koa da, GC315L-F(6-7) motakoa. IP23 babes maila dauka. Hurrengoko taulan, aurkezten dira bere balio izendatuak:

I.Taula. Funikularraren motorraren ezaugarriak.

Potentzia (kW)	260
Abiadura (bira/min)	1500
Tentsioa (V)	400
Korrantea (A)	692
Kitzikapen Tentsioa (V)	220
Kitzikapen Korrantea (A)	6,6

Makina elektrikoak, bidaia irauten duen bitartean, korrante zuzeneko motor eta korrante zuzeneko sorgailu bezala lan egingo du. Bidaia bakoitzean, erregimen bakoitzean lan egingo duen denbora eta emandako edo xurgatutako potentzia aldatuko da, bidaia bakoitzean igo eta jaitsi egiten diren pertsonen arabera.

Gaur egun dagoen instalazioan, makina elektrikoak sorgailu moduan lan egiten duenean, makina elektrikoak emandako energia erabili egiten da bateriak kargatzeko, modu honetan, SAI sistemaren bateriak kargatzeko saretik ahalik eta energia gutxien erabili egiten da.

Sistema honek daukan arazoa da bateriak asko kaltetu egiten dituela. Makina elektrikoak, sorgailu moduan bakarrik egiten du lan minutu batean bidaia bakoitzean, batez beste. Bateriei heltzen zaien korronteak, oso balio altuak izaten ditu eta iraupen gutxikoak. Kontuan izan behar da, bateriak diseinatuta daudela karga konstante batean, bai korronte eta bai denboran, kargatzeko eta ez puntako balioak jasateko. Horregatik, baterian bizitza erabilgarria jaitsi egiten da hauek kaltetu egiten direlako lan baldintzak direla eta.

Bateriek jasan egiten dute esfortzua txikitzeko eta hauen bizitza erabilgarria ez murrizteko, tentsio erreguladore bat instalatu egin zen. Tentsio erreguladoreak, uneoro neurtu egiten du bateria blokearen tentsioa (bateria blokea hainbat bateria moduluz osatuta baitago) eta blokearen sarreran 400 V baino tentsioa handiagoa lortzen bada, haizegailu sistema martxan jarri egiten da. Bateriak deskargatzean, bloke osoak eman ahal duen tentsio maila jaitsi egiten da eta kargatze prozesuan, hauen tentsioa gora doa kargatzen diren bitartean. Kasu honetan, 400 V baino gehiago badaude, bateriak gainkargatzeko arriskua dago.

Haizegailu sistema martxan jartzean, 15 kW-eko 3 haizegailuak martxan jarri egiten dira, sortutako potentzia xurgatzeko baterietara joan ez dadin. Modu honetan, haizegailuak karga moduan funtzionatuko dute makina elektrikoak ematen duen potentzia erabiltzeko. Era honetan, bateriak guztiz kargatuta badaude, bidaia batean sortzen den energia haizegailuek kontsumitu egiten dute eta ez da modu erabilgarri batean erabiltzen. Gogoratu behar delako haizegailu hauen funtzioa dela bateriak babestea hauen bizitza erabilgarria handitzeko eta sistema ez kaltetzeko.

Korronte zuzeneko makina kontrolatzeko, paraleloan bi alderanzgailu konektatuta daude, *SIMOREG DC MASTER* eta *MOTOCON DC* alderanzgailua. Alderanzgailu hauek makina elektrikoaren funtzionamendua kontrolatu eta babestu egiten dute. Paraleloan bi alderanzgailu izatea segurtasuna bermatzeko da, hau da, aparatu kritikoak bikoiztuta egotea akats baten aurrean modu egoki batean erantzun ahal izatea da helburua. Horrela, alderanzgailu bat kaltetu egiten bada, bestea konektatu ahal da zerbitzua eta funtzionamendua bermatzeko.

Behe geltokiko igogailuak, 9 kW-eko motorra erabiltzen du. Igogailu sistema honek, Thyssenkrupp enpresa instalatutakoa da. Motorra kontrolatzeko, alderanzgailu bat erabiltzen da babes funtzioa duena. Alderanzgailu honek, elikadura arazo edo akats batengatik eteten bada, martxan badago une horretan, sistemak ahalbidetzen du era seguru batean bidaia amaitzea.

## 2.7.2. Energia biltegitratzeko sistemak

### 2.7.2.1. Bateriak

Bateriak, akumuladore elektrikoak dira (energia elektrikoak metatu egiten dutenak) prozesu elektrokimikoen bitartez. Lehenetik hornitutako elektrizitatea metatu eta eman egiten dute. Bateria baten karga eta deskarga kopuruak, bere bizi-itxaropenak mugatuko ditu.

Bateriek eskaintzen duten abantailen artean, energia dentsitate handia dutela beste akumuladoreekin alderatuz eta hauen prezioa. Bateriak asko ikertu egin dira eta merkatuan dagoen baliabiderik hedatuena eta hautatuena da gaur egun.

Kontran, bateriek hainbat desabantailak aurkezten dituzte. Bateriek ez dute balio edozein egoeretarako, hau da, karga eta deskarga denborak errespetatu behar dira. Oso azkar deskargatu edo kargatu egiten badira, baterien bizi-itxaropena jaitsi egiten da. Prozesu elektrokimiko baten ondoren energia elektrikoak metatzen denez, bateriak ez dira batere gomendagarriak puntako karga eta deskarga aplikazioentzako. Errendimendua aldakorra da, bateria motaren arabera. Errendimendua txarrago duten bateriak, barne

erresistentzia handiena dutenak dira. Hau antzeman egiten da bateria kargatzen eta deskargatzen denean. Denborarekin bateriak deskargatzen doaz, ihes-korronteak direla eta.

### 2.7.2.1.1. Fluxu motako bateriak

Fluxuko bateriak, berriz kargatu ahal diren bateria elektrokimikoak dira. Bi osagai kimiko osatu egiten dute bateria hauek, likido egoeran eta bananduta mintz baten bidez. Iaien elkartrukea (hau da, fluxu elektrikoaren zirkulapena) mintzetik eman egiten da. Osagai kimiko bakoitza bere atalean dago eta ioiak mintzetik zehar pasatu egiten dira.

#### 2.7.2.1.1.1. Berun-Azidoko bateriak

Bateria mota hauek, aukera ekonomikoa aurkezten dute erosterakoan, baina behar dute espazio asko eta mantentzea. Bateria hauek aproposak dira pisua aukeratze irizpide garrantzitsua ez denean, adibidez, gasolina eta diesel autoetan bateria hauek erabili egiten dira abio motorra elikatzeko. Ohikoena da bateria hauek bizi-itxaropen txikia izatea. Gaienera, bere bizi-itxaropena asko jaitsi egiten da bateriaren karga kapazitatearen %30-tik behera lan egiten badute. Gainera, bateria hauek asko deskargatu egiten badira, bateriaren terminalak (anodoa eta katodoa) sulfatatu egin ahal dira.

Berun-azidoko bateriak oso toxikoak dira eta aireztapen sistema bat behar dute, horregatik aireztapen ona ez duten lekuetan edo leku txikietan ez dira aproposak erabiltzeko. Gaur egun, birziklatzeko sistemak badaude bateria hauek bere bizitza erabilgarria bukatzen denean, beruna eta azidoa separatzeko eta birziklatzeko.

- Katodoa:  $\text{PbO}_2$ -koa (berun dioxidoa) da.
- Anodoa: Berun-azidoko baterien anodoak berun harrotsuz osatuta daude.
- Elektrolitoa: Disoluzio batez osatuta dago. Disoluzio hau, urez ( $\text{H}_2\text{O}$ ) eta azido sulfurikoz osatuta dago ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

#### 2.7.2.1.1.1.1. Berun-Azidoko bateriak balbulaz erregulatuak

Berun-azidoko bateria balbulaz erregulatua edo *VRLA* (*valve-regulated lead-acid battery*) ingelesetik datorren izenetik ezagutuak dira. Bateria hauek berun-azidoko familiakoak dira, baina hauek hermetikoak dira. Bateria hauek ez dute behar mantentzerik eta ez da beharrezkoa aireztapen sistemarik, ez dagoelako gasen ihesirik. Bakarrik emango dira gainkarga edo osagai baten akatsa ematen baldin badira.

VRLA bateria bi mota daude, *AGM* eta *Gel* motakoak. Hurrengokoak dira bi bateria mota hauen ezaugarriak esanguratsuenak:

- **AGM:** VRLA bateria moten barruan kokatzen dira, hauen izena ere ingelesetik dator (Absorbent Glass Mat).
- **Gel:** VRLA bateria mota hauetan elektrolitoa "gel" moduan dago. *AGM* bateriekin alderatzen badira, *Gel* motakoek bizitza erabilgarri handiagoa dute eta karga-deskarga ziklo kapazitate hobea.

#### 2.7.2.1.1.2. Banadio Redox-ko bateriak

Banadio Redox-ko bateriak, fluxu motako baterien artean garatuenak dira. Energia metatzeko, banadio redox bikoteak  $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$  katodoan metatzen dira eta anodoan  $\text{V}^{4+}/\text{V}^{5+}$  bikotea. Elektrolitoa, azido



sulfurikoa da. Karga eta deskarga prozesuen artean,  $H^+$  elektroiak trukatu egiten dira bi deposituen artean mintz polimeriko baten bitartez. Bateria hauen energia dentsitatea 10 eta 20 Wh/kg bitartean dago.

Banadio Redox-ko bateriak aurkezten duten abantailarik nagusia hauen bizitza erabilgarria da, 10000 zikloko baino handiagoa izaten delako.

Kontran, bateria hauek aurkezten duten desabantailen artean, aurkezten duten erlazioa bolumen eta eman ahal duten energiaren artean, beste bateriekin alderatuz. Aipatzekoa da bateria hauen sistemaren konplexutasuna beste bateria motekin alderatzerakoan.

### 2.7.2.1.1.3. Zink-Bromurozko bateriak

Zink-Bromurozko bateria, fluxu motako baterien familien barnean sartu egiten da. Zink-Bromurozko soluzioa ( $ZnBr_2$ ) depositu ezberdinetan gorde egiten da, bata anodoarentzat eta bestea katodoarentzat. Elektrolitoa, gehien bat likido egoeran dagoena, zink-bromurozko gatza da, uretan disolbatuta.

Bateria honen ezaugarrien artean, bizitza erabilgarria da aipagarriena, normalean 2000 zikloko baino handiagoko bizitza erabilgarria duelako. Aipatzekoa da duten energia dentsitatea, 34 eta 54 Wh/kg bitartean egoten dela.

### 2.7.2.1.2. Gatz motako bateriak

Gatz motako bateriak, bateria primario edo sekundarioak izan ahal dira. Bateria hauen ezaugarririk bereziena lan egiten duten lan tenperatura da ( $300^\circ\text{C}$ -ko inguruan dagoena) eta gatz urtuta erabili egiten dutela elektrolito moduan.

#### 2.7.2.1.2.1. Sodio Sulfurozko bateriak

Sodio Sulfurozko, gatz urtutako motako bateriak dira. Bateria honek, elektrodo positiboan sulfuro likidoa dauka eta elektrodo negatiboan sodio urtua. Elektrolitoa, aluminazko zeramika bat da.

Sodio Sulfurozko bateriek, energia dentsitate altua dute, bizitza erabilgarri altua (lan ziklo asko jan egiten dituelako bere bizitza erabilgarrian) eta karga eta deskarga zikloetan efizientzia altua (normalean % 89-92 arteko eraginkortasuna).

Kontran, bateria mota hauen lan tenperatura oso handia da,  $300^\circ\text{C}$  eta  $350^\circ\text{C}$  tenperaturen tartean lan egiten dute. Gainera, instalazio eta langileentzat arriskutsuak izan daitezke, sodio sulfuroa oso korrosiboa delako.

Bateria hauen erabilpena anitza da, energia eta potentzia eskaerak kudeatzeko erabili egiten direlako.

#### 2.7.2.1.2.1.1. ZEBRA bateriak

ZEBRA bateriak (*Zeolite Battery Research Africa Project*) 1985-ean Johan Coetzer-ek Hegoafrikan burututako proiektuarekin jaio ziren bateria sekundarioak dira. Bere lan tenperatura  $250^\circ\text{C}$ -koa da eta elektrolito moduan sodio-aluminio-kloroa ( $NaAlCl_4$ ) edo sodio-nikel-kloroa ( $NaNiCl$ ) birrinduak ditu. Katodoa sodio birrindua da. Anodoa, bateriaren karga egoeraren arabera aldatu egiten da. Kargatuta dagoenean, nikel kloruroa da anodoaren konposatua eta bateria deskargatzen denean (erreakzio kimikoen ondorioz) nikelzkoa izango da.

ZEBRA bateriek, potentzia eta energia dentsitate onak aurkezten dituzte 150 W/kg eta 90 Wh/kg. Bateriak hauek oso aproposak dira ibilgailu elektrikoentzat, aurkezten duten energia eta potentzia dentsitateengatik.

Kontran, bateria hauek duten lan tenperatura oso altua da eta horregatik ez dira hainbat aplikazioentzat aproposak. Kontuan izateko da bateria hauek dituzten galera termikoak, aipatu egin diren lan tenperatura altuengatik.

### 2.7.2.1.3. Litio-Ioi Bateriak

Litio-ioiko bateriek, gero eta garrantzi handiagoa izango dute merkatuan, bateria hauek dituzten propietateengatik. Litio-ioiko bateriek, energia dentsitate handia dute, efizientzia altua eta autodeskarga txikia dute. Etorkizunean, biltegiratze sistema hauek superkondentsadoreen potentzia dentsitatearen antzekoa edo oso hurbil dagoena lortuko dute. Beste bateria motekin alderatuz, diseinatuta dauden tenperatura tartean lan egiten badute, Litio-ioiko baterien bizitza erabilgarria handiagoa izango da.

Litio-ioiko bateriek ere desabantailak aurkezten dituzte eta ez dira aplikazio guztientzat aproposak. Litio-ioiko baterietan oso kontrolatuta eduki behar dira karga eta deskarga zikloak, bestela, bateria hauek larregi kaltetu egiten direlako. Gainera, gainkarga egoeretan, oso ezegonkorak bihurtu egiten dira. Aurreko desabantailen eragina murrizteko, sistema elektronikoa bat gehitu ahal zaio biltegiratze sistema kontrolatzeko. Sistema elektronikoa honek, biltegiratze sistemaren kudeaketa egiten du, hala nola: karga eta deskarga zikloak kontrolatzea, biltegiratze sistemaren tentsioa... sistema elektronikoa *BMS (Battery Management System)* izena hartu egiten du ingelesetik.

Hainbat parametro kontrolatu egiten du sistema elektronikoa Litio-ioiko baterien efizientzia eta bizitza erabilgarria bermatzeko. Kontuan izateko da ere biltegiratze sistema honek duen prezio altua, beste bateria sistemekin konparatuz.

Orokorrean, Litio-Ioiko bateriek hurrengo elementuak osatu egiten dituzte:

- Katodoa: Normalean konposatu ez metaliko batez osatuta egoten da, litioa dena. Erabiliena  $\text{LiCoO}_2$  (*Litio Kobalto Oxidoa*) da baina beste materialak ikertzen ari dira.
- Anodoa: Karbonoan oinarrian duten materialak erabili egiten dira normalean, hala nola, grafitoa edo Kokea. Material berriak ikertzen eta probatzen ari dira, adibidez: Litio titanatoak.
- Elektrolitoa: Bateria hauek litio ioien garraioan datza, katodo eta anoaren artean. Elektrolitoak, garraio moduan lan egiten du. Gaur egun, bi elektrolito mota nagusi bi daude: gatz karbonatuak eta elektrolito polimerikoak.

### 2.7.2.1.4. Nikel Metal hidruoko bateriak

Nikel Metal hidruoko bateriak, Nikel Kadmioko bateria motakoen hobekuntza bat dira. Hauen kapazitatea handiagoa da Nikel Kadmioko bateriekin alderatzerakoan. Nikel Metaleko baterien dentsitate energetikoa, bolumen unitateko, Litio-Ioi baterien antzekoa da. Bateria hauek aurkezten duten arazoa autodeskarga maila da, Nikel Kadmioko bateriekin alderatzerakoan.

Bateria hauen bizitza erabilgarria 500 eta 2000 karga eta deskarga zikloetan dago.

Nikel Metal hidruoko bateriek, NiMH izena hartu egiten dute. Hidrogenoaren konposatu bat erabili egiten dute elektrodo negatibo moduan (Kadmioaren orde) eta nikel oxidoxidoa ( $\text{NiOOH}$ ) elektrodo

positibo moduan. Deskarga prozesuan, hidruro metalikoak  $\text{OH}^-$  ioiarekin erreakzionatu egiten du. Erreakzio honen ondorioz, elektroio bat, ura eta oxidoxido metalikoa sortu egiten da.

### 2.7.2.1.5. Metal Aireko bateriak

Aire metal motako bateriak, oso errespetutsuak dira ingurugiroarekin beste bateria motekin alderatzerakoan. Aire metalezko baterien energia dentsitatea, altua da beste bateriekin konparatzen bada.

Metal aireko bateriak, zelula primarioak dira, hau da, ez dira birkargatzen. Metalezko anodoa kontsumitzen denean hau aldatzen ez bada, bateriek ez dute energia elektriko gehiagorik sortuko.

Bateria hauen anodoak, *Al* edo *Zn* metalez osotuta egoten dira normalean (metal gehiagoko konfigurazioak ere badaude). Anodoan dauden metalek oxidatzerakoan, elektroioak sortu egiten dituzte. Katodoak karbono porotsukoak izaten dira normalean eta atmosferako oxigenoarekin erreakzionatu egiten dute. Elektrolitoak egoera likidoan egoten dira normalean, baina ere egon ahal dira mintz polimeriko moduan.

Bateria hauek pentsatuta daude energia eskaerak kudeatzeko potentzia eskaerak baino. Kontuan izateko da bateria mota hauek ezin direla berriz kargatu.

### 2.7.2.1.6. Nikel Kadmioko bateriak

Nikel kadmioko bateriak oso erabiliak izan dira etxe mailan eta industria mailan. Izan ere, mota hauetako bateriak gero eta gutxiago erabili egiten dira, garatuago diren beste teknologiangatik. Kontuan hartzeko da, bateriak fabrikatzen duten enpresa askok, mota hauetakoak fabrikatzen dituztela eta oso errentagarriak direla, beste bateria mota batzuekin konparatzean. Bateriak hauek daukaten berezitasun oso garrantzitsu bat da oso baldintzatuta daudela bere erabilpen tenperaturagatik. Hau da, lan egiteko giro tenperaturen tartean artean lan egiten ez badute, bateria hauek beraien erabilpena asko jaitsi egingo da. Bateria hauek daukaten energia dentsitatea (bateriak eduki dezakeen energia kantitatea) merkatuan dauden bateriak baino altuagoa dute mota hauetako bateriek. Baina, bateria hauek oso kutsakorak direnez, hauen erabilpena gero eta txikiagoa da.

### 2.7.2.2. Superkondentsadoreak

Superkondentsadoreak energia elektriko metatzeko sistema bat dira. Energia elektriko metatzeko sistema honetan, energia elektriko karga elektrostatikoen moduan biltegitzen da. (Partikulen propietate fisiko bat da, non partikulen arteko indarren moduan ematen den, erakarpen eta aldarapen indarrak, partikulak duten zeinuaren arabera).

Eraikuntza eta funtzionamendua kondentsadore baten antzekoa da. Hau da, bi plaka eroale direnak eta erdian material dielektrikoa duena.

Superkondentsadoreen propietate nagusietariko bat da oso azkar kargatu eta deskargatu ahal direla, korrante oso handiak xurgatuz edo emanez, bateriak ez bezala. Propietate hau posible da lehen aipatu den moduan, kondentsadoreek energia elektriko karga elektrostatiko moduan metatzen dutelako.

Superkondentsadoreak bateriekin alderatzen badira, ikus daiteke nola hauek ez dutela mantentzearen beharrik. Bizitza ziklo gehiago dituztelako (karga eta deskarga zikloak), bizitza erabilgarri gehiago (giroko tenperatura eta karga eta deskarga korranteek ez dute bizitza erabilgarria kaltetzen, baterietan ez bezala). Aurrekoa ikusita, antzematen da superkondentsadoreak sendoagoak direla bateriak baino.

Alde batetik, kontuan eduki behar da biltegiratze sistema honek dituen kontrako aldeak, hala nola, hauen prezioa bateriekin alderatzean hauek askoz garestiagoak dira. Beste aldetik, sistema honek aurkezten dituen eragozpenak energia metatzeko (energia kapazitate mugatua bateriekin alderatuz).

### 2.7.2.3. Inertzia Bolanteak

Inertzi bolantea edo "flywheel" sistema, energia biltegiratze beste sistema bat da. *Flywheel* sistema, biraka dagoen masa bat da. Masa hau, ardatz batera lotuta dago eta sistema guztia estatore baten barruan. *Flywheel* sistema, makina elektriko batera konektatu egiten da. Makina elektrikoak, sorgailu edo motor moduan lan egingo du, inertzi bolantea energia biltegiratzen edo ematen, kasuaren arabera. Potentzia elektronikoko zatia egoten da, energia sarearekin edo kargarekin era apropos batean hornitzeko. Inertzia bolanteek normalean hutseko egoeretan lan egiten dute erresistentzia aerodinamikoa murrizteko.

Biltegiratze sistema honek aurkezten dituen abantailak hurrengokoak dira:

- Energia dentsitate handia.
- Mantentze murriztua.
- Bizitza erabilgarri handia (25 urte batez beste edo milaka lan ziklo)
- Biltegiratze sistema honetan erabiltzen diren materialek ez dute ingurugiroa kaltetzen edo kutsatzen.

Kontran, inertzi bolanteek aurkezten dituzten desabantailak hauek dira:

- Inertzia bolanteek daukaten autodeskarga maila oso handia da.
- Potentzia pikoak biltegiratzeko ez da aproposa, lehenetik metatutako energiak asko baldintzatu egiten du ahalmen hau.
- Kontrol sistema konplexu baten beharra dauka eta ekipo laguntzaileak behar dira, hala nola: KA/KZ konbertidoreak, hozte sistema, hutsa egiteko bonbak...

### 2.7.3. Energia berreskuratze sistemak

Hurrengoko puntuetan energia berreskuratze sistema komertzial ezberdinen azterketa egingo da, ikusteko ikertutako sistemen artean baten bat egokia den burutu nahi den instalaziorako. Hurrengoko sailkapena egin da energia berreskuratze sistemak ikertzeko:

- Biltegiratze mugikorrek aplikazioak.
- Biltegiratze estatikoko aplikazioak.
- Sarera itzultzen duten aplikazioak edo *Back to the Grid*.
- Epic Power enpresaren EPC3k.

#### 2.7.3.1. Biltegiratze mugikorrek sistemak

Mota honetako berreskuratze sistemak, tranbia eta trenetan instalatu egiten dira, batik bat. Energia berreskuratze sistema hauek, bagoietan joan egiten dira, horregatik, dimentsioak eta pisuak oso mugatuak dituzte oreka bat lortzeko aurreztutako eta kontsumitutako energiaren artean.

Motorrak balaztatze erregimenean energia sortzen duenean, energia biltegiratzeko sisteman metatu egiten da eta behar denean motorra berriz elikatu egiten da metatutako energiarekin. Modu honetan, motorra

balaztatze erregimenean sortutako energiarekin elikatu egiten da eta katenariaren tentsioa kontrolatu egiten da, sortutako energia ez delako momentu katenariara itzultzen.

### 2.7.3.1.1. ACR sistema

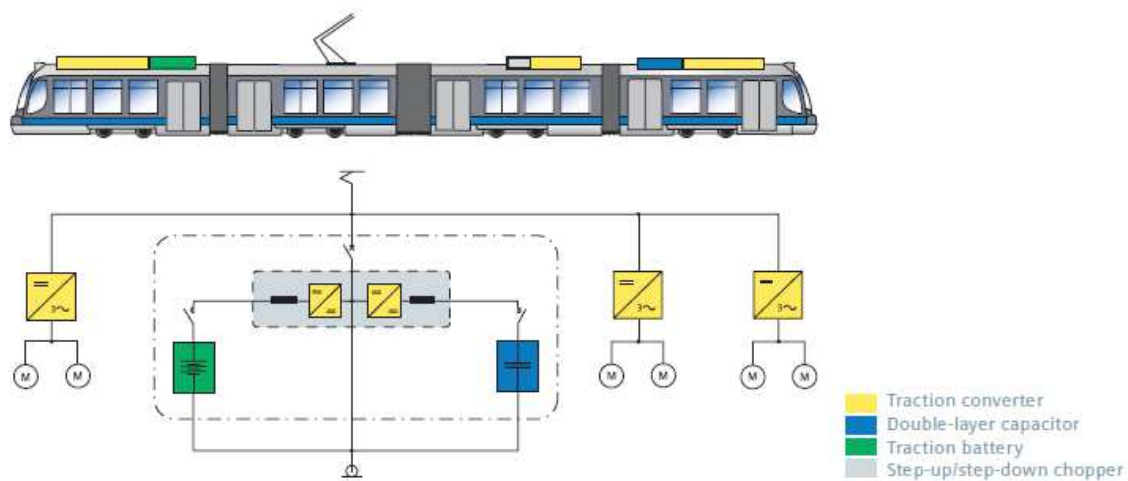
ACR sistema *Acumulación de Carga Rapida*-tik hartu egiten du izena. CAF enpresak garatutako sistema da. Sistema honek daukan berezitasun bat da ahalbidetzen dituela trenak edo tranbiak katenaria gabe ibiltzea (gaur egun bakarrik tranbietan jarri egin da). Sistema honek, balaztatzean sortzen den energia biltegitatu egiten du eta bakarrik elikatu egiten da trena edo tranbia geltokietara heldu egiten denean.

Sistema trenen edo tranbien bagoietan joan egiten da. ACR sistema, sistema modularra da, hau da, modulu bakoitzak seriean konektatzen diren superkondentsadore kopuru zehatz bat osatzen du. Eskuera edo beharren arabera, modulu bakoitzean, superkondentsadore gehiago edo gutxiago jarri egin ahal dira eta gero moduluak paraleloan konbinatu, nahi den konfigurazioa lortu arte.

### 2.7.3.1.2. Siemens Sitras Hes

Siemens enpresak garatutako sistema modularra energia berreskuratzeko da Sitras Hes sistema. Energia berreskuratzeko sistema honen berezitasun nagusia da superkondentsadoreak eta nikel metal hidrurozko bateriak erabili egiten dituela.

Energia berreskuratzeko sistema honek sistema modularra da, superkondentsadoreak modulu batean instalatuta daude eta bateriak beste modulu batean. Superkondentsadoreak erabili egiten dira balaztatze erregimenean sortutako energia biltegitatzeko eta tren edo tranbiaren motorrak elikatzeko beharrezkoa denean. Aldiz, bateriak, erabili egiten dira energiaren eskaera konstantea eskatzen duten zerbitzuentzat, adibidez, kontrol, aginte eta zerbitzu lagungarriak.



1.Irudia. Sitras HES sistemaren instalazioa tranbia batean.

### 2.7.3.2. Biltegitatze estatikoko sistemak

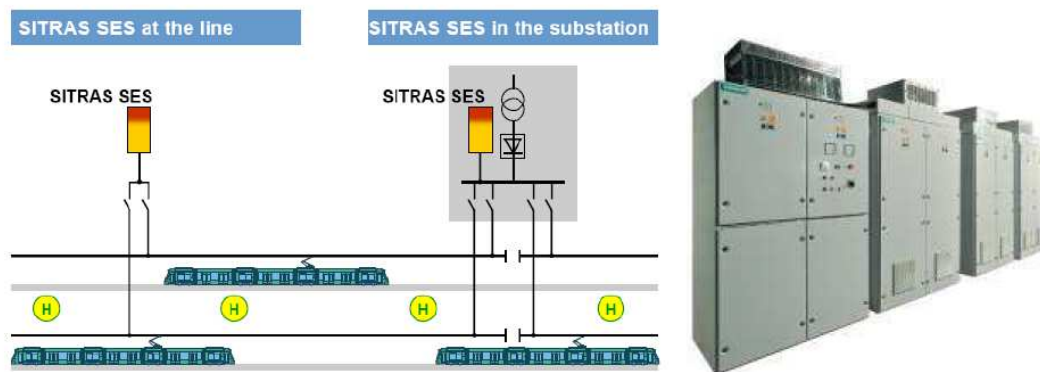
Biltegitatze estatikoko energia berreskuratzeko sistemak, finkoak dauden sistemak dira. Normalean, instalazioa hornitzen duen azpiestazioak edo haientzat bereziki prestatutako lokaletan kokatu egiten dira. Hauen funtzionamendua da balaztatze erregimenean sortutako energia metatzea, behar den unean kontsumitu ahal izateko. Energia sarera bueltatzeko aukerarik ez dauka energia berreskuratzeko sistema honekin.

Energia berreskuratzeko sistema hauek katenariaren tentsioaren kontrolean lagundu egiten dute eta trafikoaren gestioan, ez delako behar izango tren edo tranbia bat balaztatzen dagoen bitartean beste bat abioan egotea, energia aprobetxatu dezan. Kasu honetan energia biltegitratzen denez, edozein momentuan erabili daiteke.

### 2.7.3.2.1. Siemens Sitras Ses

Energia berreskuratzeko sistema estatikoa da eta existitzen den sistemaren paraleloan instalatzen da. Sitras Ses sistemak, superkondentsadoreak erabili egiten ditu balaztatze erregimenean sortutako energia elektrikoa metatzeko.

Sistemaren aplikazioak katenariaren tentsioaren egonkortasuna eta energia elektrikoaren metaketa dira. Sistema modularra da instalazioan ahalik eta espazio gutxien erabiltzeko. Sitras Ses energia berreskuratzeko sistema, existitzen den azpiestazioan edo berrietan instala daiteke.



2.Irudia. Sitras SES sistemaren konfigurazioaren posibilitateak.

### 2.7.3.3. Sarera itzultzen duten sistemak "Back to the Grid"

Berreskuratze sistema hauek, normalean instalazioa hornitzen duen transformazio zentrotik gertu kokatu egiten dira. Instalazioak hornitzen duten transformazio zentroak norabide bakarrekoak dira eta bakarrik ahalbidetzen dute energiaren kontsumoa. Sistema hauek, ahalbidetzen dute energia berriz sarera bueltatzea. Energia elektrikoaren aldaketa egiten dute, korrante zuzenetik korrante alternora eta berriz sarera bueltatzen dute, beste tren edo erabiltzailereren bat behar izatekotan erabiltzeko.

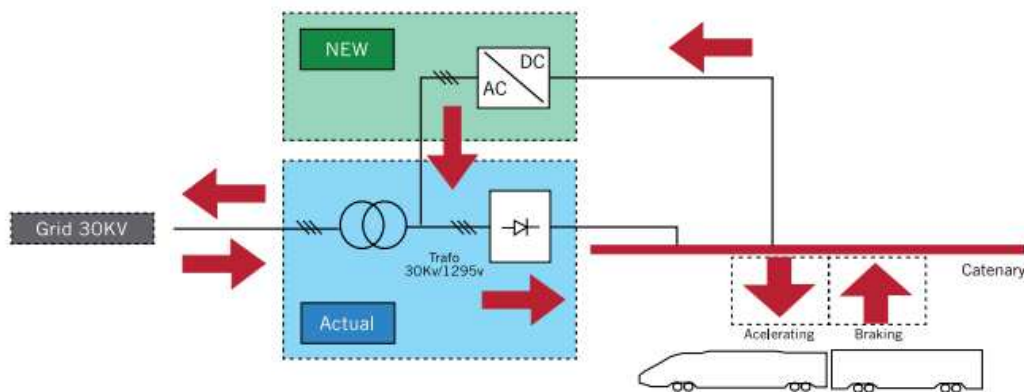
#### 2.7.3.3.1. Ingeber sistema

*Ingeber* sistema, INGETEAM enpresak garaturiko sistema da bat da, trenetako energia berreskuratzeko. Sistemak, trenetako motor edo motorretan ematen den balaztatze birsortzailea aprobetxatu egiten du, energia berriz sarera bueltatzeko. Sistemak honek daukan abantaila da korrante zuzeneko motorrak erabiltzen diren trenetan ere erabili egin daitekeela. Trenen energia aprobetxatzeko, balaztatze erregimenean lan egiten dutenean, beste tren bat erabili behar du momentuan balaztatzean sortzen den energia, ez dagoelako aukera sarera bueltatzeko. Azpiestazioak noranzko bakarrekoak direnez, aprobetxatu ezin den energia erre egiten da katenariaren segurtasuna eta sistemarena bermatzeko. *Ingeber* sistemak, hau konpondu egiten du.

*Ingeber* sistemarekin, bi noranzkoko energia transferentzia ahalbidetu egiten du, lehenago zeuden zailtasunak hobetzen. Lehenago zegoen azpiestazioaren transformadoreari eta KZ/KZ rektifikadoreari, potentzia elektronikako gailua gehitu egiten zaio (KZ/KA bihurgailua). *Ingeber* sistemak, katenaria kontrolatu egiten du uneoro, balaztatzean sortzen den energia, beste tren batek erabili ezin badu, sarera emateko. Modu honetan, momentu guztietan energiaren transferentzia kontrolatu egiten denez, sarera bueltatzen den energiaren kalitatea bermatu egiten da.

Hurrengokoak dira *Ingeber* sistemaren abantailak:

- *Ingeber* sistema instalatzerakoan ez dira aldatu behar azpiestazioan dauden elementuak, adibidez, transformadorea.
- Sistemak ahalbidetu egiten du banatzea trenak sortu egiten duten energia eta funtzionatu egiteko behar dutena. Honek energiaren aprobetxamendu handiagoa dakar.
- Akats baten aurrean sistema isolatu daiteke, instalazioa ez kaltetzeko eta funtzionamendua bermatzeko.
- Sistema ez da kaltetzen katenarian eman daitekeen zirkuitulaburrengatik.



3.Irudia. *Ingeber* sistemaren konfigurazioa energia sarera bueltatzeko.

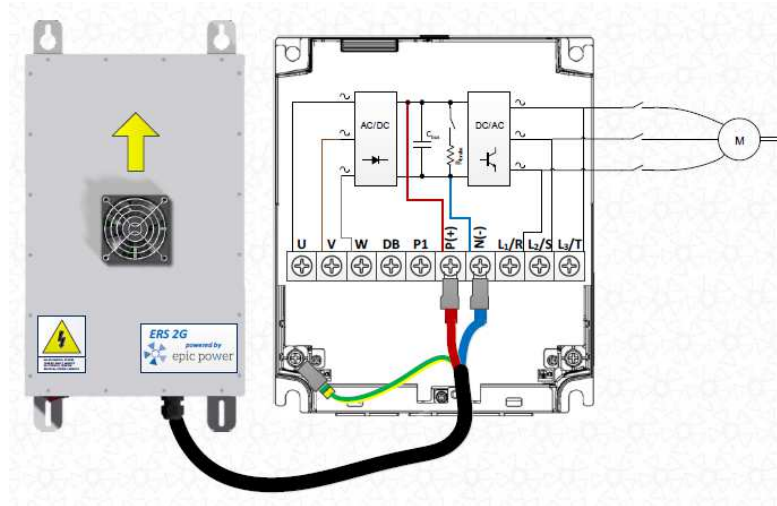
#### 2.7.3.4. EPC3k (EPIC POWER)

Epic Power, Zaragozan kokatzen den enpresa da. Enpresa honek, Zaragozako unibertsitatearekin kolaboratu eta lan egiten du, proiektuak eta ikerketak aurrera eramateko. Energia elektrikoaren aurreztea eta efizientzia elektrikoaren hobekuntzan lan egiten dute.

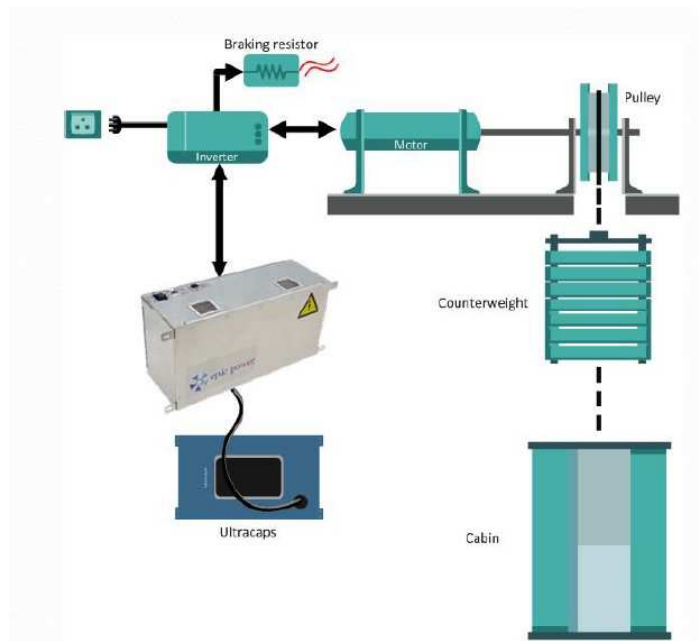
Azken urteetan, energia berreskuratzeko hainbat produktu diseinatu eta komertzializatu egin dituzte, EPC3k, adibidez. EPC3k-ak, bi noranzkoko KZ/KZ bihurgailua da. Hainbat aplikazioetarako erabili daitekeena, adibidez DC bus baten energiaren kudeaketa edo salmenta gehien izan duen aplikazio, igogailuen energiaren berreskurapenerako.

Epic Power enpresaren ekipoez duten berezitasun nagusia instalazioaren erraztasuna da. Instalazioan dagoen igogailuaren bihurgailuan konektatu ahal dira, aldatarik egin gabe, 4. irudian ikusten den moduan. Igogailuak sortzen duen energia balaztatze erregimenean, superkondentsadoreetan gorde egiten da eta behar denean, igogailuari itzultzen zaio eta modu honetan igogailuaren kontsumoa jaitsi egiten da.

EPC3k bihurgailuek, *plug and solar* aukera ahalbidetzen dute, hau da, eguzki panelak gehitzea igogailuaren instalazioari. Modu honetan, superkondentsadoreek eguzki panelak eta igogailua balaztatzean energiaren hornituko dituzte. Konbinazio honekin, lortu daiteke igogailuak guztiz energia berriztagarri hornitua izatea.



4. Irudia. Epic Power enpresako produktuen konexioa.



5. Irudia. Igogailu batean energia berreskuratzeko sistemaren konfigurazioa.

## 2.8. HARTUTAKO EBATZIA

Hurrengoko puntuetan hautatutako ebaziaren justifikazioa aurkeztuko da. Instalazioaren diseinua eta berezitasunak kontuan izanda, hurrengokoak kontuan izango dira energia berreskuratzeko sistema egokiena hautatzeko:



- **Legedia:** 900/2015 RD arabera, sarera energia bueltatzearen kostu finko eta aldakorrak zehazten ditu. Bideragarritasun ekonomikoa bermatzeko, ez da sarera energiari bueltatuko. Modu honetan, 900/2015 RD-ak definitzen dituen zergak aurreztuko dira. Horregatik, ez dira hautatuko sare elektrikora energia bueltatzen duten ebatziak.
- **Motorraren konfigurazioa:** Energia berreskuratzeko sistema hautatzeko, instalazioak dituen berezitasunak kontuan eduki behar dira. Energia elektrikoa sortuko duen motorra, balaztatze erregimenean lan egitean, goiko geltokian kokatuta dago. Hau kontuan izanda, ez dira hautatuko biltegiratze mugikorreko aplikazioak, balaztatze erregimenean lan egiten duen motorrak fisikoki geldirik dagoelako, ez doa funikularraren barruan.
- **Erabil daitekeen espazioa:** Energia berreskuratzeko sistema, goiko geltokian dagoen gelan kokatuko da. Horretarako, gela prestatuko da, hau erreformatuz, energia berreskuratzeko sistema kokatzeko.

Biltegiratze mugikorreko sistemak, hau da *ACR* eta *Sitras Hes* sistemak, ez dira egokiak instalaziorako bi sistemak pentsatuta daudelako finkoak ez diren motorrentzat, hau da, treneko eta tranbietako motorrentzat, hain zuzen ere. Balaztatze erregimenetik datorren energia biltegiratzeko eta kudeatzeko pentsatuak daude, baina ez egoera luzeetan biltegiratzeko. Horregatik, bi irtenbide hauek baztertu egin dira.

Biltegiratze finkoko sistema, hau da *Siras Ses* sistemak, lehenengo bi irizpideak era egoki batean bete egiten ditu. Sarera energia elektrikoa bueltatzen ez delako eta motorra dagoen solairuan instalatu ahal delako. Nahiz eta biltegiratze sistema joango den gelaren handipena egingo denik, *Sitras Ses* sistemak ez da gelan sartzen. Bestela, kontuan hartzeko irtenbidea izango zen aurkezten dituen ezaugarriak direla eta.

*Back to the Grid* sistema, hau da, *Ingeber* sistema, ez da aproposa instalaziorako, legedia dela eta. Sarera energia elektrikoa bueltatzea nahi bada, hainbat prozedura administratibo jarraitu behar dira, hala nola: *RAIPRE* erregistroan izena ematea kontsumitzaile motaren arabera, administrazio eta konpainia elektrikoekin instalazioaren konexiorako baimenak lortzea eta kudeatzea... Kontuan izan behar da energia sare elektrikora bueltatzearen kostuak: Instalazioaren egokimendua legea betetzeko, neurketa ekipoen instalazioak, ordaindu behar diren zergak energia elektrikoa sarera bueltatzeagatik eta administrazio zigorrak legea betetzen ez bada. Legedia aldatzen ez bada, energia elektrikoa sarera bueltatzen duten aplikazioak ez dira interesgarriak izango instalazio honetarako.

EPC3k sistemak, igogailuentzat pentsatuta dagoen energia berreskuratzeko sistema da. Funikularraren funtzionamendua igogailu baten oso antzekoa da, baina kudeatu behar diren potentziak oso handiak dira. Horregatik, EPIC Power enpresarekin kontsultatu eta gero, irtenbidea izango zen 10 EPC3k sistema paraleloan jartzea. Hau egiten bazen, eskuragarri dagoen espazioa baino gehiago behar izango zen. Horregatik, ebatzi hau baztertu egin da.

Aurreko ebatziek aurkezten dituzten arazoak ikusita, energia berreskuratzeko sistema osotzeko, metagailu sistema ezberdinak erabiltzea hautatu egin da, hurrenez hurren: bateria elektrikoak, superkondentsadoreak eta inertzia bolanteak.

Instalazioaren berezitasunak direla eta, potentzia eskaerak azkar kudeatu eta energia eskaerak azkar kudeatu behar dira. Baldintza biak betetzeko, biltegiratze sistema hibridoan azterketa tekniko eta ekonomikoa egingo da ebatzi egokiena hautatzeko. Biltegiratze sistema hibridoetan, biltegiratze sistemaren atal batek potentzia eskaerak kudeatu egiten ditu eta besteak energia eskaerak, modu honetan, banaka aurkezten dituen sistema bakoitzaren abantailak sistema osoak aurkeztu egiten ditu biak batzerakoan.

Biltegiratze sistema hibridoan azterketa egin ahal izateko era ordenatu eta erraz batean, biltegiratze sistema bakoitzari letra bat esleitu egin zaio:

- **A biltegiratze sistema:** Bateria eta superkondentsadoreak osotutako sistema.
- **B biltegiratze sistema:** Bateria eta flywheel-ak osotutako sistema.
- **C biltegiratze sistema:** Superkondentsadore eta flywheel-ak osotutako sistema.

### 2.8.1. Aurreztutako energia kantitatea urte batean

Batez beste, urte batean aurreztuko den energia kantitatea energiaren biltegiratze sistema instalatzerakoan 21600 kWh/urte -koa izango da. [ikusi eranskinetako 3.1. puntua].

### 2.8.2. Irizpide Ekonomikoa

#### 2.8.2.1. Elektrizitatearen prezioaren estimazioa

Aurreztuko den diru kantitatea estimatzeko, kontuan eduki beharko dira hurrengoko suposaketak:

- Elektrizitatearen BEZ-a ez da aldatuko behintzat hurrengoko 10 urteetan. Hau da, % 21-ean jarraitu egingo du. Kontuan eduki beharko da bezeroak kWh prezioa ordaintzen duela eta honek daukala BEZ-a. Orduan, aurreztuko duen kantitatea kWh-ko hurrengokoa izango da.

$$\text{Aurreztutako kantitatea} = kWh - \text{aren prezioa} + \% \text{ BEZ} - a$$

- Urtero, elektrizitatearen prezioa % 5 igo egingo du. Kontuan izanda azken 10 urteetan elektrizitatearen prezioa % 80-a igo egin duela batez beste, ontzat emango da hurrengoko suposapena. Suposapen hau zuzena bada, 9 urteetan elektrizitatearen prezioaren igoera % 47,75-ekoa izango da. Hau kalkulatzeko, bigarren urteko prezioa eta 10 urteko prezioak erabiliz, kalkulatu da.

$$\frac{5879,1 - 3979,21}{3979,21} \times 100 = \%47,746 \approx \% 47,75$$

- Ikusita, momentuko baldintzak direla eta, lehenengo urteko kWh prezioa 0,175 kWh/€ -koa hartuko da. Hurrengo urterako, suposatuko da berriz elektrizitatearen prezioa behera joango dela, ez dela egongo arazoak produkzioan (haize gabezia, euri gutxi, Frantziak erositako elektrizitate kantitatea ...). Horregatik, bigarren urtean elektrizitatearen prezioa 0,145 kWh/€-koa izango da eta hemendik aurrera azaldutako irizpidearekin prezioak gora egingo du.

Egindako suposapenak okerrak badira, berriz ikertu beharko da proiektua; elektrizitatearen prezioa jaitsi egiten bada, proiektuaren errentagarritasuna kaltetuta ikusi ahal delako.

#### 2.8.2.2. Cash-flow (kutxa fluxua)

Finantza munduan, kutxa fluxua, efektiboaren sarrera eta irteera fluxuak dira, definitutako lan periodo batean. Aktibo likidoen metaketa bat da, denbora tarte zehaztu batean. Kutxa fluxuaren ikerketak hurrengoko informazioa ematen du:

- Diru likideziaren arazoak: Enpresa edo inbertsio batek errentagarria izan daiteke baina likideziako arazoak izatea. Modu honetan, diru efektiboaren eboluzioa aztertu eta aurrerago hartuko diren erabakiak likidezia handitu edo txikitzeko, beharren arabera.

- Inbertsio proiektuen bideragarritasuna aztertzeko. Honek VAN eta TIR kalkulatzea ahalbidetzen du kutxa fluxuak.

Kutxa fluxu urteratua = Etekin garbiak + Amortizazioak + Kutxa fluxu bildua-Inbertsioa

Kasu honetan, hurrengokoak izango dira kutxa fluxuak definituko duen atal bakoitza:

- Etekin garbiak: Urte horretako aurreztutako diru kantitatea. Hau da, saretik kontsumitu ez den kWh-ko en prezioa eta hauek jasaten dituzten zergak %21-eko BEZ-a.
- Amortizazioak: Aktibo baten amortizazioa izango da. Urte batean erosi egiten denez baina bere bizitza erabilgarrian zehar erabiltzen denez, urtero amortizatzen den diru kantitatea itzuliko balitz bezala kontuan hartu daiteke.
- Kutxa fluxu bildua: Aurretiko urteetatik metatutako kutxa fluxua. Adibidez 8 urteko kutxa fluxu bildua, 7 urteko kutxa fluxu urteratua izango da.
- Inbertsioa: Urte horretan inbertitutako diru kantitatea.

### 2.8.2.2.1. Cash-flow (kutxa fluxua) A biltegiatze sisteman

II.Taula. A sistemaren kutxa fluxua.

URTEA	INBERTSIOA	CASH-FLOW	CASH-FLOW BILDUA
0	-52842,56		-52842,56
1		9232,70	-43609,86
2		8638,10	-34971,76
3		8837,06	-26134,69
4		9045,97	-17088,72
5	-11662	9265,33	-19485,39
6		9495,65	-9989,74
7		9737,49	-252,26
8		9991,42	9739,16
9	-11662	10258,04	8335,20
10		10538,00	18873,20

### 2.8.2.2.2. Cash-flow (kutxa fluxua) B biltegiatze sisteman

III.Taula. B sistemaren kutxa fluxua.

URTEA	INBERTSIOA	CASH-FLOW	CASH-FLOW BILDUA
0	-85691,58		-85691,58
1		9989,30	-75702,28
2		9394,71	-66307,57
3		9593,67	-56713,91
4		9802,57	-46911,33
5		10021,93	-36889,40
6		10252,25	-26637,15
7		10494,09	-16143,07
8		10748,02	-5395,05
9		11014,64	5619,59
10		11294,60	16914,19

### 2.8.2.2.3. Cash-flow (kutxa fluxua) C biltegiatze sisteman

IV.Taula. C sistemaren kutxa fluxua.

URTEA	INBERTSIOA	CASH-FLOW	CASH-FLOW BILDUA
0	-223831,50		-223831,50
1		12717,20	-211114,30
2		12122,60	-198991,70
3		12321,56	-186670,13
4		12530,47	-174139,66
5		12749,83	-161389,83
6		12980,15	-148409,68
7		13221,99	-135187,70
8		13475,92	-121711,78
9		13742,54	-107969,24
10		14022,50	-93946,74

### 2.8.2.3. VAN

Adierazle bat da, etorkizunean egongo diren sarrera eta irteera fluxuak neurtzen dituena. Modu honetan, hasieran edo momentu zehatz batean egindako inbertsioa kontuan hartuta, adierazle honek ea irabaziren bat dagoen ala ez esango du. Adierazle honek bueltatzen duen balioaren arabera, hurrengoko hiru kasuak eman ahal dira:

- $VAN > 0$  : Proiektua errentagarria da. Proiektua etekin ekonomikoa emango du.
- $VAN = 0$  : Proiektuak ez du ez irabazirik ez galtzerik sortuko. Proiektuak ekarriko dituen onurak: ekologikoak, sozialak, teknologikoak... aztertu beharko dira proiektua aurrera eramateko edo ez.
- $VAN < 0$  : Proiektua ez da errentagarria. Proiektuak ez du etekin ekonomikorik emango.

VAN adierazlea, ere erabil daiteke proiektu ezberdinen artean, zein den hoberena (irizpide ekonomikoa kontuan izanda) aukeratzeko. Proiektu ezberdinen artean, VAN handiena duena, errentagarriena izango da.

VAN adierazleak egiten duena da, egindako inbertsioa, beste inbertsioa batekin konparatzea. Inbertitutako dirua epe finkoko depositu batean sartzen bada, deposituak emandako interes tasak irabazi beharko ditu egin nahi den inbertsioa. Bestela, egokiagoa izango zen inbertituko diru kantitatea epe finkoko deposituan sartzea.

Kasu honetan, diruaren balorearen galtzea etorkizunean (hau da, gaurko 1000 €-ek ez dute etorkizunean balore berdina izango, gutxiago balio izango dute) hurrengoko bi faktoreen mende izango da:

- Deskontu interes tasa.
- Inflazioa.

[Ikusi eranskinetako 3.6.1.2.3. , 3.6.1.3.3 eta 3.6.1.4.3 puntuak ].

### 2.8.2.3.1. Deskontu interes tasa

*TAE* adierazleak, depositu ezberdinen artean konparaketa egitea ahalbidetzen du, bezeroak izango duen benetako errentagarritasuna adierazten duelako. Merkatuan dauden deposituen kantitatea oso handia da eta hauek aurkezten duten errentagarritasuna oso aldakorra da, hainbat faktoreen menpe:

- Inbertitutako dirua minimoa.
- Dirua deposituan egon beharko den denbora minimoa.
- Inbertsioaren arriskua.

Epe finkoko deposituak aztertzerakoan, *TAE*-ren batez besteko balioa % 1-1,2 tartean egoten da. Horregatik, kalkuluak kontserbakorrak izateko, deskontu interes tasaren balioa % 1,5 moduan hartuko da. Horrela, epe finkoko deposituen errentagarritasuna gora badoa, proiektuak errentagarria jarraituko du izaten deposituen errentagarritasuna % 1,5 moduan hartu izan delako.

### 2.8.2.3.2. Inflazioa

Inflazioa, merkatuan dauden zerbitzuen eta hainbat elikagaien prezioen igoera adierazten duen adierazlea da, denbora zehatz batean. Normalean, urtero neurtu egiten dira prezioen aldaketa. Espainian, *IPC* indizeak neurtu egiten du inflazioa. Horretarako, lehenik definitutako zerbitzuen eta elikagaien prezioaren aldaketa aztertuz, inflazioaren aldaketa zehaztu egiten da. Inflazioa gora egiterakoan, erosteko ahalmena jaitسي egiten da diru kantitate berdinarekin. Edo beste era batera esanda, diruaren balioa txikiagoa da.

Espainian, hurrengoko aldaera izan du inflazioak azkenengo 10 urteetan:

V.Taula. Azkenengo 10 urteetako inflazioaren balio urteratua.

PERIODOA	INFLAZIOA
2017ko Apirila	% 2,554
2016ko Apirila	% -1,055
2015ko Apirila	% -0,635
2014ko Apirila	% 0,368
2013ko Apirila	% 1,386
2012ko Apirila	% 2,06
2011ko Apirila	% 3,78
2010ko Apirila	% 1,503
2009ko Apirila	% -0,159
2008ko Apirila	% 4,187

Inflazioaren batez bestekoa 10 urtetan % 1,3989 izan da. Inflazioaren balioa oso zaila denez kuantifikatzea hainbat faktore parte hartzen dutelako bere balioaren osaeran, % 2-ko balioa hartuko da inflazioaren balioaren moduan, kalkuluak kontserbakorrak izateko.

### 2.8.2.3.3. VAN A sistema

A sistemaren VAN-a positiboa da, bere balioa 2313,18 da. Honen arabera, proiektua errentagarria izango da aztertutako 10 urteko periodoan.

### 2.8.2.3.4. VAN B sistema

B sistemaren VAN-a negatiboa da, bere balioa -24252,58 da. Honen arabera, proiektua ez da errentagarria izango aztertutako 10 urteko periodoan.

### 2.8.2.3.5. VAN C sistema

C sistemaren VAN-a negatiboa da, bere balioa -116416,31 da. Honen arabera, proiektua ez da errentagarria izango aztertutako 10 urteko periodoan.

## 2.8.2.4. TIR

*TIR* adierazle, *VAN* adierazlea osatzeko erabiltzen da. *VAN* adierazlea zero egiten duen deskontu interes tasa da. Kasu honetan, *TIR*-a kalkulatzeko, inflazioaren balioa beti berdina eta finkoa dela kontsideratuko da, kasu guztietan, kalkuluak zuzenak izateko. Behin *VAN* adierazlea kalkulatuta, *TIR* adierazlearekin jakin daiteke zenbat igo daitekeen deskontu interes tasa proiektua errentagarria izaten jarraitzeko.

### 2.8.2.4.1. TIR A sistema

A sistemaren *TIR*-aren arabera, errentagarria jarraituko du izaten inbertsioa epe finkoko errentagarritasuna % 2,06917 baino txikiagoa denean. % 2,06917 balorea hartzen dutenean epe finkoko deposituak A sistemak ez du etekin ekonomikorik sortuko eta aipatutako errentagarritasuna baino handiagoa ematen badute, A sistemak ez da interesgarri izango inbertitzeko alde ekonomikotik.

### 2.8.2.4.2. TIR B sistema

B sistema errentagarria ez da, aztertutako periodoan *VAN* adierazlea negatiboa delako. Horregatik, *TIR* adierazleak aurkeztuko du zenbateko errentagarritasuna izan behar duten epe finkoko deposituek, hobeto

izateko B sisteman inbertitzeko, ikuspuntu ekonomikotik begiratuta. Epe finkoko deposituek % 1,294192-ko errentagarritasuna edo handiagoa badute, B sistema ez da ekonomikoki errentagarria izango. Aldiz, % 1,294192-ko errentagarritasuna aurkezten badute epe finkoko deposituek, B sisteman inbertitza edo deposituetan berdina izango zen, hau da, bi inbertsioek ez zuten etekinik emango. Epe finkoko deposituen errentagarritasuna % 1,294192 baino txikiagoa bada, B sistema aukera errentagarria bihurtuko zen.

### 2.8.2.4.3. TIR C sistema

C sisteman egin behar den inbertsioa kontuan izanda, ez da bideragarria izango proiektua, ekonomikoki hitz eginda. Epe finkoko deposituen errentagarritasuna % 0-koa izan arren, C sistema baino aukera hobea izango zen, ekonomikoki hitz eginda.

### 2.8.2.5. ROI

Adierazle bat da proiektu baten etekina neurtzeko, ikuspuntu ekonomiko batengatik. Adierazle honek konparatu egiten du proiektu baten irabazia egindako inbertsioarekin.

#### 2.8.2.5.1. ROI A sistema

VI.Taula. A sistemaren ROI-a.

<b>INBERTSIOA</b>	52842,56
<b>CASH-FLOW BILDUA</b>	18873,2
<b>BATAZ BESTEKO CASH-FLOW</b>	1887,23
<b>ROI</b>	%3,57

#### 2.8.2.5.2. ROI B sistema

VII.Taula. B sistemaren ROI-a.

<b>INBERTSIOA</b>	-85691,58
<b>CASH-FLOW BILDUA</b>	16914,19
<b>BATAZ BESTEKO CASH-FLOW</b>	1691,419
<b>ROI</b>	%1,97

#### 2.8.2.5.3. ROI C sistema

VIII.Taula. C sistemaren ROI-a.

<b>INBERTSIOA</b>	-223831,5
<b>CASH-FLOW BILDUA</b>	-93946,74
<b>BATAZ BESTEKO CASH-FLOW</b>	-9394,674
<b>ROI</b>	%-4,20

### 2.8.3. Irizpide anitzeko prozedura

IX. taulan biltegiratze bakoitza daukan kalifikazioa faktore ezberdinetan ikusten da.

IX.Taula. Biltegiratze sistema bakoitzaren balioen esleipena.

FAKTOREAK	PISUAK	KALIFIKAZIOAK		
		A SISTEMA	B SISTEMA	C SISTEMA
TEKNOLOGIAREN GARAPENA	%20	8	6	4
MANTENTZEA	%45	6	5	4
EZARPEN ZAILTASUNA	%35	8	6	6
<b>GUZTIRA</b>		7,1	5,55	4,7

Hurrengokoak dira erabili diren irizpideak kalifikazioak esleitzeko biltegiratze sistema bakoitzari:

- **Teknologiaren garapena:** Kalifikazioak 1etik 10era izango dira. Kalifikazioa zenbat eta altuagoa izan, orduan biltegiratze sistemaren osagaien garapen teknologikoa garatuagoa izango da. Hau da, 10-eko kalifikazioa duen sistema 1 duen kalifikazioa baino garatuagoa egongo da.
- **Mantentzea:** Kalifikazioak 1-etik 10-era izango dira. Mantentzea zenbat eta errazago eta merkeago denean, kalifikazioa gero eta handiagoa izango da. Mantentze aukera erraz eta merkeenak 10-ko kalifikazioa edukiko du. Aldiz, 1-eko kalifikazioko sistema, mantentze garestiena eta konplexuena duena izango da.
- **Ezarpen zailtasuna:** Kalifikazioak 1etik 10era izango dira. Kalifikazioa zenbat eta altuago orduan eta ezarpen zailtasun gutxiago egongo dira. Hau da, kalifikazioa 10 denean ia ez dira ezarpen zailtasunik egongo eta kalifikazioa 1 denean ezarpen zailtasun larregi egongo dira.

A biltegiratze sistemak, teknologiaren garapenean 8 bat dauka berun azidoko bateriak oso garatuak daudelako eta gaur egun hainbat aplikazioetan erabili egiten direlako. Superkondentsadoreek, teknologia ere garatua dute baina oraindik gehiago geratu behar dira hauen prezioak jaitsi egiteko. Egia da gero eta gehiago erabili egiten ari direla energia berreskuratzeko sistemetan, batez ere igogailuetan eta tren edo tranbietan.

Bateriak eta kondentsadoreak aproposak dira mantentze gutxi behar dutelako. Gel motatako bateriek eta superkondentsadoreek ez dute behar elektrolitoaren aldaketa edo honen gehitzea bere bizitza erabilgarriaren zehar. Behar izango dituzten mantentze lanak, konexioen garbiketa izango da, zikinkeriarik eta oxidaziorik ez egoteko eta mantentze ikuskorra, arazoren bat ikusterakoan hau konpontzeko.

B biltegiratze sistemari, teknologiaren garapenaren nota txikiagoa esleitu zaio flywheel teknologia oraindik gehiago garatu behar delako hauen prezioak jaisteko eta instalazio gehiagotan instalatu ahal izateko. Sistema honen mantentzearen zailtasunak flywheel sistemak aurkezten ditu. Funtzionamendu egokia izateko, ekipo laguntzaileen kontrola egin behar da eta mantentze lanak langile gaituek egin behar dituzte. Adibidez flywheel sistemaren errendimendua egokia izateko, huts egoeran lan egin behar du eta hutsaren egoera kontrolatu behar da. Horregatik, huts bonbaren funtzionamendua egokia izan behar da eta



egokia ez bada, hau konpondu edo aldatu ahalik eta denbora azkarrenean, instalazioaren errendimendua ez kaltetzeko..

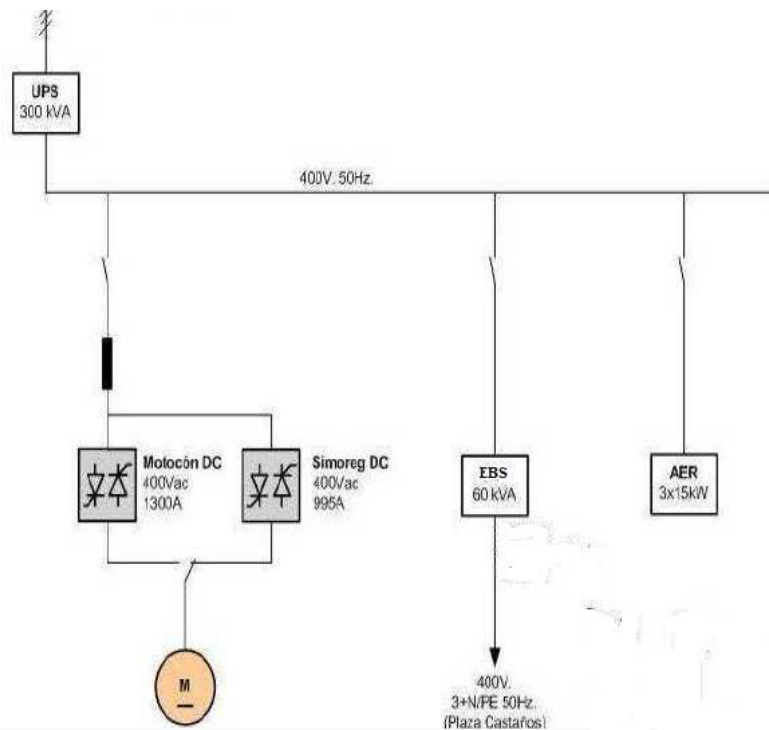
Sistemaren ezarpenaren arazoak ere flywheel-ak aurkezten ditu. Abiadura handietan biratzen duenez, segurtasuna bermatzeko, flywheel sistemak lurperatuta edo edukiontzi baten barruan joaten dira. Akats bat gertatzen bada, beste instalazioa kaltetu ez dezan.

C biltegitarte sistemak, teknologiaren garapenaren notarik baxuena du superkondentsadore eta flywheel sistemak oraindik garatzen joan behar direlako hauen prezioa jaisteko eta instalazio gehiagotan instalatzeko. Mantentze lanetan ere daukate notarik baxuena, mantentze lan handiagoak behar dutelako. B sistemarekin alderatzerakoan, B sistemako flywheel-ak potentzia aldaketak kudeatuko ditu eta C sistemako flywheel-ak berriz, energia aldaketak. Horregatik, mantentze eta kontrol lanak zorrotzagoak izan behar dira instalazioa horniketa barik ez geratzeko. B sistemako flywheel-ak, funtzionamendu arazoak direla eta kanpo geratzen bada, bateriek energia eskaerak kudeatzen jarraitu ahal dute (egoera luzean horrela lan egiten egoten badira, bere bizitza erabilgarria behera joango da jasan behar duten esfortzuak direla eta). Baina C sistemako flywheel-ak zerbitzuz kanpo geratzen bada, superkondentsadoreek ezin izango dute energia gehiena metatu eta galera ekonomikoak nabariak izango dira metatzen ez den energiagatik.

Sistemaren ezarpen arazoak B sistemaren berdinak izango dira, hau da, flywheel sistemak aurkezten dituen arazoak.

### 2.8.4. Funtzionamendu printzipio

Instalazioaren eskema haribakarra, biltegitarte sistema instalatu eta gero, 6. irudikoa da.



6.Irudia. Instalazioaren eskema haribakarra EBS instalatzerakoan.

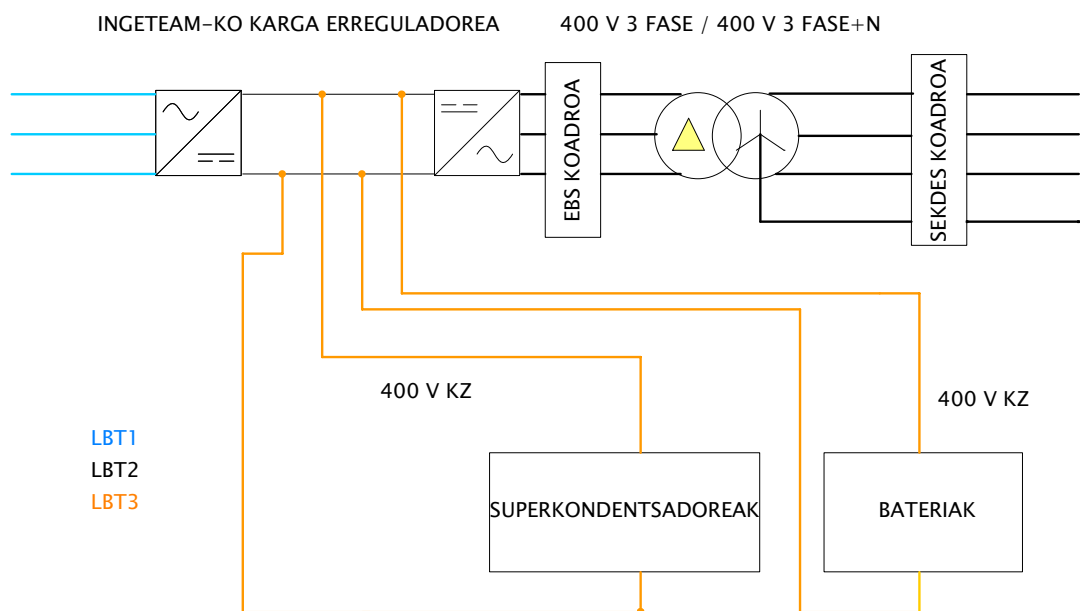
Motocon DC eta Simoreg DC alderanzgailuetatik, eskuragarri dagoen irteeratik, EBS sistemarekin konexioa egingo da, motorrak balaztatze erregimenean lan egiten duenean, energia elektrikoa EBS

sisteman metatzeko. *EBS* sistemak kontrolatuko duen kargatzaile ondulatzailak balaztatze erregimenetik datorren energia elektrikoa erabiliko du batera eta superkondentsadoreetan energia elektrikoa metatzeko. *EBS* sistemak, metatutako energiarekin behe geltokiko energia eskaerak asetuko ditu.

Instalazioaren kontrola, bi PLC-en bitartez egiten da, paraleloan konektatuta daudenak (akats baten aurrean zerbitzuaren funtzionamendua bermatzeko). Hauek gaur egun duten programaketaren gain, hurrengo funtzionamendu hegoetarako programatu beharko dira (programaketa proiektuaren kanpo dago):

- *EBS* sistemaren kudeaketa.
- Energia eskaerak.

*EBS* sistemaren kudeaketa, batera eta superkondentsadoreen bizitza erabilgarria bermatzeko ahalik eta egoera hoberenetan lan egiten dutela bermatu beharko du sistemak. Horretarako, baterien kapazitatea % 80-ra heltzean, ez dute energia gehiago hornituko eta kargatzen hasi beharko dira, saretik energia xurgatuz edo balaztatze erregimen batetik, hau posible bada. Superkondentsadoreek potentzia aldaketa azkarrak kudeatzen dituztenez, balaztatze erregimenetik datorren energia superkondentsadoreetan biltegitratuko da. Energia elektrikoa biltegitratuta dagoenean, behe geltokiko ekipoak hornituko dira, energia behar badute. Soberako energiari egotekotan, energia era leun batean bateriei bidaliko zaie hauen bizitza erabilgarria ez kaltetzeko. Bateria eta superkondentsadoreak, paraleloan konektatuta egongo dira eta *EBS* sistemaren kontroladorearen irteera desberdinetan, hauek era indepentean kudeatu ahal izateko. Baterien karga kapazitatea %80-ra heltzerakoan energia beharko dute eta ez dute hornituko karga ziklo osoa bete arte. Superkondentsadoreen azpi-sistema, 350 V-eko tentsioa baino txikiagoa badauka, kargatu beharko dira eta ez dute energiari emango karga prozesu osoa bete arte. Bateriak, %80-eko kapazitatean egongo dira hauen lan tentsioa %20-a jaitsi egiten denean, hau da, 400 V-eko tentsioa izan beharrean 320 V-era jaitsi egiten denean.



7.Irudia. *Ingeteam*-eko karga erreguladorea.

Energia eskaeren kudeaketa, ahalik eta energia gehien aprobetxatu dezan sistemak egin beharko du ekipoen programaketa. Horretarako, balaztatze erregimenean sortutako energia, bateriak eta kondentsadoreak kargatzeko eta behe geltokiko energia eskaerak asetzeko erabiliko da.

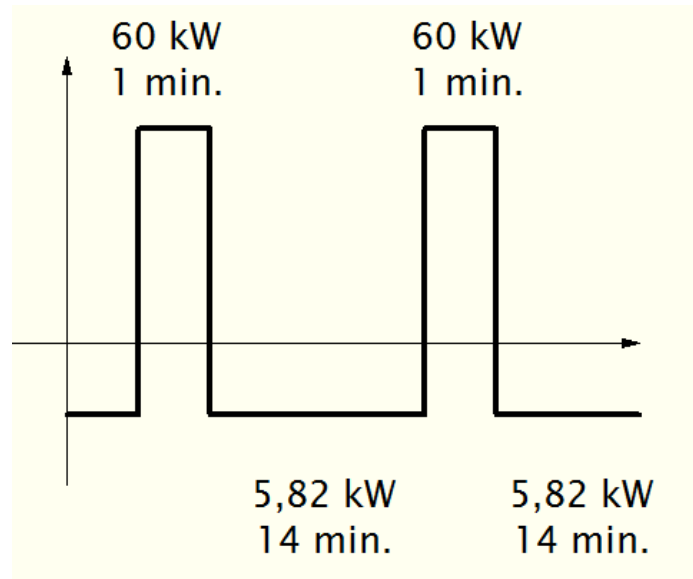
Sisteman eman ahal diren egoera desberdinak kontuan hartu behar dira, biltegiratze sistemaren programaketa diseinatzeko. Sinplifikatuz, eman ahal diren egoerak hurrengokoak dira:

1. Funikularrak balaztatzean sortzen duen potentzia kargak eskatzen duen potentzia baino handiagoa da.
  - a. **Biltegiratzeko posibilitatea:** Biltegiratze sistema kargatu egingo da soberan dagoen energiarekin, beste une batean aprobetxatu ahal izateko.
  - b. **Ez egotea biltegiratzeko posibilitaterik:** Kasu hau, emango da biltegiratze sistema bere kapazitate maximoko puntuan dagoenean. Biltegiratze sistema ez kaltetzeko, ez da energia gehiago biltegiratze sistemara eramango eta haizegailuak martxan jarriko dira dagoen energia erabiltzeko.
2. Kargak eskatzen duen potentzia handiagoa izatea funikularrak balaztatzean sortzen duena baino edo funikularrak ez sortzea (martxan ez egotea edo bidaia bat haztearen zain egotea).
  - a. **Hornikuntza posibilitatea:** Kasu honetan, funikularrak emandako energia eta biltegiratze sistemak emandakoa erabiliko dira karga elikatzeke.
  - b. **Hornikuntza posibilitatea ez egotea:** Funikularrak energia ez badu sortzen edo sortutakoa oso txikia bada edo biltegiratze sistema ez badauka kapazitatea energia hornitzeko (baterien karga kapazitatea %80 behera dagoenean eta superkondentsadore azpi-sistemaren tentsioa 350 V-ekoa baino txikiagoa bada), karga saretik elikatuko da, funtzionamenduaren normaltasuna bermatzeko.

PLC-ek jarraitu behar duten lan sekuentzia hurrengokoa izan behar da:

1. Bateria eta superkondentsadoreen egoeraren monitorizazioa.
2. Balaztatze erregimenetik datorren energiaren kontrola.
3. Posible bada, behe geltokiko kargak elikatu. Soberako energi edo energia osoa, superkondentsadoreetan metatu. Posible ez bada, haizegailuetara eraman hauek energia soberakinak erretzeko. Posible bada, metatu eta aurretik definitutako karga eran, baterietara transferitu energia hauek kargatzeko.
4. Bateriak erabiliko dira behe geltokiko energia eskaerak asetzeko, bateriak gai ez badira, superkondentsadoreak erabiliko dira. Hauek gai ez badira, saretik elikatuko da beheko geltokia.

Hornikuntza posible ez bada, behe geltokiko kontsumoak, gaur egun instalatuta dagoen instalazioarekin hornituko da. Horretarako, PLC-ekipoetan beharrezkoak diren katigamenduak programatu beharko dira instalazio biak aldi berean lanean ez egoteko.



8.Irudia. Instalazioan aurreikusten diren energia fluxuak.

8. irudian, aurreikusten diren energiaren fluxuak agertzen dira. Energia fluxu positiboak, funikularrak balaztatzerakoan sortzen dituenak dira. Negatiboak, aldiz, instalazioaren kontsumoak dira, hau da, behe geltokiko igogailuak eta argiztapenak eragindako kontsumoa.

## 2.8.5. Instalatu diren ekipa eta materialak

Hurrengoko puntuetan instalazioan instalatu diren ekipoen ezaugarriak garrantzitsuenak aztertuko dira.

### 2.8.5.1. Transformadorea

Instalatu den transformadorea, Magnetron Enpresakoa izango da. Transformadorea Epoxy-ko erretxinan kapsulatua egongo da, neutroak eskuragarria izango du eta mantentze txikikoa.

Transformadorearen ezaugarriak hurrengokoak dira:

- Potentzia (kVA): 70.
- Primarioko tentsioa (V): 400.
- Sekundarioko tentsioa (V): 400.
- Zirkuitulabur tentsioa ( $E_{z}$ ): % 3.
- Konexioa: Dyn11.
- Hozketa: AN.

### 2.8.5.2. Koadro sekundarioak

Instalatu diren koadro sekundarioak bi izango dira, EBS koadroa eta behe geltokiko koadroa. Gaur egun instalazioan existitzen diren koadroei, hauek biak gehitu egingo dira.

#### 2.8.5.2.1. SEK DES koadro sekundarioa

SEK DES koadroa instalatu egin da, beharrezkoa izanez gero, transformadorea bi aldeetatik isolatzeko, hau da, primariotik eta sekundariotik.

X.Taula. SEK DES koadro sekundarioa.

SEK DES KOADRO SEKUNDARIOA		
LINEA	HARGAILUA	LUZERA (m)
LBT2	Behe geltokiko koadro sekundarioa.	782

LBT2 linea babesteko, hurrengokoak instalatuko dira SEK DES koadro sekundarioan:

- 1 x Etengailu automatiko magnetotermiko, mozketa tetrapolarra, 40 A-ko korrante izendatukoa eta 6 kA-eko etete ahalmena duena.

### 2.8.5.2.2. EBS koadro sekundarioa

Ingeteam-ko koadro sekundarioa, sareen konmutazioa ahalbidetzen du. Modu honetan, biltegitratze sistemak funtzionatzek ahalmena ez badu edo akats bat gertatzen bada, beheko geltokiaren zerbitzua ziurtatzen da, beheko geltokia saretik elikatuz. [Ikusi *Goiko geltokiaren eskema haribakarra EBS instalatu eta gero* plana].

XI.Taula. EBS koadro sekundarioaren linea.

EBS KOADRO SEKUNDARIOA		
LINEA	HARGAILUA	LUZERA (m)
LBT2	Behe geltokiko koadro sekundarioa.	790

LBT2 linea babesteko, hurrengokoak instalatuko dira EBS koadro sekundarioan:

- 1 x Etengailu diferentziala, mozketa tripolarrekoa, 40 A-eko korrante izendatukoa eta 30 mA-ko sentikortasuna duena.
- 1 x Etengailu automatiko magnetotermiko, mozketa tripolarra, 40 A-ko korrante izendatukoa eta 10 kA-eko etete ahalmena duena.

### 2.8.5.2.3. Behe geltokiko koadro sekundarioa

XII.Taula. Behe geltokiko koadro sekundarioa.

BEHE GELTOKIKO KOADRO SEKUNDARIOA		
LINEA	HARGAILUA	LUZERA (m)
LBT4	Behe geltokiko igogailua.	4
LBT5	Behe geltokiko argiztapena.	60

LBT4 linea babesteko, hurrengokoak instalatuko dira behe geltokiko koadro sekundarioan:

- 1 x Etengailu diferentziala, mozketa tripolarrekoa, 25 A-eko korrante izendatukoa eta 30 mA-ko sentikortasuna duena.
- 1 x Etengailu automatiko magnetotermiko, mozketa tripolarra, 25 A-ko korrante izendatukoa eta 3 kA-eko etete ahalmena duena.

LBT5 linea babesteko, hurrengokoak instalatuko dira behe geltokiko koadro sekundarioan:

- 1 x Etengailu diferentziala, mozketa bipolarrekoa, 25 A-eko korrante izendatukoa eta 30 mA-ko sentikortasuna duena.
- 1 x Etengailu automatiko magnetotermiko, mozketa bipolarra, 25 A-ko korrante izendatukoa eta 3 kA-eko etete ahalmena duena.

### 2.8.5.3. Biltegitratze sistemak kontrolatuko duen ekipoa

Ingeteam enpresak hornituko duen errektifikatzaile, ondulatzaile eta kargatzaile funtzioak izango dituenak. 70 kVA-ko potentzia izendatua izango du. Ekipo honen funtzioa KA/KZ/KA bihurketak egitea izango du helburu. Funikularreko motorretik datorren KA, KZ-era pasatuko da bateriak eta superkondentsadoreak kargatu ahal izateko. Superkondentsadore eta baterietatik behe geltokiko energia eskaerak asetzeko, berriz KZ-etik KA-ra pasatuko da.

Hurrengoko babesak izango ditu, gutxienez, 40 JTO-aren arabera:

- Gainkarga eta zirkuitulabur korronteen kontrako babesa, etengailu magnetotermikoen bitartez. Bateriak eta superkondentsadoreak babestuko dituzenez, etengailua magnetotermikoak korrante zuzenekoak izan behar dira.
- Gutxienezko tentsioaren aurkako babesa. Hiru faseak konektatuta egongo dira eta akzio denbora 0,5 s-ko baino txikiagoa izan behar da tentsioaren balioa, balio esleitutik % 85-etik jaisten denean.
- Gaintentsioen aurkako babesa. Hiru faseak konektatuta egongo dira eta akzio denbora 0,5 s-ekoa baino txikiagoa izan behar da tentsioaren balioa balio esleitutik % 110-tik igotzen denean.
- Maiztasun minimo eta maximoaren kontrako babesa. Hiru faseen artean konektatuta. Babesa aktibatu behar da maiztasunaren balioa 49 Hz baino txikiagoa bada edo 51 Hz baino handiagoa bada, 5 periodo baino gehiagotan.

Ingeteam-eko karga erreguladoreak bateriak babesteko (LBT3.1.) hurrengokoak izan behar ditu:

- 1 x Etengailu automatiko magnetotermiko, mozketa bipolarra, 210 A-ko korrante izendatukoa eta 3 kA-eko etete ahalmena duena.

Aldiz, superkondentsadoreak babesteko (LBT3.2.) hurrengokoak:

- 1 x Etengailu automatiko magnetotermiko, mozketa bipolarra, 210 A-ko korrante izendatukoa eta 10 kA-eko etete ahalmena duena.

Ez dira etengailu hauek instalatuko, karga erreguladoreak dituen babesen artean, hauek konfiguratu behar dira babes hauek emateko bateriak eta superkondentsadoreak babesteko.

### 2.8.5.4. SIMOREG/MOTOCON alderanzgailuen babesa

Simoreg eta Motocon alderanzgailuak, funikularren motorra kontrolatzen dutenak, hauen irteeretatik hurrengoko konfigurazioak egin behar dira, LBT1 linea babesteko hurrengoko ezaugarriekin:

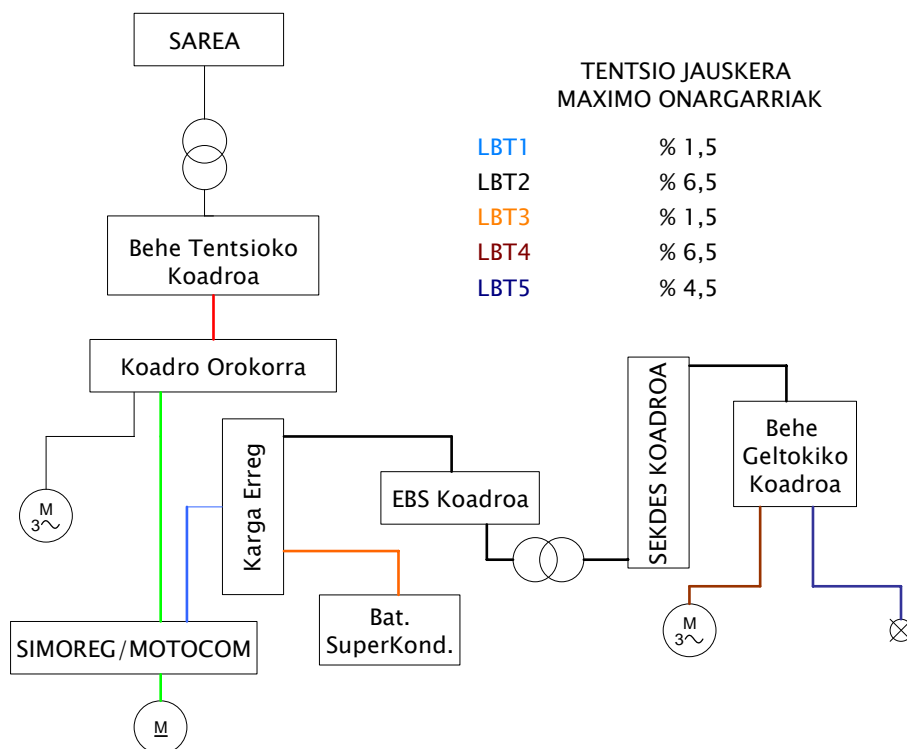
- 1 x Etengailu automatiko magnetotermiko, mozketa tripolarra, 210 A-ko korrante izendatukoa eta 22 kA-eko etete ahalmena duena.

Ez dira etengailu hauek instalatuko, alderanzgailuek dituzten babesen artean, hauek konfiguratu behar dira, babes hauek emateko.

### 2.8.5.5. Eroaleak

Eroaleen sekzioa kalkulatzeko, korrante maximo onargarrien eta tentsio jauskera maximoen irizpideak erabili dira. Erabilitako taulak UNE-HD 60364-5-52 arauarenak izan dira. Hurrengokoak izan dira kontuan eduki diren *JTO*-ak :19, 40, 44, 47 eta 48.

40 *JTO*-aren arabera, sorgailutik barruko instalaziora arte edo banaketa sarera arte tentsio erorketa maximo onargarria % 1,5-ekoa izan behar da. 19 *JTO*-aren arabera, Artxandako funikularrak banaketa transformadorearen jabea denez eta tentsio altuan elikatzen denez, % 4,5 tentsio erorketa maximo onargarria izango da argiztapenarentzat eta % 6,5 beste erabilpenentzat. Barruko instalazioa, kontsideratzen da baterien eta superkondentsadoreen kontrola egingo duen erreguladorearen ostean. 9. irudian instalazioaren tentsio jauskera maximo onargarriak ageri dira. [Ikusi eranskinetako 3.5.2 puntua].



9.Irudia. Instalazioaren tentsio-erorketa maximo onargarriak.

Instalazioan instalatuko diren eroale berri guztiak su ez hedatzaileak eta ke igorpen eta opakotasun baxukoak dira. Instalatuko diren eroaleak kobrekoak izango dira eta XLPE eta PVC-ko isolamendua izango dute, kasuan kasuko.

Hurrengokoak dira isolamendu motaren arabera eroaleen tentsio esleituak:

- **XLPE:** 0,6/1 kV.
- **PVC:** 450/750 V.

Eroaleen identifikazioa hurrengoko kolore kodea edukiko du:

- **Urdina:** Eroale neutroa.
- **Berde eta horia:** Babes eroalea.

- **Beltza, marroia eta grisa:** Fase eroaleak.

XIII.Taula. Instalazioan instalatuko diren eroaleen ezaugarriak.

INSTALATUKO DIREN EROALEAK					
LINEA	INSTALAZIO MOTA	EROALEA	EROALEEN SEKZIOA	LUZERA	HODIAREN DIAMETROA
LBT1	Erretilu zulatueta.	Top Cable Toxfree ZH RZ1-K 0,6/1 kV.	1x (3x70 mm <sup>2</sup> + 35 mm <sup>2</sup> )	12	-
LBT2	Hormara lotuta grapen bidez.	Top Cable Toxfree ZH RZ1-K 0,6/1 kV	1x (3x35 mm <sup>2</sup> + 16 mm <sup>2</sup> )	8	-
LBT2	Hormara lotuta grapen bidez.	Top Cable Toxfree ZH RZ1-K 0,6/1 kV	1x (4x35 mm <sup>2</sup> + 16 mm <sup>2</sup> )	752	-
LBT2	Termikoki isolatuak diren hormen barruan.	Top Cable Toxfree ZH RZ1-K 0,6/1 kV	1x (4x35 mm <sup>2</sup> + 16 mm <sup>2</sup> )	30	50
LBT3	-	Top Cable Toxfree ZH RZ1-K 0,6/1 kV	2x (2x70 mm <sup>2</sup> + 35 mm <sup>2</sup> )	10	-
LBT4	Erretilu zulatueta.	Top Cable Toxfree ZH RZ1-K 0,6/1 kV	(3x2,5 mm <sup>2</sup> + 2,5 mm <sup>2</sup> )	4	-
LBT5	Termikoki isolatuak diren hormen barruan.	Top Cable topflat H07VV	1x (2x6 mm <sup>2</sup> + 6 mm <sup>2</sup> )	60	25
LOT3	Erretilu zulatueta.	Top Cable Toxfree ZH RZ1-K 0,6/1 kV.	1x (3x35 mm <sup>2</sup> + 16 mm <sup>2</sup> )	15	-

LBT2 eroaleak ezberdinak izatea linea berberaren barruaren arrazoia, 7. irudian ikusten da. Tartean transformadore bat instalatuko denez, linea neutroa eskuragarri izateko, transformadorearen primarioa 3 fase eroale helduko dira eta transformadorearen sekundariotik 3 fase eroale eta neutroa aterako dira. Eroaleak sekzio berekoak izango dira, bakarrik aldatuko da transformadorearen sekundarioan neutroa eskuragarri egongo dela. LOT3 eroaleak LBT2-ren berdinak izango dira, linea hau beheko geltokia saretik elikatzeke instalatuko da eta. [Ikusi *Goiko geltokiaren eskema haribakarra EBS instalatu eta gero plano*].

LBT3 linea, *Ingeteam*-eko alderanzgailu ondulatzailu erreguladorearen irteera batetik, bateria sistemara joango da eta bestea superkondentsadore sistemara.

### 2.8.5.6. Bateriak

Ecosolar enpresako da1555 modeloko bateriak instalatuko dira. Konfigurazioa 34 bateria seriean izango da.

Hurrengokoak dira bateriaren ezaugarriak garrantzitsuenak:

- Tentsio esleitua (V): 12.



- Kapazitatea (Ah): 200.
- Pisua superkondentsadoreko (kg): 55.
- VRLA bateriak GEL motakoak.
- Mantentze gabekoak.
- Neurriak (mm) Luzera/Zabalera/Altuera: 520/240/220.

### 2.8.5.7. Superkondentsadoreak

Maxwell enpresako BMOD0063 P125 B08 modeloko 8 superkondentsadore erabiliko dira. 4 superkondentsadore seriean edukiko duen 2 adar paralelo instalatu egingo dira.

Hurrengokoak dira superkondentsadoreen ezaugarririk garrantzitsuenak:

- Kapazitate esleitua (F): 63.
- Tentsio esleitua (V): 125.
- Pisua superkondentsadoreko (kg): 61.
- Biltegitratze tenperatura minimo/maximoa (°C): -40/65.
- Operazio tenperatura minimo/maximo (°C): -40/70.
- Lan zikloak: 1.000.000
- Neurriak (mm) Luzera/Zabalera/Altuera: 619/425/313.

Superkondentsadoreak instalatzerakoan, 1m-ko luzera utziko da alboan duten superkondentsadorearekin, aireztapena egokia izateko. Aireztatze sistema susperkondentsadoreen alboetan dagoenez hautatu da konfigurazio hau.

### 2.8.5.8. PVC-ko hodiak

Instalatuko diren PVC-ko hodiaren sekzioa eta diametroak 21 *JTO*-aren arabera kalkulatu egin dira.

Instalatuko diren hodiaren baldintzen agirian definitutako baldintzak bete behar dituzte, gutxienez.

### 2.8.5.9. Erretilu zulatuak

Instalatuko diren erretiluak, PVC-koak izango dira, su ez hedatzailekoak, isolatzaileak eta kolpe edo inpaktuen kontra babestuak izango dira. Baldintzen agirian definitutako baldintzak bete behar izango dituzte, gutxienez.

Instalatuko diren erretiluen neurriak 150 x 60 mm-koak izango dira. Erretiluetatik konexio ekipotara jaitsi behar duten eroaleak PVC-ko kanaleten bidez jaitsi egingo dira.

### 2.8.6. MASTER TL-D Super 80

Behe geltokiko argiztapenaren aldaketa egiteko, bezeroak emandako datuetatik, kontsumo gutxiagoko luminariak hautatu egin dira. Horretarako, aurretik zeuden luminarien ezaugarri bereberekoak hautatu egin dira.

Phillips enpresako *MASTER TL-D Super 80* modelokoak hautatu egin dira, hurrengoko ezaugarriak dituztenak:

- Argi errendimendua: 90 lm/W.
- Potentzia: 2x58 W.
- Neurriak: 1,507x0,028x0,07 m.
- Argi fluxua: 5240 lm.
- Kolore tenperatura: 4000 K.
- Erreproduktzio kromatikoko indizea: 85.

### 2.8.7. Aurreztutako CO<sub>2</sub>-ko kantitatea

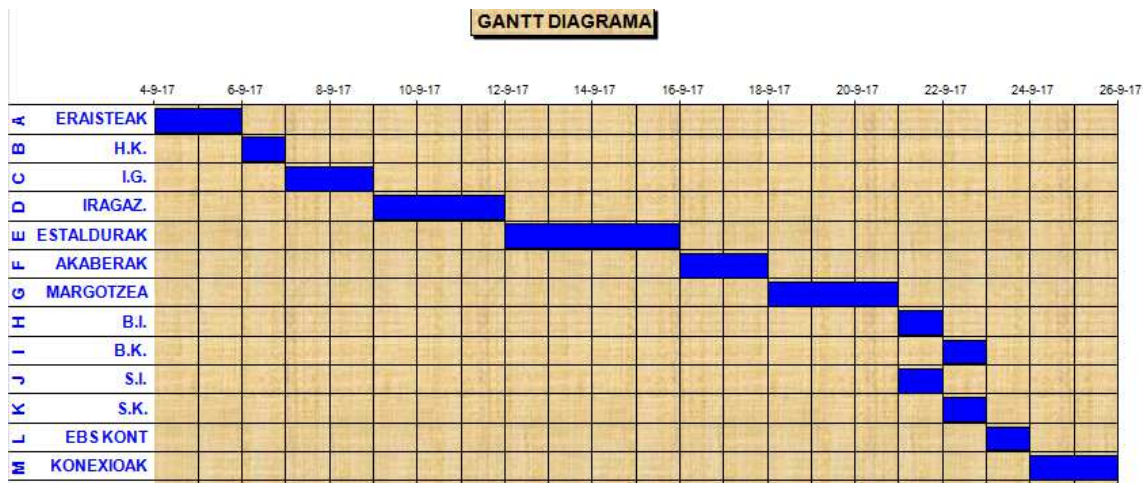
IDAE institutuak gomendatzen dituen jarraibideak jarraituta, biltegitratze sistemarekin aurreztutako CO<sub>2</sub>-ko kantitatea 14,0184 t CO<sub>2</sub>/urte aurreztu egiten dira kontsumitzen ez den energia elektrikoarekin.

Kontuan hartu behar da ere proiektu honekin Artxandako funikularra sustatzen dela eta honek jende gehiago erabiltzea ekarri ahal duela eta honekin kotxezko desplazamendu gutxiago egitea Bilbo hiriaren barruan, honek dakarren CO<sub>2</sub>-ko isurien murrizketarekin. [Ikusi eranskinetako 3.7. puntua].

## 2.9.PLANIFIKAZIOA

Proiektuan aurreikusten diren lanak hurrengokoak dira:

- **Eraistek.**
- **H.K.** edo hondakinen kudeaketa eraisketak egin eta gero.
- **I.G.** edo instalazioaren instalatu behar diren eroaleen instalazioa.
- **Iraga.** edo iragazgaizte lanak.
- **Estaldurak.**
- **Akaberak.**
- **Margotzea.**
- **B.I.** edo baterien instalazioa.
- **B.K.** edo baterien konexioa.
- **S.I.** edo superkondentsadoreen instalazioa.
- **S.K.** edo superkondentsadoreen instalazioa.
- **EBS Kont** edo energiaren biltegitratze sistemaren kontrola egingo duen kargatzaile ondulatzailaren instalazioa.
- **Konexioak.**



10.Irudia. Plangintza. Gantt diagrama.

10. irudian proiektuaren Gantt diagrama da. Lanen hasiera 2017ko irailaren 4ean izango da eta bukaera 2017ko irailaren 26ean. Astelehenetik igandera lan egingo da, 8 orduko jardunaldietan.

## 2.10. PROIEKTUAREN KOSTUA

Proiektuaren prezioa *berrogeita hamabi mila zortziehun eta berrogeita bi euroko eta berrogeita hamaseiko zentimoko* prezioa dauka.

## 2.11. OINARRIZKO DOKUMENTUEN ARTEKO NAGUSITASUNA

Proiektuan dauden dokumentu ezberdinen artean nagusitasuna ezarriko da, akats bat egonez gero, jakiteko zein dokumentu daukaten nagusitasun gehien.

Dokumentuen arteko nagusitasuna zerrendatuko da, garrantzia handiago duten dokumentuetatik, garrantzia txikiagoa duten dokumentuetara. Modu honetan, akats edo zalantza baten aurrean, argi egongo da dokumentuen arteko nagusitasuna:

1. Planoak
2. Baldintzen agiria
3. Aurrekontua
4. Memoria