



IKER  
GAZTE  
NAZIOARTEKO  
IKERKETA EUSKARAZ

### III. IKERGAZTE NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2019ko maiatzaren 27, 28 eta 29  
Baiona, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:  
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)

#### INGENIARITZA ETA ARKITEKTURA

**Bateriaren Zahartzeaz Kontziente  
den Energiaren Kudeaketako  
Estrategiaren Sentsibilitate-  
Analisia**

*Jon Ander López-Ibarra, Nerea  
Goitia-Zabaleta, Haizea Gaztañaga  
eta Haritza Camblong*

87-93 or.

<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.iii.03.11>



## Bateriaren Zahartzeaz Kontziente den Energiaren Kudeaketako Estrategiaren Sentsibilitate-Analisia

López-Ibarra, Jon Ander<sup>1,2</sup>; Goitia-Zabaleta, Nerea<sup>1,3</sup>; Gaztañaga, Haizea<sup>1</sup>  
eta Camblong, Haritza<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> IKERLAN Technology Research Centre. Pº J.M. Arizmendiarieta 2, 20500 Arrasate-Mondragón (Gipuzkoa).

<sup>2</sup> Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). GIE, Europa plaza 1, 20018 Donostia-San Sebastián (Gipuzkoa).

<sup>3</sup> Mondragon Unibertsitatea. Loramendi Kalea 4, 20500 Arrasate-Mondragón (Gipuzkoa).

<sup>4</sup> ESTIA Institute of Technology. Izarbel Teknogunea, 64210, Bidarte (Lapurdi).

*jonander.lopez@ikerlan.es*

### Laburpena

Artikulu honen helburua bateriaren zahartzeaz kontziente den energiaren kudeaketako estrategia baten sentsibilitate-analisia aurkeztea da. Energiaren kudeaketako estrategia baten hasierako diseinua garrantzitsua da, efizientzia-helburuak bete ditzatezen. Proposatzen den estrategia logikala osoko kontrol-algoritmoa da, zeinaren bazkidetza-funtzioak eta irteera programazio dinamiko baten optimizazioan oinarrituta dagoen. Sentsibilitate-analisia operazio-kostuen alorrean eta bateriaren bizitzan zehar burutu da. Estrategia hau seriean konfiguraturako autobus hibrido batean inplementatua izan da. Identifikaturako aldagai sentikorrek ibilgailuaren elementu osagarrien potentzia-eskaera eta bidaiari-kopurua izan dira. Bi ondorio nagusi lortu dira analisi honetatik. Batetik, estrategia elementu osagarrien potentzia-eskaerarekiko sentikorra da. Bestetik, diseinuko hasierako baldintzak bateria zahartzen den heinean aldatzen direnez, strategiaren eguneraketaren beharra ikusten da.

Hitz gakoak: Energiaren kudeaketa, logika lausoa, autobus hibrido elektrikoa, osasun-egoera, energia biltegitze sistema.

### Abstract

*The aim of this paper is to present the sensitivity analysis of a battery ageing conscious energy management strategy. The initial design of an energy management strategy is a significant point, in order to fulfil the efficiency goals. The proposed energy management strategy is a fuzzy logic control algorithm, which membership functions and output are tuned by dynamic programming optimisation. The sensitivity study has been based on analysing the operation costs within the battery lifetime. This strategy has been implemented in a series hybrid electric bus. The vehicle auxiliary power and passengers have been identified as sensitive variables. Two main conclusions have been obtained from the analysis. Firstly, the strategy is more sensitive with respect to auxiliaries demanded power. Secondly, due to the fact that the conditions used for the initial design vary within the battery lifetime, a strategy updating need is observed.*

*Keywords: Energy management, fuzzy logic, hybrid electric bus, state of health, energy storage systems.*

## 1. Sarrera eta motibazioa

Gaur egun, garraio publikoa beharrezko aldaketa jasaten ari da soluzio ekologiko eta jasangarrietarantz. Bi faktore nagusik gidatzen dute eboluzio hau, igorritako kutsadura hazten ari den kontzientziak, batez ere hiriguneetan, eta litiozko baterien prezio murrizketak (2010 geroztik ia % 79-a<sup>1</sup>). Hala ere, autobus hibrido eta elektrikoaren inplementazioa prozesu erronkagarri bat da, inbertsio-kostu handiak behar baitira autobus konbentzionalekin konparatuz.

Ikerketa batzuek bateriaren prezioak autobusaren prezio totalen duen eragina azpimarratzen dute, % 39-

<sup>1</sup><https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-05/latest-bull-case-forelectric-cars-the-cheapest-batteries-ever>

kobalioetara iritsiz (Bi *et al.*, 2015). Horretaz gain, bateriek potentzia-elektronikako sistemek baino bizitza murrituagoa dute, bateria autobusaren bizitzan botila-lepo izanik. Gainera, bateria-sistema ordezkatzea beharrezkoa izateak, ibilgailuaren bizialdiaren gastuan eragina du, jabetzaren erabateko kostua handituz (Dufo-López, 2015; Du *et al.*, 2018). Hori dela eta, bateriaren degradazioa ibilgailuaren operazioarekin hertsiki erlazionatuta dagoela esan daiteke.

Autobus fabrikatzaileentzat, efizientzia-helburuak betetzeko, garatutako hasierako energiaren kudeaketako estrategia faktore garrantzitsua da. Hala ere, erabilitako strategiaren hasierako baldintzak autobusaren bizitzan zehar aldatzen dira. Beraz, strategiak baldintza aldakor hauen aurrean erantzuteko eta ahalik eta efizienteen operatzeko, strategiaren eguneraketaren beharra ikusten da. Honetarako, influentzia gehien dituzten faktoreak identifikatu behar dira, bateriaren degradazioarekin duten eboluzioa aztertuz.

Modu honetan, bateriaren gain influentzia gehien dituzten faktoreak behin analizatuta, bateriaren zahartzea era egokiago batean kontrolatzea ahalbidetuko du, estrategia hobetuz. Ondorioz, bateriaren degradazioaren operazio-kontrolak jabetzaren erabateko kostuaren hobekuntza ekarriko du. Horrela, garraio publikoa erakargarriagoa eta bideragarriagoa bihurtuz, non, zeharka, honen erabilera sustatzen den.

## 2. Arloko Egoera eta Helburuak

Propultsio-sistema hibridoetara dagokienez, hainbat energia kudeaketa estrategia proposatu dira erregai kontsumoa murrizteko. Estrategia hauek, era berean, baterien kapazitate galerak murrizteko eta baterietan bizitza luzeagoa lortzeko diseinatu dira, esaterako (Tang *et al.*, 2015; Tang eta Rizzoni, 2016). Azpimarratu beharra dago estrategia hauek ez dutela bateriaren osasun-egoera (ingelesez State of Health, SOH) kontsideratzen input bat bezala. Osasun-egoera informazio baliotsua da, baterien bizitza maximizatzeko aukera ematen baitu epe luzean.

Osasun-egoerak informazio baliotsua ematen du, luzaroan bateriaren zahartzea kontrolatzea errazten baitu. Du *et al.* autoreen (2018) publikazioan, energiaren biltegitratze-sistema hibridoan oinarritzen den autobus hibridoetarako estrategia proposatzen da, bateriaren degradazioa eta erabateko kostuak murrizteko helburuarekin. Aldiz, lan honetan bateriaren bizitza luzatzeko, potentziaren kudeaketa soila egiten da, influentzia gehien dituzten faktoreak aztertu gabe.

Lan honen helburua, bateriaren degradazioa kontrolatzeko proposatutako energia kudeaketa strategiaren sentzibilitate-analisia burutzea da. Honela, bateriaren zahartzean eragin handien dituzten faktoreak identifikatu eta ikertuko dira.

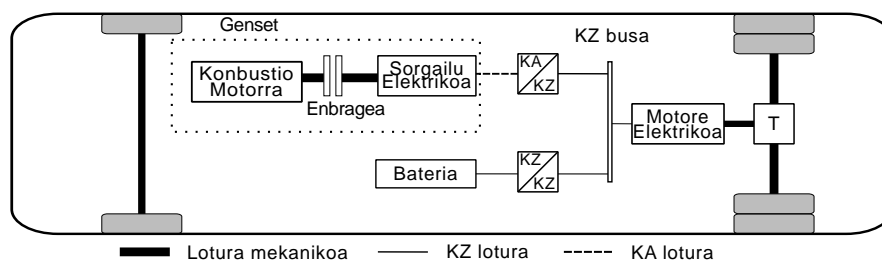
## 3. Ikerketa Muina eta Ondorioak

Atal honetan, ikerketa-lan honen azterketa kasua, proposatutako energia kudeaketaren estrategia eta emaitzak azalduko dira.

### 3.1. Azterketa Kasua

Artikulu honetan aurkeztutako kasua seriean konfiguratutako hiribus hibrido elektriko baten aplikazioa da. Mota honetako autobusen trakzioa, motore elektriko baten bidez elikatzen da, ikus 1. irudia. Gainera, konfigurazio honetan, motor elektrikoak beharrezkoa duen potentzia "Genset" (ingelesez *Genset*, GS) eta bateria-sistemaren bidez hornitzen da.

1. irudia. Seriean konfiguratutako hiribus hibrido elektriko.



Azterketa-kasu honen ibilgailuaren parametroak zerrendatuta daude 1. Taulan (Herrera *et al.*, 2018). Bestalde, autobusean eragina duten baldintza aldakor gisa bidaiari-kopurua eta elementu osagarriak identifikatu dira. Sentsibilitate-analisia egiteko, hiru kasu aztertu dira eta 2. Taulan azaltzen dira.

**1. taula. Potentzia-trenaren elementuen ezaugarriak.**

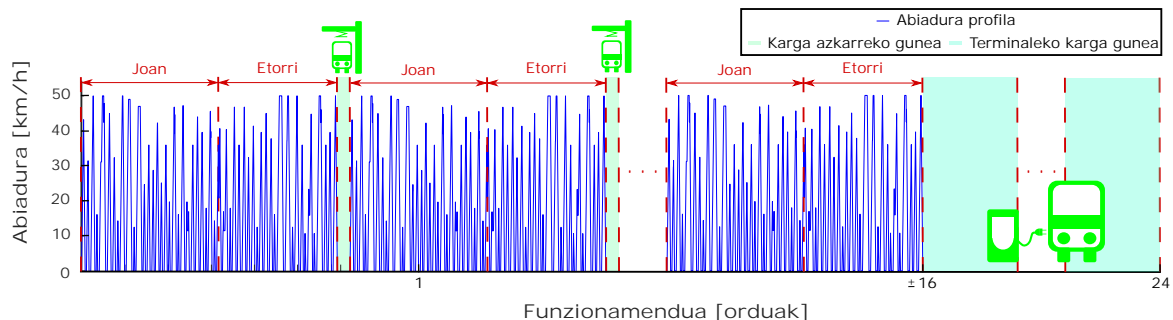
Elementua	Unitatea	Balioa
<b>Motor Elektrikoa</b>	Potentzia [kW]	196.5
<b>Genset-a</b>	Potentzia [kW]	160
<b>Battery Pack</b>	Tentsioa [V]	650
	Energia [kWh]	24

**2. taula. Sentsibilitate-analisirako datuak.**

Kasua	Bidaiari-kopurua [-]	Elementu osagarriak [kW]
<b>Okena</b>	0	10,5
<b>Oinarrizko kasua</b>	18	13,75
<b>Okerrena</b>	70	16,25

Matlab-eko simulazioa burutu da. Simulazio honetarako, Donostiako 28. autobus-linea erabili da erreferentzia moduan. Azpimarratu beharra dago autobus hibrido elektriko honetan erabilitako bateria joan-etorri bakoitzeko karga azkarraren bidez kargatzen dela, azken bidaiari izan ezik, terminalean kargatzen baita. Azkenik, gidatze-profila 2. irudian irudikatzen da.

**2. irudia. Gidatze-profila.**



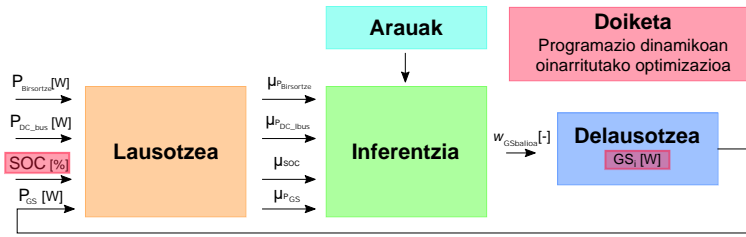
### 3.2. Proposatutako Energia Kudeaketaren Estrategia

”Genset”-aren eta bateriaren arteko potentzia-banaketa era apropos eta efizientean egitea konplexua da. Erregaiaren kontsumoa murrizteko hainbat faktore hartu behar baitira kontuan. Gainera, bateriaren degradazioa kudeatu nahi bada, potentzia-banaketa kudeaketeko ariketa azaltzen da. Horretarako, batetik, teknika aurreratuak eta aplikazioaren eta bateriaren ezagutza aurreratu beharrezkoak dira. Bestetik, erregai kontsumoaren murrizketa eta bateriaren erabileraren kudeaketaren artean bidezko proportzioa zehaztu behar dira.

Testuinguru honetan, aipatutako arazoaren soluzio bezala, arauetan oinarritutako logika lausoko energia kudeaketa estrategia proposatzen da. Logika lausoa erabiltzearen arrazoi nagusia operazio errealean gertaera aldakor deseberdinetara moldatzeko gaitasuna da, operazio errealak erantzun aldagarri ez-linealak ematen baititu. (Herrera *et al.*, 2018).

Beraz, logika lausoa oinarritutako bateriaren zahartzeaz kontzientea den energia kudeaketa estrategia proposatu da. Hurrengo azpiatalean, proposatutako strategiako logika lausoko bazkidetza-funtzioak eta doiketarako erabilitako optimizazioa deskribatzen dira. 3. irudian proposatutako logika lausoaren bloke diagrama deskribatzen da.

### 3. irudia. Logika lausoaren bloke diagrama.

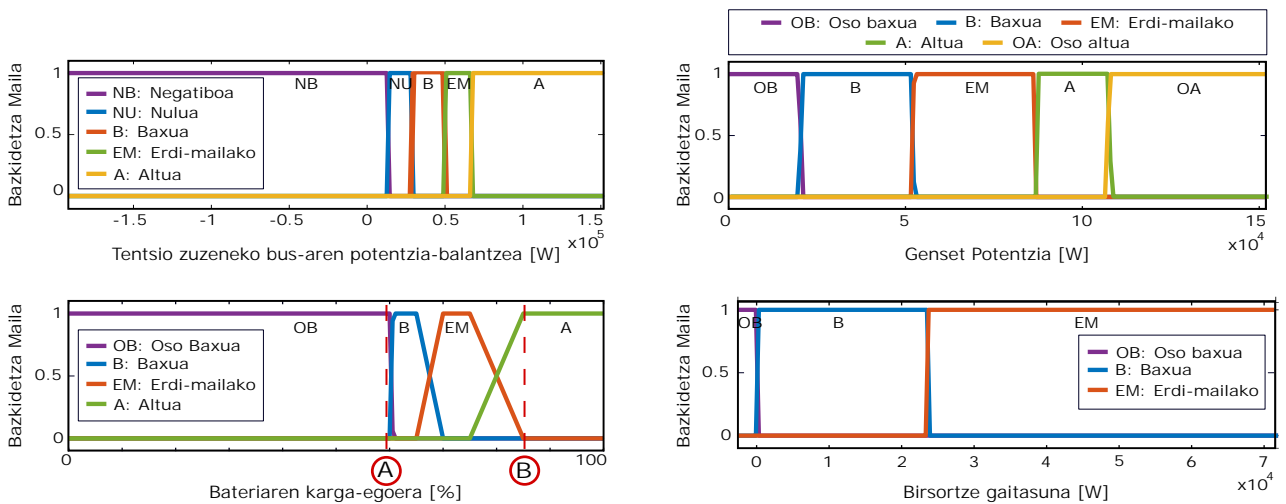


#### 3.2.1. Logika Lausoko bazkidetza-funtzioak

Proposatutako estrategia, "Sugeno" (Takagi eta Sugeno, 1985) logika lausoko inferentzia sisteman oinarritzen da, kostu konputazional murriztua behar baitu. Erabilitako bazkidetza-funtzioak 4. irudian zehazten dira eta honela definitu dira:

- "Genset" potentzia ( $P_{GS}(k - 1)$  [W]): sarrerako datua aurreko "Genset" potentziaren balioa izango da, "Genset"-aren ustekabeko potentzia-eskaera ekiditeko helburuarekin.
- Birsortze gaitasuna ( $P_{Bir}$  [W]): sarrerako datua bateriaren karga maximoaren potentzia eta tentsio zuzeneko bus-eko birsortze potentziaren arteko diferentzia da, bateriaren birsortze karga maximizatuz.
- Tentsio zuzeneko bus-aren potentzia-balantzea ( $P_{KZbus}$  [W]): tentsio zuzeneko bus-aren potentzia-balantzeak definituko du, potentzia-eskaera aztertzeke helburuarekin.
- Bateriaren karga-egoera (ingelesez State of Charge, SOC) (SOC): Sarrera bateriaren momentuko karga-egoera da, bateria kargatu edo deskargatu behar den analizatzeko.

### 4. irudia. Logika lausoaren bazkidetza funtzioak.



#### 3.2.2. Logika Lausoko Doiketa

Proposatutako energia kudeaketa estrategiaren doiketa, aplikazioaren ezagutza aurreratuan eta gidatze-profilaren lineaz kanpoko optimizazioan oinarritzen da. Tentsio zuzeneko bus-aren potentzia-balantzea [W], "Genset" potentzia [W] eta birsortze gaitasunaren [W] bazkidetza-funtzioak aplikazioaren ezagutza aurreratuaren arabera doitu dira. Bestalde, karga-egoera [%] programazio dinamikoan lortutako operazioaren balio optimoekin moldatu da.

Aurredefinituriko gidatze-profila programazio dinamikoaren optimizazioaren bidez optimizatu da. Optimizazioa ondorengo gastu funtzioarekin erlazionatzen da ( $J$ ), erregai kontsumoaren murrizketarako (Sundström eta Guzzella, 2009):

$$J = \sum_{i=0}^{N-1} \Delta m_f(U(i)) \cdot T_s \quad (1)$$

non,  $\Delta m_f \cdot T_s$  denbora-pauso bakoitzean ( $T_s=1$  s) kontsumitutako erregai masa den, potentzia-banaketa faktoreak determinaturik ( $U$ ) eta ibilibidearen luzera ( $N$ ) den (Lopez *et al.*, 2018). Ondorioz, optimizatutako parametroa potentzia-banaketa faktorea da.

SHEB konfigurazioan, potentzia-banaketa faktorea potentzia-eskaeraren ( $P_{esk} [W]$ ) zatiketa da, zeina "Genset" ( $P_{GS} [W]$ ) eta bateria ( $P_{BT} [W]$ ) artean zatitzen den.

$$P_{esk}(i) = \begin{cases} P_{GS}(i) = P_{esk}(i) \cdot (1 - U(i)) \\ P_{BT}(i) = P_{esk}(i) \cdot U(i) \end{cases} \quad (2)$$

Optimizazioa bateriaren erabilera maximizatzeko eta erregai kontsumoa minimizatzeko diseinatu da, aurredefinituriko karga-egoera minimo batera iristeko helburuarekin. Karga-egoera minimo hau, kargatzaile azkarrean 2,5 minututan erabilgarri dagoen potentziarekin birkargatu daitekeen energia kantitatearen arabera kalkulatu da. Optimizazio honetatik lorturiko karga-egoera optimotik, karga-egoera balio minimo eta maximoak lortu dira. Puntu hauek, 4. Irudian dauden A (karga-egoera minimoa) eta B (karga-egoera maximoa) puntuak definitzeko erabili dira

### 3.2.3. Logika Lausoko Irteera

Proposatutako energia kudeaketa estrategiaren irteera "Genset" potentzia [W] da. "Sugeno" deritzon logika lausoko inferentzia sisteman oinarritzen denez, irteera-balioa estatistika funtzioekin <sup>2</sup> deslausatzen da. Diseinu honetan erabilitako estatistika funtzioa batzbesteko haztatua da. Datu bakoitzak ekarpen maila bat dauka definitutako batzbesteko haztatuen kalkuluan. Ondorioz, irteera kalkulatzeko, konstante bakoitzaren kontribuzioa beharrezkoa da. Kontribuzio hauek, errorearen hedapena deitzen den beste funtzio estatistiko batekin kalkulatu dira, Ek. (3). Kasu honetan, logika lausoko arauak ( $k_{arau_n}$ ) "Genset" potentzia balio bakoitzean ( $k_{GSbalioa}$ ) kontribuzio maila bat dute.

$$k_{GSbalioa} = \sqrt{k_{arau_1}^2 + k_{arau_2}^2 + \dots + k_{arau_n}^2} \quad (3)$$

Kontribuzio maila lortu ondoren, batzbesteko haztatua aplikatu daiteke, "Genset" ( $GS_{irteera}$ ) irteera-balioa lortzeko. Ondorengo formularen bidez, "Genset" irteeraren balioa kalkulatu da:

$$GS_{irteera} = \frac{\sum_{i=1}^n (k_{GSi} \cdot GS_i)}{\sum_{i=1}^n k_{GSi}} \quad (4)$$

non,  $GS_i [W]$  "Genset" konstanteak diren,  $n$  konstante kopuruarekin definituta eta  $k_{GSi}$  konstante bakoitzaren balioek definitzen duten.

$GS_i$  programazio dinamikoan optimizatutako balioekin doitu da. Kasu honetan, "Genset" optimizatuaren balio minimo, kuantil 25, 50 eta 75 eta balio maximoen bidez doitzen da.

## 3.3. Lortutako Emaitzak eta Analisia

Atal honetan, proposaturiko strategiaren sentsibilitate-analisi bat jarduten da. Analisi honetarako, autobusaren elementu osagarrien potentzia-eskaera eta bidaiari-kopurua identifikatu dira puntu sentikor gisa. Hauen eragina ebaluatzeko, 2. Taulan aurkeztutako azterketa egoera ezberdinen simulazioak jorratu dira.

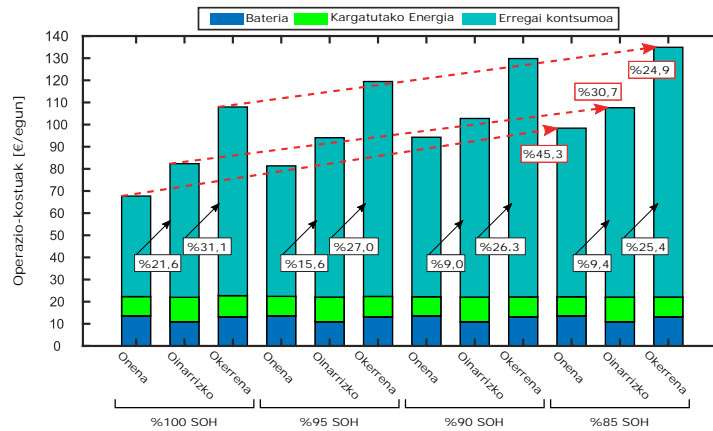
### 3.3.1. Elementu osagarrien potentziarekiko sentsibilitate-analisia

Lehen analisi honetan, energia kudeaketa strategiak elementu osagarrien potentziaren sentsibilitate-analisia aurkezten da 5. irudian. Oinarritzko kasua erreferentzia gisa hartuz, kasurik onenarekiko operazio kostuak % 21,6-raino garestitzen dira. Okerreneko kasuarekin alderatuz, ostera, % 31,1-erainoko murrizketa lortzen da. Horretaz

<sup>2</sup><https://es.mathworks.com/help/fuzzy/sugfis.html>

gain, bateriaren osasun-egoera okertzen den heinean, hiru kasuen arteko diferentzia murrizten dela hauteman da. Kasu bakoitza bere buruarekin alderatuz, bateriaren bizitza murrizten doan heinean, operazio kostuak garestitzen dira % 45,3, % 30,7 eta % 24,9 kasurik onenean, oinarritzko kasuan eta kasurik okerreanean, hurrenez hurren.

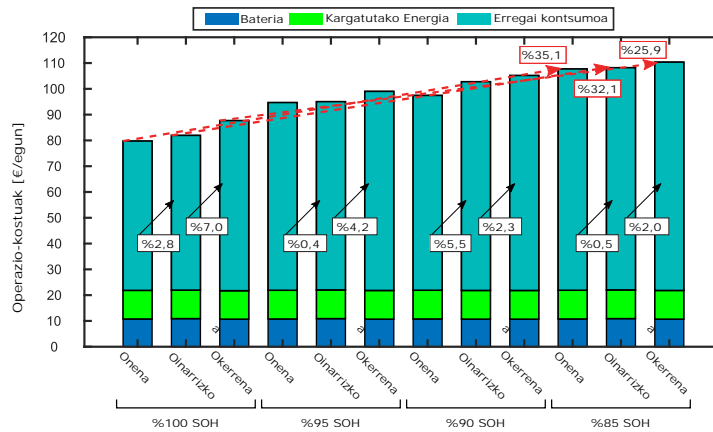
**5. irudia. Elementu osagarrien potentziarekiko sentsibilitate-analisia.**



**3.3.2. Bidaiari-kopuruarekiko sentsibilitate-analisia**

Bigarrenik, aurkeztutako estrategiaren sentsibilitate-analisia gauzatu da bidaiarien aldakortasunaren arabera. Aurreko analisisian bezala, oinarritzko kasua muturreko kasuekin konparatu da, ikus 6. irudia. Alde batetik, kasu onenean, autobusak bidaiaririk gabe bidaiatzen du. Bestetik, kasu okerreanean, autobusak beregan eraman ditzakeen bidaiari-kopuru maximoarekin operatzen du. Ikerketa honetan ere, oinarritzko kasua onenaren eta okerrearen tartean gelditzen da, non gehienez % 2,8-ko kostu igoera eta % 7,0-ko jaitsiera dituen, hurrenez hurren. Nabarmena da baita ere bateriaren bizitza murrizten den heinean, hiru kasuen arteko kostu diferentzia murrizten dela. Kasu bakoitzaren bilakaera ikertuz, bateria zahartzen doan heinean, operazio kostuak garestitzen dira % 35,1, % 32,1 eta % 25,9 kasurik onenean, oinarritzko kasuan eta kasurik okerreanean, hurrenez hurren.

**6. irudia. Sentsibilitate-analisia bidaiari-kopurua aldatuz.**



**3.4. Ondorioak**

Ikerketa honetan bateriaren zahartzeaz kontziente den energiaren kudeaketako strategiaren sentsibilitate analisia aurkeztu da operazio-kostuen alorrean. Sentsibilitate-analisi honetarako bi puntu sentikor identifikatu dira: elementu osagarrien kontsumoa eta bidaiari-kopurua. Puntu sentikor bakoitzean, muturreko oinarritzko base batekin konparatzen dira. Elementu osagarrien potentzia-eskaerari dagokionez, kasurik onenean operazio-kostuak % 21,6-rainoko jaitsiera dute eta, kasurik okerreanean, % 31,1-erainoko igoera. Bestalde, bidaiari-kopurua aztertuz, kasurik onenak % 2,8-ko murrizketa du eta, aldiz, kasu okerrean % 7,0-ko igoera, oinarritzko kasuarekin konparatuz.

Gainera, bi puntu sentikor horietan, bateria zahartzen doan heinean, hiru kasu hauen arteko operazio-kostuen diferentzia txikiagotzen da.

Azpimarratzekoa da ere, kasu bakoitzean operazio-kostuek igoera jasaten dutela bateriaren bizitza murrizten den heinean. Hori ez gertatzeko, estrategia eguneratu behar dela ondorioztatzen da, operazio-kostuak jeitsi daitezkeen.

Azkenik, bi sentsibilitate-analisiak konparatuz, nabarmena da estrategia potentzia elementu osagarrien aldaketekiko sentikorrakoa dela. Alde batetik, oinarritzko kasua kasu onenarekin konparatuz, % 21,6-eraino garestitzen da, bidaiariaren analisiko % 2,8-ko kostu igoeraren kontra. Bestetik, oinarritzko kasua kasu okerrenarekin konparatuta, % 31,1-erainoko murrizketa lortzen da, bidaiariaren ikerketako % 7,0-ko kostu jeitsierarekin alderatuz.

#### 4. Etorkizuna

Ikerketa honek hasiera batean diseinatutako estrategia epe luze batean eguneratzeko ildotik jarraituko du. Eguneraketa honek autobusaren operazio-kostuak murrizteko eta bateriaren bizitza luzatzeko helburua izanik.

#### 5. Erreferentziak

- Bi, Zicheng, Lingjun Song, Robert De Kleine, Chunting Chris Mi, eta Gregory A. Keoleian. 2015. Plug-in vs. wireless charging: Life cycle energy and greenhouse gas emissions for an electric bus system. *Applied Energy* 146.11–19.
- Du, Jiuyu, Xiaobin Zhang, Tianze Wang, Ziyu Song, Xueqing Yang, Hewu Wang, Minggao Ouyang, eta Xiaogang Wu. 2018. Battery degradation minimization oriented energy management strategy for plug-in hybrid electric bus with multi-energy storage system. *Energy* 165.153–163.
- Dufo-López, Rodolfo. 2015. Optimisation of size and control of grid-connected storage under real time electricity pricing conditions. *Applied Energy* 140.395 – 408.
- Herrera, V. I., A. Milo, H. Gaztañaga, J. Ramos, eta H. Camblong. 2018. Adaptive and non-adaptive strategies for optimal energy management and sizing of a dual storage system in a hybrid electric bus. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 1–13.
- Lopez, Jon Ander, Victor Isaac Herrera, Aitor Milo, eta Haizea Gaztañaga. 2018. Energy Management improvement based on Fleet Learning for Hybrid Electric Buses. In *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)*, 2–7, Chicago, IL, USA, USA. IEEE.
- Sundström, Olle, eta Lino Guzzella. 2009. A Generic Dynamic Programming Matlab Function. *18th IEEE International Conference on Control Applications, Saint Petersburg, Russia* 1625–1630.
- Takagi, Tomohiro, eta Michio Sugeno. 1985. Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* SMC-15.116–132.
- Tang, Li, eta Giorgio Rizzoni. 2016. Energy management strategy including battery life optimization for a HEV with a CVT. *2016 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific, ITEC Asia-Pacific 2016* 549–554.
- , —, eta Simona Onori. 2015. Energy management strategy for HEVs including battery life optimization. *IEEE Transactions on Transportation Electrification* 1.211–222.

#### 6. Eskerrak/Aipamenak

Lan hau partzialki babestuta egon da Gipuzkoako Foru Aldundiagatik, On-Mobility proiektupean (Gipuzkoako Zientzia, Teknologia eta Berrikuntza Sarea Programa). Lan hau "Ecological Vehicles and Renewables Energies 2019" kongresura aurkeztutako lanaren jarraipena da.