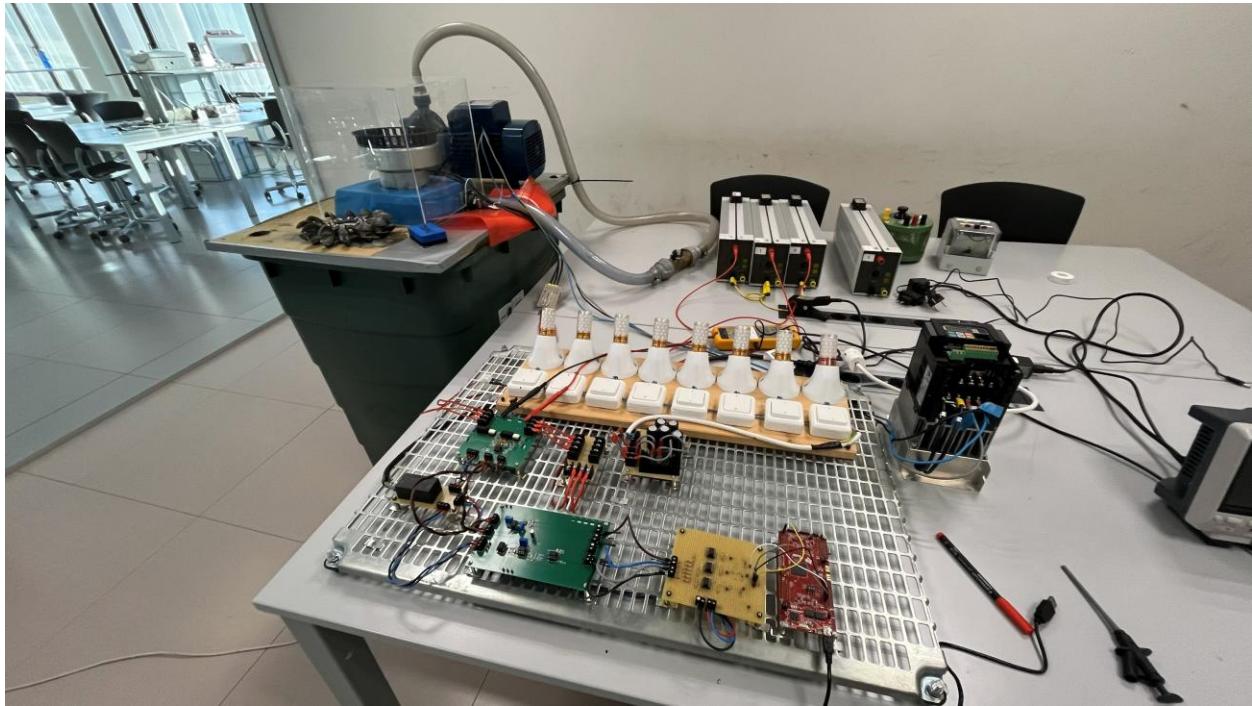




Mondragon
Unibertsitatea

Goi Eskola Politeknikoa
Escuela Politécnica Superior

1. SEIHILEKO PROIEKTUA



ENERGIAREN INGENIERITZAREN GRADUA 2. URTEA

3. TALDEA

Laburpena

Sare elektrikotik isolatua dagoen 100 m²-ko etxebizitza baten behar energetikoak eta ur kontsumoaren beharrak asetzeko sistema hidrauliko baten dimentsionamendu teorikoa eta implementazioa burutu dira. Horretarako potentzia kontsumo pikoak eta urte osoko behar energetikoa izan dira kontuan. Alde batetik, sistema fluidikoaren optimizazioa bermatzeko, 120 m-ko ur jauzi bat duen sistema diseinatu da, Pelton turbina bat eta sorgailu sinkrono batetaz baliatuz energia fluidikoa lehenik mekanikora eta ondoren elektrikora bilakatuz. Implementazioari dagokionez, jauzi hori ponpa trifasiko batekin emulatu da entseguak errazteko asmoarekin. Honetaz gain, deposituaren monitorizazioa eta automatizazioa burutu dira. Azkenik, sortutako potentzia elektrikoa monitorizatzeko, neurketa sistemak diseinatu dira tentsioa, korrontea eta maiztasuna uneoro neurtzeko.

Resumen

Se ha llevado a cabo el dimensionamiento teórico e implementación de un sistema hidráulico para cubrir las necesidades energéticas y de consumo de agua de una vivienda de 100 m² aislada de la red eléctrica. Para ello se ha tenido en cuenta el consumo pico de potencia y la necesidad energética de todo el año. Por un lado, para garantizar la optimización del sistema fluídico, se ha diseñado un sistema con una cascada de 120 m, utilizando una turbina Pelton y un generador síncrono transformando la energía fluídica primero a mecánica y después a eléctrica. En cuanto a la implementación, este saldo se ha emulado con una bomba trifásica con la intención de facilitar los ensayos. Además, se ha realizado la monitorización y automatización del depósito. Por último, para monitorizar la potencia eléctrica generada, se han diseñado sistemas de medición para medir en todo momento la tensión, la corriente y la frecuencia.

Abstract

The theoretical size and implementation of a hydraulic system to meet the energy needs and water consumption needs of a 100 m² house isolated from the electricity grid have been completed. This has been done in terms of power consumption and annual energy needs. On the one hand, to ensure the optimization of the fluidic system, a 120 m water

jump system has been designed, using a Pelton turbine and a synchronous generator, transforming fluidic energy first into mechanical energy and then into electric energy. As far implementation is concerned, this leap has been emulated with a three-phase pump to facilitate testing. In addition, monitoring and automation of the tank has been carried out. Finally, to monitor the electrical power generated, measurement systems have been designed to measure voltage, current and frequency at all times.

Aurkibidea

1	Sarrera.....	1
1.1	Eginbeharrok eta helburuak.....	1
1.2	Planifikazioa.....	1
2	Diseinu eta Simulazioak.....	1
2.1	Diseinu eta Analisi hidrodinamikoa	1
2.1.1	Zirkuituaren analisia.....	1
2.1.2	Zirkuituaren disenua	1
2.1.3	Karga galerak	2
2.1.4	Errendimendua	6
3	Makina elektrikoen karakterizazio eta analisia.....	9
3.1	Makina elektrikoen tipologia aukeraketa.....	9
3.1.1	Makina desberdinen abantaila eta desabantailak	9
3.2	Sorgailu sinkronoaren karakterizazioa	10
3.2.1	Hutseko entsegua	11
3.2.2	Kargako entsegua	12
4	Aldagai elektrikoen sentsorizazio eta implementazioa	17
4.1	Tentsioaren egokitzapen zirkuitua	18
4.2	Korrontearen egokitzapen zirkuitua	21
4.3	Frekuentziaren egokitzapen zirkuitua	23
4.4	Maiztasun erantzunaren analisia	25
5	Sistemaren automatizazioa	30
5.1	PLC programa	31
5.2	HMI atala	32
6	Datu faltaren eta anomaloen justifikazioa	36

ZENTRAL HIDRAULIKOA

7	Garapen Jasangarriko Helburuen lanketa	39
8	Ondorioak	40
9	Etorkizunerako ildoak.....	41
10	Bibliografía.....	I
	ERANSKINAK.....	¡Error! Marcador no definido.

Irudien aurkibidea

1.1 irudia: Zirkuituaren diseinua	1
1.2 irudia: Plangintza.....	1
2.1 irudia: Pelton turbinaren zirkuitua	2
2.2 irudia: Ponparen zirkuitua.....	3
Irudia 2.3 Tutuaren kurba	4
2.4 irudia: Eremu aldaketa	4
2.5 irudia: Karga galeren kurba.....	5
2.6. irudia: Errendimendu teorikoaren kurba.	7
2.7 irudia: Potentzien bilakaera	7
2.8. irudia: Errendimendu teorikoa eta praktikoa.....	8
3.1 irudia: Sorgailu sinkronoaren zirkuitu baliokidea	11
3.2 irudia: Sorgailuaren barne egitura	11
3.5 irudia: EMF vs Ns grafikoa	12
3.6 irudia: Sorgailuaren konexioak.....	13
Irudia 3.7 Harilaren ezaugarriak	14
Irudia 3.8 Potentzia grafikoa	15
Irudia 3.9 Sorgailuaren errendimendua.....	16
Irudia 3.10 Momentu mekanikoa	17
4.1 irudia: Zirkuito teoriko osoa	18
4.2 irudia: Tentsio egokitzapenaren zirkuito teorikoa	19
4.3 irudia: Tentsio egokitzapenaren emaitza teorikoak	20
4.4 irudia: Korronte egokitzapenaren zirkuito teorikoa.....	21
4.5 irudia: Korronte egokitzapenaren emaitza teorikoak	22
4.6 irudia: Frekuentzia egokitzapenaren zirkuito teorikoa.....	23
4.7 irudia: Frekuentzia egokitzapenaren emaitza teorikoak	24
4.8 irudia: Timerraren seinalea Fourierren bidez.	26
4.9 irudia: Seinalearen maiztasun anplitudea.....	26
4.10 irudia: Seinalearen maiztasun fasea.....	27
4.11 irudia: LPF bode diagrama	27
4.12 irudia: LPF irabazpena.	28

ZENTRAL HIDRAULIKOA

4.13 irudia: LPF fasea.	28
4.14 irudia: Bukaerako seinalearen anplitudea	29
4.15 irudia: Bukaerako seinalearen fasea.	29
5.1 irudia: Adaptazioa	30
6.1 irudia: Automatizatu behar duguna	31
6.2 irudia: PLC-aren 3 funtziokoak	32
6.3 irudia: Aurkepen pantaila	33
6.4 irudia: HMI pantaila	33
6.5 irudia: Monitorizazio pantaila	34
6.6 irudia: Prozesuaren eboluzioa	35
6.7 irudia: Mantenimendu eta produkzio pantaila	35
6.8 irudia: Trends pantaila	36
7.1 irudia: Potentzia egokitutu aurretik	37
7.2 irudia: Potentzia egokituta	38
8.1 irudia: Garapen jasangarriko helburua	39
10.1 irudia: bateriaren implementazioa	41

Taulen aurkibidea

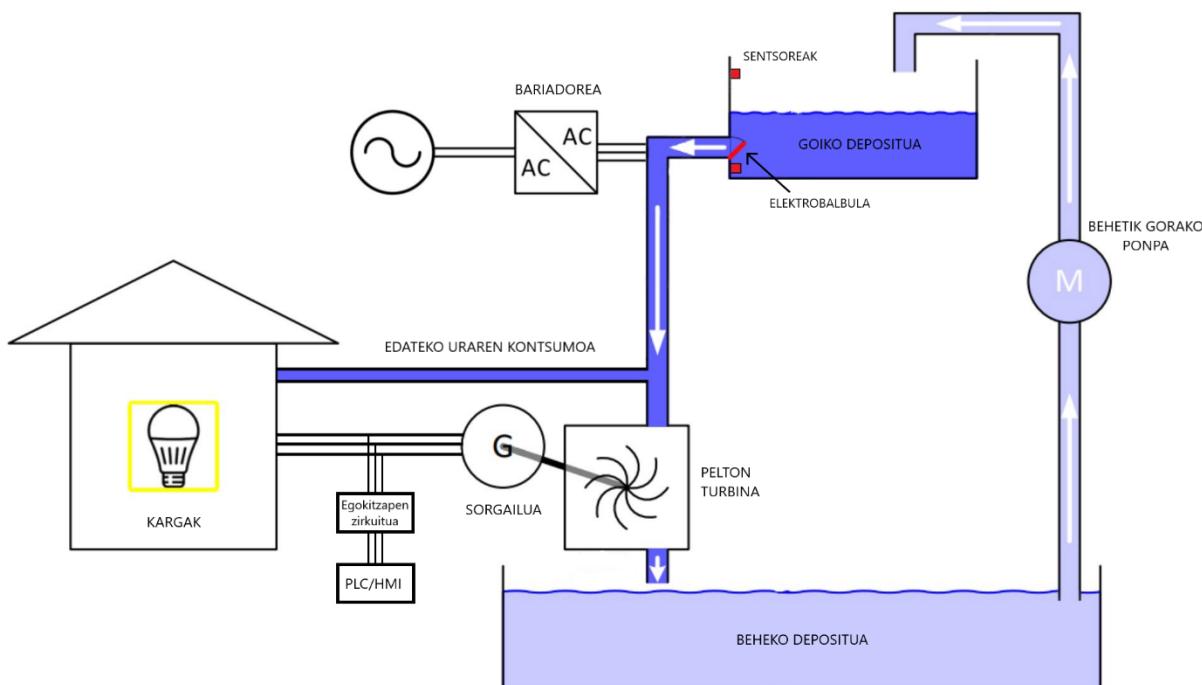
Taula 3-1 3.1.2 Makina desberdinen abantaila eta desabantailak10

1 Sarrera

1.1 Eginbeharrok eta helburuak

Gaur egun, ohikoa den bezala, gure inguruan ikusitako etxebizitza gehienak sare elektrikora konektatuak egoten dira gure energia beharrak asetzeko. Normalean, ez da aztertzen nondik datorren energia hori, berritzagarria den hala ez, azken finean hori erabili beste aukerarik ez baitugu.

Halere, nahiz eta ez den oso ohikoa, badira etxe batzuk beharrezko energia sare honetaz kanpo eskuratzen dutenak. Hori gutxi balitz, beren burua hornitzeko adina energia sortzen duten etxebizitza hauek nagusiki energia iturri berritzagarrietara jotzen dute; hala nola plaka fotovoltaikoen bidez, haize erroten bidez, hauek baitira energia iturri berritzagarri ezagunenak.



1.1 irudia: Zirkuituaren diseinua

Gure kasuan, Euskal Herrian zentral hidroelektrikoekin daukagun aukera ikusita, guztiz isolatua dagoen etxebizitza bat hornitzeko proiektua ikertzeari ekin diogu. Gure helburua 100 m²-ko etxebizitza bat hornitzeko sistema hidraulikoa garatzea da. Gainera azpihelburu batzuk ere finkatu dira:

- Sistema hidraulikotik lortutako energia mekanikoa elektrizitate bihurtzea sorgailu baten bidez.
- Energia mekaniko hori sortzeko baliatzen dugun fluidoaren jarrera aztertzaea proiektua dimentsionatu ahal izateko.
- Sorgailuak sortutako seinale desberdinak bihurtzeko behar diren zirkuituak diseinatu eta implementatzea.
- Etxebitzako energia kontsumoaren azterketa bat egitea.
- Sistema osoaren automatizazioa garatzea.
- Gure turbina sistemaren efizientzia %85 baino gehiago izatea.
- Tuteriak kurbatuak egitea 2. mailako karga galerak ekiditeko, $K=2$ gehienez izan dadin.
- Egokitzapen zirkuituen implementazioan kizkur tartea (Av) 25 mV baino txikiagoa izatea.
- Sistema hidraulikoaren efizientzia totala %60 gutxienez izatea.

1.2 Planifikazioa

Proiektuaren helburuak zehaztu ostean, sistema ezberdinak erreferentziatzat hartuta planifikazioa burutu da. Bertan, zereginak banatu eta bakoitzari arduradunak egokitu zaizkio.

		GANTT																		
		12-dic	15-dic	18-dic	21-dic	24-dic	27-dic	30-dic	02-ene	05-ene	08-ene	11-ene	14-ene	17-ene	20-ene	23-ene	26-ene	29-ene	01-feb	
ZEREGINAK																				
TURBINA ELEKTRIKOAREN ANALISIA																				
Turbinak duen errendimendua eta lortu beharreko potentzia aztertu. Saiakuntza bankuan frogak egin eta lortutako potentzia ezberdinak ikusi. Behar den potentzia kontutan hartuta zirkuitu hidraulikoa dimentsionatua. Lortutako emaitza teorikoak eta praktikoak alderatu, galerak estimatu eta ondorioak ateria.						II/AZ	II/AZ	II/AZ	II/AZ	II/AZ	II/AZ									
SORGAITU ELEKTRIKOAREN ERABILERA																				
Motore elektrikoaren aukeraketa, diseinua eta dimentsionamendua Sorgailuaren karakterizazioa laborategian		AM/ME	AM/ME												AM/ME					
ALDAGAI ELEKTRIKOEN SENSORIZAZIOA																				
Egokitzen zirkuituak simulatu eta dimentsionatua Egokitzen zirkuituak diseinatu eta eraiki Maiztasun erantzun ezberdin eta maiztasun erantzun globalaren azterketa.			JAJ			JAJ	JAJ	JAJ	JAJ	JAJ	JAJ				JAJ	JAJ	JAJ	JAJ	JAJ	
SISTEMAREN AUTOMATIZAZIOA																				
Zentralaren sistema digitala programatu		AM/ME	AM/ME			AM/ME	AM/ME													
DATU FALTEN ETA ANOMALOEN TRATAMENDUA																				
Potentzia perfilaren tratamendua egin		JAJII	JAJII	JAJII																
PROIEKTUAREN KUDEAKETA																				
Helburuak eta planifikazioa definitzea		DENAK																		

1.2 irudia: Plangintza

2 Diseinu eta Simulazioak

2.1 Diseinu eta Analisi hidrodinamikoa

2.1.1 Zirkuituaren analisia

Etxeko behar guztiak asetzeko arazorik izan ez dezagun, gure zentralaren atal fluidikoa diseinatu aztertu eta simulatu dugu. Zentral hidraulikoak behar bezala funtzionatzeko azterketa sakonak egin ditugu; karga galera gutxien izan ditzan eta errendimendu maila altuena eman dezan.

2.1.2 Zirkuituaren diseinua

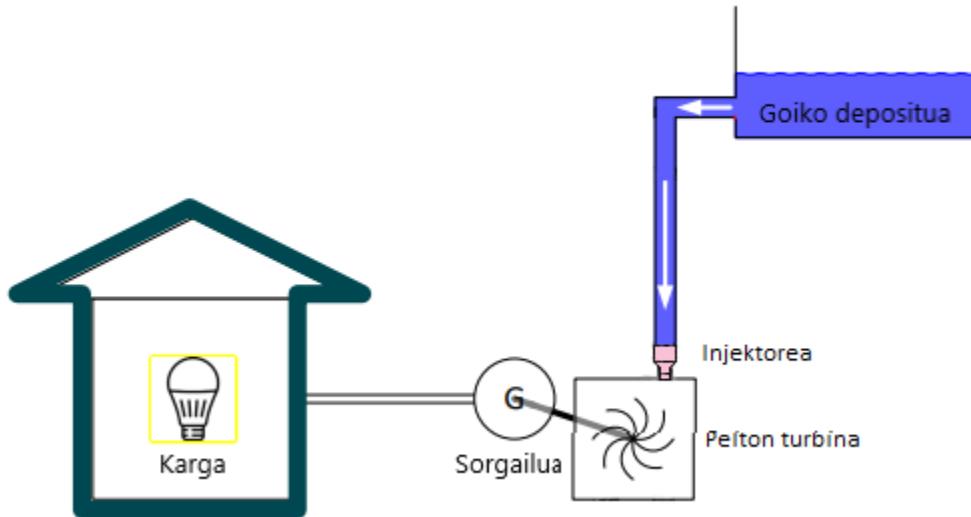
Zentral hidraulikoa honekin hasteko lehenik eta behin toberen aukeraketa egin behar izan dugu gure zirkuitua ahalik eta optimoena izateko; ahalik eta errendimendu maila altuena eta karga galera gutxien izan ditzan. Hori dena bete dadin PVC tobera erabiltzea erabaki dugu, aurreko guztiaz gain, ekonomikoki ere optimoena dela iruditzen zaigulako.

Gure zirkuituaren diseinuak hainbat atal ezberdin ditu. Lehenengoa goiko depositua da, bertan bilduko da guk erabili beharko dugun ur guztia, bai etxebizitzako behar energetiko guztiak asetzeko, bai edateko uraren beharrak asetzeko. Bigarren atal nagusia Pelton turbina biraraziko duen injektorea da, goiko deposituarekiko 120m-ko altuera differentzia duela. Azkenik Pelton turbina izango dugu, honek sortuko digu elektrizitatea.

Zirkitu guzti honek ezin izango luke funtzionatu gure tobera sistema ez balitz egongo, horrela, goiko depositutik injektorera ura eramango dugu. Tobera sistema honek 2 ukondo izango ditu eta PVC-ko tutuez egongo da osatua; ahalik eta errendimendu maila altuena eta karga galera gutxien izan ditzan. PVC materialak duen zimurtasuna $\epsilon = 0,0000015$ da, hori dela eta uraren karga galerak minimizatzen dira. Aurreko guztiaz gain, beste abantaila hauek ere baditu material honek

- Inpaktuarekiko erresistentzia gaindiezina.
- Erresistentzia hidrostatikoa epe luzera eta laburrera.
- Korrosioarekiko erresistentzia.

- Ahalmen hidrauliko handiagoa.
- Malgutasuna.
- Ekonomikoki ere optimoa.



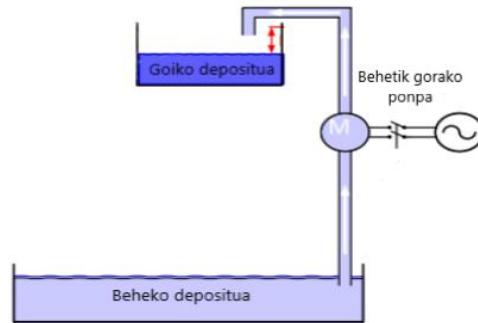
2.1 irudia: Peltonaren zirkuitua

2.1.3 Karga galerak

Hodi edo kanalizazio batean karga-galera fluido batean gertatzen den presio-galera da, hodiaren hormaren kontra fluidoak duen marruskaduraren ondorioz.

Kasu honetan, nahiz eta benetako zentral hidraulikoan ponparik ez egon, guk diseinatutako maketen ponpa beharrezko da ura berriz ere goiko depositura itzultzeko. Pelton turbina birarazi ondoren ura beheko depositu batean biltzen da ez galtzeko eta ondoren berrerabiltzeko.

Analisi fluidikoa egiterakoan beheko ur depositutik ponparen bidez goraino doan urak dituen karga galerak kalkulatu ditugu. Ponpak $\eta_p = 0,45$ -eko errendimendu konstantea du eta $0.001\text{m}^3/\text{s}$ -ko emaria darama.



2.2 irudia: Ponparen zirkuitua

2.1.3.1 Lehen mailako karga galerak

Lehen mailako karga galerak tutuetan kurbadurarik ez dagoen lekuetan ematen dira, tutu zuzenetan, tutuan doan fluidoak bertako hormen aurka sortzen den marruskaduraren ondorioz. Darcy Weisbach-en ekuazioa aplikatuz lor ditzakegu karga galera hauetak.

$$h_{f1} = f \frac{L}{D} \frac{\nu^2}{2g} \quad (1)$$

Ekuazio hau aldagai hauen menpe dago: L aztertzen den tutu zatiaren luzera, D aztertzen den tutu zatiaren diametroa, ν zati horretako abiadura (abiadura hau tutu zatiaren azalera eta bertatik doan emariaren menpe dago; $\nu = \frac{Q}{A}$), g grabitate indarra eta azkenik f marruskadura koefizientea. f koefiziente hau Colebrook-en ekuazio orokoretik dator, iterazioen bitartez askatzen delarik.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (2)$$

Marruskadura turbulentua delako erabiltzen da ekuazio hau, marruskadura laminarra izan bazen beste ekuazio bat erabiliko genuke

$$f = \frac{64}{Re} \quad (3)$$

Colebrook-en ekuazio hau aldagai hauen menpe dago: ε aztertzen dugun tutuaren zimurtasuna, D aztertze dugun tutuaren diametroa eta Reynolds-en zenbakia

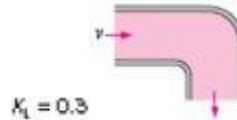
$$Re = \frac{D \nu L}{\alpha} \quad (4)$$

2.1.3.2 Bigarren mailako karga galerak

Bigarren mailako karga galerak tutuen norabide aldaketetan eta eremu desberdinenean dauden galerak dira. Ondorengo ekuazio hau aplikatuta lortzen dira galera hauek

$$h_{f2} = k_L \frac{\nu^2}{2g} \quad (5)$$

Aldagai hauen menpe dago ekuazio hau, ν zati horretako abiadura, g gravititate indarra eta azkenik k_L koefizientea. Balore hau tutuetako kurba eta eremu aldaketetan dagoen konstante bat da, eta desberdina da formaren arabera azpiko argazkietan ikusi daiteken bezala. Gure sistemak 2 ukondo (tutu kurba) eta eremu aldaketa bat izango ditu.

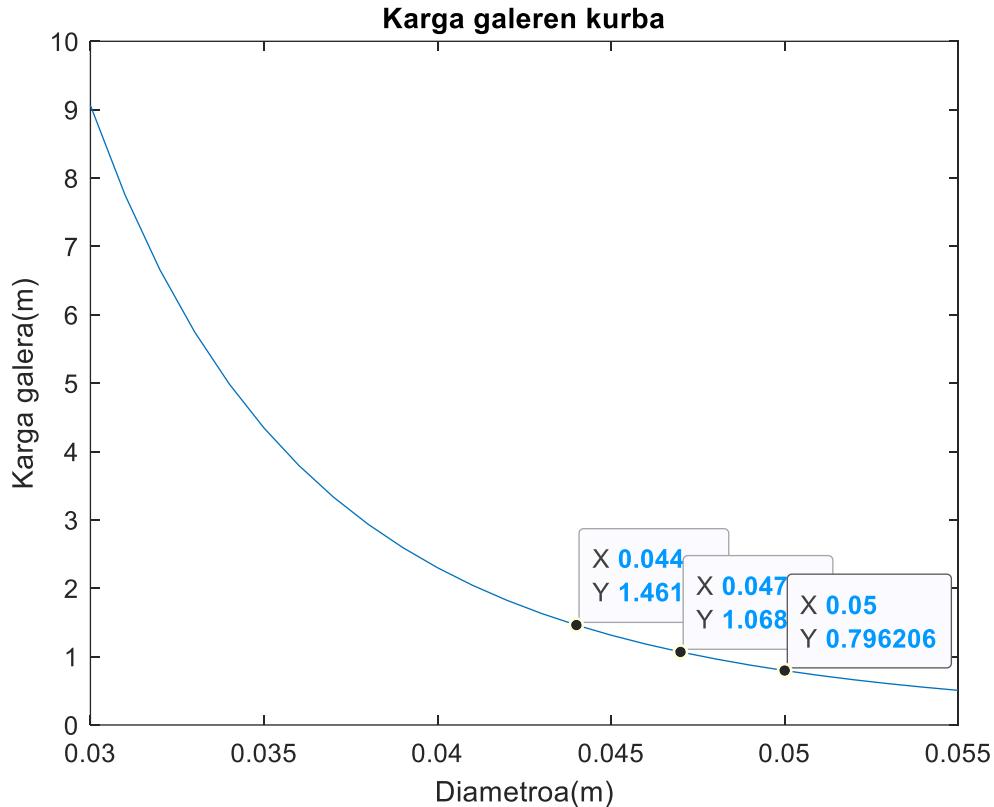


Irudia 2.3 Tutuaren kurba



2.4 irudia: Eremu aldaketa

Lehen eta bigarren mailako ekuazioak batu ondoren karga galerak totalak lortzen ditugu (h_L). Gure helburua tutuentzat diametro aproposena aurkitzea denez, diametro tarte bat jarriz matlaben, ondorengo grafikako kurba atera zaigu. Bertan ikus dezakegu diametro bakoitzak edukiko dituen karga galerak.



2.5 irudia: Karga galeren kurba

Gure kasuan hiru diametro ezberdinen atean egin dugu aukeraketa. Beharrezkoa izan dugu kontuan edukitzea geroz eta diametro handiagoa duen tutua bat erostea garestiagoa dela. Horren ondorioz, karga galera gutxien eta ekonomikoki optimoa den tutua aukeratu dugu; diametroa 0.047m duena. Hala ere hauek dira guk ikertu ditugun tutuak:

Diametroa(m)	Karga galeren(m)
0.044m	1.46156m
0.047m	1.06823m
0.05m	1.796206

2-1 taula: Tutuen emaitzak

Hau dena egin ostean eta karga galera aproposa lortuta, ponpako altuera lor dezakegu energiareneko ekuazioa aplikatuta.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 + h_p = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + h_l \quad (6)$$

$$h_p = \frac{v_2^2}{\rho g} + Z_2 + h_l \quad (7)$$

Azkenik, ponparen altuera aterata honek kontsumitzen duen potentzia lortu dugu ekuazio honen bidez; 1187W.

$$\dot{W} = \rho g h_p Q \quad (8)$$

2.1.4 Errendimendua

Behin sistema diseinatuta, errendimenduaren eta potentziaren kalkulu teorikoak egin dira. Ondoren, behin kalkulu teoriko horiek gauzaturik, frogatzen esperimentalak egin dira ponpa baten eta bi urtegi txikiren bidez.

Atal teorikoari dagokionez, lehenik fluidoaren abiadura absolutua (C_1) kalkulatu da (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) ekuazioa aplikatuz.

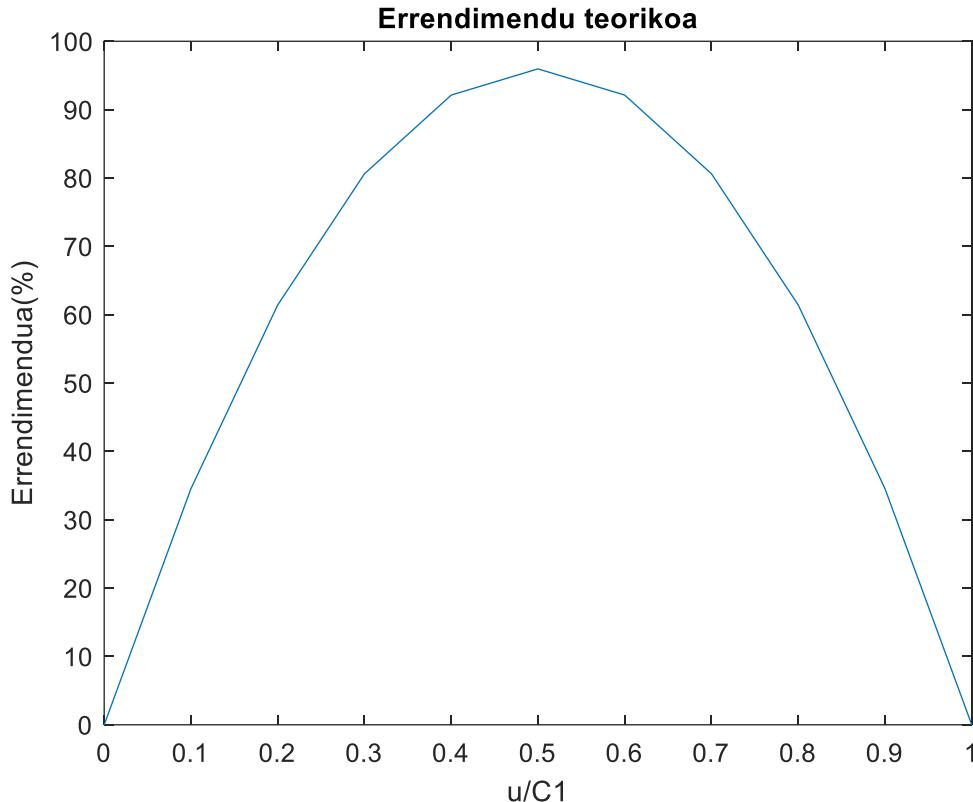
$$Q = C_1 \cdot A \quad (9)$$

Ondoren, (10) ekuazioaren bidez turbinaren abiadura tangentziala (u) kalkulatu da. Errendimendu teorikoaren kurba kalkulatzeko, n ezberdinak aplikatu dira eta abiadura tangentzialak uneoro fluidoaren abiadura absolutua baina balio txikiagoa izan du.

$$u = n \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot r_{turbina} \quad (10)$$

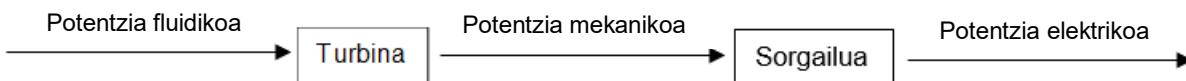
Behin horiek biak kalkulatuta, errendimendu teorikoa kalkulatu da. Horretarako (11) ekuazioa erabili da. $\frac{u}{C_1}$ faktoreak 0 eta 1 arteko balioak hartu ditu, eta errendimendu teorikoaren kurba irudikatu dugu. Horretarako $K_w=0.95$ eta $\beta_2 = 14.62^\circ$ datuak ordezkatu dira.

$$\eta_h = 2 \cdot (1 + k_w \cos \beta_2) \frac{u}{C_1} \left(1 - \frac{u}{C_1}\right) \quad (11)$$



2.6. irudia: Errendimendu teorikoaren kurba.

Atal praktikoari dagokionez, potentzien eta errendimenduen arteko erlazioak erabiliz kalkulatu da turbinaren errendimendua.



2.7 irudia: Potentziaren bilakaera

Sorgailu elektrikoaren karakterizazioan sorgailuaren errendimendu praktikoa kalkulatu zenez, potentzia elektrikoa eta sorgailuaren errendimedua jakinik, (12) ekuazioaz baliatuz turbinak jasoko duen potentzia mekanikoa kalkulatu da.

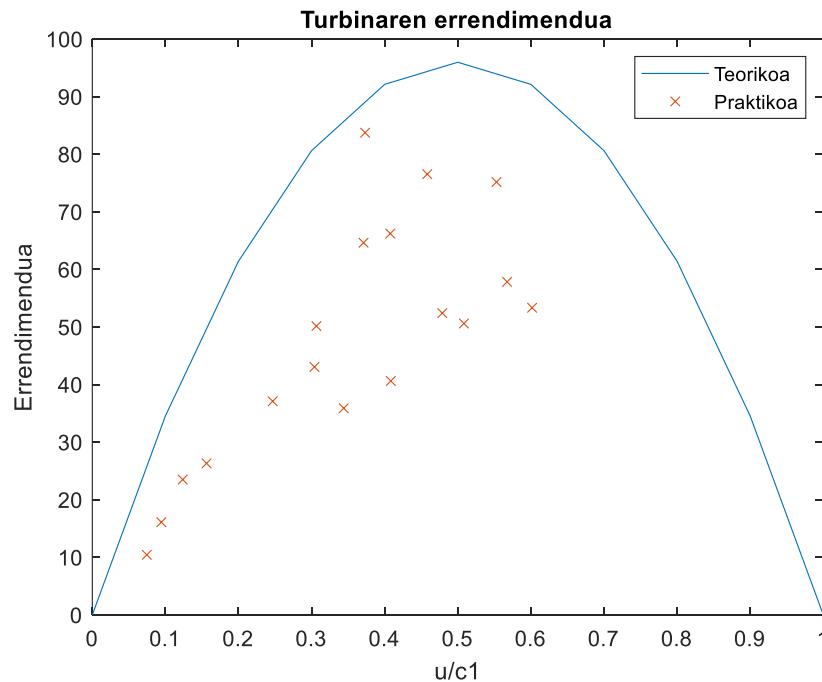
$$h_{hsorgailua} = \frac{W_{elektrikoa}}{W_{mekanikoa}} \cdot 100 \quad (12)$$

Ondoren, fluidoaren abiadura absolutua jakinik, fluidoak ekartzen duen potentzia ere kalkulatu da (13) ekuazioaren bitarbez.

$$\dot{W}_{fluidikoa} = \rho \cdot g \cdot \frac{c_1^2}{2} \quad (13)$$

Azkenik, turbinaren errendimendua kalkulatu da (14) ekuazioa erabiliz eta 2.6. irudia: Errendimendu teorikoaren kurba. irudian ordezkatu da, 2.8. irudia: Errendimendu teorikoa eta praktikoa. irudian ikus daitekeen bezala.

$$\eta_{hturbina} = \frac{\dot{W}_{mekanikoa}}{\dot{W}_{fluidikoa}} \cdot 100 \quad (14)$$



2.8. irudia: Errendimendu teorikoa eta praktikoa.

3 Makina elektrikoen karakterizazio eta analisia

3.1 Makina elektrikoen tipologia aukeraketa

Makina elektrikoen definizioa, energia elektrikoa energia mekanikora edo alderantzizko bihurketa egiten duten gailuak direla da. Makinaren diseinua egin aurretik, hainbat aukera aztertu behar dira, merkatuan dauden motoreen analisia barne. Horrekin batera, proiekturako eta modelorako makinarik egokiena aukera daiteke. Makina horiek tentsio-iturri batetik elikatzen diren bitartean beren torlojuak biratzeko gai dira, motore egoeran lan eginez.

Hala ere, proiektuan makina alderantzizko funtzioan lan egiten du, hau da, sorgailu egoeran. Horregatik, merkatua aztertuz, makina egokiena hautatu da sorgailuaren eginkizunak egin dadin. Eremu horretan hiru mota desberdin aurkitzen dira: DC makina, makina asinkronoa eta makina sinkronoa.

3.1.1 Makina desberdinen abantaila eta desabantailak

Makina hauen abantaila eta desabantailak aztertuz, makina elektrikoaren aukeraketa finala bideratu da, informazioa (Silva, 2020) eta (Granero, 2015) -tik atera eta gero.

	Korronte zuzeneko makina	Makina asinkronoa	Makina sinkronoa
Desabantailak	Makina handiak dira. Mantentze-lan handia eskatzen du. Oso astunak dira. Errendimendu baxuko makinak dira (%60 inguru).	Gainkarga arriskua. Potentzia/tamaina erlazioa txikia da. Potentzia dentsitate baxua.	Garestiak dira. Ez dira guztiz itzulgarriak. Hobea da hutsean abioan jartzea.

Abantailak	Azelerazio azkarra,dezelerazioa eta biraketa-noranzkoa aldatzea. Frenatze birstozailerako aukera. Abiadura tarte zabala, etengabe doigarriak eta zehaztasun handiz kontrolatu daitezkeenak. Potentzia/tamaina erlazioa handia da. Potentzia dentsitate handia.	Efizientzia altua. Ez dira zaratatsuak. Bibrazio baxuak. Merkeak dira. Irla funtzionamenduan arazoak dute.	Irlan funtzionamendu bikaina Pisu eta tamaina baxuagoak. Abiadura-kontrol erraza. Abio korronte baxua. Gainkargarekiko erresistentzia handia. Errendimendu altua eta energia aurreztea. Irlan funtzionamendu
-------------------	--	--	--

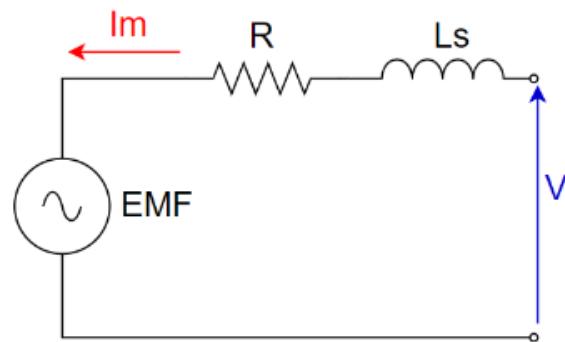
3-1 3.1.2 taula Makina desberdinen abantaila eta desabantailak

3-1-n ageri den analisia kontuan hartuz, sorgailu bezala hautatu den makina mota, makina sinkronoa izan da. Irlako funtzionamendua izan da makina sinkronoa hautatzeko arrazoi nagusiena, diseinatu beharreko sistema irlan funtzionatzen baitu.

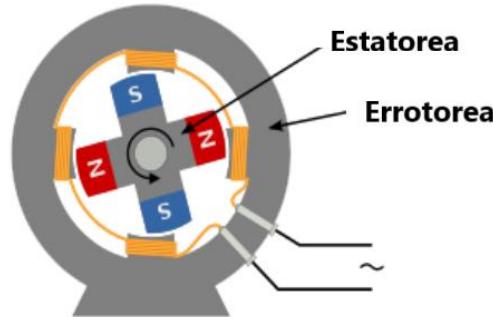
3.2 Sorgailu sinkronoaren karakterizazioa

Makina sinkronoa, bi harilkatuz osaturik dago, estatorea eta errotorea . **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**-n ikusten den bezala, zirkuitu baliokidean hiru osagai garrantzitsu agertzen dira:

- EMF [V]: Induzitutako tentsioa AC-ko sarrerako tentsio iturri bezala adierazten da. Kitzikapenak sorturiko fluxu magnetikoaren eta biratze abiaduraren ($N_s[rpm]$) araberakoa da.
- R [Ω]: estatoreko faseko erresistentzia adierazten du, makinaren barneko harilen ezaugarrien araberakoa dena eta normalean polímetroarekin neurzen dena.
- L_s [H]: Makinaren barne induktantzia adierazten du, hau da, zirkuitu magnetiko eta faseen elkarrekintzaren arteko induktantzia. Sorgailuaren karakterizazioaren bidez lortzen da induktantzia honen balio zehatza.



3.1 irudia: Sorgailu sinkronoaren zirkuitu baliokidea



3.2 irudia: Sorgailuaren barne egitura

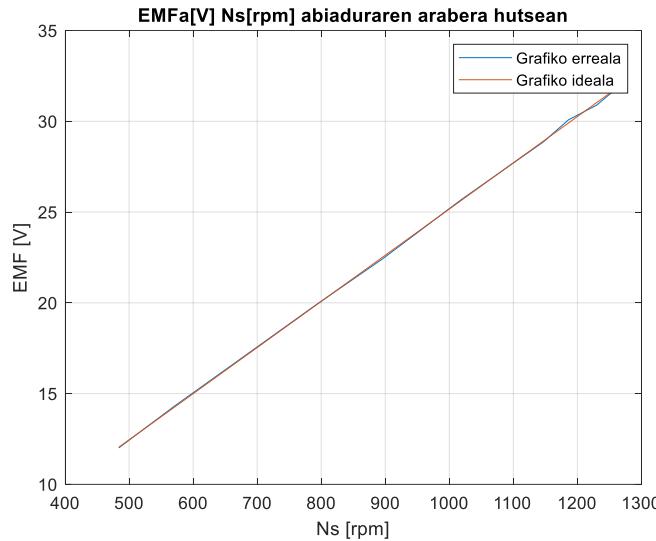
3.2.1 Hutseko entsegua

Lehenik eta behin, sorgailuaren hutseko entsegua burutu da. Makina martxan jarri da karga deskonektatuz. Horrela, errotoreko korrontea 0 izatea eta sarrerako tentsioa irteerakoaren berdina izatea lortzen da. Bariadore bat erabiliz, maiztasuna igotzen joan da, emaria aldatuz eta Pelton turbina eta sorgailua abiadura desberdinietan biraraziz. Abiadura neurtzeko takometroa erabili da eta sorgailuaren frekuentzia eta tentsioa neurtzeko, wattmetroa.

Datu hauekin, makinaren pare polo kopurua lortu da, (referencia)-z baliatuz. Kalkuluarekin, makinaren pare polo kopurua 6 dela ondorioztatu da.

$$N_s = \frac{60f_s}{p} \quad (15)$$

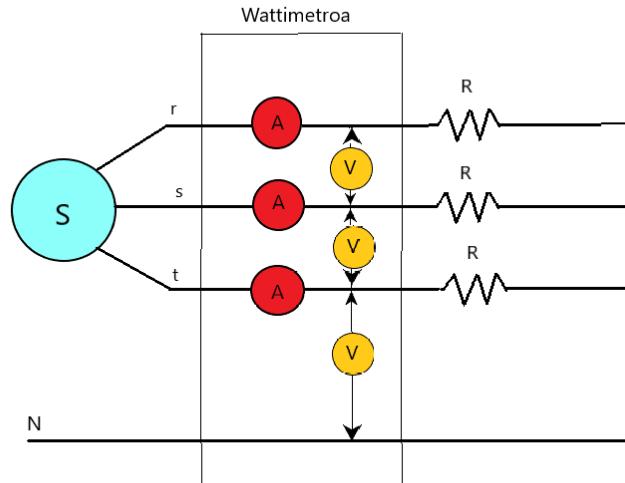
Gainera, tentsioaren hedapena sorgailuaren abiaduraren menpe irudikatu da, 3.. Horrela, grafiko ideal eta erreala atera dira, biak oso antzekoak izanik. Hala, ondoriozta dezakegu abiadura handitzean tentsioa ere handituko dela.



3.3 irudia: EMF vs Ns grafikoa

3.2.2 Kargako entseguia

Karakterizazioa osatzeko bigarren entseguia, kargako entseguia da. Aipatzekoa da, ohikoena zirkuitu laburreko entseguia egitea dela, baina erabilitako ponparen gaitasunarengatik kargako entseguia garatu da. Lehenengo pausoa, faseko erresistentzia neurtea da. Horretarako, polometroarekin bi faseen arteko impedantzia neurtu da ($R_{ff} = 0.9\Omega$) eta honen erdia faseko erresistentzia dela ondorioztatu da, $R_f = 0.45\Omega$. Hori eta gero, $R_k = 10\Omega$ konektatu da sorgailuaren irteeran, 3. ikusi bezala.



3.4 irudia: Sorgailuaren konexioak

Horrela, kargako entseguaren konfigurazioa egin eta frekuentzia desberdineko frogak burutu dira. Hutseko entseguaren metodologia berdina jarraitu da, baina kasu honetan korrontea eta potentzia ere neurtuta. Kargak AC seinaleko tentsioa jasotzen du eta (16) ekuazioa da bere adierazpena.

$$\bar{V}_f = V_{fRMS} \sqrt{2} \sin (2\pi ft) \quad (16)$$

Kasu honetan, EMF tentsioa ez da irteeran egongo den tentsioaren berdina, hiru osagaietan banatzen baita; erresistentzia sinkronoa, kargako erresistentzia eta barne-inpedantzia. (17)erabiliz, eta \overline{EMF} hutseko entsegutik jakinik, osagi bakoitzean erortzen den tentsioa atera daiteke. Berez, kargaren konbenioa erabilita, korrontea sorgailu moduan negatiboa izan beharko luke. Hala ere, kalkuluak positibora moldatu dira errazagoak izateko.

$$\overline{EMF} = R\bar{I} + jX_s\bar{I} + \bar{V} \quad (17)$$

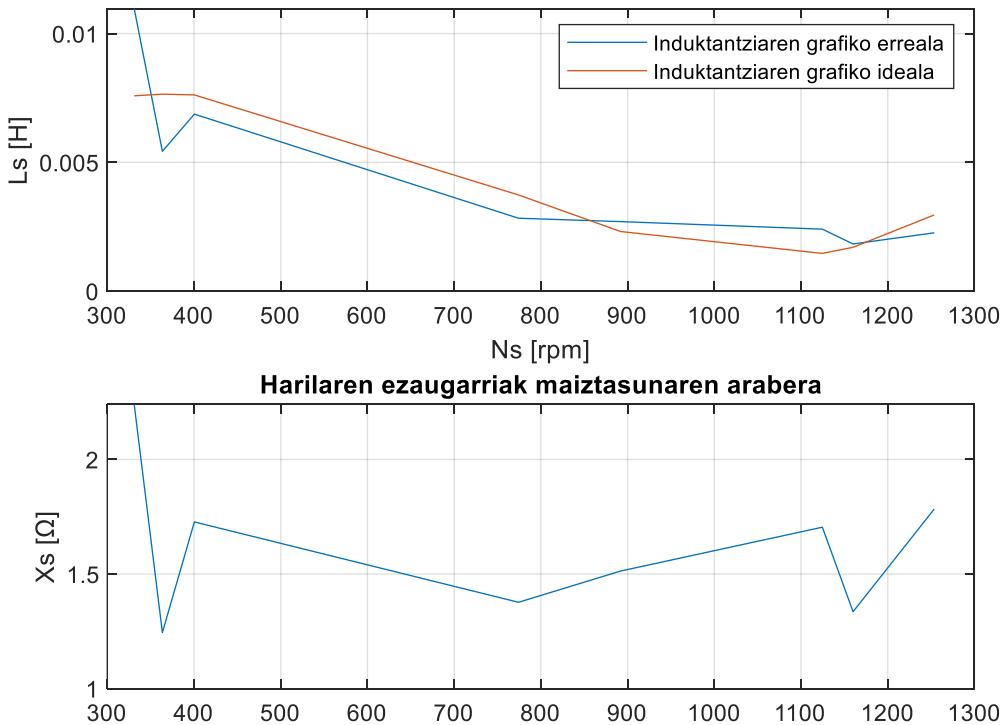
EMF-a hutseko entsegutik jakinda eta kargako entseguan egindako neurketei esker, (18)(19) eta (19) ekuazioekin L_s aurki daiteke.(18) ekuazioaren kasuan, azkenean, R_s eta L_s -k eramatzen duten tentsioa kalkulatzen da, eta korrontearekin zatitzen da. Horrela impedantzia kalkula daiteke, zati erreala erresistentzia eta zati irudikaria erreaktantzia

izanik. Erreaktantziaren balioa aldakorra dela jakina da frekuentziaren menpe baitago, ez ordea induktantzia.

$$\overline{Z_s} = \frac{\overline{EMF} - \bar{V}}{\bar{I}} = R + jX_s \quad (18)$$

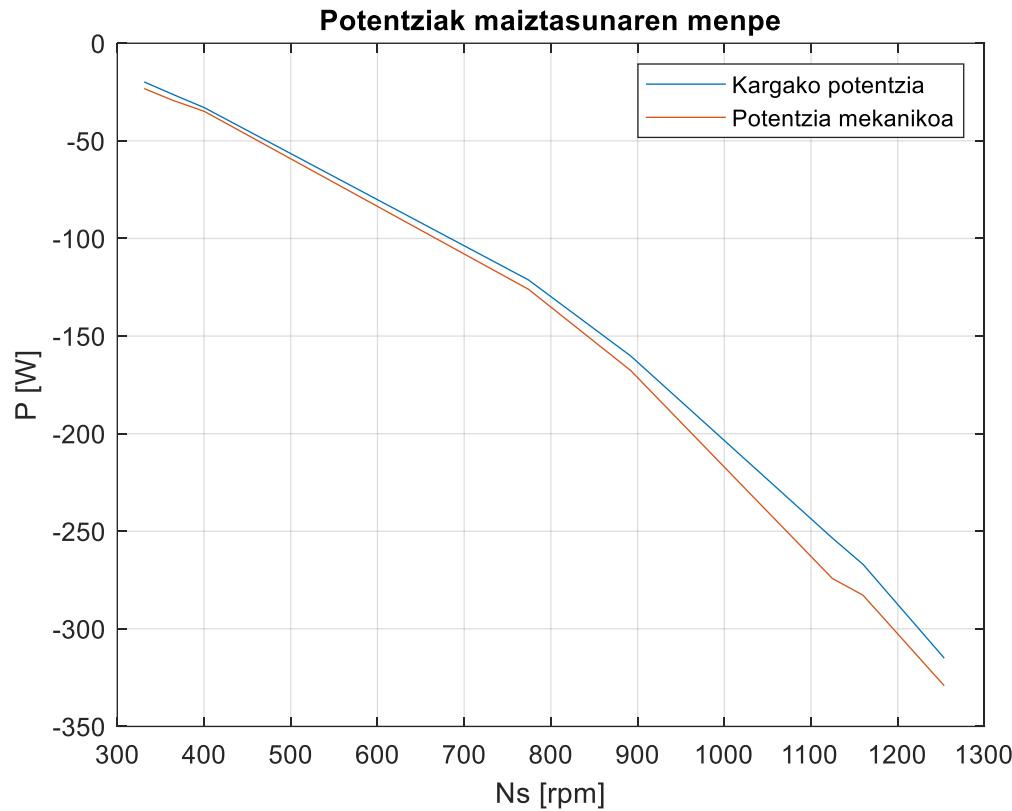
$$L_s = \frac{X_s}{\omega_s} \quad (19)$$

Kalkuluak eginda, Irudia 3.5-n ikusten den moduan, induktantziaren balioa aldakorra izango da ere. Hala ere, horren balioa ez da gehienez aldatuko.



Irudia 3.5 Harilaren ezaugariak

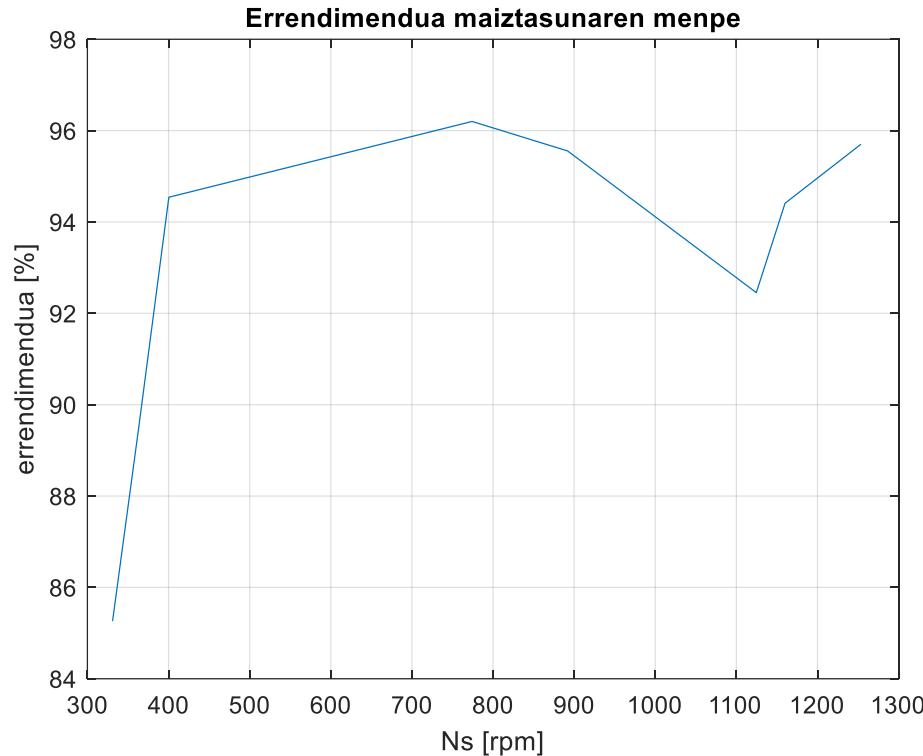
Jarraian, potentzia mekaniko eta elektrikoaren kalkulua egin da. Irudia 3.6 potentziaren hedapena irudikatzen du. Argi ikusten da R_s -k xahutzen duen potentzia oso txikia dela eta ez direla egongo ia galerarik. Gainera, potentzia geroz eta handiagoa izango da abiadura igotzen bada. Lehen aipatutakoaren arabera, sorgailu moduan potentziak negatiboak izango dira, korronte alderantzizko noranzkoa duelako. Kalkulu hau osatzeko, (20) ekuazioa erabili da, neurutako datuekin batera grafikatuz.



Irudia 3.6 Potentzia grafikoa

$$P_{mek} = -3EMF I \cos\varphi \quad (20)$$

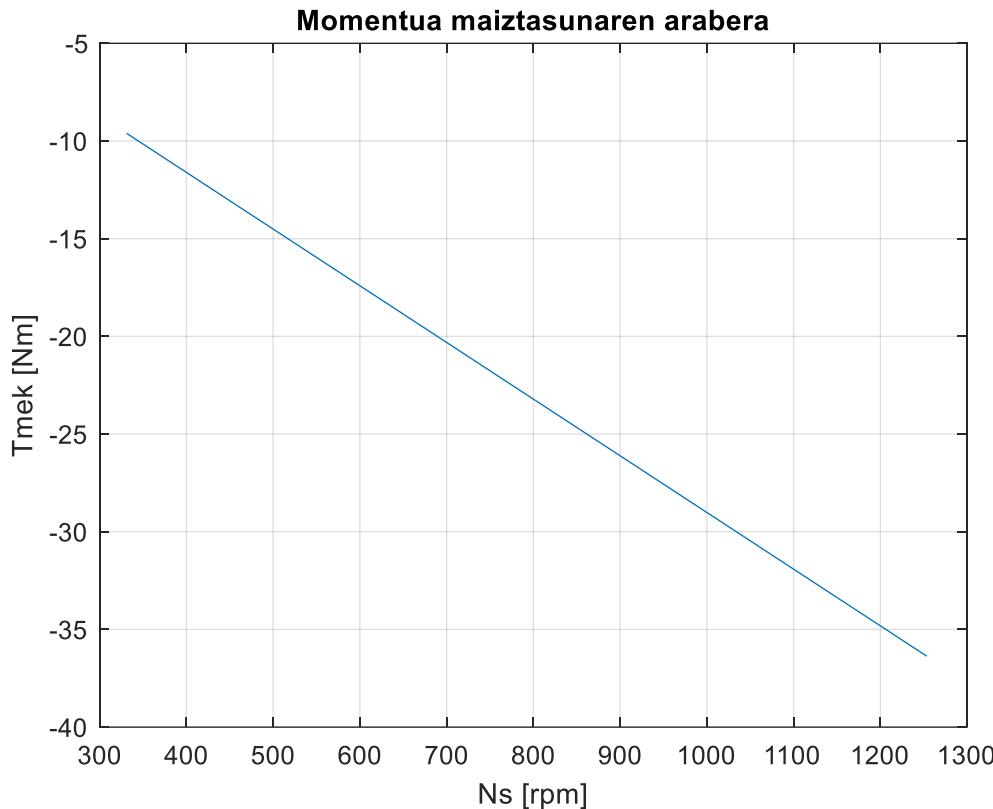
Potentzia jakinda, errendimenduaren hedapena grafikatu da, Irudia 3.7. Horrekin, errendimendua %93-%94-ko batazbestekoa izango duela esan daiteke. Makinaren errendimendu optimoena, sorgailuaren abiadura 800rpm inguru denean da, %96 izanik.



Irudia 3.7 Sorgailuaren errendimendua

Azkenik, momentu mekanikoa kalkulatu da (21) ekuazioa erabilita. Irudia 3.8-k momentu mekanikoaren hedapena sorgailuaren abiaduraren menpe irudikatzen du. Logikoki, potentzia mekanikoaren antza du, beherako zuzena izanda. Kasu honetan, Simulink-en bideko simulazioa bat osatu da emaitzak alderatzeko. Alabaina, emaitzak desberdinak dira, simulazioan balio konstanteak erabili behar izanagatik, L_s adibidez.

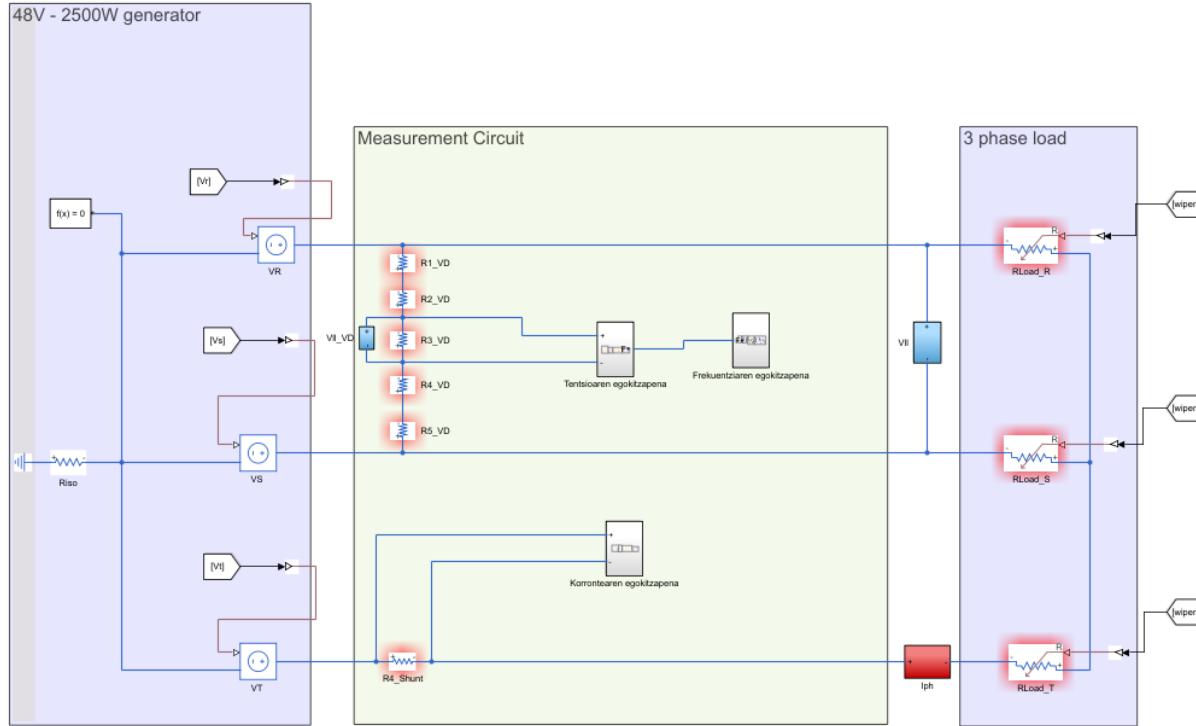
$$T_{mek} = \frac{P_{mek}}{\omega_s} \quad (21)$$



Irudia 3.8 Momentu mekanikoa

4 Aldagai elektrikoen sentsorizazio eta implementazioa

Sorgailuak uneoro sortzen dituen aldagai elektrikoak (tentsioa, korrontea eta frekuentzia) monitorizatu nahi dira. Horretarako bi sentsore sistema integratu dira, baina seinale hauek egokitu egin behar dira bisualizazio sistemaren sarrerara konektatu baino lehen. Hori dela eta, hiru zirkuitu diseinatu dira: tentsioa, korrontea eta frekuentzia egokitzen (tentsioan) dutenak, azpiko irudian ikusi daitekeen bezala. Fisikoki egin dira frogak baina beti ere, simulinken egindako programan oinarrituz, beraz, ondoren simulinken programa azalduko da.



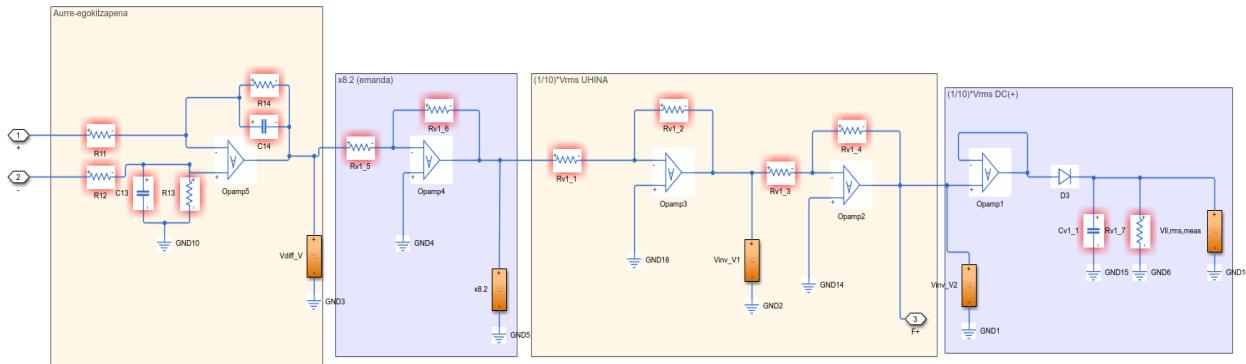
4.1 irudia: Zirkuito teoriko osoa

4.1 irudian ikusi daitekeen bezala, sorgailutik 3 fase ateratzen dira (VR, VS eta VT). R3_VD-tik (1000 Ohm) tentsio zatitzalea eginez, uhin hori tentsio eta frekuentzia egokitzapenetara bideratuko litzateke (goiko subsystem-ak). Bestalde, RLoad-ak, intentsitatea aldatzeko erabili ohi dira, kasu honetan, Iph-a hain zuen ere. Azkenik, R4_shunt-a erresistentzia oso txikia da, 0.5 Ohm-ekoa, intentsitatearen balioa zati handi batean tentsioan bihurtzeko eta intentsitatearen egokitzapenerako (beheko subsystem-a) erabiltzen da.

4.1 Tentsioaren egokitzapen zirkuitua

Lehenik eta behin, tentsioa neurteko lineako tentsiotik abiatu da, eta bost erresistentziako tentsio zatitzale bat erabili da. Hortik abiatuta azpiko ekuazioko (22) erlazioa lortzeko Irudia 4.2-n azaltzen den operacionaletan oinarritutako egokitzapen zirkuitua diseinatu da.

$$\frac{V_{ll,rms,meas} [V_{ave}]}{V_{ll} [V_{rms}]} = \frac{1}{10} \quad (22)$$



4.2 irudia: Tentsio egokitzapenaren zirkuito teorikoa

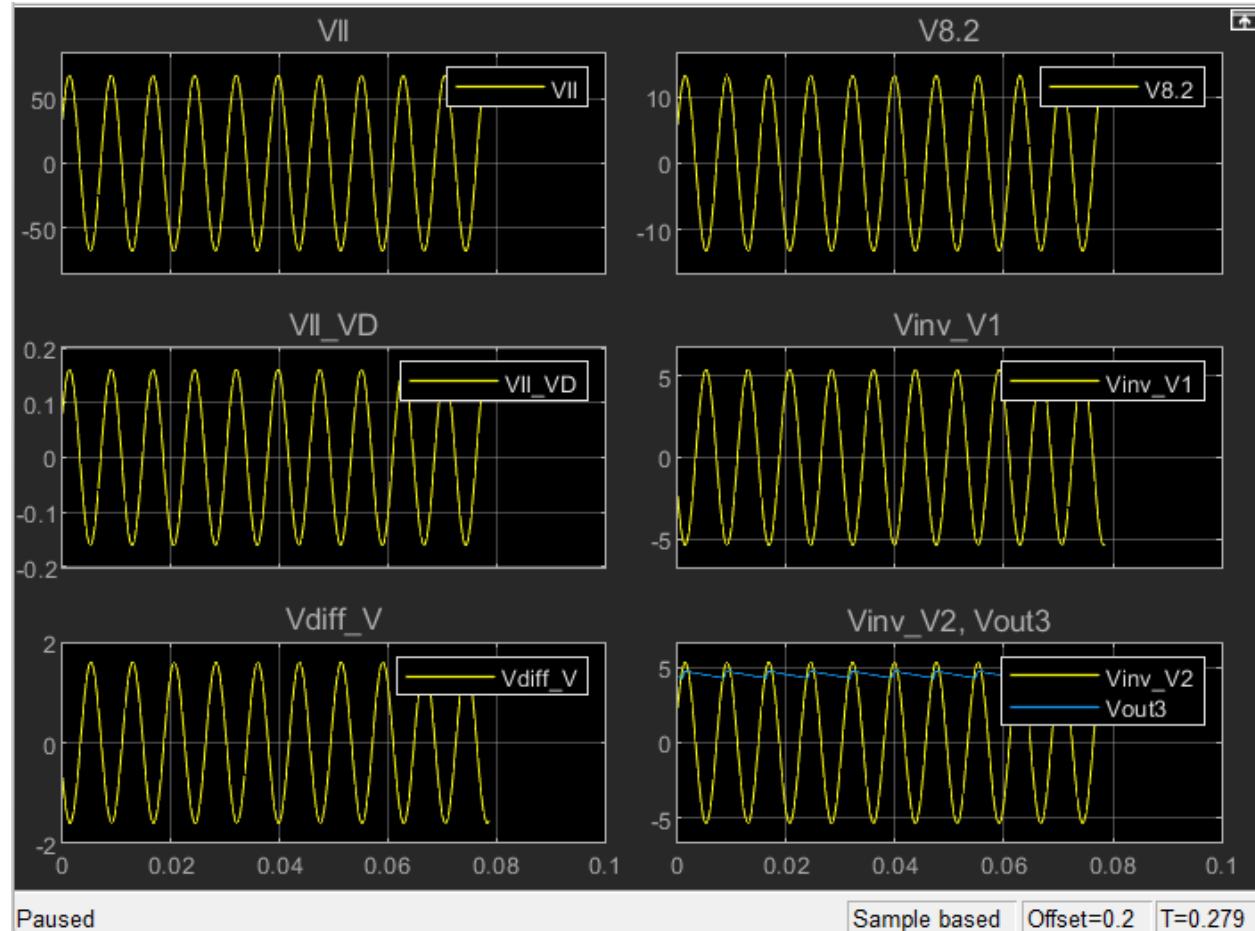
Horretarako etapa ezberdinez osaturiko zirkuitu bat diseinatu da. Lehenik eta behin, aurre-egokitzapen etapa diseinatu da, lortutako irabazpena (AV1) honakoa delarik:

$$\frac{V_{x8.2} [V]}{V_{l,Vd} [V]} = \frac{82}{401} = \Delta V1 \quad (23)$$

Beraz, goiko ekuazioa (23) betetzeko eta DC seinalean egokitzeko, 2 *inverting* motako operazionalak eta *peak detectorra* finkatu dira. Lehenengoa, seinaleak *out* seinalearen ($V_{l,rms,meas} [V_{ave}]$) anplitudea izan dezan $\Delta V2 = -20/49$ eta bigarren operazionala, uhina faseko tentsioarekin fasean egon dadin erresistentzia berdinak erabiliz, $\Delta V3 = -1$ izan dadin. Azkenik, *peak detector* bat erabili da, AC seinalea DC bihurtzeko. Hortaz, operazionalen aldetik irabazpenak bidertzen direla kontuan harturik eta *peak detector*-aren funtzioa kontuan harturik, beheko ekuazioan (24) ikusi daitekeen bezala, helburua lortuko da.

$$\Delta V_T = \Delta V1 * \Delta V2 * \Delta V3 \approx \frac{V_{l,rms,meas} [V_{ave}]}{V_{l} [V_{rms}]} = \frac{1}{10} \quad (24)$$

Tentsio egokitzapenaren simulinkeko emaitzak honakoak dira (zirkuito fisikoan ateratako emaitzen antzekoak izan dira):

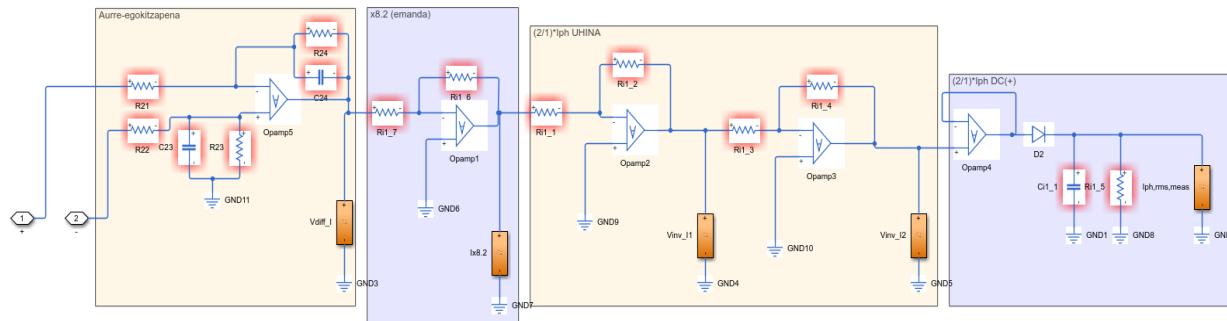


4.3 irudia: Tentsio egokitzapenaren emaitza teorikoak

4.2 Korrontearen egokitzapen zirkuitua

Korrontearen neurketari dagokionez, shunt erresistentzia batetik abiatu da, honen balioa oso txikia delarik, lehen esan bezala. Hortik abiatuta, azpiko ekuazioko (25) erlazioa lortzeko Irudia 4.4-ean azaltzen den operacionaletan oinarritutako egokitzapen zirkuitua diseinatu da.

$$\frac{I_{ph,rms,meas}[V_{ave}]}{I_{ph}[A_{rms}]} = \frac{2}{1} \quad (25)$$



4.4 irudia: Korronte egokitzapenaren zirkuito teorikoa

Horretarako, tentsioaren egokitzapen zirkuituko egitura antzekoa erabili da. Aldatu den bakarra R_{1_1} eta R_{1_2} erresistentziaren balioak izan dira, helburu gisa dagoen erlazioa burutu dadin. Beraz, $RLoad=23$ Ohm aukeratuz, beheko irabazpenak (aurre-egokitzapena (AV1), lehenengo operacionala(AV2) eta bigarren operacionala(AV3)) bidertuz eta peak detector -a kontuan hartuz, intentsitate egokitzapenaren irabazpen totala lortzen da.

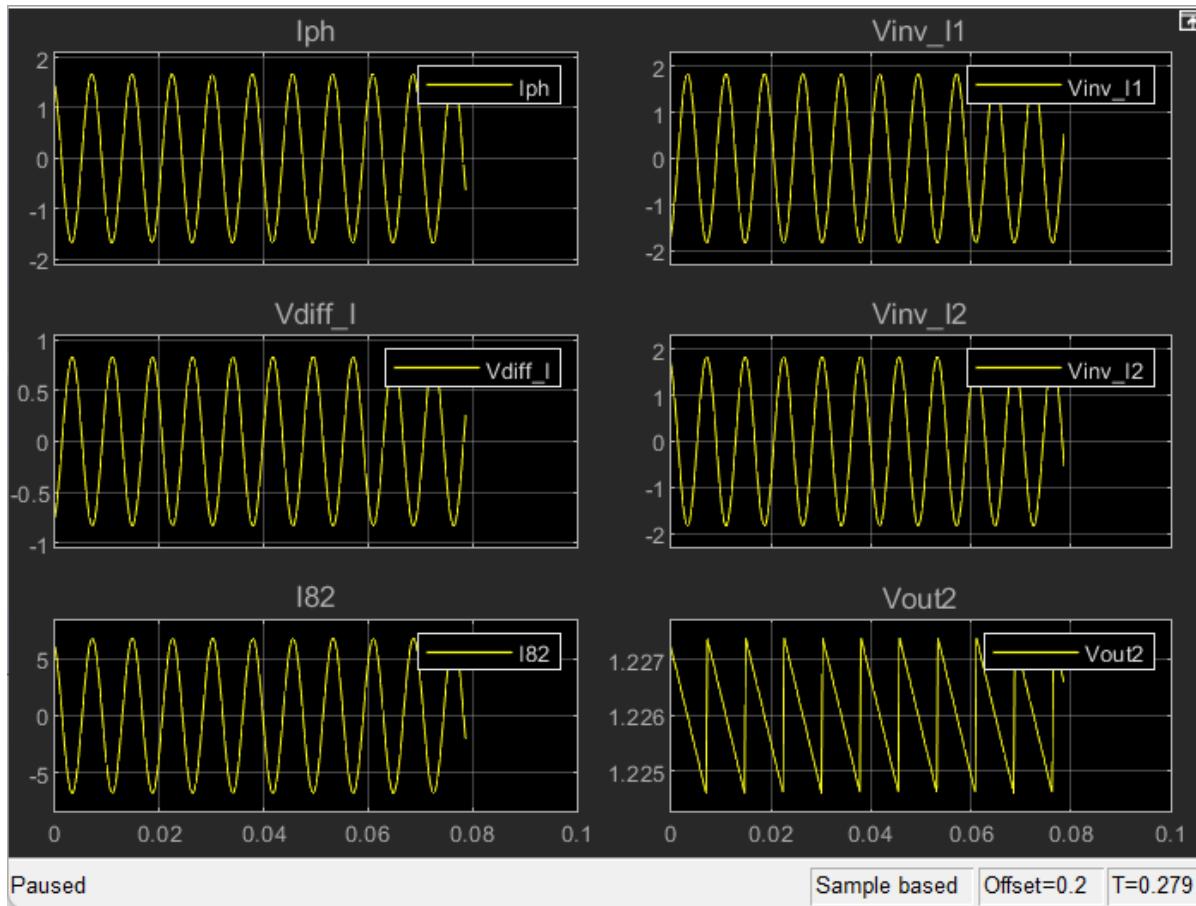
$$\Delta V1 = \frac{82}{401} \quad (26)$$

$$\Delta V2 = \frac{18}{67} \quad (27)$$

$$\Delta V3 = -1 \quad (28)$$

$$\Delta V_T = \Delta V1 * \Delta V2 * \Delta V3 \approx \frac{I_{ph,rms,meas}[V_{ave}]}{I_{ph}[A_{rms}]} = \frac{2}{1} \quad (29)$$

Korronte egokitzapenaren simulinkeko emaitzak honakoak dira (zirkuito fisikoan ateratako emaitzen antzekoak izan dira):

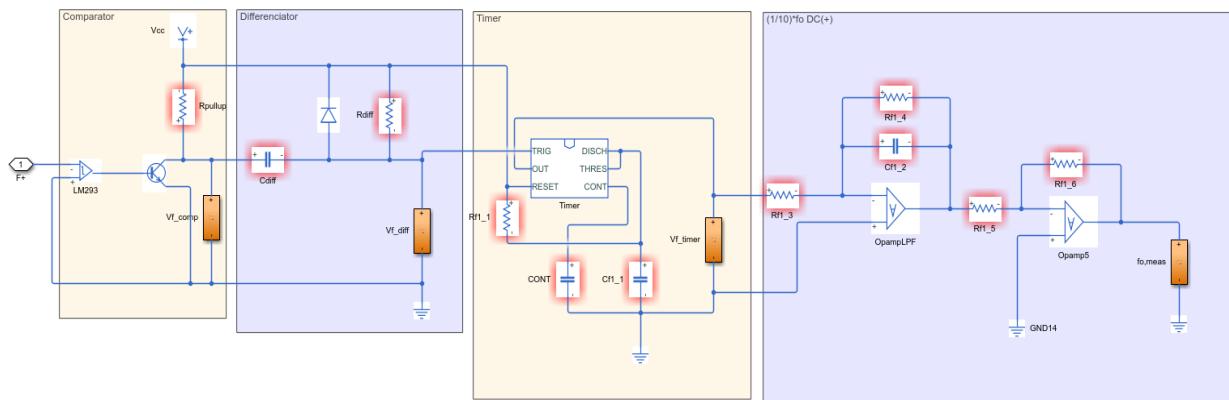


4.5 irudia: Korronte egokitzapenaren emaitza teorikoak

4.3 Frekuentziaren egokitzapen zirkuitua

Azkenik, frekuentziaren neurketari dagokionez, egokitutako beharreko tentsioa tentsio egokitzapenaren zirkuitutik aterako litzateke, kasu honetan, bi operazionalak pasatutakoan lortutako AC seinalea. Honakoa da zirkuitoaren estruktura (Irudia 4.6), irabazpen totala behekoa izan dadin (30):

$$\frac{f_{o,meas}[V_{ave}]}{f_o[\text{Hz}]} = \frac{1}{10} \quad (30)$$



4.6 irudia: Frekuentzia egokitzapenaren zirkuito teorikoa

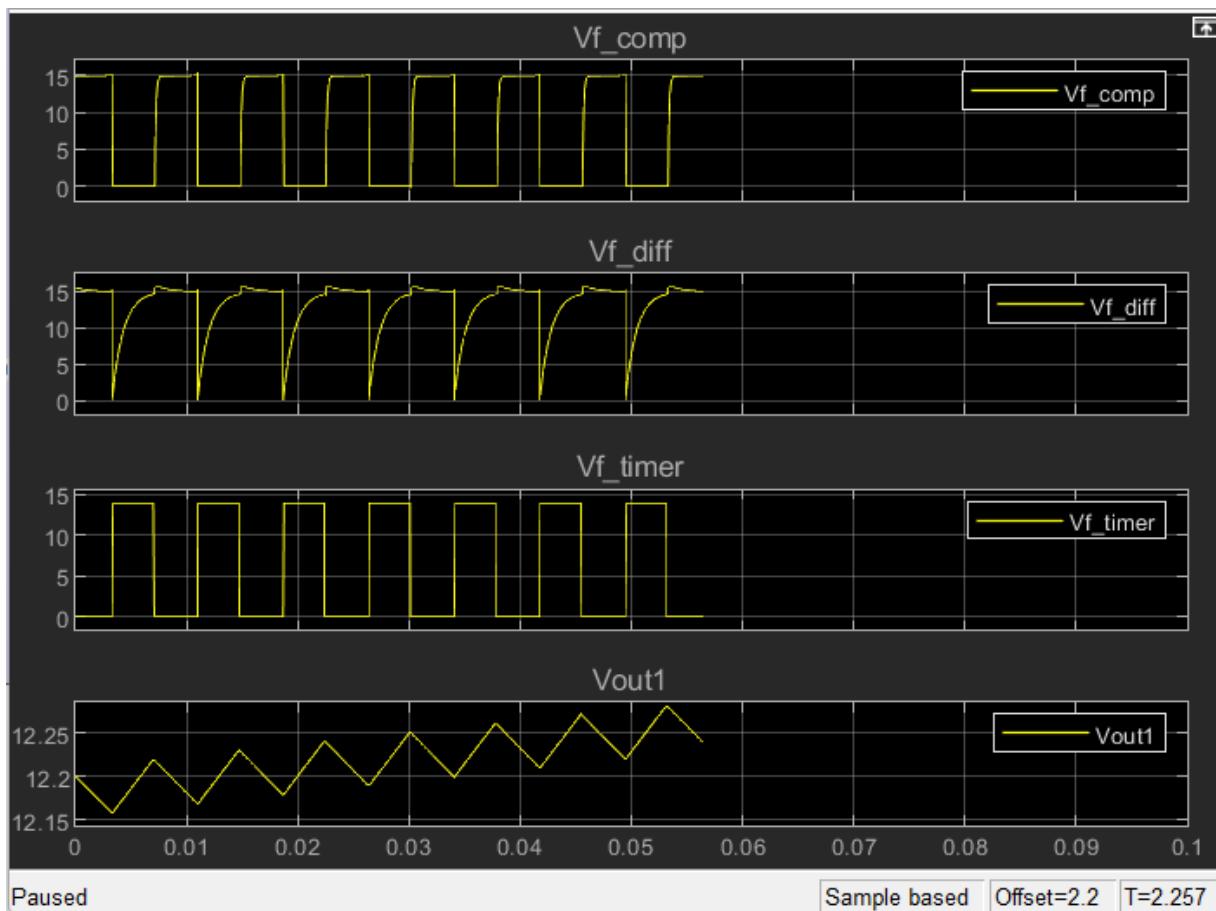
Iku daitekeen bezala, 4 etapatan banatzen da zirkuitoa. Lehenengo etapan, dagoen komparatorrak '1' edo '0' logiko bat ematen du 0V-15V artean (bakoitzaren zabalera denboran, periodoaren %50 izanik). Gero, bigarren etapan, diferenciotorrak konparatorren pultsoa bukatzerakoan (komparatorren 0V-tan) beste pultso bat ematen duondoren azaldutako timer monoestableak pultsoa nondik hartzeko eduki dezan. 3. etapan, hau da timer atalean, konparatorren pultsoa bukatu ostean beste pultso bat ematen du W zabalerakoa. Timerraren pultsoak ezin duenez konparatorren pultsoa solapatu, fo frekuentziaren periodo minimoan ez solapatzeko gai izan behar da ($W < T_{min}$). Bide batez, simulink-aren kasu honetan, W-a honela kalkulatu beharko litzateke RC-aren aukeraketa egokia egiteko:

$$W = 1.1 * Rf1_1 * Cf1_1 \quad (31)$$

Azkeneko etapan, Low-Pass Filterrak seinalea DC bihurtzen du, Low-Pass Filterraren kondentsadorea ($Cf1_2$) timerraren batazbesteko tentsiora-ra iritsi dadin. Low-Pass Filterraren RC-aren aukeraketa fo sarrerako frekuentzia minimoarekin lortu da, ebaketa

maiztasuntzat hartuz, f_c (ebaketa maiztasuna) = $1/(2\pi RC)$ delarik. Eta beharrezkoa balitz, irabazpena egokia ez balitz, Irudia 4.4-ean dagoen bezala, operazionalaren Low-Pass Filterra aprobetxatu da irabazpen egokia lortzeko eta azkenik, uhina sarrerako uhinarekin fasean egon dadin $\Delta V_3 = -1$ -eko irabazpena duen operazionala sartu da.

Frekuentzia egokitzapenaren simulinkeko emaitzak honakoak dira (zirkuito fisikoan ateratako emaitzen antzezoak izan dira):



4.7 irudia: Frekuentzia egokitzapenaren emaitza teorikoak

4.4 Maiztasun erantzunaren analisia

4.7 irudia: Frekuentzia egokitzapenaren emaitza teorikoak grafikoan maiztasun aldakorreko seinale bat ikus daiteke. Horrek esan nahi du maiztasunarekiko erantzun bat ere izango duela eta horren azterketara jo da.

Timerreko seinaleari dagokionez, W pultso bat duen funtzioa bezela adierazi genezake.

$$F(t) = \{15, 0 < t < W \quad (32)$$

$$F(t) = \{0, W < t < T \quad (32)$$

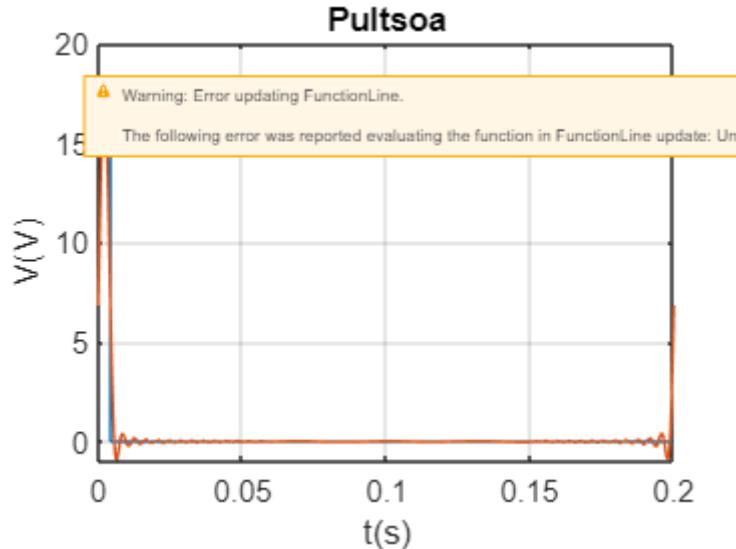
Seinale hori Fourierren segida, (33) ekuazioa erabiliz, sinu eta kosinuen bidez hurbildu da. Izen ere, Fourierrek frogatu zuenez edozein seinale periodiko sinu eta kosinuen iterazio bidez ordezkatu daiteke.

$$s(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(k\omega t) + b_n \sin(k\omega t) \quad (33)$$

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) dt \quad (34)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) \cos(k\omega t) dt \quad (35)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) \sin(k\omega t) dt \quad (36)$$

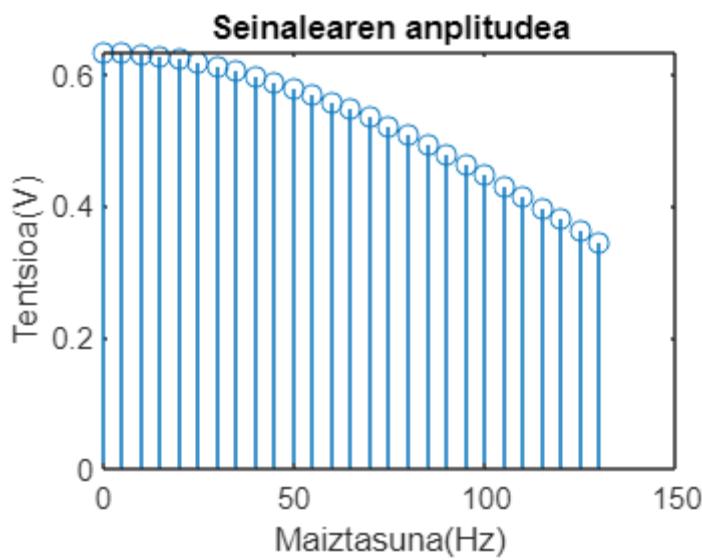


4.8 irudia: Timerraren seinalea Fourierren bidez.

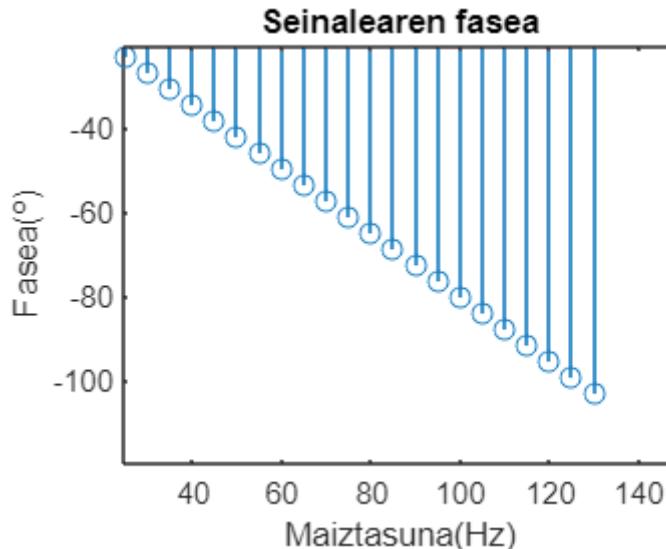
Maiztasun erantzunak ateratzeko, a_n eta b_n termino bakarrean jarri dira, C_n , (37) ekuazioan adierazten den bezala.

$$C_n = a_n + j b_n \quad (37)$$

Adierazpen horretatik bi balio atera dira: batetik modulua eta bestetik fasea. Modulua kalkulatzeko balio absolutua kalkulatu da. Fasea kalkulatzeko berriz, eratutako angelua. Emaitzak **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** eta **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** irudian ikus daitezke.



4.9 irudia: Seinalearen maiztasun anplitudea.

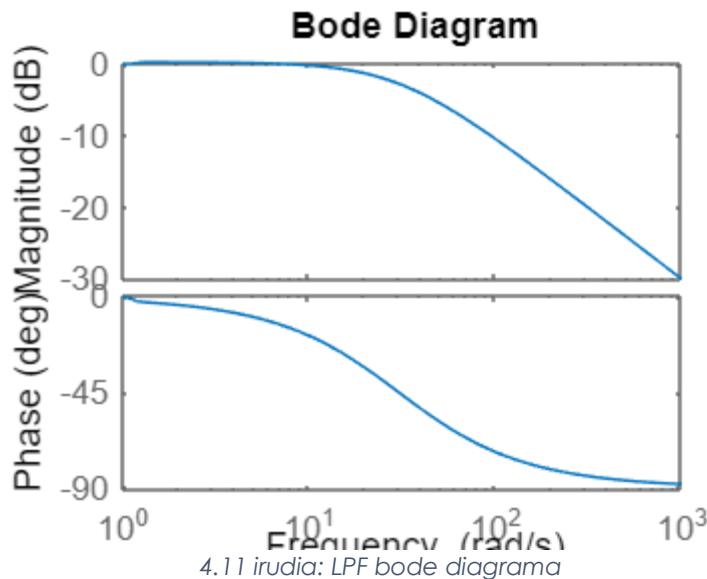


4.10 irudia: Seinalearen maiztasun fasea

Gainera, iragazkiaren maiztasun erantzuna ere aztertu da. Horretarako lehenik LPF-aren transferentzia funtzioa atera da.

$$H(s) = \frac{W_c}{s + W_c} \quad (38)$$

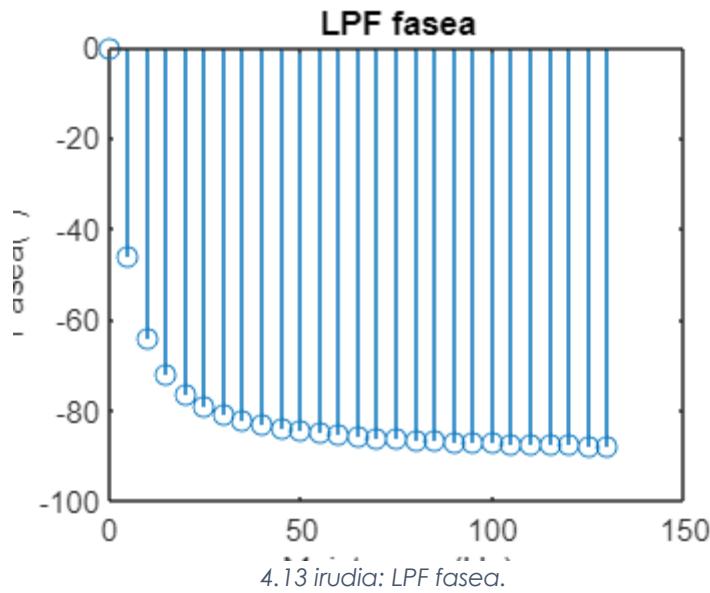
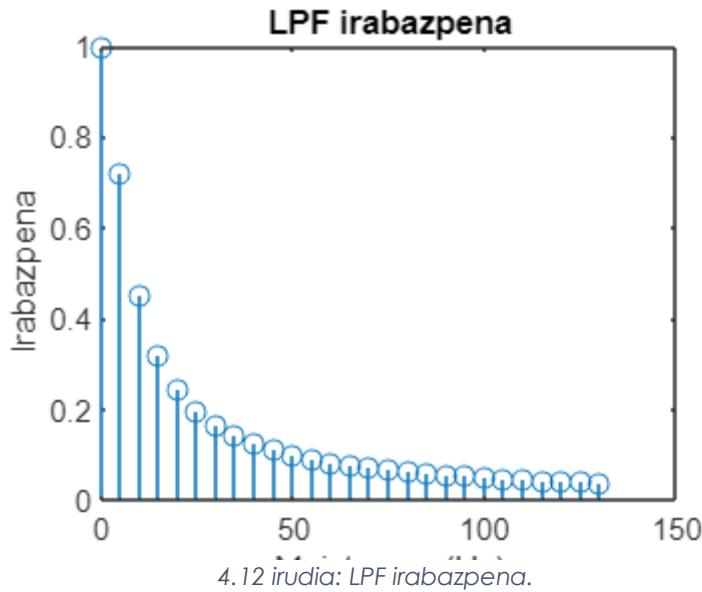
Gainera, seinale horren bode diagrama ere atera da.



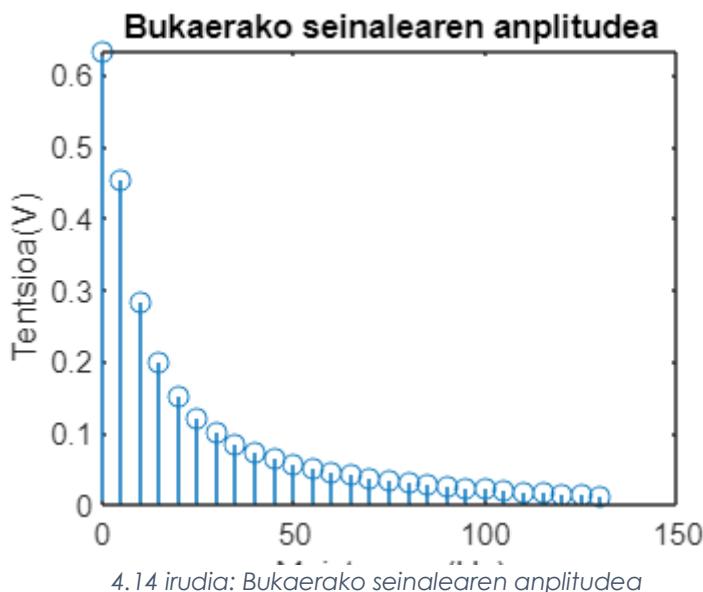
4.11 irudia: LPF bode diagrama

Maiztasunarekiko grafikoa egin ezkerro, argi ikusten da behe paseko filtroa denez frekuentzia baiuetan seinalea pasatzen uzten duela, baina frekuentza handitu ahala

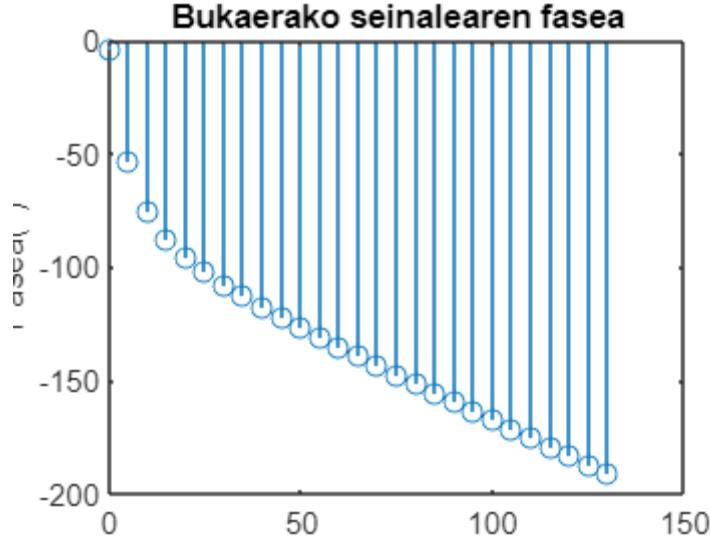
irabazpena nabarmen jaisten da, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Irudian ikus daitekeen bezala. Fasearen aldaketa ere ikus daiteke **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Irudian.



Maiztasun analisiarekin amaitzeko, aurreko seinalea eta iragazkia elkartu dira, magnitudeak bidertzen eta fazeak gehitzen. Magnitudeari dagokionez iragazkiak azken seinalea DC itxuran itzultzen du LPF-aren ondorioz. Faseari dagokionez, aldaketa nahiko nabaria da **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** irudian ikus daitekeen bezala.



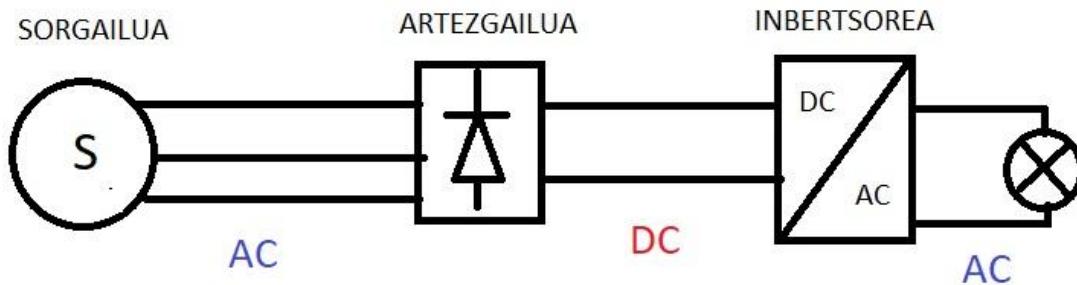
4.14 irudia: Bukaerako seinalearen anplitudea.



4.15 irudia: Bukaerako seinalearen fasea.

5 Adaptazio etapa

Sorgailutik seinale trifasiko bat eskuratuko da, bere voltio eta frekuentzia propioarekin. Etxebizitzan ordea, 230 V eta 50 Hz-ko seinale alternod beharko da. Horiek horrela, seinale hau adaptatzeko zirkuitu bat diseinatu da.



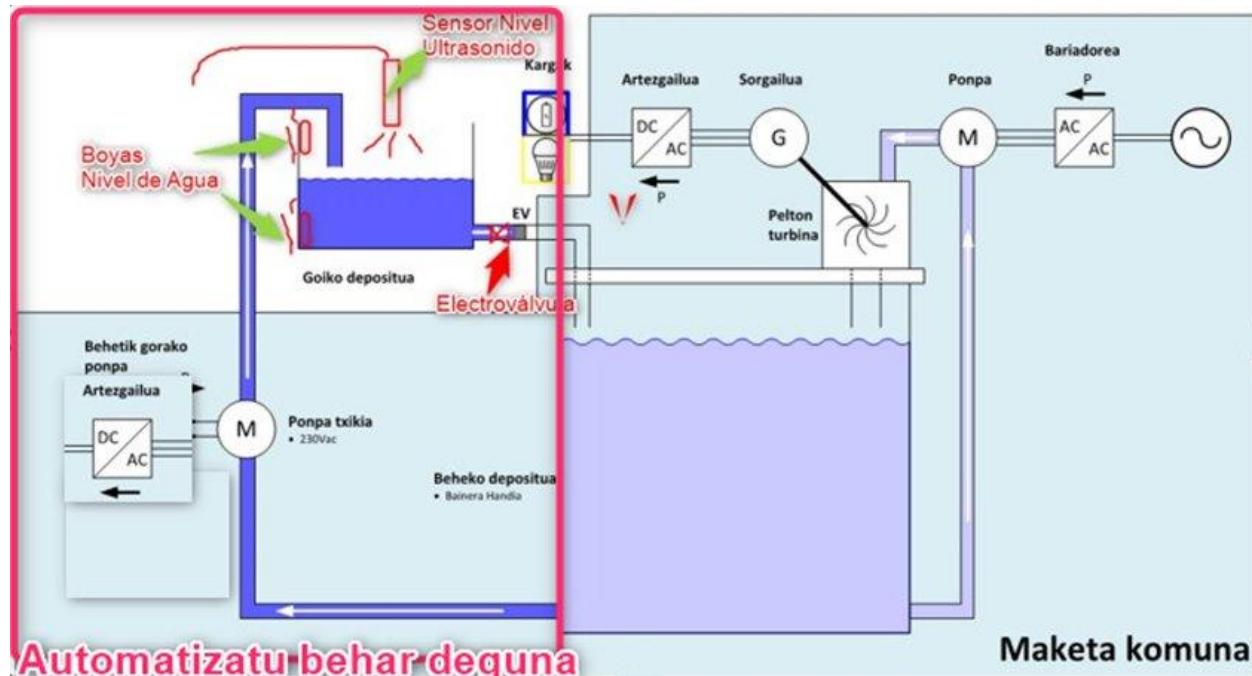
5.1 irudia: Adaptazioa

5.1 irudian ikusi daitekeen bezala, lehenik eta behin diodoz osaturiko artezgailu bat eraiki da, AC sinale trifasikoa DC seinale monofasikoa batera bihurtzeko. Azkenik, DC-AC inbertsore bat ezarri da etxera 230 V 50 Hz-ko AC seinale monofasikoa eskuratzeko.

6 Sistemaren automatizazioa

Gure sistema guztiz automatizatuta dago, horrela gure zentral hidraulikoa kontrolatzen dugu. Sistemak goiko depositu bat izango du, bertan 2 buia egongo dira, minimoan eta maximoan. Horrez gain ultrasoinu sentsore bat egongo da. Bestalde, beheko depositu bat ere izango du, eta goitik ura jaisteko elektrobalbula bat egongo da, bertatik depositua husteko.

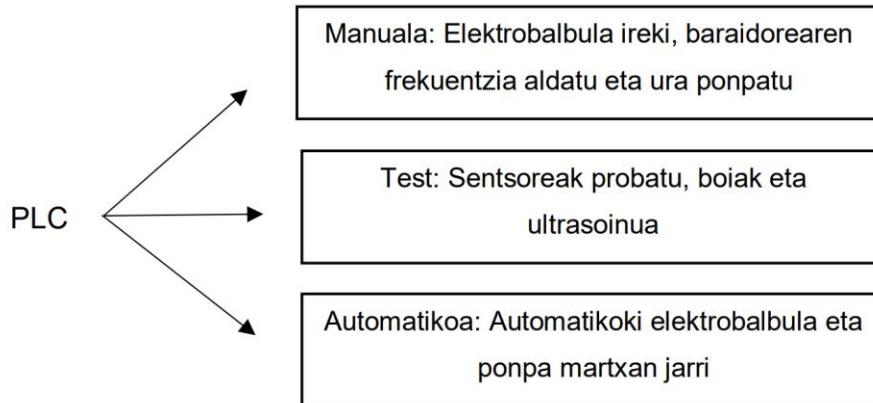
Beheko deposituari konektatuta ponpa at izango dugu. Ponpa hau frekuentzi bariadore batek kontrolatuko du, horrela emaria kontrolatzu.



6.1 irudia: Automatizatu behar duguna

6.1 PLC programa

PLC-aren bidez programa bat egin dugu erabiltzaileak kontrolatzeko. Horretarako, Tia Portal programa erabili dugu. Helburu nagusi zentral hidraulikoak funtzionatzea da, manualki eta automatikoki. Bestalde, akatsen bat badago sisteman abisuak ematea.



6.2 irudia: PLC-aren 3 funtziointerak

Modu manuala: Goiko depositua betetzeko botoi bat dugu, botoi horrekin ponpa aktibatuko da. Beheko depositua betetzeko beste botoi bat dago, elektrobalbula aktibatzen duena goiko depositua hustuz.

Modu automatikoa: izenak esaten duen moduan dena automatikoki egiten du. Interruptore baten bitartez automatiko moduan jartzen da sistema. Horrela goiko deposituan dauden buien bitartez egiten dira mugimenduak. Goiko buia aktibatzen denean elektrobalbula irekitzen da ura maila beheko depositura iritsi arte, orduan elektrobalbula ixten da.

Minimoa markatzen duen buia desaktibatzean eta elektrobalbula ixtearekin batera bariadorea piztu eta 50Hz-ko frekuentziarekin hasten da lanean ponpa. Horrela jarraitzen du ultrasoinu sentsoreak 15cm neurtu arte goiko deposituan, hau gertatzen denean 20Hz-ko frekuentziara jaisten da bariadorea goiko buia aktibatu arte. Goiko buia aktibatzearekin bariadorea itzali eta ponpa geratzen da, hasierako prozesua berriz hasiz.

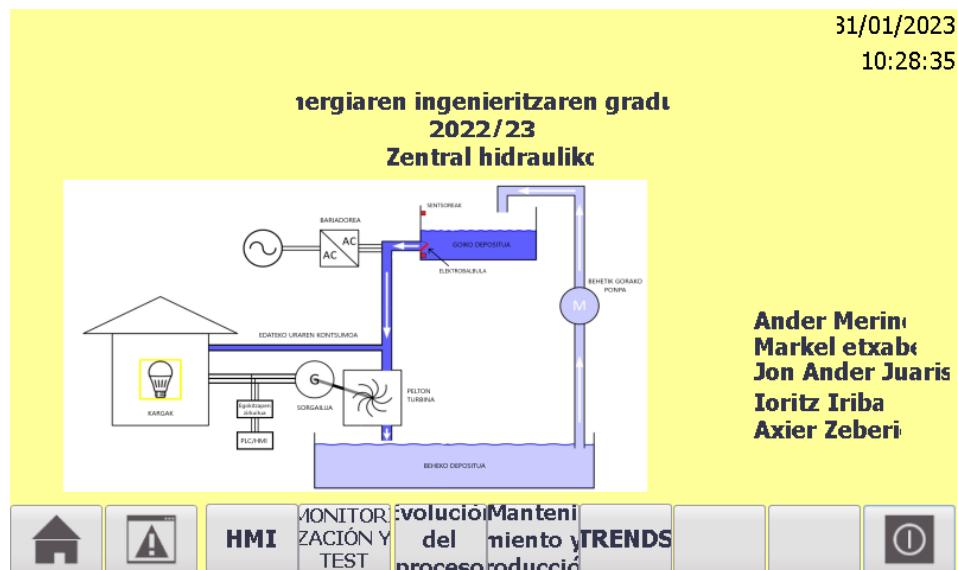
Test Modua: Modu hau aktibatzeko botoi bat dugu. Honi esker, sentsore guztiak ondo funtzionatzen dutela frogatzen dezakegu. Gure kasuan 3 sentsoreak 2 buiak eta ultrasoinu sentsorea dira.

6.2 HMI atala

Gure PLC-ak ondo funtzionatzeko eta hau mantentzeaz arduratzen denak ondo kontrolatzeko HMI pantaila bat sortu dugu. Bertan aurreko ataleko modu guztiak kontrolatu eta aktibatu daitezke, abisu eta alertak ikustearekin batera.

ZENTRAL HIDRAULIKOA

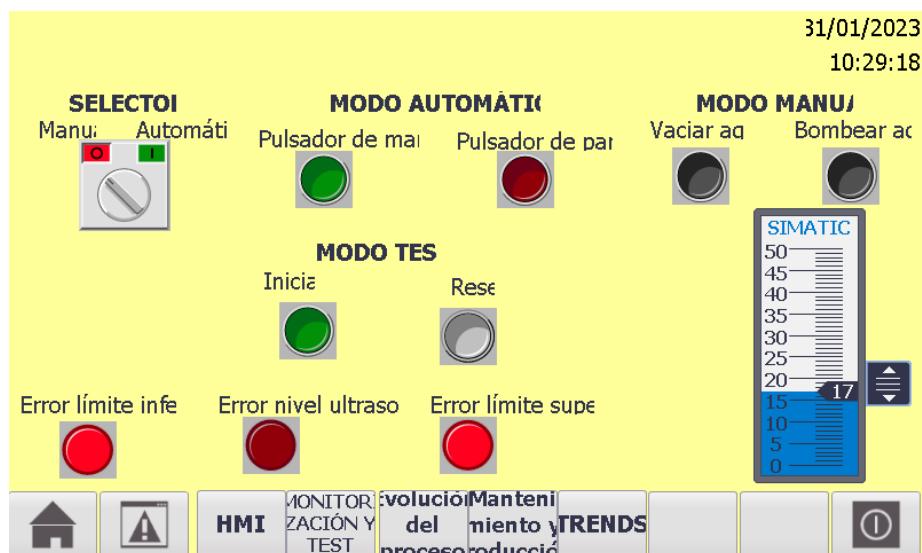
Lehenengo pantaila aurkezpen pantaila da, gradua, titulua, taldekieen izenak eta zirkuituaren diseinua agertzen direna.



6.3 irudia: Aurkepen pantaila

Ondoren HMI pantaila dator, bertan selektore bat dugu manual edo automatiko moduan jartzeko. Modu bakoitzak bere botoiak ditu, manualak ura husteko eta ponpa aktibatzekoak, horrekin batera frekuentzia aldagailu bat.

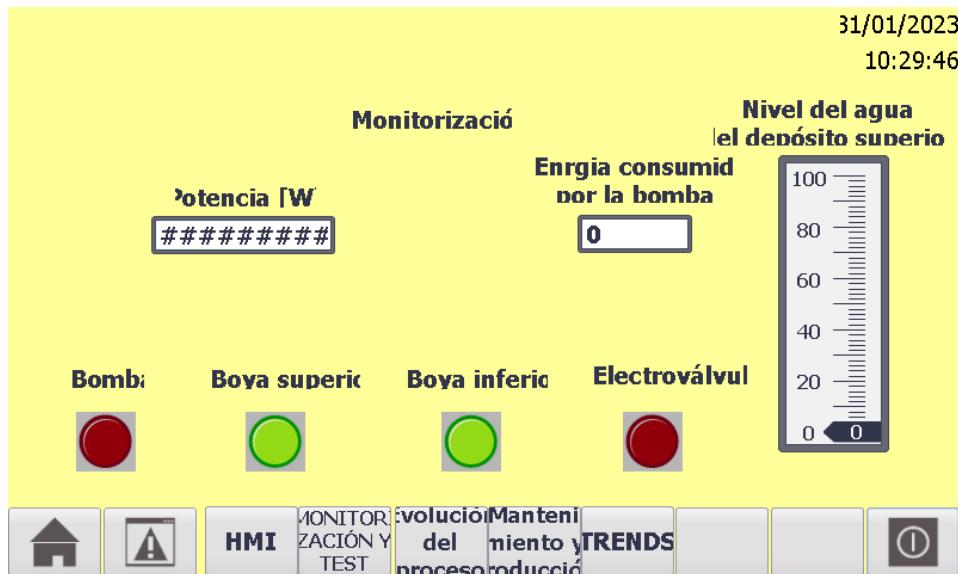
Automatikoak 'marcha-parada' botoiak ditu. Test modua aktibatzeko eta reset botoia ere baditu.



6.4 irudia: HMI pantaila

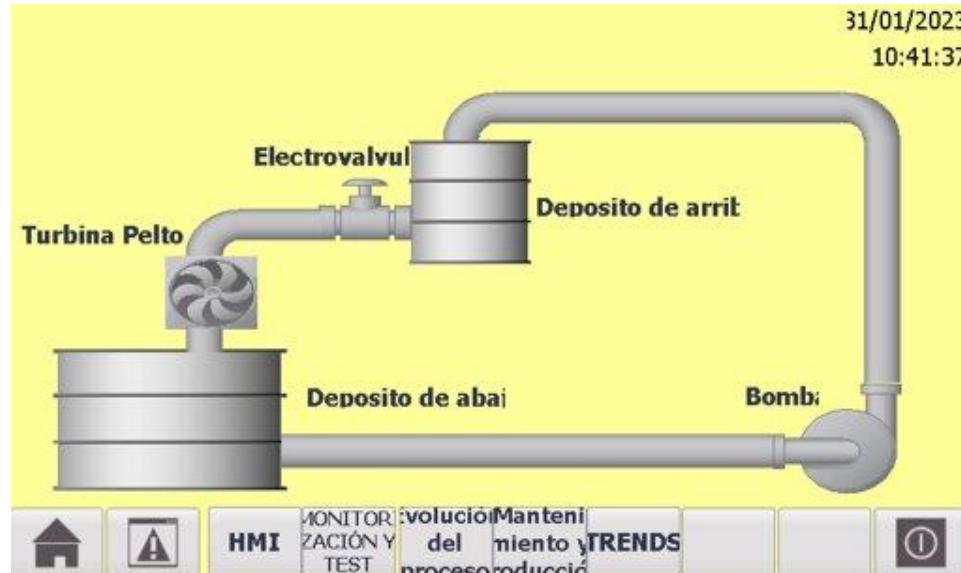
ZENTRAL HIDRAULIKOA

Monitorizazio pantailan potentzia eta kontsumitutako energia bistaratzen dituzten kontagailu batzuk daude, horrekin batera ultrasoinu sentsoreak neurtutako uraren altuera irudikatzen duen grafiko bat dago. Honekin batera hainbat datu ezberdin ematen dituzten argiak daude; elektrobalbula aktibatuta, ponpa aktibatuta...



6.5 irudia: Monitorizazio pantaila

Prozesuaren eboluzioa erakusten digun pantaila batere badugu, bertan ura nondik doan eta zer zati ari den lanean ikus dezakegu. Turbina lanean ari bada honi kolorea aldatzen zaio, berdina gertatzen da ponparekin, elektrobalbularekin eta tutuekin. Oso lagungarria da pantaila hau sistema kontrolatzearrarduratzen denarentzako.



6.6 irudia: Prozesuaren eboluzioa

Pantailekin jarraituz mantendimendu eta produkzio pantaila dugu, hemen maniobra kopurua eta lanean ari den denbora ikus dezakegu. Bi kontagailu hauentzako reset botoiak daudelarik. Honekin batera 3 argi daude abisu ezberdinak ohartarazten gaituztenak.



6.7 irudia: Mantendimendu eta produkzio pantaila

Azkenik trends pantaila dugu, bertan uraren altuera eta potentziak grafikatzen dira denboran zehar.

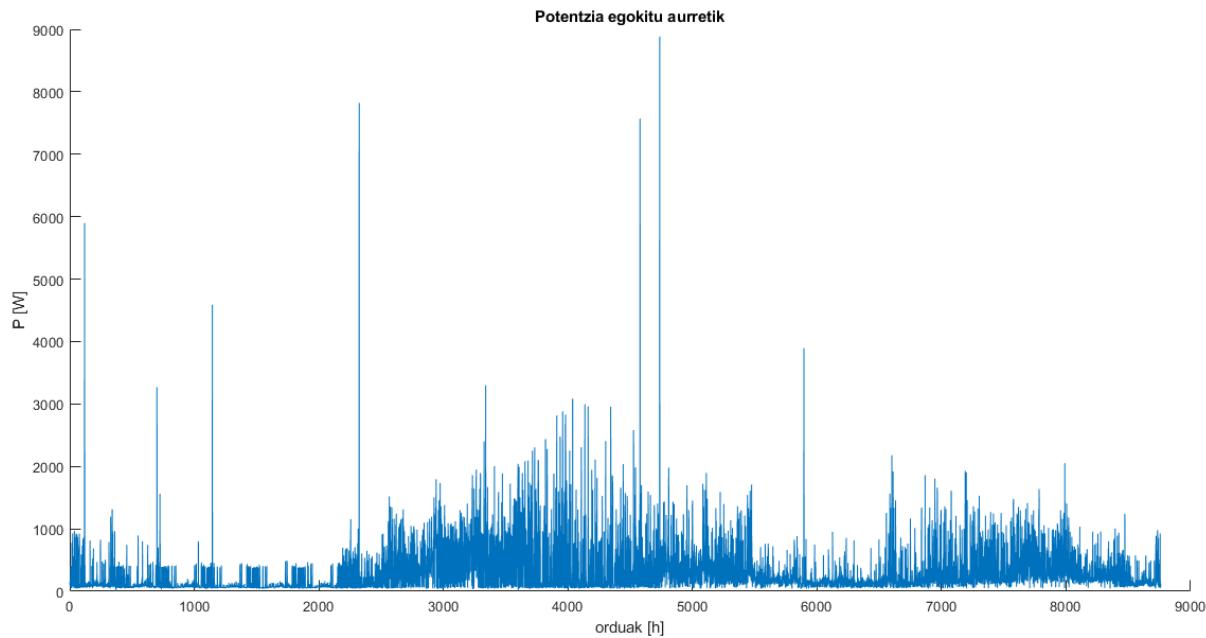


6.8 irudia: Trends pantaila

7 Datu faltaren eta anomaloen justifikazioa

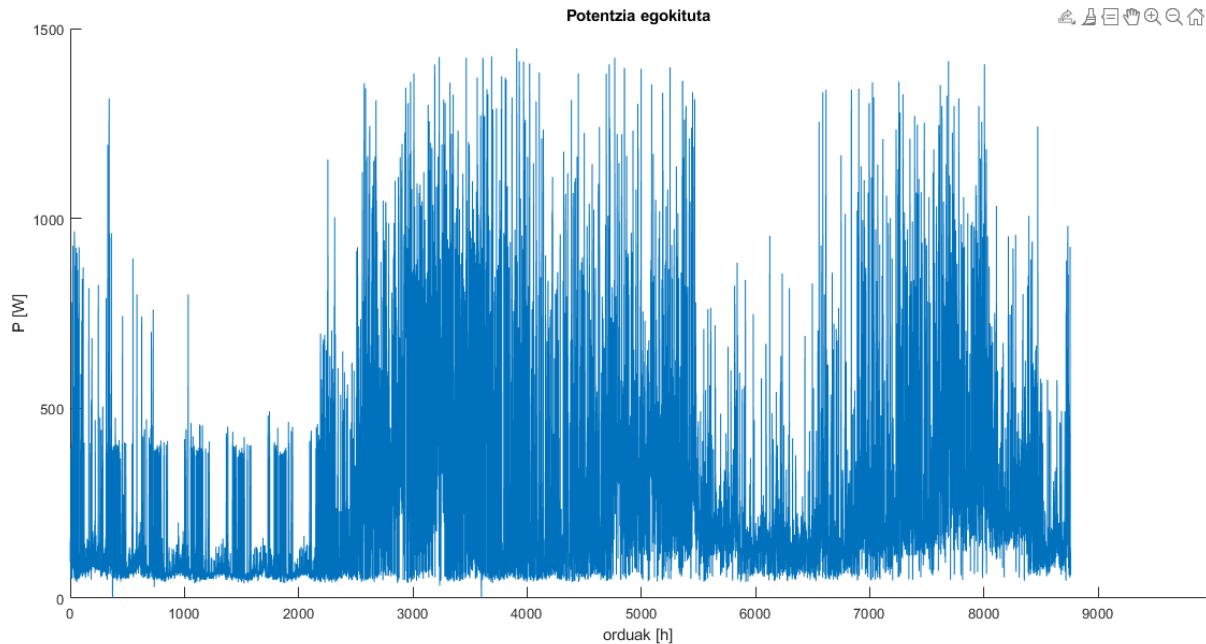
Taula baterako datuak biltzerako orduan, bi arazo posible nagusi nabarmendu ditzakegu: datu faltak eta datu anomaloak. Datu faltak neurgailuan edo erregistroan izandako errore batengatik gorde ezin izan diren datuak dira, datu anomaloak berriz, neurgailuan izandako errore edo zaratagatik, gainerako datuekin konparatu eta normaltzat hartzen ez diren datuak dira.

Lehenik etxebizitza bateko urte bateko 365 egunetan 24 orduetan zehar potentzia neurketak egin dira. Dokumentu hori aztertzerakoan ikusi da datu batzuk falta direla, eta beste batzuk ez dutela zentzu handirik, gainerakoekin alderatuta oso balio ezberdinak adierazten dituztelako, beraz, datu falten eta datu anomaloen identifikazioari ekin zaio.



7.1 irudia: Potentzia egokitu aurretik

Behin datu horiek detektaturik, aurreko eta hurrengo egunetan ordu berean izandako potentzia kontsumoa kontuan hartuta interpolazioari ekin zaio. Gure ideia da etxebizitza batean bizi diren pertsonek lan eta ohitura errutina bat finkatua izango dutela, beraz, egun batetik bestera kontsumoak ez luke askorik aldatu beharko ordu zehatz batean. Gainera, kanpoko tenperatura eta argitasuna ere ez dira askorik aldatzen egun batetik bestera, beraz hori ere kontutan hartu da.



7.2 irudia: Potentzia egokituta

Datuak ordezkatu ondoren, potentzia piko maximoa eta urte osoan beharrezko den energia kalkulatu dira. Datu horiek funtsezkoak ditugu edozein unetan zenbateko potentzia sortzeko gai izan behar garen jakiteko eta urte osoan zenbat kontsumituko dugun jakiteko.

Horrela behar izango dugun potentzia piko maximoa 1.4475 KW dela kalkulatu da. Energiari dagokionez, potentzia integratuz 2.382 MWh-ko kontsumoa izango dugu.

8 Garapen Jasangarriko Helburuen lanketa

- 7. Energia eskuragarri eta ez kutsatzailea: Gure proiektuaren bidez energia modu berriztagarrian lortuko da, inongo kutsadurari gabe eta edonoren eskura egongo dena.
- 11. Hiri eta komunitate iraunkorrik: Etxebitzta bakoitza behar adina energia ekoizteko eta behar adina ur edangarri eskuratzeko gai izango da.
- 13. Klima babesteko ekintza: Aipatu bezala, energia modu berriztagarrian lortuko dugunez klimarekiko ez dugu inpaktu kaltegaririk izango.
- 14. Uretako bizitza: Urtegiak sortuz, erreketak urak baliatuz... Ur azpiko bizitza kaltetu dezakegu, bai arrainak baita landareak ere.



8.1 irudia: Garapen jasangarriko helburua

9 Ondorioak

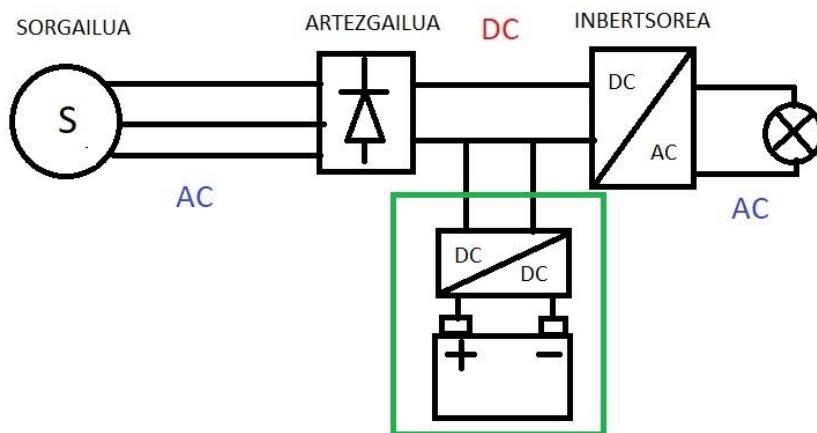
Proiektu hasieran finkatutako helburu nagusia $100\ m^2$ -ko etxebizitza baten asetze elektrikoa ziurtatzen duen eta Pelton turbina erabiltzen duen sistema garatzea zen. Honez gain, etxebizitzaren edateko uraren kontsumoa asetzera ere zen proposatutakoa. Ikuspuntu elektrikotik, helburua guztiz bete dugu baina edateko uraren kontsumoaren asetzera ez da izan lortutako helburuetako bat. Gainera, zenbait azpihelburu finkatu genituen, sistemaren zati desberdinetan oinarritutak. Hurrengo zerrendan bete diren azpihelburuak agertzen dira:

- Sistema hidraulikotik lortutako energia mekanikoa elektrizitate bihurtzea sorgailu baten bidez.
- Energia mekaniko hori sortzeko baliatzen dugun fluidoaren jarrera aztertzea proiektua dimentsionatu ahal izateko.
- Sorgailuak sortutako seinale desberdinak bihurtzeko behar diren zirkuituak diseinatu eta implementatzea.
- Etxebizitzako energia kontsumoaren azterketa bat egitea.
- Sistema osoaren automatizazioa garatzea.
- Gure turbina sistemaren efizientzia %85 baino gehiago izatea.
- Tuteriak kurbatuak egitea 2. mailako karga galerak ekiditeko, $K=2$ gehienez izan dadin.
- Sistema hidraulikoaren efizientzia totala %60 gutxienez izatea.

10 Etorkizunerako ildoak

Aurrerago mekanismoaren diseinu teorikoari dagozkion atal guztiak errealitatean implementatzea da ikusi dugun beharretako bat. Gure kalkulu eta azterketa guztiak modu eraginkorrean garatzea da gure helburua. Hori lortzea oso zaila izan daitekeen arren, beharrezko datu eta kalkulu guztiak egin ditugu eta bitzitzera aplikatzea besterik ez zaigu falta.

Horrez gain, proiektua errealitatean aplikatzearen haritik, bateria batzuk jartzeko beharra antzeman dugu gure sisteman.



10.1 irudia: bateriaren implemtazioa

Erabilgarritasuna hobetzeko asmoz, 10.1 irudian ikus daitekeen bezala, artezgailua eta inbertsorearen artean DC/DC bateria bat jartza pentsatu da. Horren bidez egunean zehar edozein arazo izanda ere, arazoa konpondu bitartean beharrak hornitzeko adina energia biltegiratua izango litzateke.

11 Bibliografía

- [1] A.Pernía, M. (2011). Conceptos Básicos de Máquinas de corriente continua. San Cristóbal, Venezuela.
- [2] Granero, A. (03 de Diciembre de 2015). Obtenido de imseingenieria: <http://imseingenieria.blogspot.com/2015/12/ventajas-e-inconvenientes-de-los.html>
- [3] instruments, T. (1998). LM741 Operational Amplifier. Austin, Texas.
- [4] instruments, T. (2000). LM555 Timer. Austin.
- [5] Rose. (31 de Julio de 2021). utmel electronics. Obtenido de <https://www.utmel.com/components/lm293-comparators-schematic-pinout-and-datasheet?id=307>
- [6] Soriano, J. A. (2003). Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas. Córdoba: Ciencia 3, S.L.
- [7] University, O. (s.f.). Open learn. Obtenido de <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/an-introduction-electronics/content-section-2.4>
- [8] Silva, M. (2020). Uso, ventajas y desventajas de los motores sincrónicos. Quito.