

EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA  
GIPUZKOAKO INGENIARITZA ESKOLA  
EIBARKO ATALA

---

**LABORATEGI-PRAKTIKAK**

---

June Fernández San Martín-ek berrikusita.

Sinadura:



**Gradua:** Energia Berriztagarrien Ingeniaritza

**Ikasturtea:** 2020-2021

**Egileak:** Aitor Gandiaga Gerrikagoitia

Ander Fernández de Garayalde y Lazcano Irisarri

Aritz Fernández Sillero

Ander Garcia Ramos

June Fernández San Martín

**Zuzendaria:** Ana Picallo Perez

**Ikasgaia:** Eguzki Energia Termikoa eta Energia Geotermikoa

## AURKIBIDEA

<b>1. PRAKTIKA (PL 1.): EGUZKI INSTALAZIOA</b>	<b>2</b>
1.1. SAIAKERA	2
1.2. SAIAKERA	4
<b>2. PRAKTIKA (PL 2.): EGUZKI KOLEKTOREA</b>	<b>8</b>
2.1. SAIAKERA	8
<b>3. PRAKTIKA (PL 3.): BERO PONPA</b>	<b>10</b>
3.1. SAIAKERA	10
3.2. SAIAKERA	14
<b>4. PRAKTIKA (PL 4.): ABSORTZIO ZIKLOA</b>	<b>16</b>
4.1. SAIAKERA	16
4.2. SAIAKERA	17

## 1. PRAKTIKA (PL 1.): EGUZKI INSTALAZIOA.

Hona hemen lehenengo praktikaren garapena.

### 1. 1. SAIAKERA

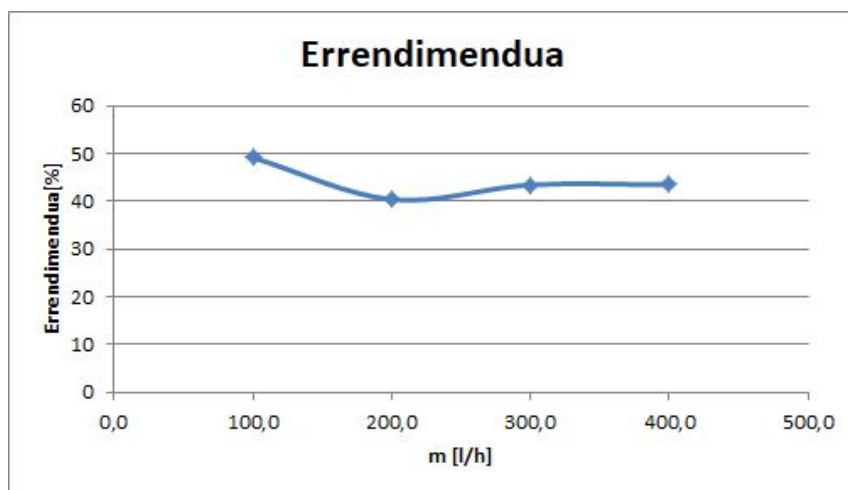
Hurrengoak izango dira saiakera bakoitzean kolektoreak xurgatutako potentzia eta etekinak:

m [l/h]	TS1 [°C]	TS2 [°C]	TS3 [°C]	T5 [°C]	GT [W/m <sup>2</sup> ]	P_teo[W]	P_erreal[W]	Errendimendua[%]
100.0	47.0	31.0	45.5	34.0	1111.0	2555.3	1255.857778	49.14717559
200.0	41.0	32.0	41.5	34.5	1352.0	3109.6	1255.857778	40.38647343
300.0	39.0	32.0	39.0	34.5	1305.0	3001.5	1304.16	43.45027486
400.0	38.0	33.0	38.0	34.5	1352.0	3109.6	1352.462222	43.49312523

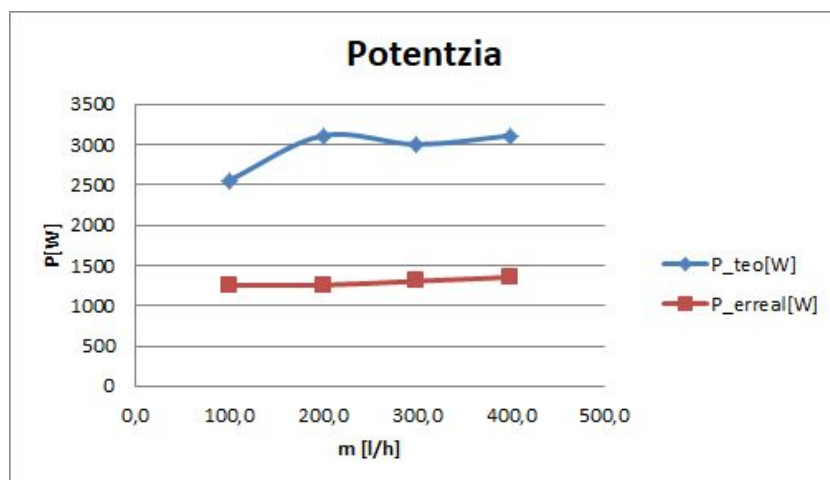
Saiakeren batzbestekoa:

Errendimendua[%]	Potentzia[W]
44.11926228	1292.084444

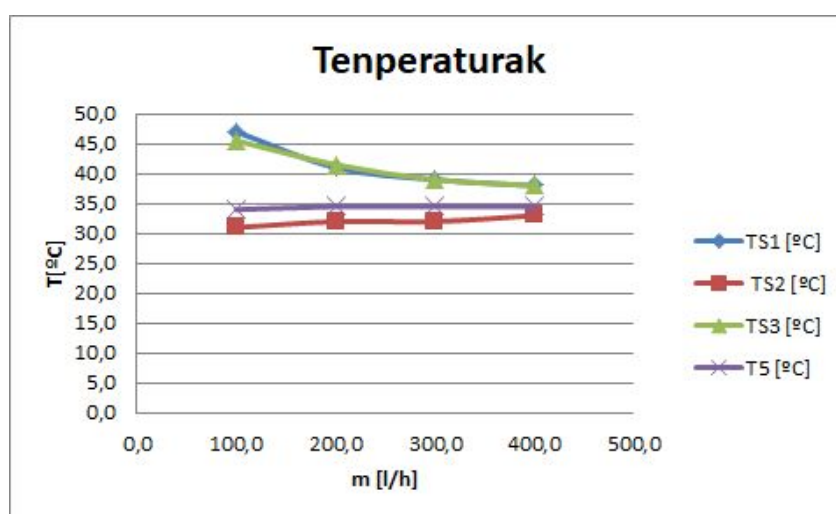
Aldagai desberdinen aldaketa emariarekiko diagraman irudikatuta:



**1.1.1. Irudia. Eguzki instalazioaren errendimendua.**



**1.1.2. Irudia. Eguzki instalazioaren potentzia.**



**1.1.3. Irudia. Eguzki instalazioko tenperaturak.**

Errendimenduan ikusten da emaria handitu ahala errendimendua jaisten ari dela. Gero, errendimendua pixka bat handitzen da eta badirudi konstante geratzen dela.

Bestalde, emariak potentzian alderantzizko eragina du; hau da, emaria handitu ahala potentzia teorikoa handitu egiten da, errendimendua zeukan alderantzizko tendentzia berdinarekin. Bestalde, emaria handitzen doan heinean potentzia erreal oso gutxi handituko da potentzia teorikoarekin alderatuta.

Emaria handitzen delarik, TS1 eta TS3 tenperaturak txikiagoak izango dira, fluidoaren abiadura azkarrago joango delako, alegia. Horrenbestez, fluidoak bero gutxiago hartuko du. TS2 eta TS5 oso gutxi handitzen dira emaria handitu ahala.

Agertu daitekeen errore bat emaria handitzen denean tenperaturak berdintzen hasten direla da. Hauek berdintzen badira eguzki instalazioak ez du funtzionatuko, bero trukagailuaren tenperaturak berdinak izango baitira. Bestalde, gerta daiteke emaririk ez dagoenean biltegiko ura tenperatura kolektoreena baino altuagoa izatea. Orduan, funtzionamendua kontrakoa izango da.

## 1. 2. SAIAKERA

Hurrengoak izango dira saiakera bakoitzean kolektoreak xurgatutako potentzia eta etekinak:

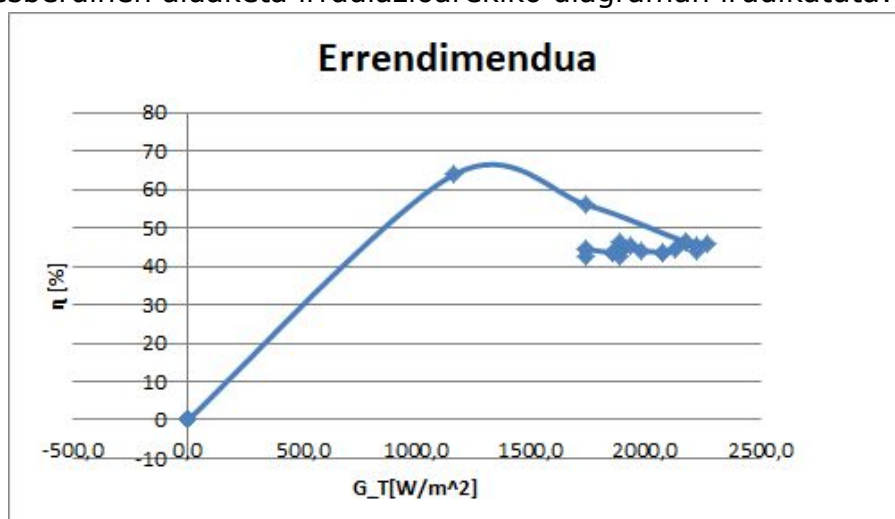
t [min]	GT [W/m <sup>2</sup> ]	TS1 [°C]	TS2 [°C]	TS1-TS2 [°C]	Pot_teor[W]	Pot_erreal [W]	η [%]
0.0	0.0	26.0	21.0	5.0	0.0	386.41777 78	#iDIV/0!
1.0	0.0	26.0	22.0	4.0	0.0	309.13422 22	#iDIV/0!
2.0	0.0	26.0	22.0	4.0	0.0	309.13422 22	#iDIV/0!
3.0	0.0	27.0	23.0	4.0	0.0	309.13422 22	#iDIV/0!
4.0	0.0	34.0	23.0	11.0	0.0	850.11911 11	#iDIV/0!
5.0	1159.0	44.0	22.0	22.0	2665.7	1700.2382 22	63.782054 33
10.0	1739.0	51.0	22.0	29.0	3999.7	2241.2231 11	56.034780 39
20.0	2174.0	54.0	24.0	30.0	5000.2	2318.5066 67	46.368278 6
30.0	2270.0	56.0	25.0	31.0	5221.0	2395.7902 22	45.887573 69
40.0	2222.0	57.0	27.0	30.0	5110.6	2318.5066 67	45.366623 62
50.0	2222.0	58.0	29.0	29.0	5110.6	2241.2231 11	43.854402 83
60.0	2174.0	60.0	30.0	30.0	5000.2	2318.5066 67	46.368278 6
80.0	2125.0	62.0	34.0	28.0	4887.5	2163.9395 56	44.274978 12
100.0	2077.0	64.0	37.0	27.0	4777.1	2086.656	43.680391 87
120.0	2077.0	66.0	39.0	27.0	4777.1	2086.656	43.680391

							87
140.0	1980.0	69.0	43.0	26.0	4554.0	2009.3724 44	44.123242 08
160.0	1884.0	71.0	45.0	26.0	4333.2	2009.3724 44	46.371560 15
180.0	1884.0	73.0	49.0	24.0	4333.2	1854.8053 33	42.804517 06
200.0	1932.0	73.0	47.0	26.0	4443.6	2009.3724 44	45.219471 7
220.0	1853.0	74.0	50.0	24.0	4261.9	1854.8053 33	43.520620 69
240.0	1853.0	76.0	52.0	24.0	4261.9	1854.8053 33	43.520620 69
260.0	1739.0	78.0	55.0	23.0	3999.7	1777.5217 78	44.441377 55
280.0	1739.0	80.0	57.0	23.0	3999.7	1777.5217 78	44.441377 55
300.0	1739.0	82.0	60.0	22.0	3999.7	1700.2382 22	42.509143 74

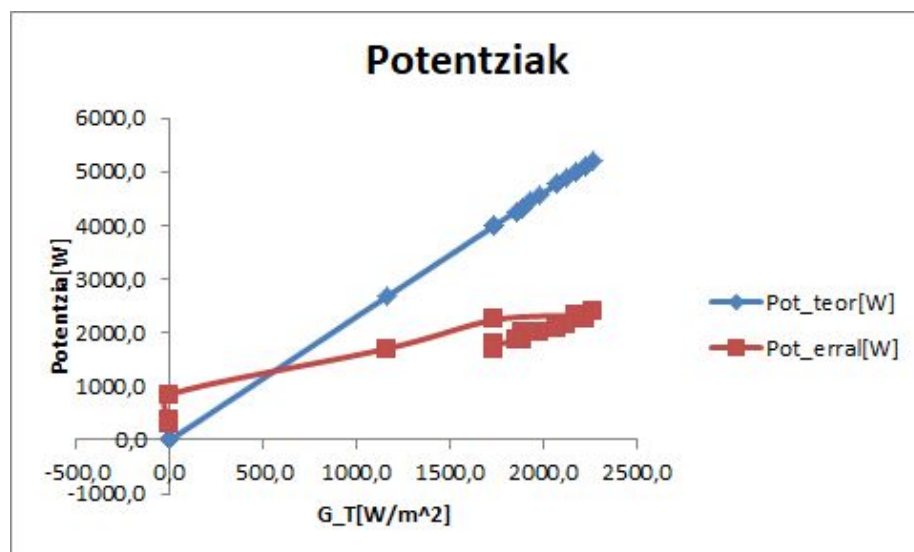
Saiakeren batzbestekoa:

Errendimendua[%]	Potentzia[W]
46.11840448	1703.45837

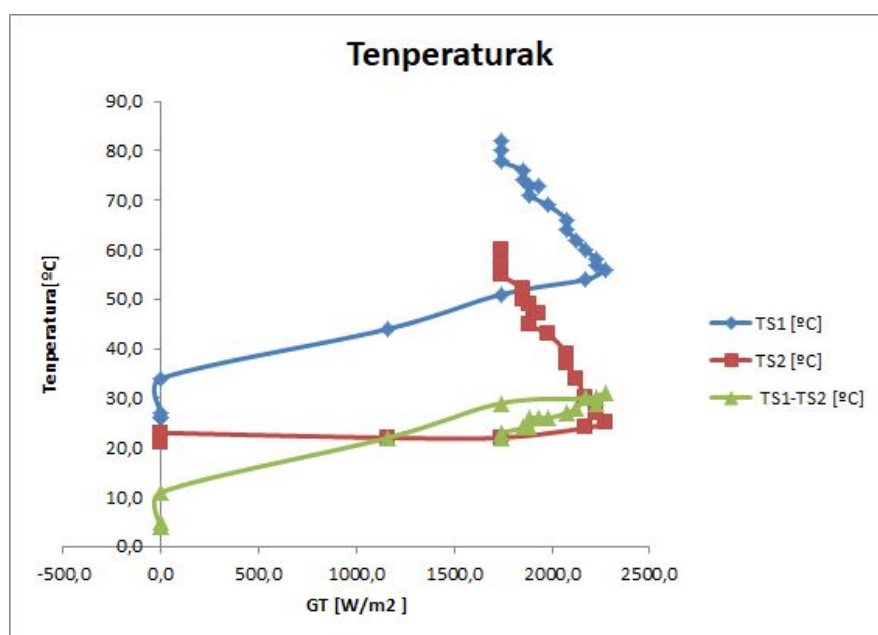
Aldagai desberdinen aldaketa irradiazioarekiko diagraman irudikatuta:



**1.2.1. Irudia. Eguzki instalazioaren errendimendua.**



**1.2.2. Irudia. Eguzki instalazioaren potentzia.**



**1.2.3. Irudia. Eguzki instalazioko temperaturak.**

Errendimenduaren aldetik ikusten da hasieran irradiazioa handitzean nola errendimendua baita handitzen den. Hala ere, puntu zehatz batean errendimendu maximora iristen da, %63-koa gutxi gorabehera, eta hortik aurrera, nahiz eta irradiazioa handitu, errendimendua txikiagotzen joango da. Bestalde, emandako datuetan ikusten da nola momentu batean irradiazioak errepikatuko direla, baina egoera desberdinetan. Horregatik, irradiazio berdina izan arren, errendimendu ezberdinak izango ditu. Hau, errepikatuetan temperatura aldea lehen aldiz egin den bezain handia ez delako da. Beraz, ez da hainbesteko temperatura alderik egongo, eta potentzia txikiagoa xurgatzea eragingo du, errendimendu txikiagoa izanik.

Bestalde, potentzia errealekin errendimenduarekin gertatzen denaren antzeko gauza gertatzen da. Hasieran, irradiazioa igo ahala, potentzia errealak ere gora egingo du, baina, baldintza desberdinetan izan arren, momentu batean irradiazioak errepikatuko dira. Honek maximora iristea eragingo du, irudian ikusten den bezala. Gero, hortik aurrera potentzia erreala jaitsi egingo da. Potentzia teorikoarekin aldiz, ekuazio lineal moduko bat emango da; hau da, zuzen bat sortuko da, irradiazioa jaistean lehen irradiazio horretan izandako joera berdina izango duenak, alegia.

Azkenik, tenperaturari dagokionez, irradiazioa igotzen den heinean TS1 tenperatura igo egingo da pixkanaka, baina, irradiazio maximora iristerakoan, hau da, erradiazioak errepikatzen hasten direnean, tenperatura oso azkar igoko da. Bestalde, TS2-rekin antzeko gertaera bat gauzatzen da. Hasieran irradiazioa igo ahala tenperatura ia ia konstante mantentzen da, bariazio gutxiekin. Baina, aurrekoarekin gertatzen den bezala, erradiazioaren datuak errepikatzean honen tenperaturak oso azkar egingo du gora.

Bukatzeko oso garrantzitsua da aipatzea nola gerta daiteke irradiaziorik gabe gure instalazioa martxan egon ahal izatea. Hau, guk kontrolatzen dugun irradiazioa fokuetatik ateratzen delako gerta daiteke. Hala ere, ikasgelan beste argi gehigarri batzuk daude ikasgela argitzeko, leihoetatik sartzen den eguzki argia eta berogailuak pizturik egon daitezkeelaz gain. Honek guztiak eragina du eta, ondorioz, guk nahi ez izan arren, instalazioak potentzia txikia sortzen ibiltzea gerta daiteke.

#### AMAIERAKO DATUAK:

Beraz, datu guztiak izanda emaria aldatzean kolektoreek %44,12 batzbesteko errendimendua izango dute. Irradiazioa aldatzean, aldiz, etekina %46,11840448-koa izango da. Ondorioz, datu hauei erreparatuta, esan dezakegu hobe dela irradiazioa aldatzea emari konstante batekin, irradiazio konstante bat eta emari aldakorra batekin baino.



## 2. PRAKTIKA (PL 2.): EGUZKI KOLEKTOREA

Bigarren praktika honek eguzki-izpi kolektorearen etekina baldintza esperimental desberdinetan kalkulatzeko du helburu. Hauek izango dira etekina zehaztuko duten baldintzak:

### 2.1. SAIAKERA

1. Giroko energia soilik xurgatuz (20 °C) argiztapenik gabe (eguzki-argi edo lanpara halogenoa itzalita), uraren temperatura xurgatzailearen sarreran  $T_{in} = 5$  °C denean:

- 1.1. Xurgatzaile beria soilik, atzeko solamendurik gabe
- 1.2. Ezer gabe (beirazko plakarik gabe eta isolamendurik gabe)

2. Eguzki-argi edo lanpara halogenoaren bidez argiztatu, uraren temperatura xurgatzailearen sarreran,  $T_{in} = 20$  °C denean:

- 2.1. Isolamendua eta beira-plaka duen xurgatzailea (kolektore osoa)
- 2.2. Xurgatzailea bakarrik (isolamendurik gabe)

3. Eguzki-argi edo lanpara halogenoaren bidez argiztatu, uraren temperatura xurgatzailearen sarreran,  $T_{in} = 50$  °C denean:

- 3.1. Kolektore osoa
- 3.2. Kolektore osoa, haizagailuarekin aire hotza eraginez
- 3.3. Beirazko plakarik gabe
- 3.4. Beirazko plakarik gabe eta haizagailuaren bidezko aire hotzarekin.

Zbk.	Beirazko o estalkia	Argia	Airea	$T_{in}$ [°C]	$T_{out} - T_{in}$ [°C]	% $\eta$
1.1	+(*)	-	-	≈5	2,5	%14,55
1.2	-(*)	-	-	≈5	5,0	%29,1
2.1	+	+	-	≈20	11,0	%63,9
2.2	-	+	-	≈20	12,5	%72,6
3.1	+	+	-	≈50	8,0	%46,7
3.2	-	+	+	≈50	8,0	%46,7
3.3	+	+	-	≈50	6,0	%42

3.4	-	+	+	≈50	3,0	%17,4
-----	---	---	---	-----	-----	-------

(\*) Neurri horiek atzeko isolamendurik gabe hartu dira.

+ : BAI

- : EZ

### Galderak:

- Nola eragiten du xurgatzailearen tenperaturak ( $T_{in}$ ) galeretan?

Xurgatzailearen tenperatura handia bada galerak ere handiak izango dira. Hori hurrengo formularen bidez ondoriozta daiteke:

$$\dot{q}_{loss} = h \cdot (T_{abs} - T_{\infty})$$

- Nola eragiten du beirazko estaldurak?

Beirazko estalkiak negutegi baten funtzio eta eragin berdina dauka. Kasu honetan lanpara halogenoak eguzkia eta bere argi-izpiak simulatuko ditu. Hauek kolektorearen kontra egingo dute eta beirazko estalkiak berotegi efektua sortuko du, lanparak sortutako beroa bere barnealdean mantenduz. Beraz, estalkiak kolektoreak bere helburua bizkorrago lortzea ahalbidetzen du, ura bizkorrago berotuz.

- Nola eragiten du haizeak eguzki-kolektorean?

Haizeari dagokionez, praktika honetan guk haizegailu baten bidez simulatuko dugu. Orokorrean, estalki gabeko kasuaren moduan adibidez, haize hotza ematen badiogu, haizeak negatiboki eragingo du eguzki-kolektorean; hau da, beroa bizkorrago galduko du. Hori bero transferentzia deritzon konbekzioaren legeak esaten du. Beirazko estalkiarekin aldiz, haize hotzak ez du ia eraginik, estalkiak beroa hain bizkor ez galtzea ekiditzen baitu.

### 3. PRAKTIKA (PL 3.): BERO PONPA

Hirugarren praktikari dagokionez, bi foku termikoen arteko bero ponpa baten azterketa egitea eskatzen da.

Datuak:

- Konpresorearen batzbesteko potentzia  $\rightarrow P = 12 \text{ W}$
- Ur masak:
  - $m_{beroa} = 4,8 \text{ kg}$
  - $m_{hotza} = 4,8 \text{ kg}$
- Uraren dentsitatea  $\rightarrow \rho = 1 \text{ kg/l}$

#### 3.1. SAIAKERA

Hurrengoa eskatzen da saiakera honetan:

Bero-ponparen funtzionamendua ebaluatu, foku termikoak ur destilatua direnean. R134a hozgarriaren zikloari dagozkion presioen eta temperaturen datu termodinamikoak bildu, baita fokuetako uraren tenperaturak ere.

Laborategitik lortutako datuak:

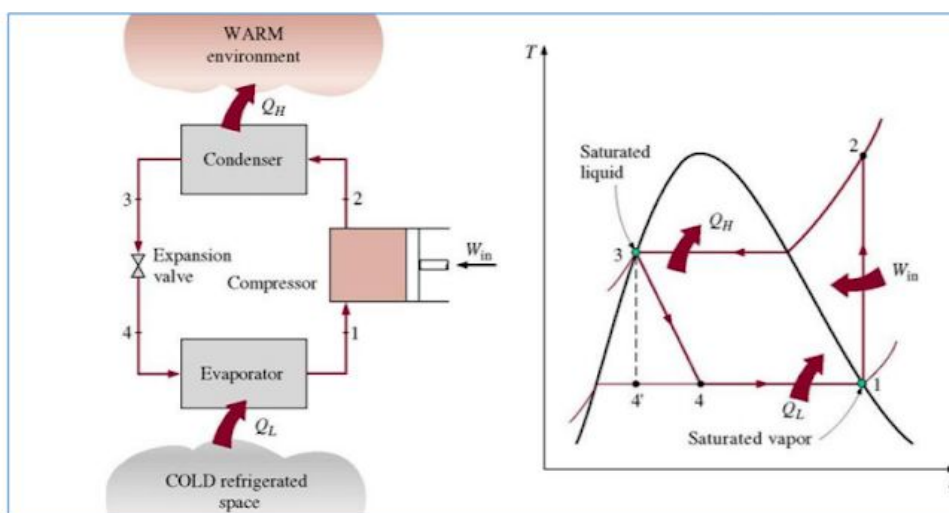
t (min)	Lurrungailua		Kondentsadorea		Foku termikoak		Konpresorea	
	$T_4$ [°C]	$T_1$ [°C]	$T_2$ [°C]	$T_3$ [°C]	$T_{hotza}$ [°C]	$T_{beroa}$ [°C]	$P_{lurrun}$ [bar]	$P_{kond}$ [bar]
0	-	-	-	-	24,5	10	-	-
18	7	16	61	18	19,5	19	4,433	10,73
36	6	11	66	23	15	26,5	4,149	12,22
54	5	8	73	24	11	34	3,749	13,19
72	3	6	75	26	7	41	3,499	14,21
90	1,5	3,5	76	25	4	46	3,262	15,66
108	-0,5	3	78	23	1	51	2,93	17,64

Emaitzak:

Zirkuituan zehaztutako lau puntuetan hozgarriaren entalpia balioak lortu:

Entalpia				
t (min)	$h_4$ [kJ/kg]	$h_1$ [kJ/kg]	$h_2$ [kJ/kg]	$h_3$ [kJ/kg]
18	61,34	261,1	293,1	76,57
36	59,98	257,1	295,9	83,59
54	58,61	255,4	301,9	85,01
72	55,90	254,3	302,4	87,85
90	53,88	252,6	301	86,44
108	51,19	253,1	299,8	83,63

Taula honetan lortutako emaitzak ikusita argi ikus daiteke nola beroa hartu egiten den foku hotzetik eta hau foku beroan askatzen den. Hau azaldu ahal izateko hurrengo grafikoaz baliatuko gara (3.1.1. Irudia ikusi).



**3.1.1. Irudia. Bero ponparen eskema.**

Taulan azaltzen den moduan, lehenengo puntuako hozgarriaren entalpia aurreko puntuarena baino (laugarren puntukoa) altuagoa da. Izan ere, lurrungailuan foku hotzari beroa lapurtu egiten zaio, hozgarriaren entalpia handituz eta fokuan dagoen jariakinarena txikituz. Hurrengo puntura ailegatzeko, bigarrenera alegia, hozgarria konpresoretik pasarazi behar da, hau konprimatuz, eta energia kantitatea kg bakoitzeko handituz. Horrela, entalpia ere handituko da. Hirugarren puntura heldu baino lehen kondentsadoretik pasa behar da, non hozgarriak daukan energia foku beroari emango dion, eta, hori dela eta, R134a-ren entalpia txikituko da. Azkenik, 3-tik 4-ra pasatzeko espansio balbulatik zeharkatzerakoan entalpia berriz ere txikituko da, gero foku hotzetik bero kantitate gehiago hartu ahal izateko.

Lurrungailuan eta kondentsadorean gertatzen diren bero trukeak, konpresorearen lana eta hozgarriaren emaria:

R134a-ren balio espezifikoak				
t (min)	$q_{lurrun}$ [kJ/kg]	$q_{kond}$ [kJ/kg]	W [kJ/kg]	$m_{ref}$ [kg/s]
18	199,76	216,53	32	0,000375
36	197,12	212,31	38,8	0,000309
54	196,79	216,89	46,5	0,000258
72	198,40	214,55	48,1	0,000249
90	198,72	214,56	48,4	0,000248
108	201,91	216,17	46,7	0,000257

Taula honetan antzeman daitezke aurreko emaitzan azaldutako 2-3 arteko eta 4-1 arteko prozesuetan ematen diren bero trukeak; hala nola, konpresoreak egindako lana neurtutako momentu bakoitzean eta hozgarriaren emaria. Argi ikusten denez, kondentsadorean trukaturako bero kantitatea handiagoa izango da lurrungailuan trukaturakoa baino. Konpresoreak egindako lanak ere eragina du hozgarriaren entalpian, hau eta bero-truke ahalmena handituz (aurreko taulan azaltzen da). Izan ere, formulak dioenez, trukaturako bero kantitatea zuzenki proportzionala da jariakinak jasaten duen entalpia aldaketarekiko.

Denbora tarte horietan foku hotzan eta beroan ematen diren bero aldaketak hauen arteko aldea, lurrungailuan lapurtutako beroa, kondentsadorean askatutako beroa eta hauek bietan ematen diren karga galerak ondorengoak izango dira:

$\Delta t$ [s]	Fokuak		$Q_{bero} - Q_{hotza}$ [kJ]	R134a		Galerak	
	$Q_{hotza}$ [kJ]	$Q_{bero}$ [kJ]		$Q_{lurrun}$ [kJ]	$Q_{kond}$ [kJ]	$Q_{loos\_lurrun}$	$Q_{loos\_kond}$
1080	100,32	180,58	80,26	80,90	87,69	19,42	-92,88
1080	90,29	150,48	60,19	65,84	70,92	24,45	-79,56
1080	80,26	150,48	70,22	54,85	60,45	25,41	-90,03
1080	80,26	140,45	60,19	53,46	57,81	26,80	-82,64
1080	60,19	100,32	40,13	53,21	57,45	6,98	-42,87
1080	60,19	100,32	40,13	56,03	59,99	4,16	-40,33

Honakoan lortutako datuekin esan beharra dago daturen bat gaizki dagoela. Izan ere, foku beroak irabazitako energia kantitatea ( $Q_{bero}$ ) ezin da kondentsadoreak ematen diona ( $Q_{kond}$ ) baino handiagoa izan; gehienez ere berdina irabazi dezake, eta hori, galerarik ez dagoela suposatuz, hots, prozesu ideala denean bakarrik

gerta daiteke. Errazago uler daiteke konparaketa hau eginez: supermerkatuak ezin ditu 15€ irabazi nik 10€-tan erosi baditut produktuak. Gehienez 10€ irabaziko ditu, eta honi zergak kendu beharko zaizkio ( $Q_{\text{loos\_kond}}$ -ren baliokidea konparaketa honetan), 10€ baino gutxiago irabaziz. Hori dela eta, uste dugu foku beroaren tenperaturen neurketak gaizki daudela.

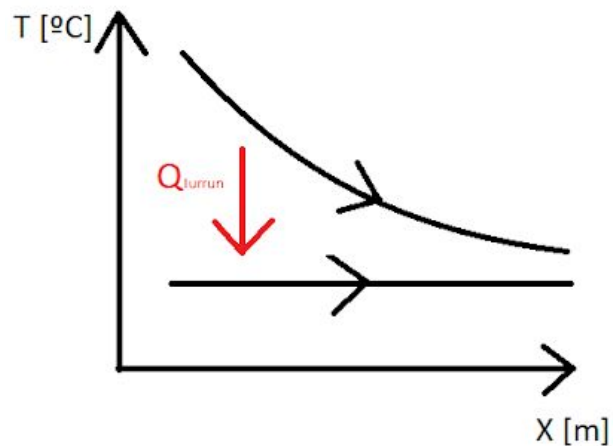
Aldiz, lurrungailuan ematen diren bero trukeak bai direla zentzuzkoak, hozgarriak irabazitako energia foku hotzak galdutakoa baino txikiagoa delako, eta hortaz, galerak positiboak ateratzen dira.

Azkenik, hona hemen bero trukagailuaren errendimendua, bai lurrungailuarena bai kondentsadorearena, bero ponparen errendimendua (COP), errendimendu maximoa ( $COP_{\text{max}}$ ) eta hauen arteko aldea:

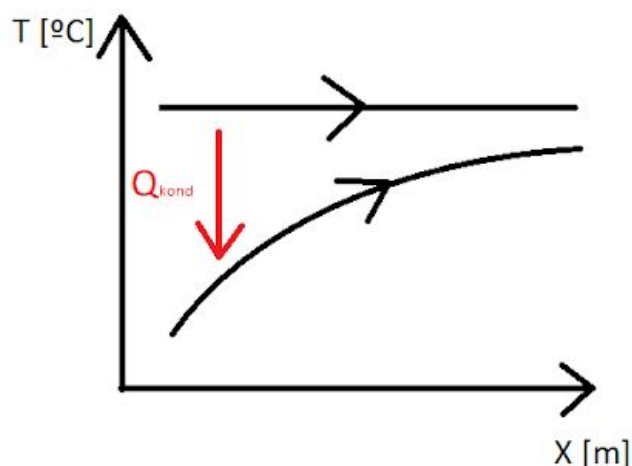
$\eta$ bero trukagailua		Bero ponpa		
lurrungailua [%]	kondentsadorea [%]	COP	$COP_{\text{MAX}}$	COP aldea
80,64	205,91	2,25	-584	-586,25
72,92	212,19	2,50	26,04	23,54
68,34	248,94	2,14	13,35	11,20
66,61	242,96	2,33	9,24	6,90
88,40	174,61	2,50	7,60	5,10
93,09	167,23	2,50	6,48	3,98

Azkeneko taulako emaitzei erreparaturaz, lurrungailuaren errendimenduak ongi daudela esan daiteke 0 eta 100 balioen artean daudelako. Aldiz, kondentsadorearenak gaizki daude, %100 baino handiagoak ematen dutelako, eta arrazoia aurreko atalean azaldutakoaren berdina da.

COP-en emaitzak gutxi gorabehera konstante mantentzen dira denbora pasa ahala, baina  $COP_{\text{MAX}}$  ikusterakoan oso nabarmena da lehenengo balioa, negatiboa da eta. Hau azaltzeko fokuen tenperaturei begiratu behar zaie, non foku hotzaren tenperatura beroarena baino altuagoa dela ikusiko dugun, eta horrek COP-aren zatitzailean txikia-handia egiterakoan emaitza negatiboa lortzea dakar. Horrek esan nahi du bi tenperaturak berdindu arte bero ponpa ez dela beharrezkoa, konbekzio naturalaren bidez egin daitekelako bero trukea, eta COP atera beharrean errendimendua atera beharko litzateke.



**3.1.2. Irudia. Lurrungailuaren T-x diagrama.**



**3.1.3. Irudia. Kondentsadorearen T-x diagrama.**

## 3.2. SAIAKERA

Saiakera honetan kondentsadorearen foku termikoan ura eta lurrungailuaren foku termikoan airea daude.

Galderak:

- Zer aldatu da aurreko saiakuntzarekiko? (2 Fokuak ura vs Foku 1 airea)

Sistema honetan trukaturako bero kantitatea txikiagoa izango da, izan ere, airearen bero espezifikoak ( $C_p$ ) txikiagoa da, eta foku hotzetik (lurrungailua) ateratako bero kantitatea ( $Q_{hotza}$ ) txikiagoa izango da. Era berean, foku beroan (kondentsadorea) askatutako bero kantitatea ( $Q_{bero}$ ) ere txikiagoa izango da.

➤ Zer gertatuko da lurrungailuaren presioarekin?

Foku hotzeko tenperatura txikiagoa izango denez, lurrungailuaren presioa asko jaitsiko da isoterma baxuago batean lapurtuko delako beroa, eta bero ponparen zikloaren grafikoan ikus daitekeenez, horrek isobara baxuago batean egotea ekarriko du.

➤ Zer gertatuko da COParekin?

COP-aren balioa txikituko da bi fokuen artean trukutzen den beroa gutxiagoa izango delako.

➤ Zer aukera bururatzen zaizkizue COP igotzeko?

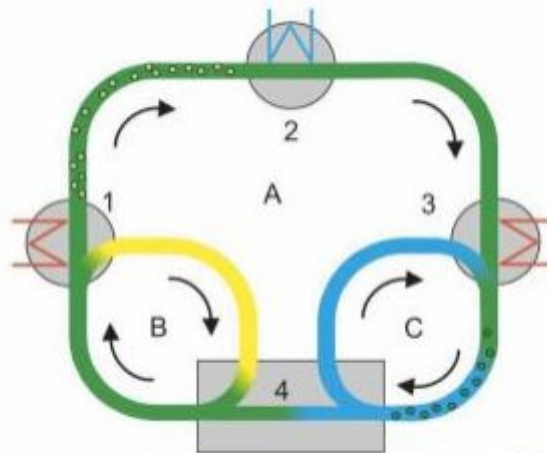
Hozgarriaren emaria handitzea aukera bat izango litzateke, honela bero kantitate gehiago hartuko baitzen denbora berdinean, hau da, hozgarriaren emaria azkartu denbora berdinean bero kantitate handiago lortzeko, eta COP altuagoa lortzeko.

Beste aukera bat foku hotzean (airea dagoen deposituan) konbekzio naturala egon beharrean konbekzio behartua egotea izango da. Haizegailu baten bidez fokutik pasatzen den masa handiagoa izango da, eta bero kantitate gehiago lapurtu ahalko da.



## 4. PRAKTIKA (PL 4.): ABSORTZIO ZIKLOA

Hurrengo azalpena emateko absortzio zikloaren eskemaz baliatuko gara:



### 4.1.1. Irudia. Absortzio zikloa.

Sorgailuak (1) amoniakoa ateratzen du amoniako-ura nahasketa berotuz, eta amoniako gaseosoa kondentsadorera bidaliz (2). Kondentsadorean (2) goi-presioko amoniakoa kondentsatzen da. Ondoren, amoniako likido hori itotze-balbula batetik igarotzen da lurrungailuan sartu aurretik (3). Itotze-balbulatik igaro denez, bere presioa murriztu egin da bere temperaturarekin batera. Lurrun hezeko eremuan sartzen da, eta, beraz, kanpotik beroa xurgatzeko gai da. Ondorioz, inguruneko airea hoztu egiten du, hori baita hotz-ekipo baten nahi dugun efektu erabilgarria. Lurrungailutik (3) amoniako-lurruna xurgatzailerara eramaten da (4), bertan ura egongo dena. Temperatura horretan, urak amoniakoa xurgatzeko ahalmen handia du, eta, ondorioz, xurgatze handia sortzen du (3). Xurgatzailetik (4) amoniako-ura nahasketa sorgailura (1) zirkulatzen da, eta zikloa berriz hasten da.

Erabiliko diren formulak:

$$EER = \frac{\dot{Q}_{evap}}{\dot{Q}_G}$$

$$EER^{max} = \eta_{ciclo}^{MAX} \cdot COP_{cooling}^{MAX} = \left(1 - \frac{T_{abs}}{T_G}\right) \left(\frac{T_{evap}}{T_{cond} - T_{evap}}\right)$$

### 4.1. SAIAKERA

Lehenengo saiakera honetan lurrungailua hutsean edukita datuak hartuko dira. Hamar minuturo hartuko dira tenperaturak absortzio-zikloko lau eremu

nagusietan: sorgailuan, kondentsadorean, lurrungailuan eta absorbedorean, alegia. Tenperatura hauek ekipoa egonkortu arte hartu behar dira. Hauek dira lortutako datuak:

t (min)	CICLO FRIGORÍFICO		CICLO POTENCIA		POTENCIA SUMINISTRADA	
	$T_{co}$ [°C]	$T_{evap}$ [°C]	$T_{abs}$ [°C]	$T_G$ [°C]	$\dot{Q}_G$ [W]	$\dot{Q}_{evap}$ [W]
10	20	0	6	75	120.0	0.0
20	21	-1	8	80	120.0	0.0
30	20	-1	7	77	120.0	0.0

$$EER_{max}(t = 10) = \left(1 - \frac{6 + 273}{75 + 273}\right) * \left(\frac{0 + 273}{(20 + 273) - (0 + 273)}\right) = 2,706$$

$$EER_{max}(t = 30) = \left(1 - \frac{7 + 273}{77 + 273}\right) * \left(\frac{-1 + 273}{(20 + 273) - (-1 + 273)}\right) = 2,590$$

t(min)	EER erreala	EER max
10	0	2,706
20	0	2,522
30	0	2,59

Alde batetik, lehenengo saiakera honetan, hotz xurgatze baten jarrera ezaugarritzeko, energia koefizientea (EER) erabiltzen da. Hau 0 izango da  $Q_{evap}=0$  delako. Beste alde batetik, ikusi dezakegu  $EER_{max}$  10. minutuan lortuko dela.

## 4.2. SAIAKERA

Bigarren saiakera honetan aldiz, lurrungailua kargarekin dagoela hartuko ditugu datuak. 10 minuturo neurketak egin eta tenperaturaren bilakaera ikusiko dugu, egonkortu arte. Lortutako datuekin hurrengo taula hau beteko dugu:

t (min)	HOTZ ZIKLOA		POTENTZIA ZIKLOA		EMANDAKO POTENTZIA	
	T amb [°C]	T evap [°C]	T abs [°C]	T G [°C]	QG [W]	Qevap [W]
10	20	4	6	75	120.0	55.0
20	21	5	8	80	120.0	60.0
30	20	4	7	77	120.0	65.0

$$EER_{errealia}(t = 10) = \frac{55}{120} = 0,46$$

$$EER_{errealia}(t = 20) = \frac{60}{120} = 0,5$$

$$EER_{errealia}(t = 30) = \frac{65}{120} = 0,54$$

$$EER_{max}(t = 10) = \left(1 - \frac{(6 + 273)}{(75 + 273)}\right) \cdot \left(\frac{(4 + 273)}{(20 + 273) - (4 + 273)}\right) = 3,43$$

$$EER_{max}(t = 20) = \left(1 - \frac{(8 + 273)}{(80 + 273)}\right) \cdot \left(\frac{(5 + 273)}{(21 + 273) - (5 + 273)}\right) = 3,54$$

$$EER_{max}(t = 30) = \left(1 - \frac{(7 + 273)}{(77 + 273)}\right) \cdot \left(\frac{(4 + 273)}{(20 + 273) - (4 + 273)}\right) = 3,46$$

t(min)	EER <sub>errealia</sub>	EER <sub>max</sub>
10	0,46	3,43
20	0,5	3,54
30	0,54	3,46

2. saiakera honetan gure EER erreal maximoa 0,54 izan da eta 30 minututan lortzen da. Emandako datuekin eta lortutako emaitzekin, taulan ageri den bezala, argi ikusenez gure EER errealia beti EER maximoatik hurrun egongo dela.