

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Bilboko Ingeniaritza eskola
Teknologi Elektronikoko Saila

GRADU AMAIERAKO LANA

Burn-in testen efizientziarako hobekuntza sistema

Autor: Alex Gervasio Gabirondo Simpler

Director: Dr. Iñigo Martínez de Alegria Mancisidor

Bilbo, Ekaina 2019

Laburpena

Azken urteotan, ikerketa asko egin dira aldaketa klimatikoari buruz, honek ingurumenean dituen ondorioen areagotzearengatik, eta gutxien harridurarentzat gizakia efektu honen erantzule nagusia dela ondorioztatu da. Honen ezaguerak aldaketa klimatikoaren buruzko kontzientzia piztu du gizartean, estauari, enpresei eta zibilei ingurumenearen gain ondorioak gutxituko dituen neurriak eskatuz eta posible den modura aldaketa klimatikoari buelta emango dion ekintzak bul-tzatuz.

Aldaketa klimatikoaren bizkortzearen faktore garrantzitsuenetako bat berotegi-efektuko gasen isuria da. Gas hauen zati handi bat energia elektrikoaren sor-kuntzak isurtzen dira. Faktore hau erasotzeko bi metodo daude: energia elek-trikoaren kontsumoa txikiagotuz edo berriztagarriak eta garbiak diren energia iturrietatik energia sortuz.

Proiektu honetan arazo honi ekarpen txiki bat egiten sahiatu da, kontsumo elek-trikoa txikiagotuz, zehazki Burn-In testetako, test hauek energia kantitate han-diak behar baitituzte burutzeko. Horretarako test hauen efizientziarako hobekun-tza sistema bat diseinatu da, karga erresistiboa bat eta karga induktibo baten arteko konmutazioan oinarritzen da, energia elektrikoa kontsumitu gabe karga in-duktiboa dagoen bitartean. Sistema honek % 90-eko efizientzia hobekuntza lortu dezake, test hauen bideragarritasuna handituz. Behin sistema hau diseinatu dela, probazko prototipo bat sortuko da.

Hitz gakoak : Burn-In; Efizientzia; Karga erresistiboa; Karga induktiboa.

Resumen

En los últimos años, se han hecho muchas investigaciones acerca del cambio climático, debido al aumento de las consecuencias de esta en el medio ambiente, y para sorpresa de pocos se ha concluido que el mayor responsable de este efecto es el ser humano. Este conocimiento ha aumentado el concienciamiento social acerca de este tema, exigiendo al estado, empresas y civiles medidas para disminuir el impacto en el medio ambiente y en la medida de lo posible hacer algo para revertirlo.

Uno de los factores más importantes de la aceleración del cambio climático es la emisión de gases de efecto invernadero. Gran parte de estos gases se emiten en la generación de energía eléctrica. Hay dos formas de atacar a este factor: disminuyendo el consumo de energía eléctrica o generando más energía de fuentes renovables y limpias.

En este proyecto se ha intentado aportar un grano de arena a la causa, disminuyendo el consumo eléctrico, concretamente el de los tests de Burn-In, ya que estos requieren de grandes cantidades de energía para llevarse a cabo. Para ello se ha diseñado un sistema de mejora de eficiencia, que consiste en conmutar la carga del test de una carga resistiva a una carga inductiva, anulando el consumo de energía eléctrica mientras esté activa la carga inductiva. Dicho sistema podría alcanzar una mejora de eficiencia de hasta el 90 %, haciendo mucho más viable estos tests. Una vez diseñado el sistema, se construirá un prototipo de pruebas.

Palabras Clave : Burn-In; Eficiencia; Carga resistiva; Carga inductiva.

Abstract

In recent years, a lot of reasearch about the climate change has been done, due to the rise of its consequences in the environment, and to the surprise of few it has been concluded that the human being is the main responsible of this effect. This knowledge has increased the social awareness about this issue, demanding more action to the state, the business and the civilians to decreased the impact on the environment and, as far as possible, take action to revert it.

One of the main factors in the acceleration of the climate change is the emission of greenhouse gases. A large amount of these gases are emitted during the generation of electric energy. There are two ways to attack this problem: decreasing the electric consumption or generating energy from renewable and clean sources.

In this project it has been tried to help solve this problem, by reducing the electric consumption, specifically the one in the Burn-In tests, as these tests need a great amount of power to carry out. In order to get this, an efficiency boost system has been designed, this system consists in commuting the test's load between a resistive one and an inductive one, cancelling the power consumption while the inductive load is active. This system can get an efficiency boost of up to 90 %, making these tests way more viable. Once the system is designed, a test prototype will be built.

Key words : Burn-In; Efficiency; Resistive load; Inductive load.

Akronimoen Taula

Akronimoa	Esanahia
<i>A</i>	Ampere
<i>AC</i>	Alternating Current
<i>APERT</i>	Applied Electronics Research Team
<i>BOM</i>	Bill Of Materials
<i>CO₂</i>	Karbono dioxidoa
<i>DC</i>	Direct Current
<i>EAE</i>	Euskal Autonomia Erkidegoa
<i>ECTS</i>	European Credit Transfer and Accumulation System
<i>EHU</i>	Euskal Herriko Unibertsitatea
<i>F</i>	Faraday
<i>GrAL</i>	Gradu Amaierako Lana
<i>H</i>	Henry
<i>Hz</i>	Hertz

<i>I+G</i>	Ikerketa + Garapena
<i>LED</i>	Light-Emitting Diode
<i>NPN</i>	Negatibo-Positibo-Negatibo Transistorea
<i>SoC</i>	System on Chip
<i>SPDT</i>	Single Pole Double Throw
<i>TRIAC</i>	Triode for Alternating Current
<i>V</i>	Volt
<i>W</i>	Watt
<i>Wh</i>	Watt-ordu
Ω	Ohm

Taula 0.1: Akronimoen taula.

Nomenklatura

Sinbola	Esanahia
<i>Detector_picos</i>	Karga inductiboa kontrolatuko duen seinalea, tontor detektagailuarekin
<i>Disp1_R</i>	Karga erresistiboa kontrolatuko duen seinalea
<i>R_disipadore</i>	Disipadorearen erresistentzia termikoa
<i>Rele_L</i>	Karga inductiboko TRIAC-era helduko den seinalea
<i>Rele_principal</i>	Errelea kontrolatuko duen seinalea
<i>Rele_R</i>	Karga erresistiboko TRIAC-era helduko den seinalea
<i>R_ja</i>	Juntura eta giroaren arteko erresistentzia termikoa
<i>R_jc</i>	Juntura eta kapsularen arteko erresistentzia termikoa
<i>S_in</i>	Zirkuitura sartzen den kontrol seinalea
<i>S_original</i>	Iragazitako kontrol seinalea
<i>S_retrasada</i>	Atzerpena duen kontrol seinalea
<i>Salida_Rele_principal</i>	Errelera helduko den seinalea
<i>T_a</i>	Giro tenperatura
<i>T_j</i>	Junturako tenperatura
<i>Triac_L</i>	Karga inductiboa kontrolatuko duen seinalea, tontor detektagailuarik gabe
V_{AC}	Korronte alternoko tentsioa
V_{DC}	Korronte zuzeneko tentsioa

Taula 0.2: Nomenklatura taula.

Aurkibidea

Irudien Zerrenda	xiii
Taulen Zerrenda	xv
I Memoria	1
1 Sarrera eta Testuingurua	3
1.1 Sarrera	3
1.2 Testuingurua	4
1.2.1 Burn-In testak	4
1.3 Errelea	7
2 Proiektuaren analisia	11
2.1 Helburuak	11
2.2 Betekizunak	12
2.2.1 Betekizun funtzionalak	12
2.2.2 Betekizun elektrikoak	12
2.2.3 Interfaze betekizunak	13
2.2.4 Betekizun mekanikoak	13
2.2.5 Segurtasun betekizunak	14
2.3 Kasu praktikoa	14
2.4 Irispena	15
2.5 Proiektuaren abantailak	15
2.5.1 Abantaila teknikoak	16
2.5.2 Abantaila ekonomikoak	16
2.5.3 Gizarte abantailak	17
2.6 Alternatiben azterketa	17

II	Diseinua eta metodologia	21
3	Zirkuituaren diseinua	23
3.1	TRIAC	23
3.2	Diseinua	28
3.3	Kalkulo termikoa	33
4	Simulazioa, Muntaketa eta Frogaketa	35
4.1	Simulazioa	35
4.2	Muntaketa	37
4.3	Frogaketa	42
4.4	Emaitzen konparatiba	44
5	Proiektuaren planifikazioa	47
5.1	Atazen deskribapena	47
6	Alderdi ekonomikoa	53
6.1	Giza baliabideak	53
6.2	Baliabide materialak	54
6.2.1	Gastuak	54
6.2.2	Amortizazioak	56
6.3	Gastuen banakapen osoa	56
7	Ondorioak	59

Irudien Zerrenda

1.1	Bainuontzi kurba.	5
1.2	Enpresaren oraingo testak.	6
1.3	Errelearen zatiak.	8
1.4	Errele mota desberdinak.	9
2.1	Lehenengo aukerako PF-240.	19
2.2	Bigarren aukerako osagaiak.	20
3.1	TRIAC.	23
3.2	TRIAC-aren egitura.	24
3.3	TRIAC-aren modu desberdinak.	25
3.4	Zirkuituaren eskema.	27
3.5	Elikadura zirkuitua.	28
3.6	S_{in} seinalea eta $S_{retrasada}$ seinale atzeratua.	29
3.7	Ate logikoetatik lortutako seinaleak.	29
3.8	Zirkuitu konparadorea.	30
3.9	Desarraila zirkuitua.	30
3.10	Probatuko den errelea.	31
3.11	Zubi zuzentzaileetatik lortutako seinaleak.	32
3.12	Zirkuitu tontor detektagailua.	32
3.13	Lehen aukeraren zirkuitua.	32
3.14	Bigarren aukeraren zirkuitua.	33
3.15	Erresistentzia termikoko zirkuitu baliokidea disipadore gabe. . . .	34
3.16	Erresistentzia termikoko zirkuitu baliokidea disipadorearekin. . . .	34
4.1	Simulazioaren emaitzak tontor detektagailurik gabe.	36
4.2	Harilaren korrontearen erantzuna tentsioaren fasearen arabera. . .	37
4.3	Simulazioaren emaitzak tontor detektagailuarekin.	37
4.4	Zirkuituaren eskema osagai errealekin.	39

4.5	Prototipoa sartu behar den kutxa.	40
4.6	Zirkuituaren zatiak.	41
4.7	Prototipoa kutxa barruan.	41
4.8	Zirkuituaren frogaketa.	42
4.9	Frogaketaren emaitza.	43
4.10	Frogaketaren emaitza tontor detektagailuarekin.	44
4.11	Emaitzen konparaketa.	45
5.1	Proiektuaren planifikazioaren Gantt diagrama.	51

Taulen Zerrenda

0.1	Akronimoen taula.	viii
0.2	Nomenklatura taula.	ix
4.1	Erabiliko diren materialen lista.	38
5.1	Proiektuaren lan taldearen kideak.	47
5.2	Proiektuaren atazak eta beraien iraupena.	48
5.3	Aurre formakuntzan egin beharrekoak.	48
5.4	Zirkuituaren diseinuan egin beharrekoak.	49
5.5	Simulazio eta prototipoan egin beharrekoak.	49
5.6	Proiektuaren dokumentazioan egin beharrekoak.	50
6.1	Proiektuaren giza baliabideen gastuen banakapena.	53
6.2	Laborategiko kostu finkoak.	54
6.3	Prototipoaren gastuak.	55
6.4	Gastuen laburpena.	55
6.5	Amortizazioen kostuak.	56
6.6	Gastuen laburpena.	57

Atala I

Memoria

Kapitulua 1

Sarrera eta Testuingurua

1.1 Sarrera

Proiektu hau APERT (*The Applied Electronics Research Team*)EHUko elektronika aplikatuko ikerketa taldearekin burutu da. Talde hau Teknologi Elektroniko sailekoak diren irakasle eta ikerlariz osatuta dago, batik bat, zeintzuk Bilboko Ingeniaritz Eskola aritzen diren. Talde honek hainbat arlo ditu, baina proiektu honetan energia bihurgailuentzako kontrol eta potentzia zirkuituko arloan egin da lan.

Lan honen helburua burn-in testen efizientzia hobetuko duen sistema baten garapena da, elektrizitate kontsumoaren murrizpena lortuz fabrikazio plantetan horrelako testak burutzen dituzten enpresentzat.

Gaur egun, industrian, eta etxeetan ere, aldaketa azkar bat gertatzen ari da energia elektriko bidez dabilzaten gailuetara, errekontza bidezkoenen orde. Gailu hauek isilak eta batez ere garbia dira, ez dituzte gasik isurtzen, gainera, efizientzia maila oso altuak lortzen dira. Baina, egungo beharrak aldakorak eta gorakorak dira, gailu hauen potentzia eta efizientiaren hobekuntza konstante bat behar izanez. Honetarako, fisikako hainbat arlo nabarmendu dira, elektrizitatea eta magnetismoa, batik bat, eta hauetatik elektronikako potentzia elektronika eratorri da.

Potentzia elektronikaren lana energia elektrikoa aldatzea eta kontrolatzea da, elektrizitate bidez dabilzaten prozesuak elikatuz. Beraz, rol oso garrantzitsua du hauen errendimenduaren eta efizientiaren hobekuntzan. Proiektu hau, efizientzian zentratuko da, burn-in testetan zehazki, kontsumo elektrikoa murriztuz, aldi

berean karbono-aztarna murriztuz, elektrizitatearen sorkuntza prozesuen artean kutsagarriak diren errekuntzako prozesuak daudelako. Honakoa oso interesgarria da enpresentzat, gizartea oso kezkatu baitago berotze globalarekin, enpresanren itxura hobetuz eta, batez ere, kutsaduraren murriztuz, mundu garbi bat lortzeko pauso bat gehiago emanez.

Eremu honen barruko EAE-ko inguruko enpresa batek beraien erreleen Burn-In testen saioretako kontsumo elektrikoaren murrizketa baten beharrean zeuden. Proiektu honetan egingo diren diseinu eta probak enpresa honen kasurako egingo dira espezifikoki.

1.2 Testuingurua

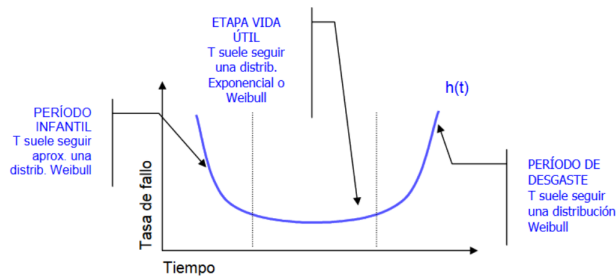
Sarreran aipatu den bezala, potentzia elektronikako oso zabala da eta elektronikako eta industriako arlo askorekin lan egiten du eta horrelako proiektuetarako hainbat elementu berri ezagutu behar dira. Horretarako elementu hauek azaldu egingo dira. APERT ikerketa lanetik hasita, bertan burutu baita proiektu hau; Burn-In testekin jarraituz eta TRIAC eta errelearekin bukatuz.

1.2.1 Burn-In testak

Gaur egun, fabrikante askok produktu berri eta hobekoak garatzeko presioa sentitzen dute, oso iraunkorrak, fidagarriak eta kalitatezkoak direnak. Hori dela eta, metodo berriak, produktuentzako esperimentu berriak eta prozesuen hobekuntzak diseinatu dira. Gainera, fidagarritasun beharrak handitu egin dira eta materialen, osagaien eta sistemen frogak behar dituzte, baina hauek luzeak eta garestiak dira beraz, hauek azkartzeko, bizitza froga azeleratuak egiten dira.[1]

Bizitza froga azeleratuak produktuak porrot azkar egiteko frogak dira, baldintza normalak baino gogorragoak diren esfortzuetara jarritz. Froga hauek oso erabiliak dira industrian, informazioa lortzeko metodo azkarra delako. Informazio hau lortzeko aldagai bat edo gehiagoren esfortzuak aplikatzen dira produktuari, adibidez, tenperatura, presio eta tentsio elektrikoak. Froga hauen helburuak hurrengoak izaten dira:

- Produktuaren bizitza banaketa balioetsi.
- Diseinuan akatsak aurkitu.
- Fidagarritasuna neurtu eta frogatu.



Irudia 1.1: Bainuontzi kurba.

Burn-in testak azkenengo helburuko frogak dira, baina froga honen lana ulertzeko beharrezkoa da osagaien bizitzaren banaketa deskribatzen duen kurba aipatzea eta hau 1.1 irudian agertzen den bainuontzi kurba da. [2]

Irudian agertzen den bezala hiru etapa desberdin ditu:

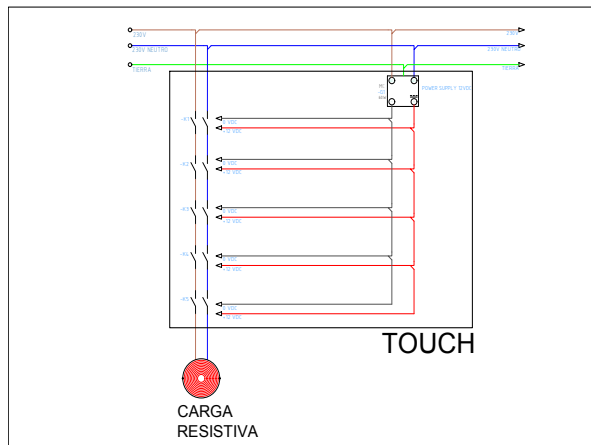
- 1) **Haur-heriotza** Fabrikazio ostean akats-tasa handia dago, denborarekin murrizten doana. Akats hauek, fabrikazio akats baten, instalazio okerren edo diseinu erroreen ondorioak dira.
- 2) **Ausazko akatsen denboraldia** Etapa hau denboran luzeena da eta akats probabilitatea txikiagoa da eta konstantea da. Fase honetan, akatsak ez dira osagaiaren errua, baizik eta, kanpo-faktoreenak, adibidez, osagaiaren erabilpen desegokia.
- 3) **Zaharkitzea** Etapa honetan akats-tasa gora egiten du azkar. Akats hauek ekipoen higadura naturalaren ondorioak dira.

Fabrikanteek ezin dute segituan apurtuko den osagai bat saldu, beraz proba batzuek egiten dituzte haur-heriotza bezeroaren eskuetan ez gertatzeko. Froga erabilienetakoa, bere eraginkortasunagatik, Burn-in testak dira. Test hauek hainbat esparrutan erabiltzen dira. Froga elektrikoetan, 48-168 ordu bitarteko denboraldi batez baldintza gogorretan funtzionarazten da osagaia. Froga termikoetan, 168 orduz 125°C -etara jartzen dira. Giro frogetan, 20 ziklo egiten dira -10 -tik 70°C -etara pasatzen da $^{\circ}\text{C}/\text{mm}$ -ko aldaparekin. Bestelako gailu konplexuetarako Burn-in test dinamikoak egiten dira, non lehen aipatutako froga termikoak sarreren simulazio dinamikoarekin batzen den egoerarik txarrena lortzeko. Test honek, haur-heriotza saihesteaz gain, beste hainbat abaintaila ditu:

- Osagaiaren errore kausak ezagutarazten ditu, honen ahulguneak aurkeztuz eta fidagarritasuna hobetzeko prozesua erraztuz.

- Berrelikadura baliotsua eman froga kuantitatiboen diseinurako, askotan froga kualitatiboen aurrendariak direnak.

Behin Burn-In testak zer diren eta zertan datzaten azaldu dela, beharrezkoa da jakitea lan egingo den enpresak nola egiten dituen test hauek. Enpresa honek 1.2 irudiko eskemarekin betetzen ditu probak. Zirkuitu honetan errele bankada bat jartzen da serien karga erresistibo baten aurka, hainbat errele batera probatuz baina erabilitako energia guztia xahutuz. Errele guztiak seinale berdinarekin kontrolatzen dira, konmutazioa batera gertatu dadin eta errele bankada hauetara TOUCH deitzen zaie.



Irudia 1.2: Enpresaren oraingo testak.

Mota honetako testak kontsumo handia dute, potentzia handien eraginpean jarri behar baitira eta potentzia hori guztia kontsumitu egiten baita. Kontsumo hau argi azaltzeko kalkulo azkar bat egingo da $230 V_{AC}$ eta 10 eta 16 A-ko korronearekin, korronte hauetan egiten baitituzte probak enpresa honek:

$$Galerak = V \cdot I \cdot D = 230 \cdot 10 \cdot 0,5 = 1150W \quad (1.1)$$

$$Galerak = V \cdot I \cdot D = 230 \cdot 16 \cdot 0,5 = 1840W \quad (1.2)$$

Hori testen TOUCH batean erabiltzen den potentzia da, hau da, ordu bateko kontsumoa. Urte bateko kontsumoa hurrengo izango litzateke:

$$1150W \cdot 24 \text{ ordu} \cdot 365 \text{ egun} = 10074000W \quad (1.3)$$

$$1840W \cdot 24 \text{ ordu} \cdot 365 \text{ egun} = 16118400W \quad (1.4)$$

Lehen aipatu den bezala, enpresa honek erreleekin egiten du lan, beraz, proiektu honetan erreleekin egingo da lan. Horretarako, hauen oinarria eta funtzionamendua ulertzea beharrezkoa da.

1.3 Errelea

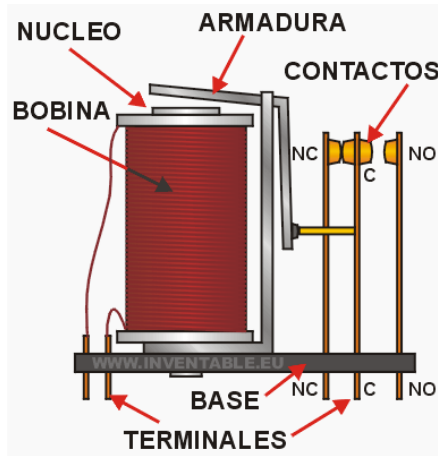
Erreleak 1835ean sortu zuen Joseph Henry iparramerikarrak New Jersey-ko unibertsitatean. Henryk elektroiman txiki bat erabili zuen, eta pentsatu zuen erreleak makina elektrikoak distantzi luzeetatik kontrolatzeko balioko zutela. Henryk ideia hau hartu eta lanean zuen beste asmakizun batekin batu zuen, telegrafo elektrikoak, William Cooke eta Charles Wheatstonek garatu zutenak Ingalaterran eta Samuel FB Morsek estatu batuetan.

Errelea etengailu bezala lan egiten duen gailu elektrikoak da, korrante fluxu bat itxiz edo irekiz, baina elektrikoki kontrolatua. Errelea elektroiman baten bitartez kontaktuak itxi edo irekitzen ditu, horregatik deitzen zaie ere errele elektromagnetikoak. Erreleak neurri, forma eta potentzia desberdinekoak izan daitezke erabiliko den aplikazioetara moldatzeko. Erreleak potentzia erreleak izan daitezke ere, hauek handiagoak eta tentsio handietan edota korrante altuko aplikazioetan erabiltzen dira. Kasu honetan, kontaktore deitzen dira.

1.3 irudian ikusten den bezala erreleak 2 kontaktu ditu, bat irekia (NO) eta bestea itxia (NC)(gehiago eduki ditzake). Hariletik korrantea igarotzen denean, eremu magnetiko bat sortzen du eta honek aldi berean kontaktuak erakartzen dituen elektroiman bat sortzen du posizioz aldatuaraziz, irekia orain itxita dago eta itxia irekita. Mugitzen den kontaktua C da eta honek aldatzen ditu beste bi kontaktuen posizioa.

Errele bat hainbat zati garrantzitsu ditu: harila, armadura metalikoa eta kontaktuak, konmutatuak izan daitezkeenak harilaren eremu magnetikoaren bidez. Hainbat errele mota daude, hurrengoak horietako garrantzitsuenak dira:

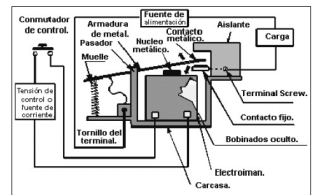
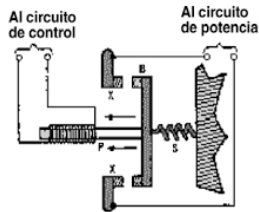
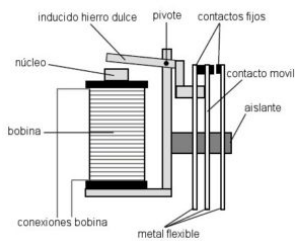
- **Errele elektromekaniko arruntak:** Zaharrenak eta erabilienak dira. Elektroimanak armadura mugitzen du, kontaktuak itxiz edo irekiz, normalean irekiak edo itxiak diren arabera. Proiektu honetan errele hauekin lan egingo da.
- **Nukleo mugikorreko errelea:** hauek enbolo bat dute armaduraren ordean. Solenoide bat erabiltzen da kontaktuak ixteko, bere erakarpenean indar handiagoagatik, horregatik erabilgarria da korrante altuak maneiatzeko. Mota hau automobilgintzan erabiltzen da asko.



Irudia 1.3: Errelearen zatiak.

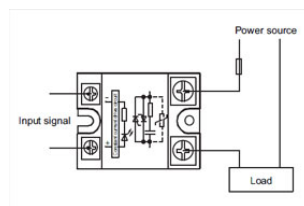
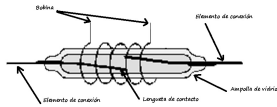
- **Errele polarizatuak:** Hauek armadura txiki bat dute, iman iraunkor batekin bat egina dagoena. Mutur batek elektroimanaren poloen artean biratu dezake eta besteak kontaktu buru bat darama. Elektroimana kitzikatzen bada armadura mugitzen da eta kontaktuak ixten dira. Polarizazioa kontrakoa bada armadura beste aldera mugituko da, kontaktuak irekiz.
- **Reed motako errelea:** beirazko anpoila batez eginak daude, barruan kontaktuak dituenak xafla metaliko mehe batzuetan daudenak. Kontaktu horiek anpoilaren konpotik dagoen harilaren kitzikapenaren bitartez ixten dira. Reed erreleak beirazko anpoila eta kontaktuez soilik osatuak izan daiteke eta iman bati gerturatuz aktibatuta daiteke.
- **Egoera solidoko erreleak:** Hauen funtzionamendua errele tradizionalen antzekoa da, desberdintasun bakarra kontaktuak ireki eta ixteko zirkuitoa da, egoera solidokoetan zirkuito elektronikoa bat erabiltzen da eta tradizioaletan haril bat. [3]

Erreleen abantaila esanguratsua guztizko isolamendu elektrikoa ematen du harilaren korronea eta kontaktuetatik igarotzen den korronearen artean, harilean tentsio txiki batekin potentziako zirkuito bat kontrolatzea posiblea eginik. Gainera, gailu bat hurrunetik kontrolatzeko ahalmena ematen du kontrol seinale txiki batzuen bitartez.[4]



(a) Errele elektromekanikoa. (b) Nukleo mugikorreko errelea.

(c) Errele polarizatua.



(d) Reed erreleak.

(e) Egoera solidoko erreleak.

Irudia 1.4: Errele mota desberdinak.

Kapitulua 2

Proiektuaren analisisia

2.1 Helburuak

Proiektu honen helburu nagusia Burn-in testen efizientzia hobekuntzarako sistema baten diseinua eta fabrikazioa egitea da. Zehazki, karga inductibo, karga erresistibo eta karga kapazitiboak kontrolatuko dituen zirkuitoaren diseinua, bertan karga horien arteko konmutazioa egiten da energia elektrikoaren galerak saihesteko. Burn-in testetan karga erresistiboa erabiltzen da soilik beraz, probatuko den osagaitik igarotzen den korrante guztia kontsumitu egiten da, energia elektriko alferrik galduz, baina, sistema honetan karga erresistiboa eta inductiboak konmutatzen dira energia aurrezteko. Probatuko den osagaia konmutatuko denean, zirkuitoak karga erresistiboa edukiko du baina, korrante fluxua dagoen karga inductibora aldatzen da eta karga inductiboak ez dute potentzia aktiborik kontsumitzen, aipatutako efizientzia hobekuntza lortuz.

Lan hau gauzatzeko lehen pausua behin diseinua lortu dela, osagai elektronikoak aukeratzea da. Sistemak bi zati ditu: kontroleko zatia eta potentziako zatia. Kontroleko zirkuitua Burn-in test guztientzako ia berdina izango da, DC-n elikatuta baitago, beraz ez da kontuan hartu behar kasu bakoitza osagaiak aukeratzeko, osagai orokorrak hartuko dira. Baina potentziako zirkuituaren ezaugarriak oso desberdinak izango dira kasu batetik bestera. Proiektu honetan garatuko den kasuan 15-30 A-ko korrontearekin probatuko dira erreleak, beraz aukeratutako TRIAC-ak korrante horiek eusteko gai izan beharko dira.

Proiektu honen beste helburu bat plaka zulatu batean prototipo erabilgarri bat muntatzea da, sistemaren funtzionamendua probatzeko eta interesatuei erakutsi

ahal izateko, eramangarria baita.

2.2 Betekizunak

Proiektu honetarako jarri diren helburuetaz gain enpresa bezeroak azkenengo produkturako jarritako betekizunak daude ere. Betekizun hauetako asko produktu bukatuarentzako dira, beraz, proiektu honetan egingo den prototipoan ez dira guztiak beteko, ez baita erabiltzailearentzat interfazea egingo.

2.2.1 Betekizun funtzionalak

- Sistemaren funtzionamendua autonomoa eta gardena izan behar du erabiltzailearentzat. Hau da, behin sistema martxan dagoela, era jarraituan egin behar du lan proba egiten den bitartean, inoren ikuskapenarik gabe ezta konfiguraziorik gabe.
- Sistemak oraingo sistemak baina energia gutxiago kontsumitu behar du. Adibidez, $220 V_{AC}$ eta 16 A-ko probetan 3,52 kW baino potentzia aktibo gutxiago kontsumitu behar da. Baina, errelearen konmutazioetan potentzia hori baino handiagoa den aldiuneko potentzia.
- Sistemak karga erresistibo baten gaineko errelearen konmutazioa simulatu behar du, korrontea eta tentsioa fasean egonik. Bestelako momentuan, karga beste motakoa izan daiteke.
- Sistemaren erreakzio denborak argi mugatuak eta dokumentatuak izan behar dira, hauen arabera errelearen zikloen abiadura aldatuko da.
- Sistemak kontrol bat behar duenez, honek funtzionamendu anomaloak detektatu eta informatu beharko ditu proben gestio unitateari.
- Detektatu behar dituen akatsak hurrengoak dira: gainkorrontek eta gaintentsioak.

2.2.2 Betekizun elektrikoak

- Sistema $220 V_{AC}$ tentsioan egin behar du lan. Baina, $110 V_{AC}$ -ko tentsioetan lan egiteko egin beharreko aldaketak definitu beharko dira.
- Sistemaren kontroleko zatia eta potentziako zatiak isolatuak egon beharko dira.

- Sistema honek gertuko beste sistemetan ez du zarata elektrikorik ezta magnetikorik emititu behar. Batez ere kontroleko zatian, sortutako zarata kabletatik hedatu daitekeelako hauen funtzionamendua oztopatuz.
- Industrian potentzia faktorea gogor zigortzen denez, sistemak faktore hau zuzentzeko beharko dituen kondentsadoreen balioak definitu beharko ditu.
- Babes elektrikoak: sistemak etengailu diferentzial bat eta etengailu magnetotermiko bat eduki behar ditu.
- Kableen sekzioa jasan behar dituen korronteen araberako dimentsioak izan behar dituzte.
- Lurreko eta neutroko kableen sekzioa faseen kableen sekzioa baino handiagoa edo berdina izan behar dira.

2.2.3 Interfaze betekizunak

- Gailua erabilpen erraza izan behar du.
- Sistemak kasu bakoitzerako konektore zuzenak izan behar ditu:
 - Korronte handiak jasaten dituen konektoreak potentziako zatian.
 - Bus konektoreak seinaleko zatirako.
 - Ondo bereizituak, beiaraien artean interferentziak ez sortzeko.
- Sistemak osagaien ordezkatzeko erraz bat onartu behar du, korronte nominaleko beste balioetara moldatzeko. Horretarako, bukaerako konexioak sinpleak eta muntai azkarrekoak izan behar dira.
- Erabiltzaileko kontrol guztiak beraien funtzionamenduaren etiketa identifikagarriak izan behar dituzte.
- Sistemak display digital bat izan behar du, aldiuneko potentzia adieraziz uneoro.

2.2.4 Betekizun mekanikoak

- Gailua ahal den txikiena izan behar da tamainaz, dimentsio maximoak 350 mm x 300 mm x 300 mm izanik.
- Gailuak ingurutzaila sendo bat izan behar du eta elektrikoki isolatua egon behar du.

2.2.5 Segurtasun betekizunak

- Sistemak segurtasun onddo bat izan behar du, sistema funtzionamendua deskonektatazeko.
- Puntu arriskutsuetarako sarbide guztiak babestuak izan behar dira babes finkoak edo mugikorak jarriz etengailuetan.
- Elementu elektriko guztiak leku babesetan kokatu behar dira, gertu dauden edo pasatzen diren pertsoneri edo gauzei kalte egin gabe.

2.3 Kasu praktikoa

Proiektu honen efizientzia helburua argi ikusteko kasu praktikoko baten adibidea azalduko da eta honen kontsumoen kalkuluak egindo dira. Adibide honetan 30 errele bankada edo TOUCH konektatuko dira sare elektriko estandarera, 230 V-ko tentsioa duena. Probatuko diren erreleen Burn-in testa 15-30 A inguruko korronteak behar dituzte, kasu honetarako 10 eta 16 A-ko korrontea aukeratu da, enpresa bezeroak korronte horiekin lan egiten baitu. Beraz, eroaten ari den bitartean kontsumituko duen potentzia hurrengoak izango da:

$$P = V \cdot I = 230 \cdot 10 = 2300W \quad (2.1)$$

$$P = V \cdot I = 230 \cdot 16 = 3680W \quad (2.2)$$

Hau errele bankada baten frogak kontsumituko lukeen potentzia da denbora guztian errelea itxita balego, baina 0,5-eko lan zikloa du, beraz errele bakoitzak sortarazten dituen galerak hurrengoak dira:

$$Galerak = P \cdot D = 2300 \cdot 0,5 = 1150W \quad (2.3)$$

$$Galerak = P \cdot D = 3680 \cdot 0,5 = 1840W \quad (2.4)$$

Honekin urteko kontsumoa kalkulatzeko lehen pausoa egin da, ordu batean errele baten proba kontsumitutako duena lortuz. Orain urteko egun eta eguneko ordu guztietara zabaldu behar da, kontuan hartuz 30 errele bankada probatuko direla. Kontsumo honi prezioa jartzeko kilowatt orduko bataz besteko prezioa erabiliko da, 0,13 euro inguruko prezioa dena:

$$1150W \cdot 30 \text{ TOUCH} \cdot 24 \text{ ordu} \cdot 365 \text{ egun} \cdot 0,1255\text{€/kWh} \simeq 37900\text{€} \quad (2.5)$$

$$1840W \cdot 30 \text{ TOUCH} \cdot 24 \text{ ordu} \cdot 365 \text{ egun} \cdot 0,1255\text{€/kWh} \simeq 60700\text{€} \quad (2.6)$$

Gastu hau Burn-in testaren kontsumoa izango litzake efizientzia hobekuntzarako sistema erabili **gabe**. Orain sistemaren kontsumoa kalkulatu da. Sistemak karga erresistiboaren eta karga induktiboaren artean konmutatzen du eta karga induktiboa dagoen bitartean ez da potentzia aktiborik kontsumitzen. Beraz, kontsumituko den potentzia karga erresistiboa dagoenean soilik emango da, hau da, errelearen konmutazioetan, itxita dagoen denboraren hasieran eta bukaeran. Tarte hau nahiko txikia da eta 100 eta 160 watt-eko kontsumoa estimatzen da. Kalkuluaren beste aldagaiak berdinak dira, hurrengo kontsumoa lortuz:

$$100 \text{ W} \cdot 30 \text{ TOUCH} \cdot 24 \text{ ordu} \cdot 365 \text{ egun} \cdot 0,1255\text{€/kWh} \simeq 3300\text{€} \quad (2.7)$$

$$160 \text{ W} \cdot 30 \text{ TOUCH} \cdot 24 \text{ ordu} \cdot 365 \text{ egun} \cdot 0,1255\text{€/kWh} \simeq 5300\text{€} \quad (2.8)$$

Argi dago alde handia dagoela sistema erabili edo ez artean, argi fakturan % 90-eko aurrezpena lortuz eta baita ere efizientzian, 1150 eta 1840 W-ko kontsumotik TOUCH-eko 100 eta 160 W-ko kontsumora.

2.4 Irispena

Behin lan honen helburuak definitu direla, irispena sistema malgu bat lortzea da, aldaketa txiki batzuekin bestelako aplikazioa antzekoetarako erabiltzea ahal izatea da. Lehen aipatu den bezala, kontroleko zirkuitoan ez dago arazorik, karga erresistibotik karga induktibora aldatu behar den aplikazio batetik bestera ez baita osagairik aldatu behar, zirkuito generikoa izango da. Potentzia zirkuitoak, aldiz, ezin dira generikoak izan. Probatuko den osagai bakoitza bere ezaugarriak izango ditu eta horiekin bat datorren osagaiak aukeratu behar dira, baina erabiliko diren TRIAC-ak aldatuz edozein kasu beteko duen zirkuitoa lortu ahal izango da.

2.5 Proiektuaren abantailak

Aurreko ataletan ikusi den bezala, proiektu honek mota desberdineko abantailak sortzen ditu. Sistema honen sorkuntzarekin hainbat abantaila lortzen dira, hauek bakoitzaren esparruaren arabera banatu daitezke, hiru talde nagusi sortuz hauek banatzeko. Taldeak hurrengoak dira: abantaila teknikoak, erabilitako teknologian sortzen diren hobekuntzei dagokiona da; abantaila ekonomikoak, diru kontuari dagokion abantailak direnak, aurrezpena batik bat; eta gizarte abantailak, pertsoneri edota gizarteari eragina duten abantailak dira.

2.5.1 Abantaila teknikoak

Abantaila teknikoei dagokionez, aipatu behar da proiektu hau berritzailea dela, non efizientzia hobetzea lortzen duen sistema bat diseinatzen den. Diseinu hau karga inductiboen erabilera datza eraberritze denbora tartean, karga erresistiboaren ordez.

Teknika berritzaile honek antzeko proiektuen garapena bultzatzen du, behin teknika hau garatu dela beste esparru eta aplikazioetan erabili ahal izango delako.

Gainera, industria aska aurreratu ahal izango da sistema honek lortzen duen aurrerapenagatik, fabrikazio metodoan eta osagaien probetan hobekuntza bat lortuz, errealaren eraberritze denboran ahal den momentuan karga inductiboa jarritz, erabilgarritasunaren eraberritzea ez gaitzeko, orain arte egin diren probekin alderatuz, hauek karga erresistiboak soilik erabili izan da eta.

Honekin lotuta, ikerlariak eta gizartea orokorrean kutsaduraren isuriak murrizten edo txikiagotzen saiatu dira, proiektu honen antzeko ikerkuntza eta estudioak bultzatuz. Hori dela eta, europar batasunak CO_2 gasen isurketen murrizketak proposatu ditu, enpresak bete behar dituztenak, isurketa horiek murrizteko. Eta proiektu honen helburu nagusia hori da, kontsumo elektrikoaren murrizketa lortu industriaren eta berotegi-efektu gasen isurketa murriztu.

2.5.2 Abantaila ekonomikoak

Alde batetik, probak bere baitan aurrerapen ekonomikoa dakar enpresei, nahiz eta hauen kostua altua izan. Fidagarritasun probak produktuak fabrikatzen baztertzeko dakar bezeroaren eskuetan ordez, honek hainbat onura ditu ekonomiarekin lotuta. Lehenik, ez dutenez hainbeste errore edukiko bezeroen eskuetan saldu osteko zerbitzuan kostu murrizketa handia egingo da, mantenu langileetan eta zerbitzu teknikoan gastuak murriztuak izango dira. Ondoren, enpresaren irudi komertziala hobetuko da, kalitatezko eta fidagarria den produktuekin lotuko zaio eta. Irudi hobekuntza honek abantaila komertzial potentzia eskaintzen du, beste enpresekiko abantaila izango du eta kontsumitzaileek hornitzailea aukeratzeko orduan enpresa fidagarria aukeratzeko aukera gehiago ditu, salmenten igoera baten itzuliz.

Bestetik, efizientzia hobekuntza aurrerapen ekonomiko bat dakar. Enpresak gehienek ahal duten guztia egiten ari dira beraien prozesuak efizienteagoak izateko. Honek teknologia berrien garapena, prozesu ia guztiak berrituz edota fabrika baten jarduerak kontrolatzeko metodo berriak sortuz. Hau guztiak produktuaren kalitatearen hobekuntza dakar, medikuntza sektorean, sektore aeroespazialean, sektore militarrean eta baita ere eguneroko produktuetan ere, pertsonen bizitza

kalitatea hobetuz, baina hau beste motako abantaila da.

Proiektu honek sortzen duen produktuaren erabilera aurrezpen nabarmen bat dakar, kontsumo elektrikoaren murriztapenak faktura elektrikoan eragin proportzionala edukiko du. 2.3 atalean ikusi den moduan, 30 errele bankada edo TOUCH karga erresistiboarekin probetan duena 37900 eta 60700 euro inguruko gastu elektrikoak izango luke, aldiz, efizientzia hobekuntzarako sistema erabiltzen bada gastua 3300 eta 5300 euro ingurukoa izango da soilik, 34600 eta 55400 euro inguruko aurrezpena izango litzakeena, % 91,3-ko murrizpena lortuz ehunekotan.

2.5.3 Gizarte abantailak

Energiaren erabilera efizientea beti izan da gizartearen ardura bat, baina gaur egun inoiz baino handiagoa da kezka hori eta potentzia elektronika rol oso garrantzitsua du ataza honetan, horregatik enpresa askok sekulako inbertsioak egiten ari dira I+G, mota honetako efizientzia sistemetan eta baita sorkuntza eta garraio elektrikoan, energia berriztagarriak bultzatuz, dena potentzia elektronikoaren eskutik.

Ikerketa hauekin guztiekin aurrera pausu handiak ematen ari dira efizientzi hobekuntzekin garraioko sektorean. Trena, tranbia edota autobusek aldaketak egiten dira ia egunero garraio garbiagoak izateko, baina garrantzitsuen auto elektrikoak da, egunero lortzen dira hobekuntzak eta prezioaren jeitsiera hauen erabilera normalizatzen denean berotegi-efektuko isurpenen jeitsiera nabarmena lortuko da.

Kutsaduraren murrizpenak hainbat abantaila ditu gizartearentzako. Alde bate-tik, arnasten dugun airearen kalitatea hobetuz, pertsonen bizi kalitatea hobetuz, pertsonen osasuna hobetuz eta pertsonen bizi-itxaropena luzatuz. Bestetik, berotegi-efektuko gasek paper garrantzitsua dute munduko klima aldatzarekin, beraz ez badira murrizten lurrean bizitzea ezinezkoa izango litzateke, beste planeta batera mugitu beharko ginateke eta posiblea ez bada, desagertu.

Honetaz gain, 2.5.2 atalean aipatu den beste abantail bat dago. Industriak sortzen dituen osagaien eta produktuen hobekuntzak medikuntzan eta eguneroko produktuen hobekuntza dakarte, pertsonen bizi kalitatea hobetuz.

2.6 Alternatiben azterketa

Kapitulu honetan Burn-in testen hobekuntzarako dauden sistema alternatiboen aztertzen dira.

Horrelako sistemen dokumentazioa bilatu ondoren ondorioztatu daiteke ez daudela bestelako gailu edo sistemarik proiektu honetan azaltzen den sistemak duen funtzionalitate antzekodun. Beraz, diseinu honetako alternatiben analisia egin-go da, jakiteko ea bestelako osagaiekin lortzen den alternatiba ekonomikoagoa, efizienteagoa edo bestelako abantaila.

Lehenik diseinuaren zati garrantzitsuenak aipatuko dira jakiteko zeinetan egin daitekeen aldatetaren bat eta zeinetan ez. Zatiak hurrengoak dira:

- Elikadura zirkuitua.
- Probatuko den errelea.
- Zirkuitu konparadorea.
- Desarraila zirkuitua.
- Zirkuitu tontor detektagailua.
- TRIAC-a eta desarraila.

6 zati hauetako batzuetan aldaketa txikiak proposatu ahal daitezke, adibidez, zirkuitu tontor detektagailurako hainbat metodo daude lan berdina egiteko, eta zirkuitu konparadorean hainbat zirkuitu integratu erabiltzen dira eta horiek beste batzuegatik aldatu daitezke. Baina, TRIAC-aren zirkuituan 2 alternatiba daude eta beraien arteko desberdintasunak nabariak dira. Garrantzitsuena potentziako zirkuitoaren egoera jasateko ahal diren, eta erantzuna baiezkoa da, beraz biak balio dute. Aukera on bat egiteko aukera bakoitza bere aldetik aztertuko da:

1) PF-240

Aukera honetan gailu bakarra erabiliko da, gailu honek TRIAC-a du, hau aktibatzeke zirkuito optikoa eta bero disipadorea, dena osagai bakarrean. Osagai honen izena PF-240 de Crydom fabrikatzailearena eta hau da diseinurako erabiliko den osagaia. Osagai honek diseinua eta muntaia asko errazten du, bi konexio bakarrik baititulako; bat aktibatzeke zirkuituaren sarrera, $12V_{DC}$ eta desarraila zirkuitura konektatuko dira; bestea TRIAC-aren bi ateak direnak eta hauek kargetara konektatuko dira. Gainera, zirkuitu honek bi aukera ditu bere baitan, zerotik pasatzerakoan aktibatzen direnak eta ausazko aktibazioa dutenak. Lehenengoak karga kapazitibo baterako aproposak dira, besteak karga erresistiborako eta induktiborako erabiliko dira.

2) CPC-1976 eta MAC-15

Bigarren aukera honek funtzionamendu berdina du baina ataza guztiak



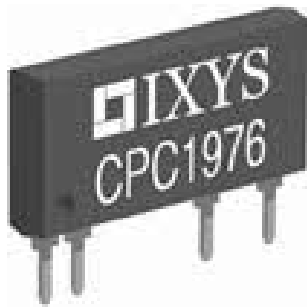
Irudia 2.1: Lehenengo aukerako PF-240.

betetzen dituen osagai bat eduki ostean, ataza bakoitzerako osagai bat hartuko da. Beharrezko elementuak hurrengoak dira:

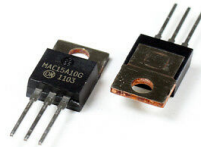
- CPC-1976.
- MAC-15.
- 180 Ω -ko erresistentzia.

Hiru elementu hauek interkonektatu behar dira, aktibatzeko zirkuitu optikoa (CPC-1976) TRIAC bat baitu baina ez da nahikoa diseinu honen ezaugarriak direla eta, beraz, beharrezko korrontea jasan ahalko duen beste TRIAC batera konektatu beharko da, aukeratutako MAC-15 osagaia dena. MAC-15 osagaiari bero disipadore bat jarri beharko zaio, honek ez baitu bar barne eta jasango dituen korronte eta tentsioak direla eta bat beharko du.

Bi aukeren funtzionamendua oso antzekoa da simulazioan eta baita prototipoan. Bi aukeren arteko desberdintasunak prezioa eta erraztasun dira. Prezioari dagokionez, bigarren aukera askoz ere merkeagoa da 3,50 €-ko prezioarekin eta lehen aukeraren prezioa 21 €-koa. Alderdi honetan, bigarren aukera askoz ere hobea da baina lehenengo aukera sinpleagoa da eta arazo gutxiago eman ditzazke, hori dela eta aukeratu da lehen aukera lehen muntaietarako.



(a) CPC-1976



(b) MAC-15

Irudia 2.2: Bigarren aukerako osagaiak.

Atala II

Diseinua eta metodologia

Kapitulua 3

Zirkuituaren diseinua

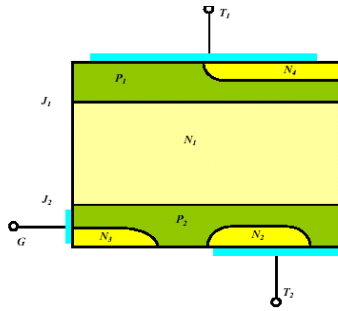
Kapitulu honek zirkuituaren diseinua azaltzen du, honek dituen bloke bakoitzaren helburua azalduz eta nola lortzen duen argituz. Honetaz gain, diseinuaren bi alternatibak baliozkoak direla, hauen kalkulo termikoak eginez, beharrezkoak diren disipadoreen balioak jakiteko. Baina lehenik diseinuan agertzen diren osagai berezi batzuen azalpena sartzea beharrezkoa da, osagai hauek TRIAC-ak dira.

3.1 TRIAC



Irudia 3.1: TRIAC.

Triac-a (Triode for Alternative Current) hiru borneko gailu erdieroalea da, karga baten korrontearen fluxua kontrolatzeko erabiltzen dena, bi noranzkoetara eroaten duen berezitasunarekin eta tentsioaren inbertsioaz edota korrontearen txi-



Irudia 3.2: TRIAC-aren egitura.

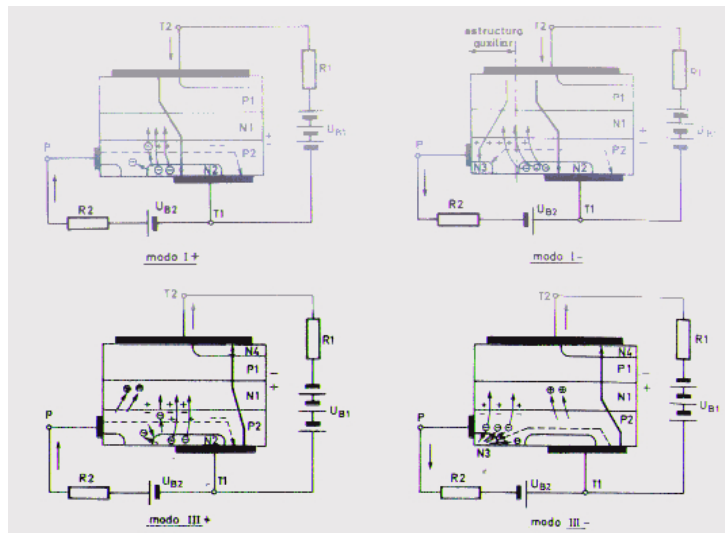
kiagotzeaz blokeatu daitekeena. Triac-a atea korrante positiboaz edo negatiboaz aktibatua izan daiteke.

Triac-a eroaten duenean, erresistentzia baxuko korrante fluxua dago ate batetik bestera, kanpo tentsioaren polarizazioaren arabera. Tentsioa MT2-n positiboagoa denean, korrantea MT2-tik MT1-era doa eta kontrako kasuan aldrebes. Bi kasu hauetan triac-a etengailu itxi baten modura dabil. Triac-a eroaten ez duenean ezin da korranterik egon bi ateen artean, nahiz eta kanpo tentsioaren polarizazioa positiboa edo negatiboa izan, kasu honetan etengailu ireki baten modura dabil.

Egitura sei geruza ditu 3.2 irudian ikusten den bezala, baina lau geruzako tiristor baten moduan funtzionatzen du beti. MT2-MT1 zentzuan eroaten duenean $P_1N_1P_2N_2$ zehar doa eta MT1-MT2 zentzuan $P_2N_1P_1N_4$ zehar. N_3 geruzak, ate negatiboko korrante bitartezko aktibazioa errazten du. Triac-ak 200 A efikazerainoko eta 400-1000 V-etarako fabrikatzen dira eta maiztasun txikitlan lan egiteko fabrikatzen dira.

Triac-a bi anodo ditu (MT1 eta MT2) eta G konportara. G konportaren eta MT2-ren polarizazioa MT1 atearen arabera neurtzen dira. Lau metodo daude osagai hau aktibatzeko, bakoitza dagokion koadrantearekin:

- **Lehenengo modua:** Lehenengo koadrantea eta **I(+)** bidez izendatua. Modu honetan, MT2-ren eta G-ren tentsioak positiboak dira MT1 atearreko, eta hau da modurik arruntena. Elektroien N_2 -tik P_2 -rako injekzio naturala sortatzen da. Injektatutako elektroien zati bat P_2N_1 juntura helzen dira difusio bitartez kanpo tentsioa blokeatuz eta bertatik azeleratuak eroapena sortatuz.
- **Bigarren modua:** Hirugarren koadrantea eta **III(-)** bidez izendatua. Modu honetan, MT2-ren eta G konportaren tentsioak negatiboak dira MT1



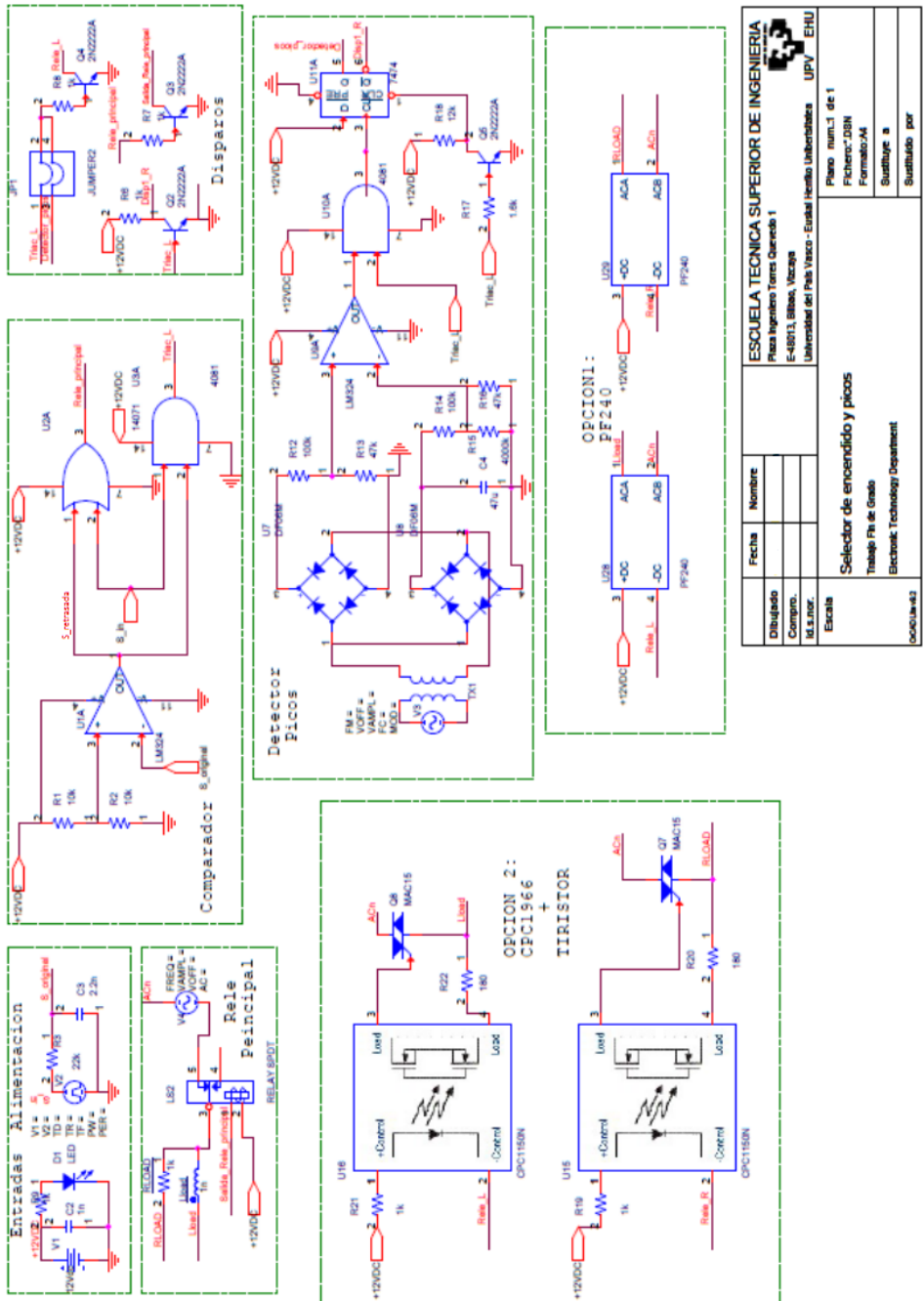
Irudia 3.3: TRIAC-aren modu desberdinak.

anodoarekiko. N_3 geruzak elektroiak injektatzen ditu P_2 -n P_2N_1 juntura eroaleagoa eginez. MT1-ren tentsio positiboa P_2N_1 juntura positiboki polarizatzen ditu. Polarizazio honek hutsak injektatzen ditu P_2 -tik N_1 -era N_1P_2 juntura helduz eta eroapenea pasatuz.

- **Hirugarren modua:** Laugarren koadrantea eta **I(-)** bidez izendatua. Modu honetan, MT2 atearen tentsioa positiboa da MT1 atearekiko baina, G konportaren tentsioa negatiboa da MT1-rekiko. Hasieran $P_1N_1P_2N_3$ egitura osagarriak eroaten du eta ondoren $P_1N_1P_2N_2$ egiturak. Egitura auxiliar osoa MT2-ren tentsio positibora jartzen da eta P_2N_2 polarizatzen du, potentzial positiboko inguruan elektroiak injektatuz. P_2N_1 juntura elektroiez betetzen da, eroapenean sartuz.
- **Laugarren modua:** Bigarren koadrantea eta **III(+)** bidez izendatua. Modu honetan, MT2 anodoaren tentsioa negatiboa da MT1-rekiko eta G konportaren tentsioa positiboa da MT1-rekiko. N_2 -tik P_2 -rako injekzioa **I(+)** moduko berdina da. Honek difusioz P_2N_1 juntura eroaleagoa egiten dute ateko tentsio positiboarekin batera. Ondoren, P_2 -tik N_1 -era hutsuneen injekzioa sortatzen da N_1P_1 junturara helduz, kanpo tentsioa blokeatuz eta eroapenean sartuz. [5]

Triac-en aplikazioei dagokionez, bere moldakortasuna oso aproposak bihurtzen

dituzte korrante alteenoen kontrolerako. Etengailu estatiko bezala erabiltzen da, abantaila asko baititu etengailu mekaniko arrunt eta erreleengan. Switch elektronikoz bezala ere erabiltzen da. Potentzia txikiko triac-ak hainbat aplikazioetarako erabiltzen dira, adibidez, argi atenuadoreetan, motor elektrikoaren abiadura kontroleretan eta etxeke gailu desberdinen kontrolerako sistemetan. [6]

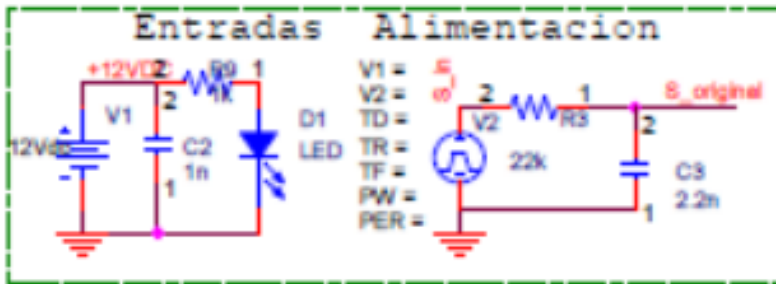


Irudia 3.4: Zirkuituaren eskema.

3.2 Diseinua

3.4 irudian ikusten den bezala, zirkuitua blokeetan banatuta dago. Bloke horiek hurrengoak dira eta hauek dira bere funtzionalitateak:

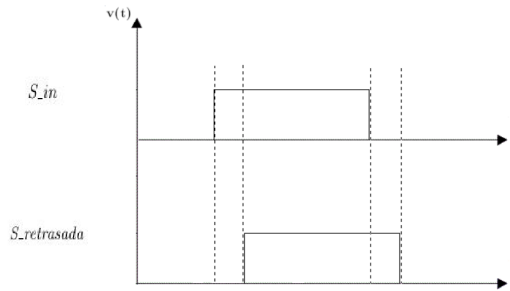
- 1) **Elikadura zirkuitua** Blokearen izenak dioen bezala, bertara konektatzen da elikadura, 12 V_{DC} -koa dena. Elikadura konexio honetara LED bat dago konektatuta berehala, jakiteko zirkuitua konektatuta dagoen ala ez. Elikaduraz gain, bloke honetara 12 V-eko S_{in} kanpo seinale lauki bat konektatzen da, seinale hau errelearen konmutazioa kontrolatzen duen seinalea da, baina seinale honekin kargen konmutazioa kontrolatu behar denez ere, beraz, prozesatu behar da. Lehenik, bloke honetan dagoen behe paseko iragazkia aplikatzen zaio, honekin seinale laukiaren igoyerak eta jaitsierak leundu egiten ditu $S_{original}$ deiturikoa, ondoren seinale honekin hasierako S_{in} seinalearen seinale atzeratua lortuko da.



Irudia 3.5: Elikadura zirkuitua.

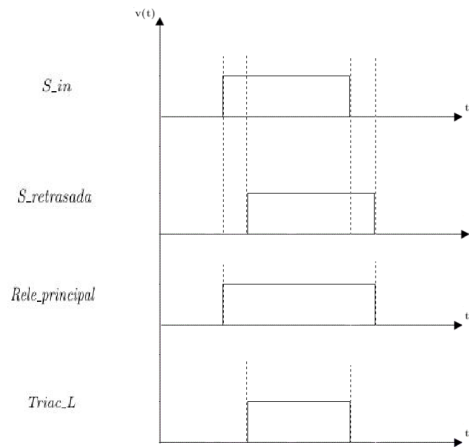
- 2) **Zirkuitu konparadorea** Zirkuituaren bloke hau bi zatitan banatu daiteke, LM324 konparadorearen zatia eta logika elektronikoaren zatia. Lehen zatian, aurreko blokean lortutako $S_{original}$ iragazitako seinale laukia hartzen da eta elikaduraren erdiarekin konparatzen da, hau da, 6 V-eko tentsioarekin tentsio banatzaile erresistibo batekin lortu dena. LM324 zirkuituaren irteeran S_{in} bezalako seinale lauki bat lortzen da baina atzeratua izan dena, 3.6 irudian ikusten den bezala, seinale hori $S_{retrasada}$ da.

Bigarren zatian, logika elektronikoaren zatian, S_{in} seinalea eta LM324 konparadoretik lortutako seinaleak hartu eta horien arteko eragiketekin kontrolako seinaleak lortzen ditugu. Errelea kontrolatuko duen seinalea lortzeko, $Rele_principal$ deituriko seinalea, S_{in} seinalea eta LM324-tik lortutako seinale atzeratuak OR ate logikoan sartzen dira, 3.7 irudiko hirugarren sei-



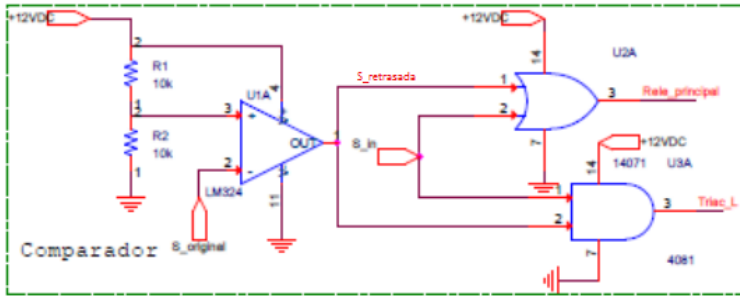
Irudia 3.6: S_{in} seinalea eta $S_{retrasada}$ seinale atzeratua.

nalea izango zena. Karga inductiboaren seinalea lortzeko OR atean sartu diren bi seinale berdinak AND atera sartuz lortzen da, irudiko laugarren seinalea lortuz, $Triac.L$ deiturikoa.



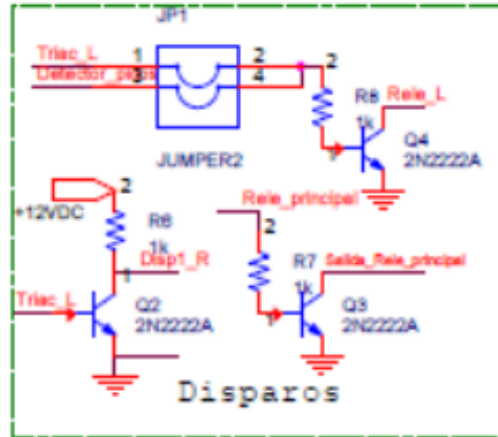
Irudia 3.7: Ate logikoetatik lortutako seinaleak.

- 3) **Desarraila zirkuitua** Zirkuituaren bloke hau nahiko simplea da, etengailu eta NOT ate modura lan egiten dute osagaiak. Aurreko ataleko $Rele_principal$ seinalea hautetako etengailu batera eramaten da, errelera joango den seinalea sortuz $Salida_Rele_principal$ dena. Karga inductiboaren konmutazioarentzako bi aukera daude, lehen aipatutako $Triac.L$ eta tontor detektagailutik lortutakoa, beraz, bezeroak nahi duen metodoa aukeratzeko



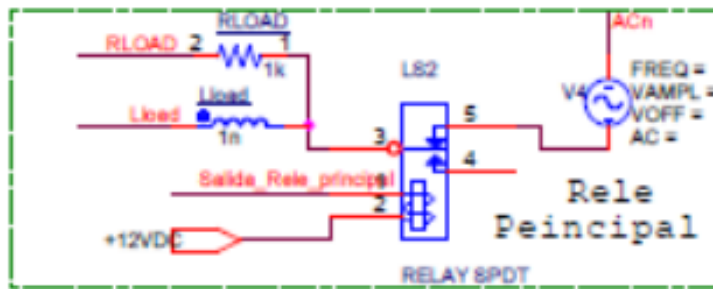
Irudia 3.8: Zirkuitu konparadorea.

jumper bat jarri da. Honekin, *Rela_L* seinalea lortzen da. Hemendik karga erresistiboaren seinalea lortzen da ere, horretarako, jumperretik lortutako seinalea NOT ate batetik pasa eta etengailura eramaten da, *Rela_R* seinalea lortuz.



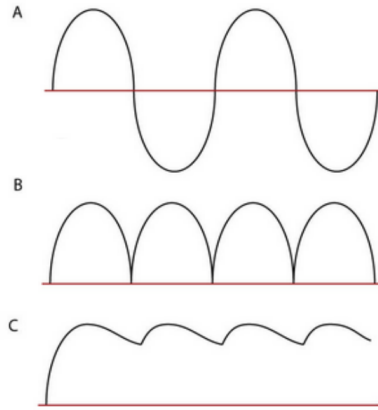
Irudia 3.9: Desarraila zirkuitua.

- 4) **Probatuko den errelea** Bloke honetan errelearen konexioak daude soilik, kontroleko harilera desarraila zirkuituan lortutako *Salida_Rela_principal* seinalea eramaten da, errelea konmutatzeko. Beste terminala, batera karga erresistibo eta induktiboak konektatzen dira, bestera sareko AC tentsiora konektatzen da eta azkena konexiorik gabe uzten da zirkuitua konektatuta egon behar ez denean zirkuitu irekian egoteko.

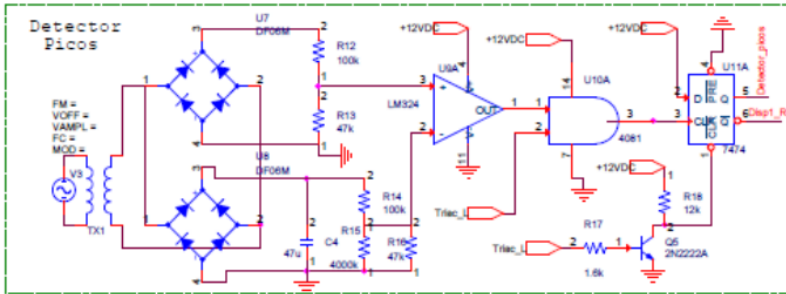


Irudia 3.10: Probatuko den errelea.

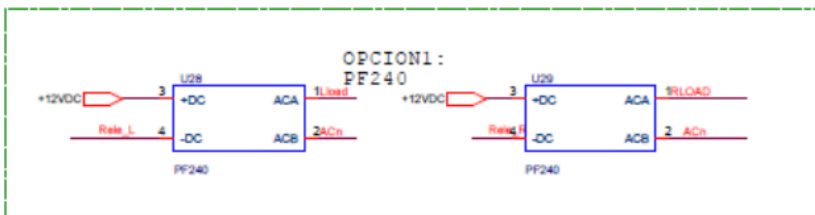
- 5) **Zirkuitu tontor detektagailua** Zirkuitu honen sarreran $12 V_{AC}$ tentsio sartzen da, transformadore baten bitartez lortzen dena. Tentsio hau ondoren bi uhin osoko zubi zuzentzaile desberdinetara eramaten dira. Behin zubitik pasa dela seinalea 3.11 irudiko B grafikoko seinalea lortzen da, A grafikoa sarrerako AC seinalea izanda. Ondoren, zuzendutako seinaletako bat hartzen da eta behe-pasoko iragazki oso hautakor batetik pasatzen da kizkurtzea txikiagotuz, 3.11 irudiko C grafikoko seinalea lortuz. Ondoren, zuzendutako seinalea eta iragazitako seinaleak konparadorera eramaten dira, irteera positiboa lortuz tentsioaren tontor bat lortzen denean. Irteera positibo hau *Triac-L* positiboarekin bat datorrenean, D motatako Flip-Flop bat aktibatzen da, aurreko atalean aipatutako jumperrera joango den *Detector-picos* lortuz.
- 6) **TRIAC-a eta desarraila** Bloke hauek karga inдукtibo eta erresistiboen konmutazioa kontrolatzen duten zirkuitaria da, errelearen blokearen oso antzekoak. Proiektuan zehar aipatu diren bi aukerak agertzen dira hemen eta banaka aztertuko dira:
- **1. Aukera: PF-240.** Bloke honetako osagaietarako sarreretara $12 V_{DC}$ eta *Rele-L* edo *Rele-R* seinaleak konektatzen dira, karga inдукtiboaren TRIAC-a edo erresistiboaren TRIAC-a denaren arabera. Irteerara, kargaren terminale batera konektatzen da eta sareko AC tentsioaren beste muturrera konektatzen dira.
 - **2. Aukera: CPC-1976 + MAC-15.** Bloke honetan aurreko blokean baina osagai gehiago daude, ez baitago dena gailu bakarrean. Sarrerak eta irteerak PF-240 blokeko berdina dira, baina sarrerak CPC-1976-ra konektatuz eta irteerak MAC-15-era. Aipatzekoa da, CPC-1976 eta MAC-15-aren artean 180Ω -ko erresistentzia behar dela.



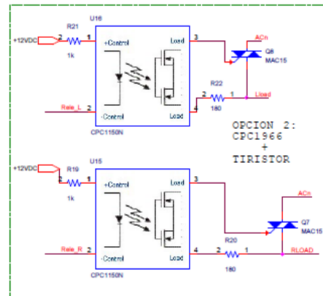
Irudia 3.11: Zubi zuzentzaileetatik lortutako seinaleak.



Irudia 3.12: Zirkuitu tontor detektagailua.



Irudia 3.13: Lehen aukeraren zirkuitua.



Irudia 3.14: Bigarren aukeraren zirkuitua.

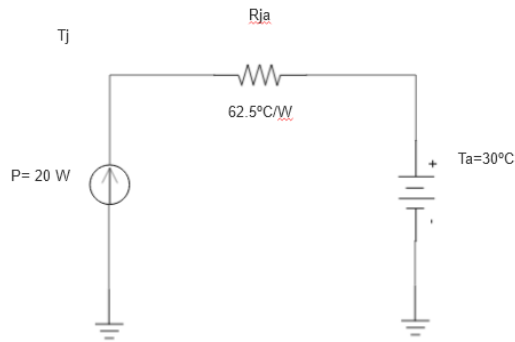
3.3 Kalkulo termikoa

TRIAC-a eta desarrailaren blokeak tentsio eta korrante altuak jasaten dituzte, potentzia nahiko handia xahutuz. Xahututako potentzia hori bero bihurtzen da eta jakin behar da aukeratutako osagaiak tenperatura horiek jasan dezaketen eta ezezko kasuan, zer disipadore jarri behar zaion tenperatura muga ez gainditzeko. PF-240 osagaiaren kasuan ez da beharrezkoa kalkuluak egitea, osagaiak disipadorea baitu barne, beraz, CPC-1976 + MAC-15 kasua bakarrik aztertuko da. Kalkuluetarako behar diren datuak hurrengoak dira: T_j junturako tenperatura maximoa $125\text{ }^\circ\text{C}$ -koa dena, P xahututako potentzia 20 W ingurukoa dena eta T_a giro tenperatura $30\text{ }^\circ\text{C}$ -koa hartuko dena. [7]

Lehenik, disipadore gabeko kalkulu termikoak egingo dira. Horretarako 3.15 irudiko erresistentzia termikoko zirkuitu baliokidea erabiliko da. Zirkuitu baliokide honetan zirkuitu elektriko baten modura egiten dira kalkuluak baina korronteak potentzia bihurtuz eta tentsioak tenperatura. Falta den datu bakarra juntura eta giroaren arteko erresistentzia termikoa da, MAC-15-aren datasheet-ean lortzen dena, $62,5\text{ }^\circ\text{C}/\text{W}$. Egoera honetako junturako tenperatura kalkulatu da maximoa gainditzen duen jakiteko:

$$T_j = R_{JA} \cdot P + T_a = 62,5\text{ }^\circ\text{C}/\text{W} \cdot 20\text{ W} + 30\text{ }^\circ\text{C} = 1280\text{ }^\circ\text{C} \quad (3.1)$$

Argi dago junturako tenperatura maximoa gainditzen duela, beraz, disipadore bat jarri behar zaio aukera hau erabili ahal izateko. Disipadorearen kalkulurako, beste zirkuitu baliokide bat erabili behar da, 3.16 irudikoa. Zirkuitu honetan bi erresistentzia termiko daude; bat, juntura eta kapsularen arteko erresistentzia, datasheet-etik lortzen dena $2\text{ }^\circ\text{C}/\text{W}$ -ko balioarekin; eta bestea, kalkulatu behar den disipadorearen erresistentzia termikoa. Disipadorearen balioa kalkulatzeko mugara eramango da junturako tenperatura, beraz lortutako balioa baino

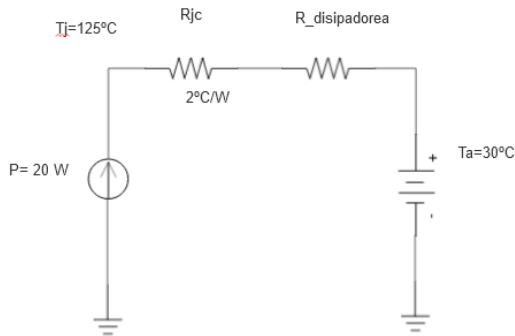


Irudia 3.15: Erresistentzia termikoko zirkuitu baliokidea disipadore gabe.

txikiagoa izan behar da disipadorea.

$$R_{Disipadore} = \frac{T_j - T_a}{P} - R_{JC} = \frac{125 \text{ } ^\circ\text{C} - 30 \text{ } ^\circ\text{C}}{20 \text{ W}} - 2 \text{ } ^\circ\text{C/W} = 2,75 \text{ } ^\circ\text{C/W} \quad (3.2)$$

Beraz, disipadorearen balio maximoa 2,75 °C-koa da, baina, balio honi kapsula eta disipadorearen arteko loturaren erresistentzia termikoa kontuan hartu behar da disipadorea aukeratzeko orduan, balio bat duelako erabilitako metodoaren arabera aldatzen dena. [8]



Irudia 3.16: Erresistentzia termikoko zirkuitu baliokidea disipadorearekin.

Kapitulua 4

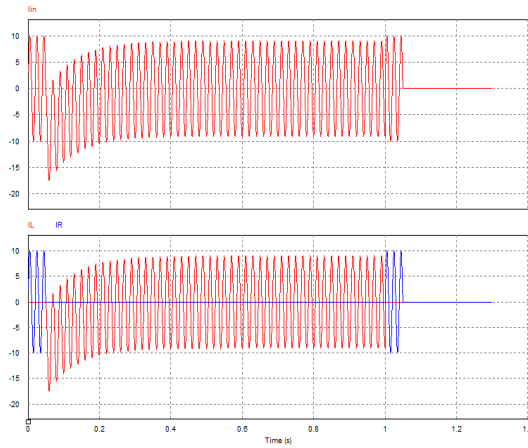
Simulazioa, Muntaketa eta Frogaketa

4.1 Simulazioa

Behin diseinua lortu dela eta proiektuarekin aurrera jarraitu aurretik, zirkuitua ondo dabilela baieztatu behar da, hau da, teorikoki egin behar duena betetzen duela, espero ez den emaitza bat ekiditeko. Horretarako, zirkuituaren portaera simulatu egin behar da. Kasu honetarako, PSIM software-a erabili da.

Lehen pausoa simulazioaren espero den emaitza zein den definitzea da jakiteko simulazioa ondo joan den ala ez jakiteko. Simulaziorako, sarrera bezala sareko tentsioa sartu da, hau da, 230 V eta 50 Hz-eko seinalea, beraz irteeran maiztasun bereko seinale bat espero da. Bestalde, errelearen konmutazioa 0.5 Hz-ekoa aukeratu da, beraz, segundu batez errelea eroango du eta bestean ez. Hau ikusteko segundo bat baino pixka bat gehiago simulatu da. Lehenik tontor detektagailurik gabe simulatu da.

4.1 irudian ikusten den bezala, simulazioa arrakasta bat izan da, espero zen emaitza lortu baita. Goiko grafikoan, erreletik igarotzen den korrontea azaltzen da, zirkuituaren korronte osoa dena. Beheko grafikan, aldiz, karga erresistibotik, urdinez, igarotzen den korrontea eta karga induktibotik, gorriz, igarotzen den korrontea agertzen dira, hauen funtzionamendua zuzena da, erresistentzia dagoelako errelearen konmutazioetan eta induktiboa errelea eroaten dagoenean, potentziarik ez xahutzeko eta bilatzen den efizientzia hobekuntza lortuz.



Irudia 4.1: Simulazioaren emaitzak tontor detektagailurik gabe.

Hala ere, argi dago karga erresistibotik karga induktibora pasatzen den momentuan perturbazioa bat gertatzen dela. Hau, karga induktiboak sortzen du eta sarrera tentsioaren fasearen arabera da. Karga induktiboen tentsio eta korroneak hurrengo ekuazioekin kalkulatu dira:

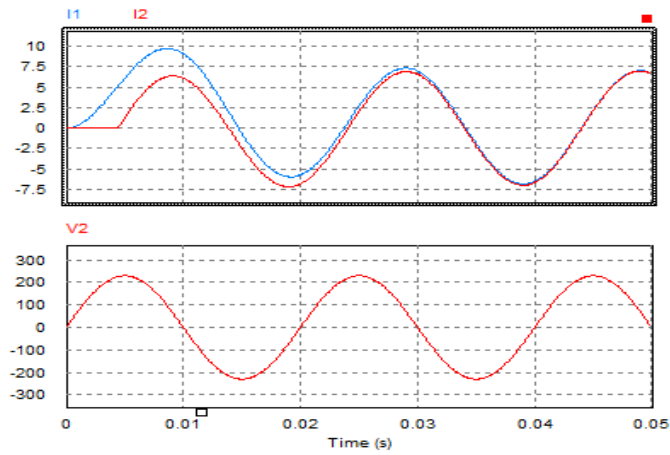
$$v = L \frac{di}{dt} \quad (4.1)$$

$$i = \frac{1}{L} \int_0^T v dt + i_0 \quad (4.2)$$

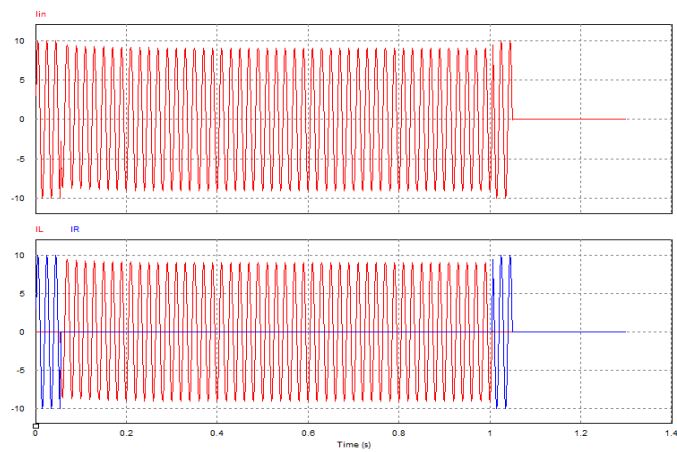
Honek dio tentsioa positiboa denean, korronea gora egingo duela eta tentsioa negatiboa denenean behera. Beraz, tentsioaren fasearen arabera harilaren korronearen balioak desberdinak izango dira. 4.2 irudian ikusten den bezala, korroneak perturbazioa edukiko du tentsioa 0° -ko fasea bada, hau da, 0 balioan, eta korroneak ez du perturbaziorik jasango 90° -ko fasearekin, hau da, tontorretan.

Beraz, tontorretan egiten bada konmutazioa ez da perturbaziorik egongo, bestela bai. Perturbazio honek arazoak ekar ditzazke eta horretarako dago zirkuitu tontor detektagailua. Hauek dira simulazioaren emaitzak tontor detektagailua konektatu ostean:

4.3 irudiak emaitza positiboak erakusten dizkigu ere, zirkuitu tontor detektagailuaren funtzionamendua baieztatuz. Irudi honek aurreko irudiaren filosofia jarraitzen du, goiko grafikan errelearen korronea eta behekoan kargen korronea batuta.



Irudia 4.2: Harilaren korrontearen erantzuna tentsioaren fasearen arabera.



Irudia 4.3: Simulazioaren emaitzak tontor detektagailuarekin.

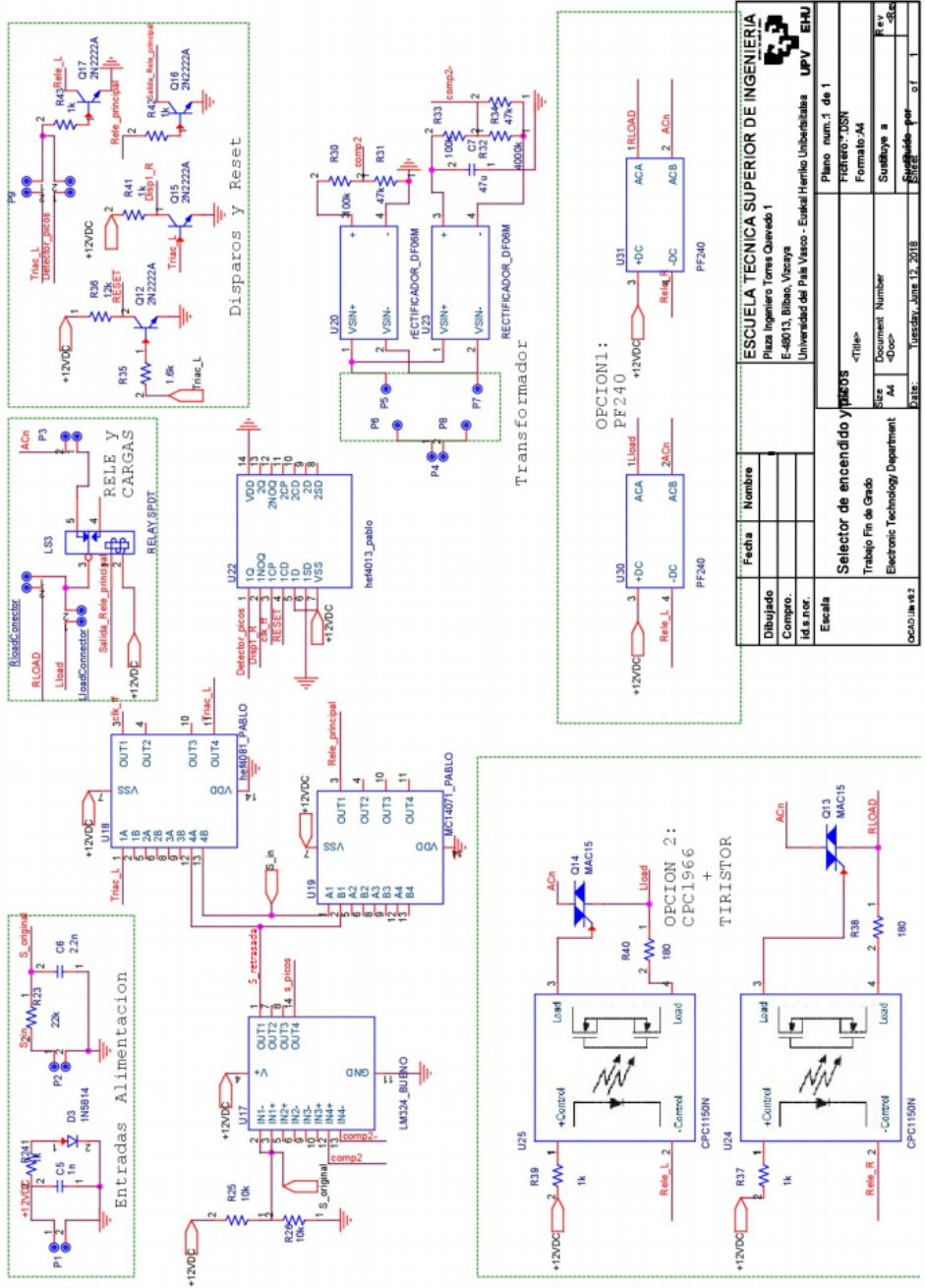
4.2 Muntaketa

Behin nahi ziren simulazioko emaitzak lortu direla, errealitatera eraman behar da, frogaketa fisikoa egiteko. Horretarako prototipoa muntatu behar da. Lehenik, 3.4 irudiko eskema hartu behar da eta bertako elementuak osagai errealengatik aldatu behar dira, 4.4 irudiko eskema lortuz. Ondoren, BOM (Bill Of Materials)

sortu behar da, hau da, erabiliko diren materialen zerrenda, 4.1 taulan agertzen dena, hain zuzen ere.

Reference	Part	Description
C5	1 nF	Ceramic, X7R, 10 %
C6	2,2 nF	Ceramic, X7R, 10 %
C7	47 uF	Ceramic, X7R, 10 %
D3	LED	Ceramic, LED Diode, 570 nm
LS3	RELAY	RELAY SPDT
P1, P2, P3, P4, P9, P11	Jump2	Terminal a Placa, 3,5 mm, 2 Ví as
RloadConnector,LloadConnector	Jump2	Terminal a Placa, 3,5 mm, 2 Ví as
P5, P6, P7, P8	Jump1	Terminal a Placa, 3,5 mm, 1 Ví a
Q12, Q15, Q16, Q17	2N2222A	bipolar transistor NPN
R23	22 k Ω	Resistor, 1%
R24, R37, R39, R41, R42, R43	1 k Ω	Resistor, 1%
R25, R26	10 k Ω	Resistor, 1%
R30, R33	100 k Ω	Resistor, 1%
R31, R34	47 k Ω	Resistor, 1%
R32	4000 k Ω	Resistor, 1%
R35	1,6 k Ω	Resistor, 1%
R36	12 k Ω	Resistor, 1%
U17	LM324	Low Power Quad Operational
U18	HEF4081	Quad 2 Input AND Gate
U19	MC14071B	Quad 2 Input OR Gate
U20, U23	DF06M	Single-Phase Bridge Rectifiers
U22	HEF4013	Dual D-type Flip-Flop
U30, U31	PF240	AC Power Switch + Thyristor

Taula 4.1: Erabiliko diren materialen lista.



Irudia 4.4: Zirkuituaren eskema osagai errealekin.

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Plaza Ingeniero Torres Quevedo 1 E-48913, Bilbao, Vizcaya Universidad del País Vasco - Euzko Herriko Unibertsitatea UPV EHU	
Fecha: _____ Nombre: _____	Plano num.1 de 1 Formato: DSN Formato: A4
Dibujado: _____ Compro: _____ Ids.nor.: _____ Etsaila: _____	Document Number: _____ Size: _____ Date: _____ Drawn by: _____ Checked by: _____
Selector de encendido y apagado Trabajo Fin de Grado Electronic Technology Department Ochoa Jokin 42	

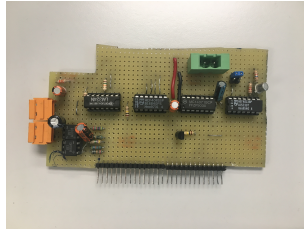
Hurrengo pausoa osagaiak lortu eta plaka zulatu batean osagai horiek soldatzea da, baina, proiektu honetarako prototipoa 21x11x9 dimentsioak dituen kutxa baten barruan sartu behar da.



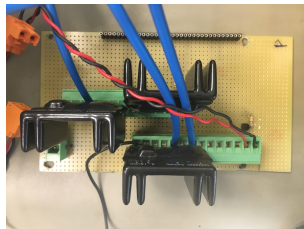
Irudia 4.5: Prototipoa sartu behar den kutxa.

Prototipoa kutxa horretan sartu ahal izateko zirkuitua bitan banatu da: kontrolko zirkuitua, bertan seinaleen prozesaketa egiten dituzten zirkuituaren zatiak daude; eta potentziako zirkuitua, honek TRIAC-ak eta desarrailak soilik ditu.

Behin bi zati hauek egin direla konektatu egin behar dira, horretarako, 4.6 irudietan ikusten diren behekaldean 4.6(a) irudian eta goikaldean 4.6(b) irudian dauden konektoreak erabiliko dira, hauek konektatzen. Emaitzan L formako zirkuitu bat lortuko da, gainera, kutxak duen haizagailua erabiltzeko konektore bat instalatu da kontrolko zirkuituan. Zirkuitua kutxa barruan 4.7 irudiko itxura dauka:

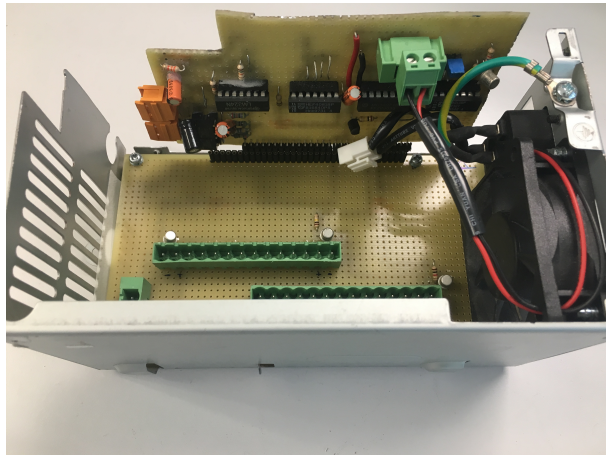


(a) Kontroleko zatia.



(b) Potentziako zatia.

Irudia 4.6: Zirkuituaren zatiak.

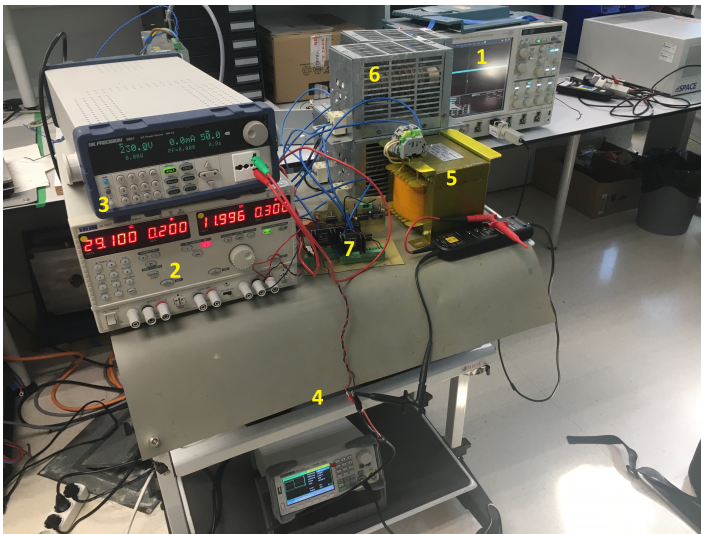


Irudia 4.7: Prototipoa kutxa barruan.

4.3 Frogaketa

Behin prototipoa muntatuta dagoela honen funtzionamenduaren frogaketa egin behar da, horretarako laborategiko hainbat gailu erabili behar dira, 4.8 irudian agertzen direnak eta hurrengoak direnak:

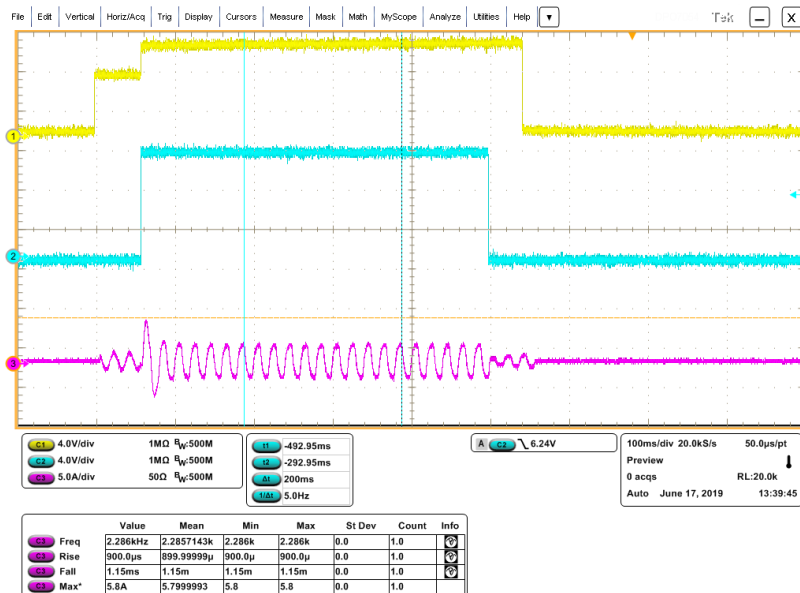
- 1- Osziloskopioa.
- 2- DC iturria.
- 3- AC iturria.
- 4- Funtzio sorgailua
- 5- Karga inдукtibo
- 6- Karga erresistibo
- 7- Prototipoa



Irudia 4.8: Zirkuituaren frogaketa.

Lortutako emaitzetan hiru seinale agertzen dira. Lehenengo biak, horia eta urdina, kontroleko seinaleak dira eta bestea, morea, erreletik igarotzen den korronea da. Seinale horia errelea konmutarazi egiten duen seinalea da eta urdina funtzio berdina du baina karga inдукtiboarako. Bi seinale hauekin, horia eta urdina,

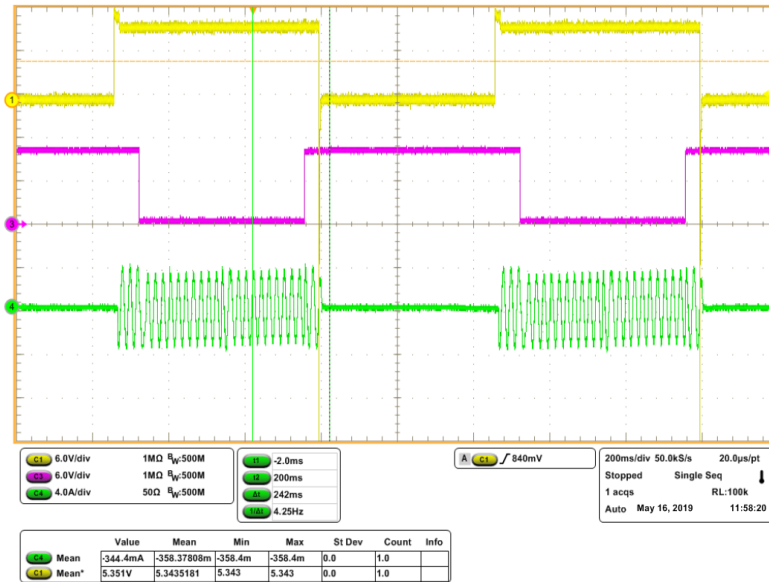
argi dago kontroleko zatia ondo dabilela, karga inductiboa ez baitago aktibatuta errelearen konmutazioetan. Hala ere, errelearen seinalean ezusteko erantzuna agertzen da, seinalea 0-tik aktibatura pasatzerakoan denbora tarte txiki batez tentsio maximoa baino txikiagoa den tentsio batean mantentzen baita. Efectu honek ez du eragin negatiborik emaitzean, beraz, ez zaio jaramon gehiegirik emango. Azkenik, garrantzi gehien duen seinalea, sistemaren funtzionamendua baieztatzen duena, erreletik igarotzen den korronea espero zen erantzuna ematen du. Hasieran, karga erresistiboa du, gero, karga inductibora igarotzen da eta azkenik, karga erresistiboa du berriro ere. Konmutazio hauek goiko bi seinaleekin sinkronizatuta daude.



Irudia 4.9: Frogaketaren emaitza.

Emaitz hauetan, simulazioan aipatutako perturbazioa agertzen da, karga inductiboak sartzerakoan, tontor detektagailurik gabe egin delako. Orain aplikazio horrekin egingo da frogaketa, jakiteko zirkuituaren zati hau ondo funtzionatzen duela eta lortzen diren emaitzak onak direla.

Honekin, karga erresistiboaren eta karga inductiboaren arteko konmutazioa egitean azaltzen den perturbazioa desagerrarazi du, aurreko emaitzaren arazoak konponduz.



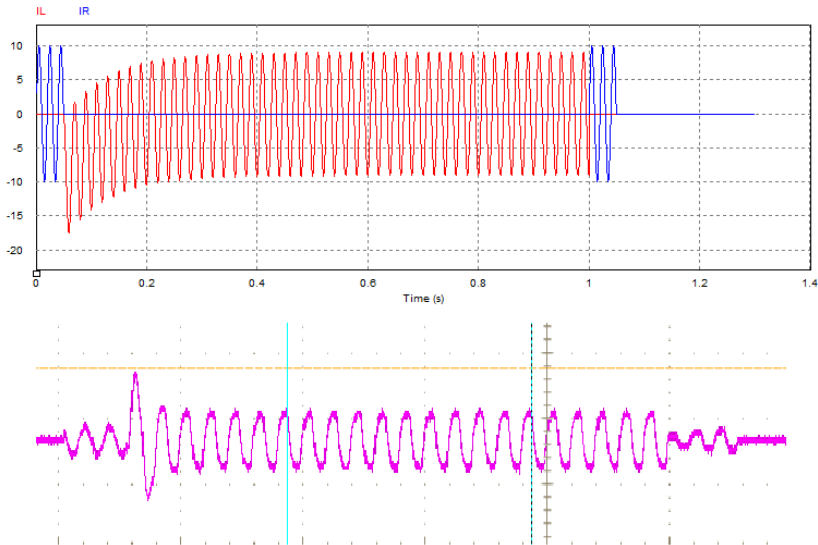
Irudia 4.10: Frogaketaren emaitza tontor detektagailuarekin.

4.4 Emaitzen konparatiba

Simulazioko eta frogaketako emaitzak lortu direla hauen arteko konparatiba egi-tea beharrezkoa da. 4.11 irudian ikusten da bi grafikak nahiko desberdinak direla, baina sakon aztertzen badugu eta desberdintasunen zergaitia jakin ondoren, fun-tsean berdinak direla ondorioztatuko daiteke. Bi desberdintasun nabari ikusten dira: hasiera eta bukaerako korrontearen balioak eta karga inductiboaren pertur-bazioa,

Lehenengoaren zergaitia erabilitako kargetan datza. Simulatutako zirkuituan era-bilitako karga erresistiboak 25 Ω -ko balioa zuen, laborategian egindako probetan, aldiz, 100 Ω inguruko balioa duen karga erresistibo bat erabili da. Horregatik, laborategian lortutako emaitzetan lortutako korrontea puntu horietan txikiagoa da.

Bigarrenengoaren zergaitia zoria da, izan ere, perturbazio hori konmutazioaren momentuan sarrerako seinalearen balioaren araberakoa da. Sarrerako balioa ton-tor batetik gertu badago, perturbazioa txikia izango da eta azkar zuzenduko da, laborategiko emaitzen kasuan bezala, eta tontorretatik hurrin badago pertur-

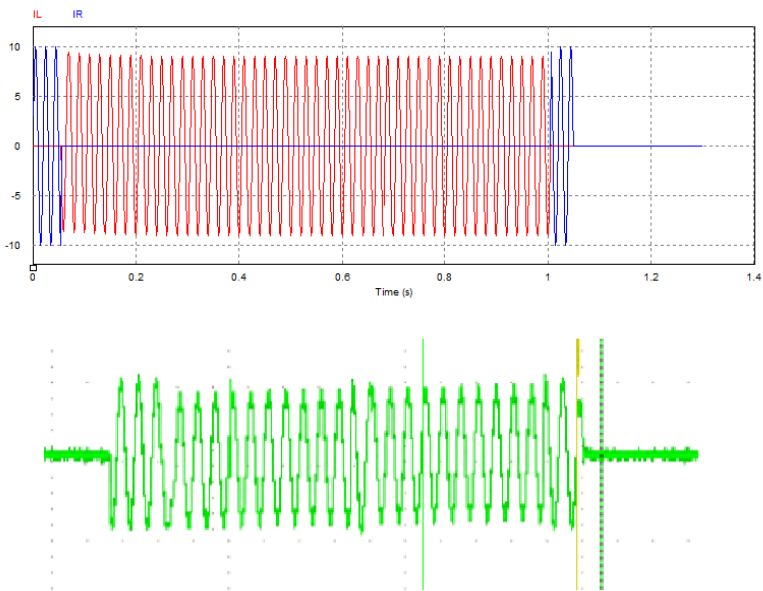


Irudia 4.11: Emaitzen konparaketa.

bazio handia eta dendora luzeagoa beharko du zuzentzeko, simulazioko kasuan bezala.

Bi desberdintasun hauek alde batera utziz, seinaleak oso antzekoak dira, biak baituzte bi zati desberdinduta, karga erresistiboarena eta karga inductiboarena; eta karga inductiboko perturbazioa dute.

Bestalde, tontor detektagailuarekin lortu diren emaitzen konparatiba dago, ?? irudian dagoena. Kasu honetan, bi emaitzak oso antzekoak dira, beraz, arrakastatsutaz hartu daiteke emaitza hauek.



Irudia 4.12: Frogaketaren emaitza tontor detektagailuarekin.

Kapitulua 5

Proiektuaren planifikazioa

Kapitulu honetan proiektuaren planifikazioa azaltzen da, egin behar diren atazen deskribapenarekin eta hauen luzapenarekin. Ataza bakoitzak eginbehar batzuk ditu eta denbora bat behar da horiek betetzeko. Behin datu horiek azaldu dira, Gantt diagrama bat garatuko da atazak denboran jartzeko eta planifikazio osoaren irudi argi bat edukitzeko. Proiektu hau garatu duen lan taldea hurrengo kideaz osatuta dago:

Langileak	Izenak
Proiektuaren zuzendaria	Iñigo Martinez de Alegria Mancisidor
Proiektugilea	Alex Gervasio Gabirondo Simpler

Taula 5.1: Proiektuaren lan taldearen kideak.

5.1 Atazen deskribapena

- 1) **Aurre formakuntza** Ataza honetan proiektua hasi baino lehen behar diren ezagutza guztien lorpenan datza. Hemen, erabiliko diren software desberdinen ikasketa prozesua dator, hauetan trebezia lortzeko. Proiektu honetan oso garrantzitsua da Burn-in testa, beraz, hauei buruzko ikerketa bat egin behar da jakiteko zer diren, nola egiten diren eta zertarako egiten diren. Honetaz gain, garrantzitsua da laborategiko hardware maneiatzen jakitea, horretarako, laborategiko zein gailu erabiliko diren eta hauen erabilpena ikasi beharko da, erabiliko diren osziloskopio, AC eta DC iturri,

Atazak	Iraupena
Aurre formakuntza	26 egun
Zirkuituaren diseinua	23 egun
Simulazioa eta prototipoa	11 egun
Proiektuaren dokumentazioa	96 egun

Taula 5.2: Proiektuaren atazak eta beraien iraupena.

seinale sorgailua etab. erabilpen zuzen bat lortzeko. Prozesu hau nahiko luze eta gogaikarria da, baina guztiz beharrezkoa lanaren emaitza ona izateko.

Aurre formakuntza	Iraupena
Dokumentazioaren bilaketa	8 egun
Software ikaskuntza	4 egun
Burn-In ikerketa	8 egun
Hardware ikaskuntza	6 egun

Taula 5.3: Aurre formakuntzan egin beharrekoak.

2) **Zirkuituaren diseinua** Behin beharrezko formakuntza guztia lortu dela eta konpondun beharrezko arazoa argi dagoela, zirkuitua diseinatu behar da. Ataza hau benetan zaila da beraz, zirkuitua zirkuituraren eginbeharretan zatituko da, zati bakoitzaren diseinua erraztuz:

- Elikadura zirkuitua.
- Zirkuitu konparadorea.
- Desarraila zirkuitua.
- Zirkuitu tontor detektagailua.
- TRIAC-a eta desarraila.

Zatiak definituta daudelarik, hauen diseinua egingo da zirkuituaren helburua betetzen dela baieztatuz. Hurrengo pausua, erabiliko diren osagaien aukeraketa da, zati hau garrantzitsua da zirkuituaren funtzionamendua eta kostua honen arabera baita, beraz, osagai zuzenak aukeratzeko datasheet-ak irakurri behar dira.

Zirkuituaren diseinua	Iraupena
Eskema elektrikoaren diseinua	15 egun
Datasheet-en irakurketa	4 egun
Osagaien aukeraketa	4 egun

Taula 5.4: Zirkuituaren diseinuan egin beharrekoak.

- 3) **Simulazioa eta prototipoa** Hurrengo pausua, aurreko atazean lortu den diseinua simuladore batera eramatea da, diseinuaren funtzionamendua baieztatzeko, ezezko kasuan diseinura bueltatu beharko zen. Behin funtzionamendua baieztatu dela, kanpo akatsen aurreko erantzuna simulatu behar da, jakiteko sare elektrikoaren gaintentsio edota maiztasunaren aldaketak ez dutela eragin handia zirkuituan. Hau lortu dela, diseinua errealitatera eraman behar da, osagaien portaera ez baita simulazioetako berdina. Horretarako, prototipo bat egin behar da. Kasu honetan, eskuz soldatu da zirkuitua plaka zulatu batean, nahiko denbora behar izan duena.

Simulazio eta prototipoa	Iraupena
Funtzionamendu simulazioa	2 egun
Kanpo akatsen simulazioa	1 egun
Prototipoaren muntaia	6 egun
Neurketa eta frogaketa	2 egun

Taula 5.5: Simulazio eta prototipoan egin beharrekoak.

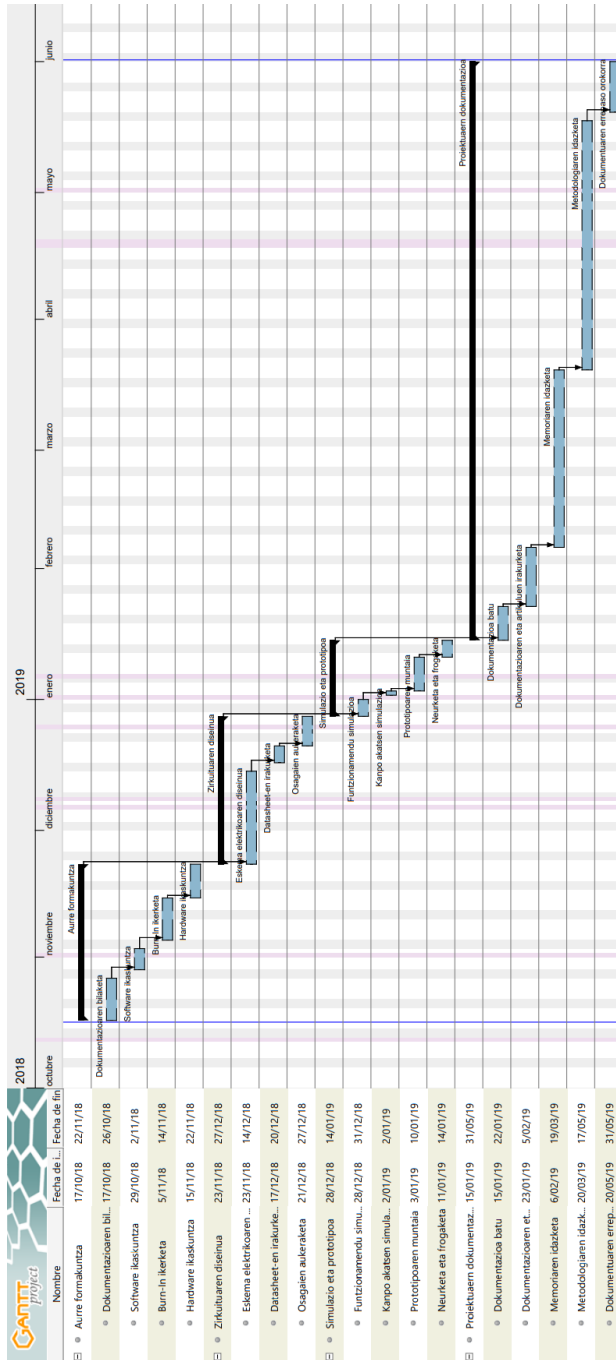
- 4) **Proiektuaren dokumentazioa** Azkenik, egindako lan guztia eta lortutako informazio guztia dokumentatu behar da, dokumentu honetan egiten ari dena, hain zuzen ere. Dokumentu honek bi zati garrantzitsu ditu. Lehenengoa, proiekturaren zergatia, testuingurua eta erabilitako baliabideak azaltzen duen memoria bat. Eta bigarrena, proiektua egiteko egin diren pausoak eta lortutako emaitzak azaltzen dituen metodologia. Behin dokumentua idatzia izan dela errepasatu egin behar da akatsak zuzentzeko eta dokumentuaren formatua zuzena dela baieztatzeko.

Deskribatu diren lanak bata bestearen atzetik egin dira, ataza berri bat hasiz aurrekoa bukatu denean. Lan osoa gauzatzeko behar izan diren lan orduak 300 ingurukoak izan dira, GrAL-aren ECTS kredituekin bat datozenak, hauek 12 baitira. Lan karga hau 9 hilabetetan banatuta dago, 2018-ko urrian hasiz eta

Proiektuaren dokumentazioa	Iraupena
Dokumentazioa batu	6 egun
Dokumentazioaren eta artikuluen irakurketa	10 egun
Memoriaren idazketa	30 egun
Metodologiaren idazketa	40 egun
Dokumentuaren errepasso orokorra	10 egun

Taula 5.6: Proiektuaren dokumentazioan egin beharrekoak.

2019-ko ekainean bukatuz. Kapitulu honetan aipatu diren ataza guztiak Gantt diagrama batean bildu dira, denboran zeharreko atazen irudi orokor bat lortzeko, bertan asteburuak eta jaiegunak kontuan hartu dira.



Irudia 5.1: Proiektuaren planifikazioaren Gantt diagrama.

Kapitulua 6

Alderdi ekonomikoa

Kapitulu honetan erabilitako baliabideak sortutako gastuen azterketa bat egingo da. Laborategiko baliabideak, erabilitako baliabide materialak eta langileen lan orduak kontuan hartuz.

Proiektu osoaren gastua kalkulatu ahal izateko baliabide hauen gastuak jakin behar dira, alde batetik, langileen soldata, bestetik, baliabide materialen prezioa, gehigo erabiliko ez diren materialen prezioa eta bestelakoen amortizazioa.

6.1 Giza baliabideak

Zati honetan langileei lotutako gastuak kalkulatu dira. Proiektu honetan ez daude langile asko, proiektuaren zuzendaria eta proiektugilea bakarrik. Proiektugilea proiektuaren zuzendariak agindutako atazak bete behar ditu, beraz, proiektuaren zuzendariaren soldata proiektugilearena baino handiagoa izango da, erantzunkizunarekiko proportzionala, 50 €/h eta 30 €/h izanda. Soldata definiturik daudelarik, langileen kostuak kalkulatu daitezke lan orduen arabera:

Lan postua	Soldata (€/h)	Lan orduak (h)	Kostu totala
Proiektu zuzendaria	50,00	60	3000,00€
Proiektugilea	30,00	300	9000,00€
Langileen kostu totalak			12000,00€

Taula 6.1: Proiektuaren giza baliabideen gastuen banakapena.

Langileen lan orduetara lotutako gastu totala **hamabi mila eurokoa** da.

6.2 Baliabide materialak

Zati honetan beharrezkoa da bi bloke desberdintzea, kostu hauek oso desberdinak direlako eta modu desberdinean kalkulatzen baitira:

- **Gastuak** : Atal honetan gehiago erabili ezin diren materialak sartzen dira, proiektu honetarako soilik erosi direnak. Honetan ere, lan postuko gastu orokorrak sartzen dira, hala nola, elektrizitatea eta bestelako kontsumoak.
- **Amortizazioak** : Beste atal honetan amortizazioak kalkulatzen dira, hau da, erabilitako gailuen "higaduraren" kostua. Gastu honen kalkulua honen bidez erabilgarria eta erabilitako denboraren arabera egiten da.

6.2.1 Gastuak

Lehen aipatu den bezala, hemen proiektuaren gauzapenerako soilik erabili diren materialen kostuak kontuan hartzen dira, hau da, proiektu honetatik kanpo erabili ez diren materialak. Laborategi kontsumoak ere hemen sartuko dira, elektrizitatea, internet konexioa, bulego materiala, etab. Atal honetan beharrezkoa da ere bi bloke desberdintzea, alde batetik, laborategiaren kostu finakoak eta bestetik, prototipoa gauzatzeko behar izan diren materialen kostua.

Gastu mota	Kostua (€/hilabeteko)	Denbora (hilabete)	Kostu totala
Bulego materiala	40,00	-	40,00€
Internet konexioa	30,00	9	270,00€
Elektrizitate kontsumoa	60,00	9	540,00€
Bulego garbiketa	30,00	9	270,00€
Guztira			1120,00€

Taula 6.2: Laborategiko kostu finakoak.

Ondoren, prototipoa egitearen gastu orientagarria kalkulatu da, lehenengo aukerentzako (PF-240 aukera) beharrezkoak diren osagaien prezioa eta kopuru kontuan hartuz. Prezio hauek Farnell-etik lortu dira, beraz, ez da behin betiko prezioa.

Bi datu hauek ditugularik, hauek diran gastuen laburpen osoa:

Gastu hauei lotutako kostua totala **mila berrehun eta hemezortzi euro eta hogeita zortzi zentimo** da.

Osagaia	Kopurua	Prezioa unitarioa	Kostu totala
Kond. 1 nF	1	0,0875	0,0875€
Kond. 2,2 nF	1	0,09	0,09€
Kond. 47 nF	1	0,0875	0,0875€
LED diodoa	1	0,231	0,231€
SPDT errelea	1	5,65	5,65€
Pin konektoreak	22	2,22/24u	2,22€
2N2222A trans.	5	0,717	3,585€
Erre. 22 kΩ	1	0,067	0,067€
Erre. 1 kΩ	7	0,067	0,469€
Erre. 10 kΩ	2	0,067	0,134€
Erre. 100 kΩ	2	0,067	0,134€
Erre. 47 kΩ	1	0,067	0,134€
Erre. 4000 kΩ	1	0,067	0,067€
Erre. 1,6 kΩ	1	0,067	0,067€
Erre. 12 kΩ	1	0,067	0,067€
LM324	1	0,336	0,336€
HEF4081	1	0,258	0,258€
MC14071B	1	0,379	0,379€
DF06M	2	0,459	0,918€
HEF4013	1	0,269	0,269€
PF240	2	21,03	42,06€
Kontaktu pika	1	3,00	3,00€
Soldagailua	1	20,00	20,00€
Eztainua	1	5,00	5,00€
Plaka zulatua	1	12,16	12,16€
Guztira			98,28€

Taula 6.3: Prototipoaren gastuak.

Gastu mota	Kopurua
Laborategiaren gastuak	1120,00€
Prototipoaren gastuak	98,28€
Guztira	1218,28€

Taula 6.4: Gastuen laburpena.

6.2.2 Amortizazioak

Amortizazioen atalean, proiektu honetatik kanpo erabiliko diren materialeei lotutako kostua kalkulatu da. Lehen aipatu den moduan, proiektu honek gailu hauetan gauzatutako "higadura" kostu bezala kontabilizatzen da, hauen prezioa, bizitza erabilgarria eta proiektuan erabilitako denbora kopurua.

Azalpen	Prezioa	Hilabeteak	€/hilabete	Erabilera	Kostua
Tresneria					
Ordenagailua	700€	36 hilabete	19,44	9 hilabete	175€
Osziloskopio	15000€	48 hilabete	312,50	9 hilabete	2812,50€
Osziloskopio zundak	900€	48 hilabete	18,75	9 hilabete	168,75€
DC iturria	1000€	36 hilabete	27,78	9 hilabete	250€
AC iturria	2500€	36 hilabete	69,44	9 hilabete	625€
Seinale sorgailua	300€	36 hilabete	8,33	9 hilabete	75€
Karga erresistiboa	500€	24 hilabete	20,83	9 hilabete	187,5€
Karga induktiboa	400€	24 hilabete	16,66	9 hilabete	150€
Software lizentziak					
Windows 10	140€	-	-	9 hilabete	140€
Orcad/Capture v16.6	400€	12 hilabete	33,33	9 hilabete	300€
Guztira					4883,75€

Taula 6.5: Amortizazioen kostuak.

Amortizazioei lotutako kostu osoak **zazpi mila hirurogeita hemezortzi euro eta berrogeita sei zentimo** dira.

6.3 Gastuen banakapen osoa

Hurrengo taulan, aurreko ataletan kalkulatu giza baliabideen eta baliabide materialen gastuak batzen dira, gastuen banakapen oso bat lortuz. Kostu guzti hauen batura, proiektu osoaren kostu zuzenak direla, guztizko partzial bat da, kostu hauei kostu ez-zuzenak batu behar zaie, % 10-ekoak izaten direla normalean, benetako guztizko kostuak lortuz.

Azalpen		Kopurua
Giza-baliabideak		12000,00€
Baliabide materialak	Gastuak	1218,28€
	Amortizazioak	4883,75€
Kostu zuzenak		18102,03€
Kostu ez-zuzenak(% 10)		1810,2€
Guztira		19912,23€

Taula 6.6: Gastuen laburpena.

Kapitulua 7

Ondorioak

Proiektu honetan Burn-In testen efizientziarako hobekuntza sistema landu da, % 90-eko efizientziak lortuz, aurrezpen ekonomiko izugarria eta energia kontsumoa txikiagotuz. Azkenengo hau, dokumentu honetan zehar esan den bezala, garrantzi handia du ingurumenarentzako, kontsumo elektrikoa gutxituz energia sorketa txikiagotzen da eta aldi berean erretako erregai fosilen kopurua txikiagotzen da, berotegi efektuko gasen isurketaren jaitziera bat lortuz.

Argi dago proiektu honen helburuak bete egin direla, sistemak Burn-In testak kontrolatzen ditu eta bilatutako efizientzia hobekuntza lortzen da ere. Gainera, metodo hau nahiko berriztatzaile da, beraz, hobekuntzarako lekua dago oraindik, honen errendimendua seguruenik ez dagoela % 100-ean, ezta gertu ere.

Etorkizunera begiraturaz, interesgarria izan daiteke jakitea bestelako zer aplikazioetan inplementatuko da sistema honen oinarriak eta baita sistema hau bestelako teknologiekkin batu ezkeror lortu ditzazkeen ezaugarri berri eta hauen irismena.

Baina emaitzak ez dira guztia, proiektu hau GrAL bat da, hau da, lan munduaz gutxi dakien ikasle batek egin du, beraz, proiektu hau gauzatzeko bidean lortu diren ezagutzak oso garrantzitsuak eta baliogarriak dira. Proiektu honekin, hainbat osagai elektronikoetan sakondu da, adibidez, osagai induktiboak, hauen ulermena areagotuz. Giro berrietan lan egiten ikasi da, ezagutzen ez den pertsonekin lan egiten. Erabilitako materialetan lortutako trebeziak, erabilitako software-ekin eta baita erabilitako laborategiko gailuekin. Baina, batez ere, bazarrik lan egiten ikasi da, beste modu batera esanda, informazioa bilatzen ikasi da. Lanean oztopo bat aurkitzerakoan ez baita inor etorriko oztopoa kentzera, bakoitza bere kabuz gainditu behar ditu eta aurrera jarraitu.

Bibliografía

- [1] J. d. C. Jiménez Hernández, N. E. Alamilla López y M. López Cerino, *Pruebas de vida acelerada en confiabilidad*, Universidad Tecnológica de la Mixteca. http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-2%20PDF.pdf
- [2] R. García Martín, *Fiabilidad (I): Conceptos Básicos*. <https://studylib.es/doc/4473304/fiabilidad--i---conceptos-b%C3%A1sicos>
- [3] *Reles*, Area Tecnología. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>
- [4] G. Rapetti, *Introducción a los Relés*. <https://www.inventable.eu/introduccion-a-los-reles/>
- [5] G. E. Lima, R. D. Mendez y A. R. Rojas, *El Triac*. <https://www.monografias.com/trabajos14/triac/triac.shtml>
- [6] O. Jimenez y J. De Los Reyes, *Triac*. <https://triac.blogia.com/>
- [7] *MAC15 Series*, ON Semiconductors. https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/ON%20Semiconductor%20PDFs/MAC15_Series.pdf
- [8] A. Méndez, *Disipadores Térmicos para Dispositivos Electrónicos*, Universitat Politècnica de Catalunya. <http://ieb-srv1.upc.es/gieb/tecniques/pdf/disipadores.termicos.pdf>