

GRADUA: INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA
AUTOMATIKAREN INGENIERITZA

GRADU AMAIERAKO LANA

ARDUINOZ KONTROLATUTAKO PARKING ROBOTIZATUA

1. DOKUMENTUA – MEMORIA

Ikaslea: Altube Escudero, Unai

Zuzendaria: Sevillano Berasategui, Maria Goretti

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon 2019, Otsailak 18

1. SARRERA

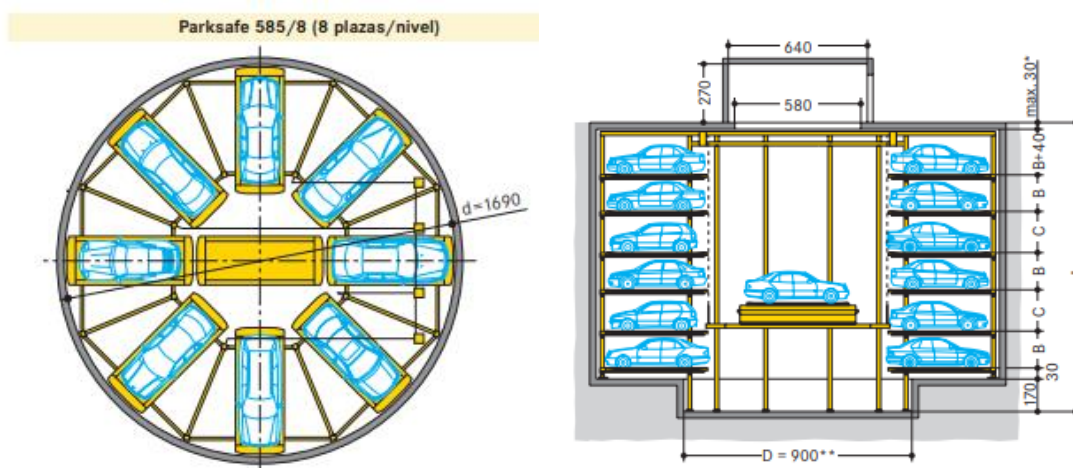
Garatutako Gradu Amaierako Lan honetan, parking robotizatu bat diseinatu eta inplementatu da. Proiektu honen helburua 8 lekuko parking pribatu bat eraikitzea eta bere funtzionamendu automatikoa lortzea da. Hau da, alde batetik, erabiltzaileak aparkalekura autoa sartzeko kontsigna ematen duenean, aparkalekuan gordeta dagoen informazioaren arabera autoa dagokion aparkalekuan gordeko da agindu automatizatu batzuen bidez erabiltzailearen edo beste gizakiren bestelako laguntzarik gabe. Beste aldetik, era berean, auto bat atera nahi denean, kontrako prozesua ere modu automatiko batean egingo da kotxea dagoen tokitik ateraz.

Proiektu honetan eraikitako maketaren funtzionamendu egokia inplementatzeko, bai diseinu aproposa lortzeko, bai muntaia egoki eta funtzional bat garatzeko, hainbat arlo landu dira, gradu osoan zehar barneratutako ezagupen eta kontzeptu asko praktikan jarritz, hala nola, elektronika, automatizazioa, mikro kontrolagailuen programazioa, mekanika, eta abar. Ezagutza eta erreminta hauetaz baliatuz, proiektu honen garapena gauzatu da. Proiektuaren garapenean zehar sortutako arazoei aurre egiteko ere, graduan zehar eskuratutako baliabide ezberdinak erabili dira.

Proiektu honetan garatutako sistema automatizatu, graduko irakasgai batean unibertsitatean aurretik egindako lan bat motibatuta dator, Automatismoak eta Kontrola irakasgaien egindako proiektua hain zuzen ere. Bertan, hainbat solairuz osatutako aparkaleku zirkular baten PLC bidezko kudeaketa gauzatu zen. Kasu horretan proiektua parking automatizatu publiko batean oinarritu zen bitartean, oraingoan, parking pribatu baten kudeaketa lantzea erabaki da.

Graduaren 2. mailako proiektu horren ideiatik abiatu bazen ere, bi proiektuen artean desberdintasun nabarmenak daude, adibidez, proiektu honen kudeaketa eta kontrola Arduino mikro kontrolagailu batekin gauzatzea erabaki zen, irakasgairako garatutako proiektuan Grafset eta PLC-en bidez egin zen bitartean. Aurretik landutako eredu hori jarraituz, aparkalekuaren egiturari dagokionez, egitura zirkular bat duen aparkalekua garatzea erabaki zen proiektu honetan. Hemen proposatutako aparkalekua solairu bakarra izango du, eta bertan zortzi aparkaleku desberdin egongo dira, hau kontutan izanda, parking pribatu hau, bai etxebizitza batentzako, bai enpresa txiki batentzako erabili ahal izango litzateke, azken finean edozein komunitate txikirentzako.

Proiektu honen garapenerako merkatuan parking automatizatuaren inguruan dauden teknologiaren aitzindariak aztertu behar izan ziren lehendabizi, hauen artean, Woehr (WÖHR) enpresa Alemaniarrak garatutako sistemaren garrantzia azpimarratu behar delarik. Proiektu honetan diseinatutako aparkalekuaren garapenerako 1. Irudian ikusi daitezkeen Parksafes 585/8 parking zirkular automatikoa hain zuzen ere hartuko da eredutzat. Aipatutako parking automatiko honek, sarreran hartuko du autoa gero bere igogailuaz baliatuz dagokion solairura eramateko. Amaitzeko, egon beharreko solairuan dagoenean, biraketa egingo du autoari esleitutako lekurarte, eta bertan dagoenean, bere lekura sartuko du.



Irudia. 1. Woehr-en Parksafes585/8 parking automatizatua

Gradu amaierako lan honetan proposatutako aparkalekuak Woehr enpresaren eredia eta Arduinok eskaintzen duen programazio ingurune zabala konbinatzen ditu bere diseinu, garapen eta inplementaziorako.

Proiektu honen garapena ulertzeko, memoria honen ataletan zehar ezinbestekoak diren kontzeptuak azalduko dira. Hasteko, parking automatizatu eta semi-automatizatuen testuingurua aztertuko da, sistema hauen egitura desberdinak aurkeztuz. Honekin batera, arlo honetan erabiltzen den teknologia eta proiekturako erabilitako kontrolagailuen testuingurua azalduko dira. Ondoren, Gradu Amaierako Lanaren helburuak eta proiektu honek izan ditzakeen irismena edota onurak zehazten dira.

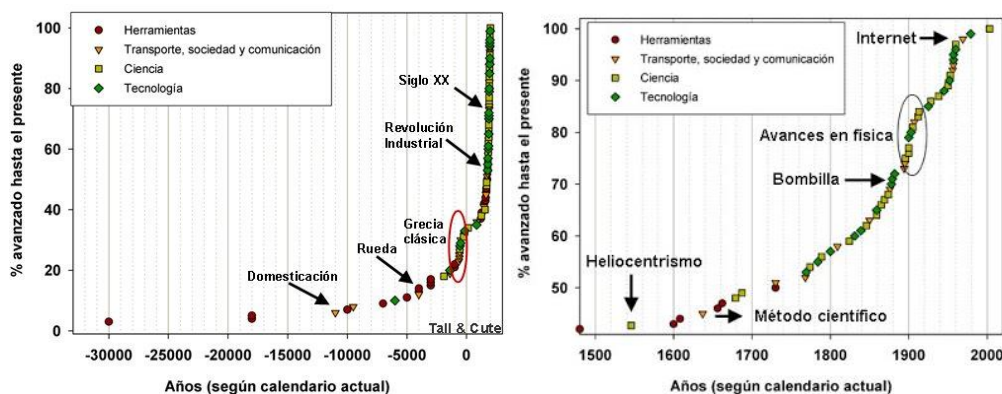
Memoria honen hurrengo ataletan, proiektuan proposatutako diseinua aurrera eramateko aztertu behar izan diren alternatiba desberdinak, bai egitura aldetik, bai erabilitako sentsore edo eragingailu ezberdinen aldetik deskribatzen dira. Aurkeztutako aukera bakoitzerako, elementu aproposenak aukeratu dira, aukera bakoitzaren espezifikazioak aztertuz eta konparatuz eta proiekturako aukerarik egokienak hautatuz.

Azkenik, proiektuaren “Memoria” dokumentua bukatzeko, aukeratutako osagaien deskribapen zehatza egingo da, hau da, azkenean proiektuaren garapenerako erabiliko diren osagaien deskribapen zehatzago bat eskainiko da. Eraikitako sistemaren zehaztapen guztiak argi eta garbi adierazteko, dokumentu honi erantsita beste zenbait dokumentu emango dira non egituraren planoak, programazioa edo kalkuluak eta abar aurkitu ahal izango dira.

2. TESTUINGURUA

Memoriaren atal honetan, garatutako proiektua ulertzeko eta honi testuinguru egokia emateko beharrezko elementuak aurkeztuko dira. Hasiera batean gizartearen teknologiaren garapenari buruz hitz egingo da, jarraian autoei buruzko hainbat datu aipatuz, eta amaitzeko, autoen aparkalekuei buruzko informazio zehatzagoa emango da.

Gaur egungo gizarteari begira, mundu osoko biztanleria historian zehar jasan duen handitzea nabarmena da. Honekin lotuta, lehenengo zibilizazioen hasieratik, gizarteak, edozein arlotan, egindako aurrerapenak ere hazkunde esponentziala izan du. Azken mendeetan batez ere, garapen teknologiko izugarria suertatu da eta gizarteak gero eta urrunago helduko da denbora laburrean arlo teknologikoan.

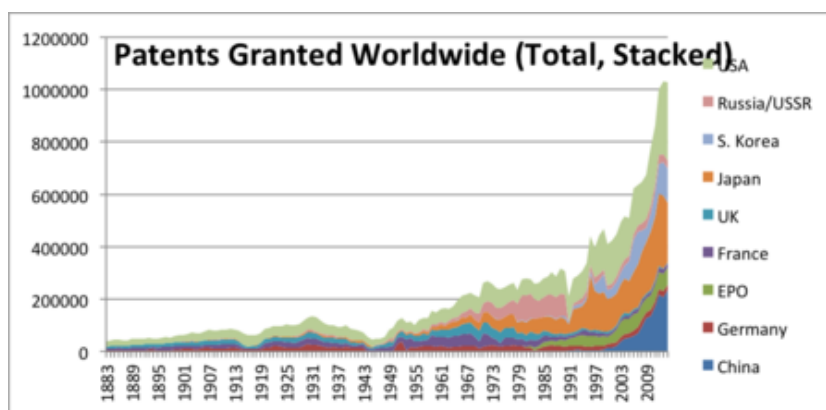


Irudia. 2. Gizarte ezagutzaren garapen esponentziala istorioan zehar

2. Irudiko grafikoetan, orain dela 30000 urtetatik gizartearen ezagutzak jasan duen garapen esponentziala ikusten da. Gizartearen istorioa orain dela 30000 urte hasten dela esan daiteke, gizakiak komunikazio ahalmena eskuratu

zuenean, suaren kontrola, marrazkien garapena eta objektu ezberdinen erabilpena, adibidez aiztoa, suertatzen duenean [1].

Gizartearen garapenaren barne, proiektu honekin erlazio gehien duen arloa, arlo teknologikoa da. Honek, azken urteotan izan du bere garapen esanguratsuena, honen hazkundera ere esponentziala izan delarik. Handitze hau ikusgai da 3. Irudian, non azken 200 urteetako patenteen kopurua eta bere hazkunde esponentziala ikusi daiteke.



Irudia. 3. Azken 200 urteetako patenteen hazkundera [2]

Laburbilduz, gizarteak gero eta gehiago garatuko da arlo guztietan, batez ere teknologikoan, eta biztanleria ere handituz joango da, munduaren tamaina berdin jarraituko duen bitartean. Guzti hau ekar ditzakeen arazoei konponbide ezberdinak emateko xedearekin arlo guztietan garapen teknologiko desberdinen aplikazioan lan egiten ari da.

Ondoren, proiektu honetan garatutako sistema testuinguru zehatzago batean kokatzeko xedearekin, ibilgailuak eta parking-ak bai gaur egun duten garrantzia bai historian zehar izan duten garapena azaldu beharra dago.

Autoen antzeko lehenengo ibilgailuak XVIII. mendean garatu ziren, hauek, lurrunez mugitutako ibilgailuak ziren ([3]). Baina XIX. mendearen amaiera-arte, eztanda motorra asmatu zenean, ez zen lehenengo eztanda motorradun automobila garatu, honen garapena Karl Friedrich Benz ingeniari Alemaniarrari esleitzen zaiolarik.

Geroago, konkretuki 1908an, Henry Ford Estatuatuarrak bere muntaketa-katearen garapenari esker autoak ekoizten hasi zen. Industrial iraultzaren aldi berean, T Modeloa, seriean ekoizten hasi zen. Hau metodo berritzailea izan zen, aurretik egindako autoak banan-banan eta eskuz fabrikatzen baitziren. Muntai kateaz baliatuz, fabrikazio ale kopuru oso altuak lortu zituen eta automobilaren erabilera zabaltzea lortu zuela esan daiteke.



Irudia. 4. Ford T-aren muntai katea

Gaur egun, jakina da, milioika auto daudela munduan. Auto kantitate handi hau, teknologikoaren garapenaren ondorioz, biztanleriaren eskaerak asetzeren beharragatik eta beste hainbat arrazoiengatik dator. Orain dauden kotxeen artean, hiru eredu ezberdin daitezke erabiltzen duten motorraren arabera:

- **Eztanda motorra:** ohikoena oraindik, diesel edo gasolina izan daitezke.
- **Motore elektrikoa:** energia elektrikoaz baliatzen da.

- **Hibridoa:** elektrikoa eta eztanda motorra bateratzen dituen autoa.

Alde batetik, ikerketa desberdinak ([4]) erakutsi dutenez, eztanda motorrak, ingurunerako kaltegarriak dira, besteren artean hauen emisio kutsakorrak berotegi efektuan duten eragina dela eta. Azken urteetan gizakien kutsadurarekiko ardura eta aldaketa klimatikoari aurre egiteko nahia izan duen hazkundera kontutan izanda planeta ahalik eta hoberen mantentzeko nahia sustatu da, hori dela eta, auto elektriko eta hibridoak gero eta gehiago garatzen hasi dira. Gaur egun, auto elektrikoak populartasun handirik ez badu ere, etorkizunean pisu handiagoa lortuko duela dirudi, eztandadun motorra ordezkatzuz.

Beste alde batetik, autoak eratu ziren unetik, hauek non gordetzearen beharra agertu zen, eta hau, zuzenki proiektu honekin lotzen duen puntua da, aparkalekuak edo parking-ak. Hasiera batean, gizabanako batek kotxea bere etxe aurrean aparkatzen zuen, ukuiluan edota kalean bertan. Hirietako biztanleria eta auto kopurua handitu ahala, autoak gordetzeko beste modu baten beharra sortu zen, hau da, parking-en beharra.

Gaur egungo gizartean, ezinbestekoak dira parking-ak hiri batean kotxeak aparkatu ahal izateko. Herrietan aparkaleku espezifikoaren beharra ez da hain garrantzitsua, izan ere, etxebizitza bakoitzak bere garaje pertsonala izan dezake askotan. Hala ere edozein herritan, autoak aparkatzeko leku egoki bat egon beharko da: zelaigune, lautada etabarretan. Hirietan, biztanleria handiagatik eta honek dakartzan auto kopuru altuagatik, ezinbestekoak dira parking-ak. Hirietan kalean aparkatu ahal bada ere, honek ez du asetzen hiri oso baten aparkalekuaren beharra, toki baino kotxe gutxiago dagoelako.



Irudia. 5. Autoak lautada batean aparkatuak

Hirietan ikusten diren parking ohikoenak lurrazpikoak dira, eraikin batean kokatuak edo hiriko aldirietan. Horretaz gain, hiru aukera ezberdinu daitezke parking motaren arabera: parking normalak, parking semi-automatikoak eta parking robotizatuak, 6. Irudian ezberdintzen direnak hurrenez-hurren.



Irudia. 6. Parking normala, Parking semi-automatikoa eta Parking robotizatuak

Hiru horietatik, proiektu honekin erlazio handiena duena parking robotizatuak da. Horregatik, ondoren, parking robotizatuak buruzko nondik-norakoak aztertuko dira. Hasteko, hauen artean parking semi-automatiko eta robotizatuaren artean desberdindu behar da, aparkaleku normalak deitu direnak alde batera utziz.

Alde batetik, parking semi-automatiko batean, kotxea parking-lekurarte eramaten duenak gidaria da, eta bertan gidaria kotxetik atera eta sistemak behar bezala kokatuko du autoa agindu automatizatu batzuen ostean. Beste aldetik,

parking robotizatu batean, gidariak autoa parking-aren sarreran uzten du eta parking berak, autoa dagokion lekura eramango du.

Proiektu honen esparruan ezagutza sakonago bat eskuratzeko, parking robotizatuak aztertuko dira orain. Hasteko, eta lehenago aipatu den bezala, parking mota hau hiri handietan erabiltzen da. Hauetan autoak aparkatzeko arazoak leku faltagatik sortzen dira, denbora pasa ahala, parking-ak egiteko zoru erabilgarria agortuz doalako, eta parking eredu honek, espazioa murrizten laguntzen du. Gainera, adituak diotenez, parking robotizatuen garapena domotikarenarekin estu lotuta dago. Izan ere, domotikak aurrera egin ahala, parking robotizatu berriak, espezifikazio desberdinekin eta agian itxura ezberdinekoak ere garatu ahal izan dira, baina honek ez du esan nahi domotika bere gorena jo duenik, oraindik aurrera egiten jarraituko du.

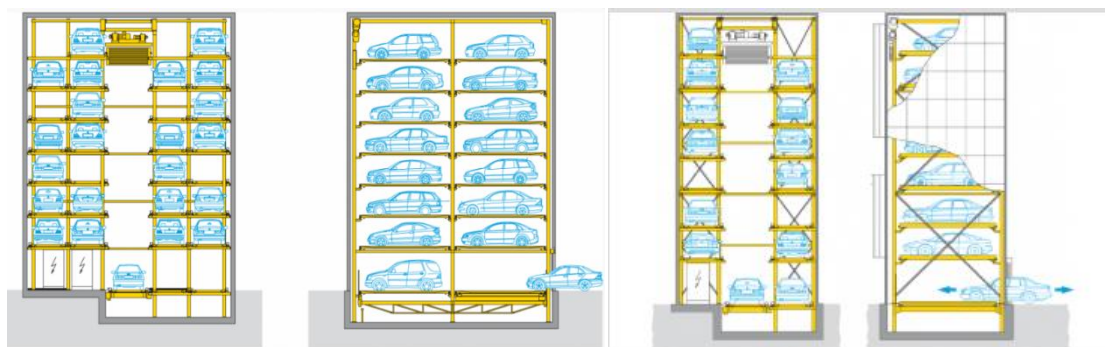


Irudia. 7. Parking Robotizatu Zirkularra

Parking robotizatuak, aparkatzeko sistema adimentsuak erabiltzen dituzte. Hauek, erabiltzailearen erosotasuna sustatzeko eratu dira, maniobrak gutxitzen, eta aparkaleku bakoitzarentzat beharrezkoa den gunea txikiagotuz. Parking hauek, sistema guztiz automatizatuak dira, hau da, pertsonalik gabe funtzionatu dezakete, eta erabiltzailearen erabilerako oso errazak eta intuitiboak dira.

Aurretik aipatu den bezala, erabiltzaileak kabinan uzten du autoa eta sistemak erabiltzaileari esleitutako lekura eramaten du kotxea. Honela, erabiltzaileak ez du aparkalekuan zehar ibiltzeko beharrik, eta honen ondorioz, erabiltzailearentzako pasabideak, eskailerak, igogailuak eta abarren beharra deuseztatzen dira. Gainera, sistema honek lapurreta aukerak ere murrizten ditu, parking barnealdean bakarrik mantentze pertsonal kualifikatua egon daitekeenez, erraz detektatu daiteke desiragarri ez den edozein pertsonaren presentzia.

Bukatzeko, parking robotizatuen artean hainbat geometria ezberdin egon daitezke. 7. Irudian, ikusten da hainbat solairutako parking robotizatu zirkular bat, proiektu honetan aurrera eramango den parking-aren antzekoa. Baina eredu honekin kontrajarriz, beste hainbat eredu daude, 8. Irudian ikusten den bezala.



Irudia. 8. WOERH-en parking robotizatuen eredu ezberdinak, hurrenez hurren, Parksafe 580 eta Parksafe 582

Parking robotizatuak, tamaina ezberdinekoak izan daitezke, solairu askorekin edo solairu gutxirekin. Lurrazpian edo lurzoruaren gainean ere eraiki daitezke. Zirkularrak eta laukizuzen itxuradunak izan daitezke. Hitz batez, dagokion inguruneari moldatzeko gaitasuna duen eta hainbat aukera ematen dituen obra zibila da.

Laburbilduz, lehendanik aipatu den gizartearen arloari bueltatuz eta proiektu honekin erlazionatuz, biztanleria, konkretuki gizarteak naturan duen inpaktuari begira, eta eraikinen gain-eraiketa ekiditeari begira, proiektu hau ikuspuntu ekologiko batetik jasangarria izango dela esan daiteke. Alde batetik, parking gehienak bezala lur azpian egon daiteke eta horrek inguruan izango lukeen inpaktua murrizten du, gainera kotxeen zirkulazioa parking-aren barnealdean ezabatzen du, CO₂ emisioak ekidituz. Beste aldetik, parking robotizatua denez, erabiltzaileentzako igogailu, aireztatze sistema, pasabideak eta abar desagerrarazten ditu, diseinua sinplifikatu egiten du eta espazioaren aprobetxamendu hobea gauzatzen du, parking osoaren tamaina murriztuz.

3. LANAREN HELBURUAK ETA IRISMENA

Gradu Amaierako Lan honekin eta domotikaren ideian oinarrituta, gizartearen erosotasunerako, parking robotizatu baten diseinua garatu da. Aurreko ataletan azaldu den moduan, sistema hauek, jadanik hiri handietan funtzionamenduan daude. Eta mota honetako aparkalekuak gero eta gehiago eraikitzen ari dira jada existitzen den leku faltagatik eta etorkizunean arazo hori gero eta larriagoa izango delako.

Proiektu honetan proposatutako diseinuan, parking “pribatu” robotizatu bat garatu da, hau da, parking-aren leku bakoitza erabiltzaile finko batera esleituta egongo da. Sistemak, aurre definitutako parametro batzuen arabera eta erabiltzailearen kontsigna kontutan izanda, autoa sarreratik dagokion lekura, edo dagoen lekutik sarrerara eramateko gai izango da.

Gradu Amaierako Lan honetan, sistemaren diseinuaz gain, honen programazioa ere garatu da, azkenean aparkalekuaren betebeharrak eta funtzionamendu egokia erakusten duen maketa bat eraikiz. Eraiki den maketari esker, lanaren kontzeptuak praktikan jarri ahal izan dira, edozein sistema errealean ager daitezkeen arazoei aurre egin ahal izateko konponbide ezberdinak aztertuz.

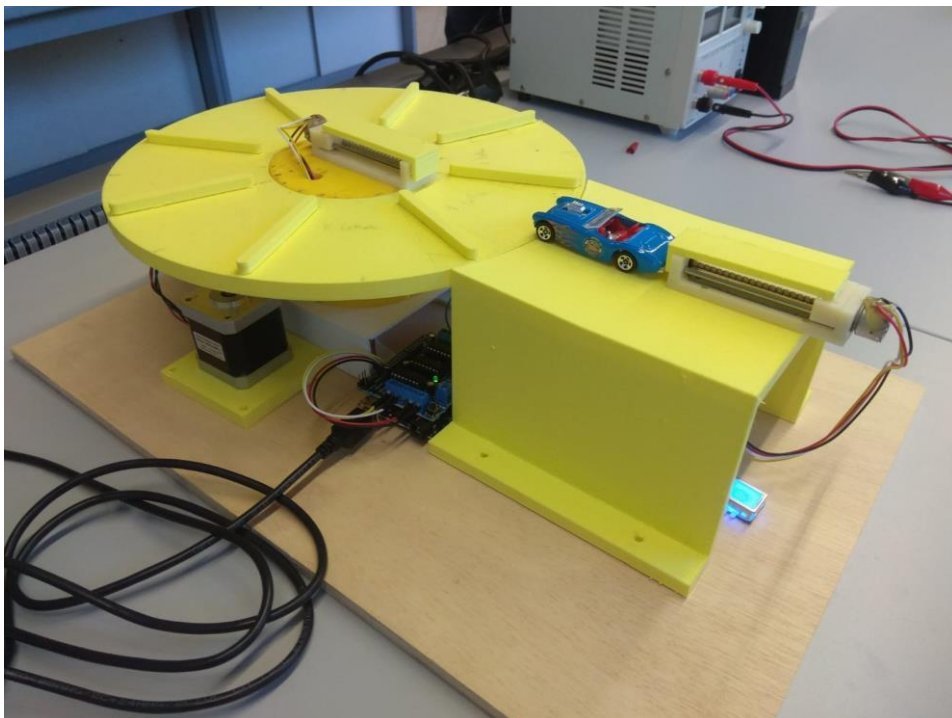
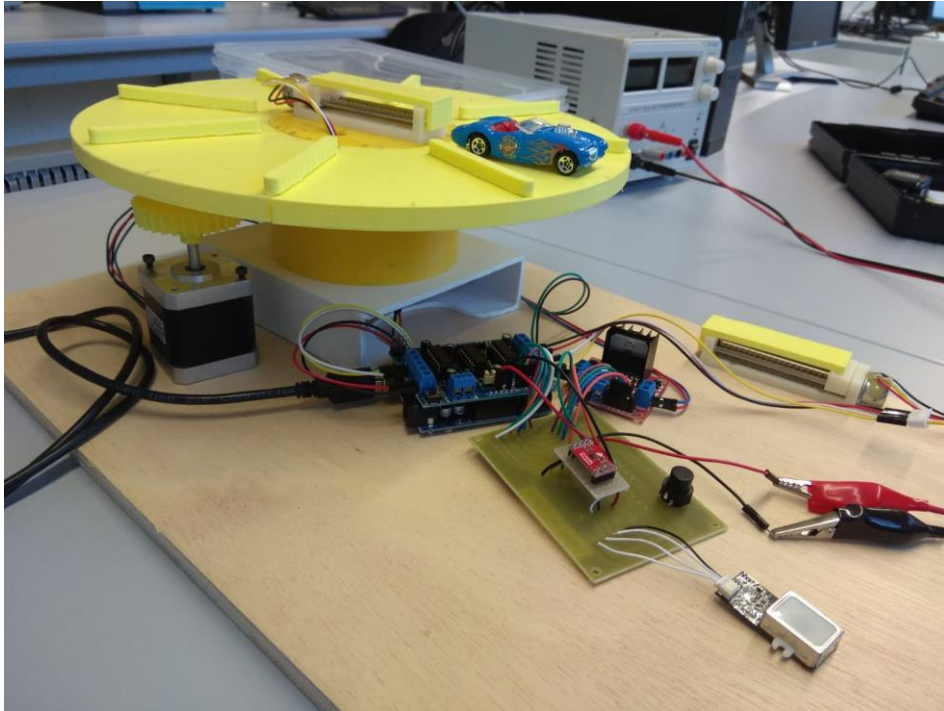
Proiektu honetan garatutako sisteman, solairu bakar batean zortzi aparkaleku dituen parking pribatua zirkular bat garatu da. Zortzi lekuak, eraztun itxuradun zirkulu bat osatzen dute, toki bakoitzaren tartea 45º-koa delarik. Parking-erako sarrera beti finko egongo da, erabiltzaileak aparkalekutik kanpo dagoen toki horretan utziko du kotxea. Bertan kotxea parking-era sartzeko edo bertatik kotxea ateratzeko identifikazio sistema kokatuta egongo da.

Aparkalekuak kokatuta dauden eraztun moduko egitura birakaria da, horrela, erabiltzaileak esleituta duen tokiaren arabera biratu egingo du sarreraren aurrean toki egokia kokatu ahal izateko.

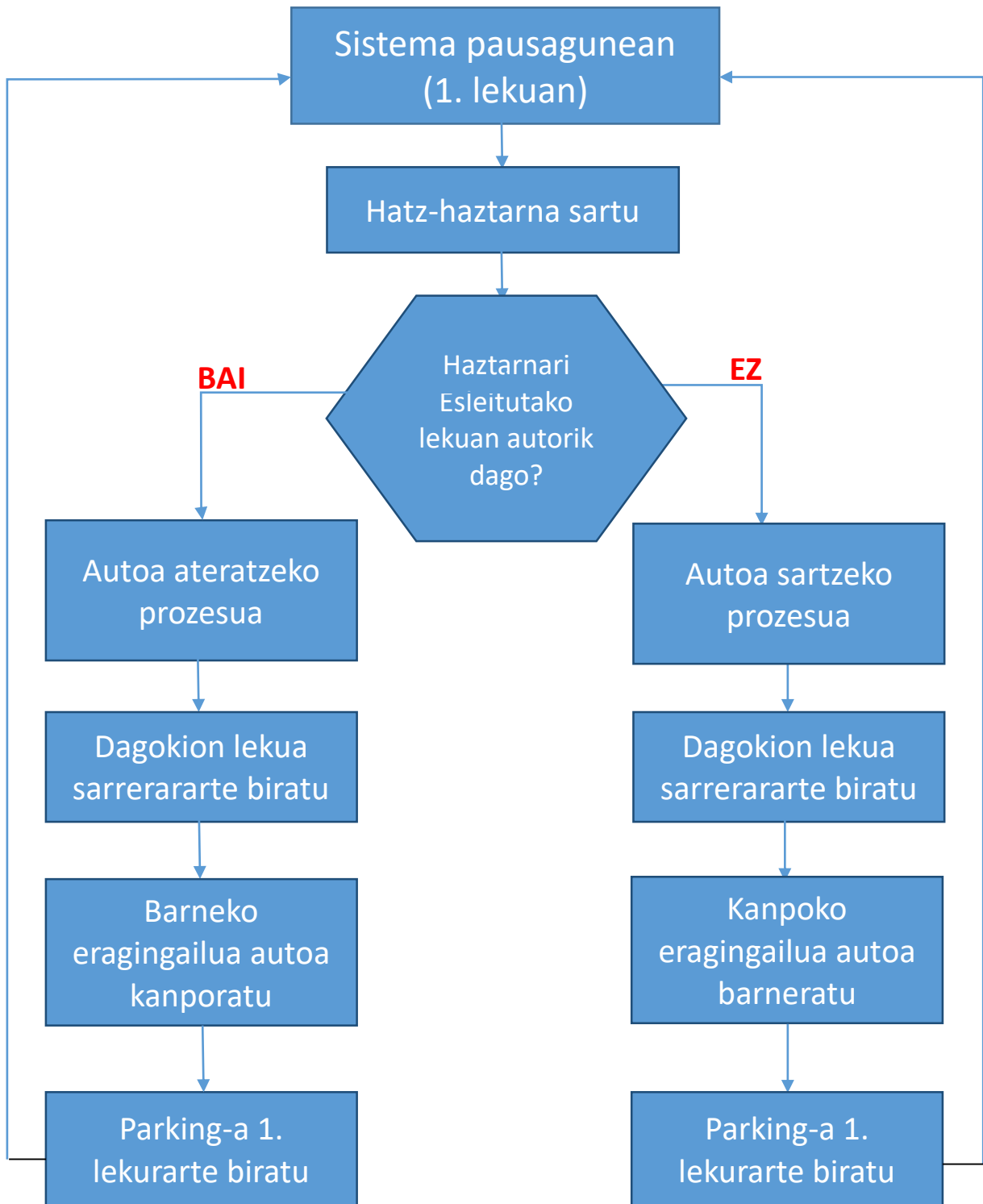
Laburbilduz, erabiltzaileak, diseinatutako sisteman bi ekintza nagusi egin ahal izango dituela esan daiteke: autoa parking-era sartu eta autoa parking-etik atera. Bi funtzionamendu moduak oso antzekoak dira, bakoitzaren deskribapena hurrengoa delarik:

- **Autoa parking-era sartu:** erabiltzaileak autoa sarreran kokatuko du eta behatza hatz-aztarna sentsorean ipini beharko du. Orduan, sistemak erabiltzailea identifikatuko du. Behin identifikatuta, sistemak erabiltzaileari esleitutako lekua aztertuko du eta sistemaren memorian begiratzuz, kotxea barruan dagoen edo ez ikuskatuko du. Jakinik erabiltzailea ez duela sartuko autoa aurretik barruan badago, orduan, hutsik egongo da lekua. Autoa barruan ez dagoenez, zentzuduna dena, sistemak aparkalekuen eraztuna biratu egingo du dagokion lekua sarrera/irteeraren aurrean kokatzeko eta bertan dagoenean, sarrerako eragingailua aktibatuko da, autoa sarrerako posiziotik bere lekura sartuz. Azkenik, eraztuna hasierako posiziora bueltatuko da.
- **Autoa parking-etik atera:** erabiltzaileak behatza hatz-aztarna sentsorean jarri beharko du. Orduan, sistemak erabiltzailea identifikatuko du, begiratzuz memorian esleitutako lekua. Behin identifikazioa eginda, aurreko ekintzan azaldu den kontrako moduan, ezin baita kotxetik atera hutsik dagoen toki batetik. Orduan, autoa barruan dagoenez, sistemak aparkalekuen eraztuna biratu egingo du dagokion lekua sarrera/irteeraren aurrean kokatzeko eta egituraren erdian kokatutako eragingailua erabiliz

autoa kanporatuko du. Azkenik, hasierarako posiziora bueltatuko da.



Irudia. 9. Sistema osoaren maketa



Irudia. 10. Sistemaren fluxu diagrama

Esan bezala, lan honetan garatutako sistema aparkaleku pribatu bat izango da, hori dela eta, erabiltzailea antzeman eta ezagutzeko metodo bat erabili behar da. Kasu honetan, hatz-aztarna sentsoare bat erabiltzea erabaki zen, horrela sistemak erabiltzailea identifikatu ahal izango du alde aurretik biltegi-ratutako erabiltzaile baimenduen datu base baten arabera. Ondoren, aurretik gordeta duen informazioaren arabera kotxea erabiltzaileak esleituta duen tokira eraman edo bertatik atera ahal izango du.

Sistemaren funtzionamendu orokorra 10. irudian agertzen den diagraman adierazten da, lehen azaldutako prozeduren ulermena errazteko xedearekin.

4. LANAK DAKARTZAN ONURAK

Behin finkatuak proiektu honen helburuak, lanak dakartzan onurak eta abantailak aztertu daitezke. Atal honetan gauzatuko diren balorazioak, aurreko ataletan adierazi diren ideiekin bat datoz. Hau da, diseinatutako proiektuak dituen helburuen ondorioz hauek eskainiko dituzten abantailak edo aurrerapenak aztertuko da.

Alde batetik, proiektu honen helburua, gizakiei lana erraztea da, eta hori, ikuspuntu objektibo batetik proiektuak dakarren onurarik garrantzitsuena dela esan daiteke. Beste aldetik ere, proiektuak dakartzan onura pertsonalak eta ikasketen aldeko onurak aztertuko dira.

Aurreko ataletan azaldu den bezala, proiektu honen bidez, era guztiz automatiko batean kudeatuko den autoen aparkamendu robotizatua gauzatuko da. Sistemaren kudeaketa alde aurretik definitutako parametro batzuen menpe egongo da. Kudeaketa gidatzeko eta erabiltzaile desberdinak identifikatzeko, erabiltzailearen hatz aztarna erabiliko da, hau aparkaleku zehatz batera lotuta egongo delarik. Identifikazio metodo honen aukeraketa, hainbat faktoreengatik gizartearentzako onuragarria dela esan daiteke ondoren azaltzen den bezala.

Hasteko, segurtasunaren aldetik, izan ere, parking robotizatua denez, ez da beharrezkoa inork parking barruan egotea eta identifikazio berezigarri eta zehatz horri esker sarbidea kontrolatuta egongo da, horrek lapurretak saihestuko dituelarik. Aurretik aipatu den bezala, proiektuaren obra zibilaren aldetik, hainbat atal deuseztatzen ditu: parking-aren aldapak ez dira beharrezkoak kotxea era robotizatu baten ondorioz dagokion lekurarte eramaten delako, parking-aren aireztatze sistema eta tenperatura kontrolaren beharra ere desagerrarazten dira,

parking-aren barnealdean bakarrik autoak egongo direlako. Sinplifikazio horiek aparkalekuaren eraikuntzaren prezioa murriztu dezakete honek dakarren onura ekonomikoekin batera.

Gizartearentzat proiektu honen onurekin jarraituz, ingurumenarekiko inpaktuaren txikiagotzea azpimarratu beharra dago. Parking batek, normalean gehiegizko inpaktua ez badu ere, gehienbat lurrazpian doazelako, proiektu honetan garatutako parking-a askoz ere jasangarria izango da, besteren artean, bere dimentsio txikia eta leku aurreztuaren ondorioz. Aurretik aipatu denez, ez dira beharrezkoak aldapak ezta pasalekuak autoak ibil dezaten, horrek tamaina murrizten du, eta askoz aproposagoa egiten du edonon eraikitzeko.

Bestetik, erabiltzailearekiko ere onura desberdinak ekar ditzake. Adibidez, hatz aztarna bidez egindako identifikazio sistemari esker parking-aren giltzen beharra desagertzen da, honekin batera, hauek galtzearen edo lapurtu izatearen arriskua ere galdu egiten da. Jakinda denez, gizaki bakoitzak hatz-aztarna zehatz bat dauka, eta gizaki berarekin doan identifikazio sistema da. Proiektu hau, horretaz baliatuko da identifikazio sistema fidagarri eta eraginkorra inplementatuz.

Azkenik, ikuspuntu pertsonal batetik, proiektu honen garapena erronka bat suposatu du. Hasteko, sinbolikoki graduaren amaiera suposatzen duelako, eta horrek harrotasuna sentitzea eragiten duelako. Gainera proiektu hau burutuz, beste proiektuak egiteko konpetentziak eta erraztasuna hartu dira. Aurreko ataletan aipatu denez, onura pertsonaletan jarraituz, gradu osoan zehar egindako beste proiektuen ideiekin antza du eta horregatik polita eta onuragarria izan da proiektu hau aurrera eramatea, jada landutako arlo batean sakontzeko aukera eskaini duelako.

Proiektu honek, gradu osoan zehar landutako baliabide eta kontzeptuak praktikan jartzeko aukera ematen du, enpresa edo erakunde batean egin daitekeen proiektuen antza izanez, lan mundurako prestakuntza ematen du. Aipatu denez, onura pertsonal aipagarriena, graduan zehar ikasitako kontzeptuak, gaitasunak eta baliabideak kasu praktiko errealetan aplikatzen jakitea izango litzateke. Hori islatuko litzateke adibidez, enpresa baten egunerokoan: osagai edo elementu ezberdinen programazioa, muntaketa edo diseinuan.

Bukatzeko eta ondorio moduan, proiektu hau egitearen onura nagusia, ingeniari ikasleak gradua bukatzerakoan, beharrezkoak diren ezagutzak jasotzea, praktikan jartzeko eta lan munduan gauzatuko dituen zereginei antzekoak egiten, prestakuntza aproposa izateko.

5. AUKEREN ANALISIA

Proiektu hau aurrera eramateko, bere atal ezberdinetarako eskuragarri dauden baliabide desberdinak aztertu behar dira, merkatuak, proiektuaren helburuak bete ahal izateko, eskaintzen dituen aukera egokienak hautatuz. Aztertu beharreko arloak, bi ataletan banatu daitezke: alde batetik, egiturarekiko analisia, eta beste aldetik, proiektuaren elementu ezberdinetarako aukeratutako materialen analisia.

Aztertutako atal guztien analisisan, aukera egokiena hautatzeko irizpide desberdinak kontuan izan dira. Atal hau ulermena errazteko, osagai bakoitzarentzat, jarraitutako irizpideak balorazio taulen bidez adieraziko dira egindako aukera desberdinak modu apropos batean arrazoituz.

Hasteko, egituraren aukeren analisia aztertuko da. Gero, hurrengo azpiataletan, proiektuaren elementu bakoitzerako aukera ezberdinen analisia egingo da, aukera ezberdinen deskribapena eginez eta bakoitzak eskaintzen dituen abantailak eta desabantailak aztertuz.

Amaitzeko, elementu bakoitzaren aukera desberdinentzat, aurretik aipatutako taulak erabiliz, ezaugarriak aztertuko dira, non 0-tik 10-erako pisua emango zaie ezaugarri ezberdinei, 0 ez aproposa izanez proiektu honetarako eta 10 aproposa izanez, eta ehuneko desberdinak esleituz baloratuko da, horrela aukera egokiena hautatuz.

5.1. EGITURA

Proiektu hau aurrera eraman ahal izateko, aztertu beharreko lehenengo elementua aparkalekuaren egitura izan zen. Kontutan izan behar da, egituraren analisirako, hau bi zatitan banatu zela, egituraren erabakia proiektuaren dimentsioa eta forma definituta egongo delarik. Parking robotizatuek, egitura-konbinazio anitzak izan dezakete aurretik ikusi den moduan eta proiekturako aproposena aukeratzea ez da erreza izan.

Hasteko, aparkalekuaren formarekiko aukerak aztertu ziren. Horrela, parking-arentzako aztertutako bi egitura desberdinak aurkeztuko dira. Alde batetik, estruktura laukizuzena: egitura honetan autoa parking-aren erditik doa, eta autoa mugitzen duen plataforma (robotizatutako eragingailuak + igogailua) bat erabiliz esleitutako lekura eramango da. Kotxea ateratzeko, kontrako prozesua erabiliko litzateke, hau da, bere lekutik plataformara pasatu, eta gero sarrerara eraman. Solairu kopuruaren kontua mesprezatuz, plataforma bakarrik aurrera edo atzera eta eskuma edo ezkerrera mugitu beharko da. 10. irudian ikusi daiteke solairu ugariko laukizuzen egitura duen parking bat, jakinik zutabe bakoitzean errenkada gehiago egon daitezkeela eta ez bakarria irudian aurkezten den moduan.



Irudia. 11. Laukizuzen egituradun parking robotizatua

Beste aldetik, egitura zirkularra aztertu zen. Estructura honetan, autoak uzteko lekuak eraztun bat osatzen dute, erdian lekua hutsik utziz. Erdiko hutsune hori autoak kanporatu/barneratzeko erabiliko den elementua jartzeko erabili daiteke, hala nola beso robotiko bat, elementu bultzatzaile bat...plataforma bat azken batean. Plataforman kokatuta dagoenean, honek autoak esleitutako lekura eramango ditu egin beharreko maniobrak gauzatu. Aparkaleku hauek, laukizuzenak bezala, lurretik gora edo lurrazpian eraiki daitezke. Azaldu berri denez, kotxea bere lekura sartzeko, sarreran autoa erdira sartzen da eta bertan agindu automatizatuen bidez, dagokion lekura eramango da. Ibilgailua lekutik ateratzeko, plataforma robotizatua bere lekura arte mugituko da, kotxea hartuko du eta sarrera arte eramango du. Aipatutako plataforma robotizatua, gora eta behera (solairu kopuruaren arabera) mugitu beharko da solairu bat baino gehiago badago, eta horretaz gain 360º biraketak egiteko gai izan beharko da. 11. Irudian ikus daiteke egitura zirkularra duen parking bat.



Irudia. 12. Egitura zirkularra duen parking robotizatua

Parking zirkularren artean, aipatutako ereduaz aparte, beste aukerak ere eskuragarri daude. Lehen azaldutako kasuan, plataforma kotxea mugitzen duena da parking-a geldi dagoelarik. Eredu honetan, kotxeen lekua erdiko base finko batekiko biratzen du parking-aren sarrera arte. Parking-aren sarreran bi eragingailu ditu, bata zirkuluaren erdian (finko mantentzen dena eta kotxea parking-etik kanporatzeko) eta bestea kanpoan (parking-aren kanpoaldean eta autoak barrura sartzeko). Eredu honetan, aurreko bi kasuen plataforma desagerrarazten da egitura sinplifikatuz, parking osoa biratzea sinplea izan daiteke, baina karga handia jasotzen duen eredu da.

Behin parking-aren egitura nagusiak aztertu direnean, ezinbestekoa da aparkalekuaren dimentsioak aztertzea. Dimentsioa, parking-aren kapazitatearekin lotuta dago, hau da, parking handiago batekin auto kopuru altuagoa sartuko da. Gai honekiko, hiru alternatiba ezberdin aztertu dira.

- **Tamaina handikoa**, 5 solairu edo gehiago duen aparkaleku robotizatua: aproposa merkataritza guneetarako, hiriko parking publiko batentzako...

- **Tamaina ertainekoa**, 2, 3, edo 4 solairuko aparkaleku robotizatua: aproposa enpresa handi baten langileentzako, garatutako herri txiki batentzako...
- **Tamaina txikikoa**, solairu bakarrekota: aproposa auzokide komunitate batentzako, leku falta balego, arlo pribatu batentzako gehien bat...

Egitura aukeratzeko, alde batetik, proiektuan eraikiko den maketa kontutan izan da, izan ere, agertu ahal diren arazo mekanikoak ahalik eta gehien murriztu behar direlako. Hori kontutan izanda, tamaina txikiko aparkalekua egitea erabaki zen, hau da, solairu bakarrekota, honek egin beharreko mugimenduak bi dimentsiotara sinplifikatuz. Hurrengo ponderazio taulan, Taula1. 3 irizpide ezberdin kontuan izan dira, mekanika (mugimenduak mekanikoki eragiteko erraztasuna), dimentsioa (parking osoaren tamaina) eta leku kopurua.

IRIZPIDEA	GARRANTZIA	LAUKIZUZENA	ZIRKULARRA BESO BIRAKARIA	ZIRKULARRA PARKING BIRAKARIA
Mekanika	50%	2	6	9
Dimentsioa	20%	5	6	7
Leku kopurua	30%	6	8	8
Guztira	100% (30 puntutik)	13	20	24

Taula 1. Egitura aukeratzeko ponderazio taula

1. Taula horretan laburbildutako emaitzen arabera, aukeratutako alternatiba, egitura zirkularra parking birakariarekin izan da, mugimendu mekanikoak eragiteko aproposena delako batez ere.

5.2. MIKROKONTROLAGAILUA

Proiektu honen atal garrantzitsuenetariko bat mikrokontrolagailua da, proiektuaren burmuina izango delako. Mikrokontrolagailua, sarrera-irteerak eta memoriak baliatuz sistemaren funtzionamendua kudeatuko duen elementua da. Programazio egoki batean oinarrituz, mikrokontrolagailuak jakin beharko du, erabiltzaileak kontsigna sartzean (behatza) zein lekura esleituta dagoen eta ondoren, memoriak baliatuz, libre edo okupatuta dagoen parking-a. Behin datu horiek kudeatutak mikroak irteera ezberdinak emango ditu eginbeharraren arabera (eragingailuak luzatu, parking-a biratu...).

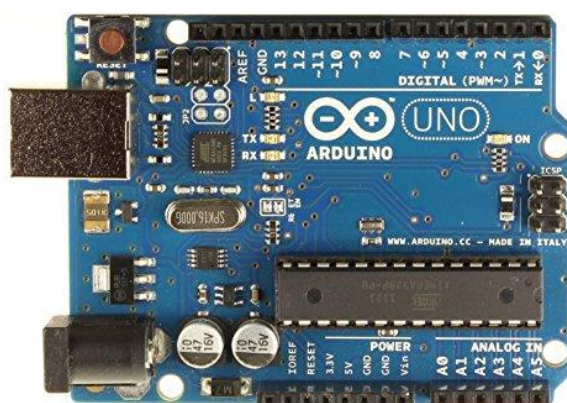
Merkatuan, aukera anitz daude mikrokontrolagailu aproposa aukeratzeko, baina aipatu denez, ezaugarri zehatz batzuk beharrezkoak dira proiektu honen funtzionamendu egokia bermatzeko:

- I/O pin kopuru minimo bat, bai digitalak zein analogikoa.
- Lan tentsioa eta sarrera tentsioa tarte batzuetan mantentzea
- DC korrontearen balioa I/O pinetan egokia izatea, korrontearen balioa pinetan.
- Memoriaren tamaina.

Ondoren, mikrokontrolagailu egokia aukeratzeko aztertutako hiru alternatiba ezberdinak aurkezten dira:

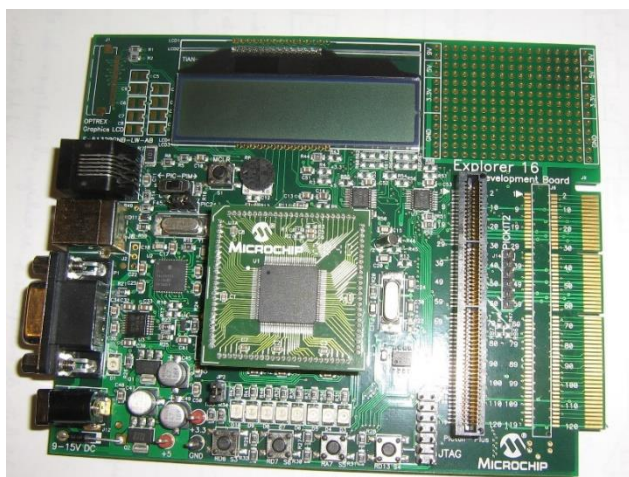
- **Arduino UNO:** Arduinoren plakarik ezagunena da. Atmel-en 8 biteko, 16MHz-ko maiztasunean eta 5V-etan lan egiten duen ATmega328 mikrokontrolagailuan oinarrituta dago. 32KB-eko flash

memoria, SRAM 2KB eta 1KB EEPROM. Irteerak tentsio handiagoetan lan egin dezakete 6 eta 20 V artean, baina gomendagarriena 7 eta 12 V artean lan egitea da. 14 pin digital ditu, horietatik 6 PWM moduan lan egin dezakete, eta 6 pin analogiko. Pin hauek 40mA-rainoko korrante maximoarekin lan egin dezakete. Memoria aldetik, plaka nahiko mugatua da, hala ere, proiektu hau eta antzeko proiektuetarako nahikoa da [7].



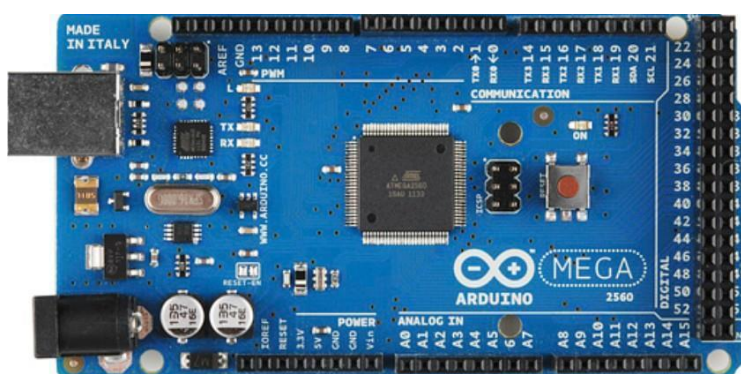
Irudia. 13. Arduino UNO mikrokontrolagailua

- **PIC24FJ128GA010:** Explorer 16 txartelan integratuta, Microchip-
ren PIC24 familiako prozesagailua da. 16 biteko arkitektura du eta
memoriari dagokionez, 8KB SRAM eta 128KB flash memoria. Plakak
hainbat ezaugarri on ditu, Oszilagailu nagusi bi aukeran konputazio
abiadura ezberdinak lortzeko, energia aurrezteko moduak, PWM
gauzatzeko modulu zehatza... 2 eta 3,6V arteko tentsioan lan egiten
du. Pin-ei dagokionez ahalmen handia eskaintzen du 100 pin-ekin [8].



Irudia. 14. PIC24FJ128GA010 mikrokontrolagailua Explorer 16 txartelan

- **Arduino MEGA:** ATmega2560 mikrokontrolagailuan oinarritutako plaka da. 16MHz-eko maiztasunean eta 5V-eko tentsioarekin lan egiten du. Aipatutako Arduino Uno baino hobea dela esan daiteke: 8 biteko mikrokontrolagailua, 8KB-eko SRAM memoria, 4KB EEPROM eta 256KB flash memoria. 54 pin digital (horietatik 15 PWM ahalbidetzen dute) eta 16 pin analogiko. Plaka hau gomendagarriagoa izango litzateke pin kopuru eta potentzia gehiago behar izatekotan [9].



Irudia. 15. Arduino MEGA mikrokontrolagailua

Ondoren aurkezten den ponderazio taulan, Taula2-n, aurretik aipatu bezala, hiru alternatiben konparaketa ematen da, hau kontutan izanda aukera aproposena hautatu ahal izateko:

IRIZPIDEA	GARRANTZIA	Arduino UNO	PIC24FJ128GA010	Arduino MEGA
I/O kopurua	20%	6	8	7
Prezioa	30%	9	5	6
Memoria	30%	7	9	8
Programazioa	20%	9	7	9
Guztira	100% (40 puntutik)	31	29	30

Taula 2. Mikrokontrolagailua aukeratzeko ponderazio taula

2. Taula horretan laburbildutako emaitzen arabera aukeratutako mikrokontrolagailua Arduino Uno izan da, beste aukerak proiektu hau gauzatzeko aproposak baziren ere, prezio aldetik Arduino Uno-k ez dauka lehiakiderik.

5.3. PAUSUZ-PAUSUKO MOTOREA

Proiektu honetan, mugimendu birakaria eragiteko erabiliko den elementua pausuz-pausuko motorea izango da. Honi itsatsita engranaje bat egongo da, eta engranaje horrek parking osoari motorearen mugimendu birakaria transmitituko dio. Geroago sakonduko denez, neurtu beharko da pausuz-pausuko motorearen bira bat zenbat biraraziko duen parking osoa.

Pausuz-pausuko motorea, inpultsu elektrikoak desplazamendu angeluar diskretuetan bihurtzen duen gailu elektromekanikoa da. Bere funtzionamendua mikrokontrolagailuaren bidez kudeatuko da bere mugimenduak programatuko direlarik. Proiektu honetan garatutako sisteman, zirkunferentzia batean 8 leku izan nahiko direnez, leku bakoitza 45° -ko tartea okupatuko du.

Motore hau, engranaje batera egongo da lotuta, engranaje horren bira motorearen birarekiko proportzionala izanez. Engranaje hori, egituraren beste engranaje batera lotuta egongo da, parking osoaren bira gauzatu ahal izateko. Horretarako, bi engranaje horien arteko eskala kalkulatu beharko da, proportzionaltasuna mantentzeko, eta 45° -ko mugimenduak egiteko leku batetik bestera pasatzeko.

Merkatuan, hainbat aukera desberdin daude pausuz-pausuko motorea aukeratzeko. Proiektu honetarako, ezaugarri zehatz batzuk behar direnez, merkatuko 3 motore aztertu dira ezaugarrien ezberdin arabera: Tentsio nominala, eragindako indarra, doitasuna (graduak), prezioa eta abar.

- **Nema 17:** Pausuz-pausuko motore bipolarra da. Pausu bakoitzarekiko 1.8° ditu, hau da, bira oso baten 200 pausu ditu. Tentsio nominala 4 voltetkoa da eta bobina bakoitzaren korronea 1.2 ampere-tara heldu daiteke. 42,3x48 mm-ko tamaina du ardatza kontuan izan gabe. Eragin dezaken indarra, hau da, torkea, 3,2kg/cm-koa da [10].



Irudia. 16. Nema 17 pausuz-pausuko motorea

- **28BYJ-48:** Pausuz-pausuko motore unipolarra da. Motore honek, bira oso baten 64 pausu ditu, orduan pausu bakoitzarekiko $5,625^\circ$ izango ditu. Tentsio nominala 5 eta 12 volt artekoa da eta kontsumitutako korronea 55mA-koa. 35x31x11 mm-ko tamaina du. Motore honen torkea, 0,34kg/cm-koa da [11].



Irudia. 17. 28BYJ-48 pausuz-pausuko motorea

- **Nema 23:** Bi faseko motore bipolarra da. Bira oso baten 200 pausu ditu, hau da, pausu bakoitza $1,8^\circ$ -koa da. Lan tentsioa 3,2 V-ekoa eta fase bakoitzare intentsitatea 2 A-koa. 56,4x56 mm-ko tamaina du ardatza kontuan izan gabe. Torkea, 125 oz/in-ekoa da, hau da, 9kg/cm-ko indarra eragin dezake [12].



Irudia. 18. Nema 23 pausuz-pausuko motorea

Ondoren aurkezten den ponderazio taulan, Taula 3-n, aurretik aipatu bezala, hiru alternatiben konparaketa ematen da, hau kontutan izanda aukera aproposena hautatu ahal izateko.

IRIZPIDEA	GARRANTZIA	Nema 17	28BYJ-48	Nema 23
Torquea	20%	7	4	9
Prezioa	15%	7	10	5
Tamaina	20%	7	8	6
Doitasuna	30%	8	6	8
Lan Tentsioa	15%	7	7	7
Guztira	100% (50 puntutik)	36	35	35

Taula 3. Pausuz-pausuko motorea aukeratzeko ponderazio taula

3. Taula horretan laburbildutako emaitzen arabera, aukeratutako pausuz-pausuko motorea Nema 17 izan da, beste bi aukerekin kontrajarriz, doitasun altua duelako, eta proiektu hau egiteko faktore erabakigarria izan da.

5.4. ERAGINGAILU LINEALAK

Proiektu honetan, eragingailu linealak autoa bere lekura sartzeko edo bere lekutik ateratzeko erabiliko dira eta bere funtzionamendua mikrokontrolagailuaren bidez kudeatuko da.

Eragingailu linealak, lerro zuzen batean mugimendua egiten duen eragingailuak dira, motore elektriko konbentzional baten mugimendu zirkularrarekin kontrajarriz.

Sistemaren funtzionamendu orokorra aurkeztu denean azaldu den bezala, eragingailu bat egituraren erdian kokatuta egongo da, biratuko ez duen leku finkoan, horrela kotxeak dauden lekutik kanporatuko ditu. Beste eragingailua, kanpoaldean egongo da, kotxea parking-aren barrura sartzeko. Horregatik, eragingailua aukeratzeko tamaina maximo bat errespetatu beharko da, bestela erdiko eragingailua ez da sartuko dagokion lekuan.

Merkatuan aukera asko daude eragingailu aproposa hautatzeko, ezaugarri garrantzitsuena tamaina izango bada ere, beste hainbat ezaugarri ere aztertu behar dira, hala nola: eragingailua luzatzen den distantzia, tentsio nominala, prezioa eta abar. Ondoren, kontutan hartu diren hiru alternatiba nagusiak aztertzen dira:

- **Portescap eragingailu lineala (26DBM20B2U-L):** Pausuz-pausuko eragingailu lineala da. Tamaina txikikoa eta 48 mm-ko ibilbidea du. Lan tentsioa 12 V-ekoa da eta 8,9N-ko karga maximoa jasan dezake [13].



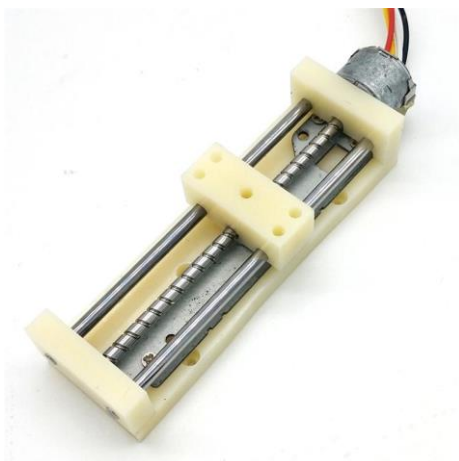
Irudia. 19. Portescap eragingailu lineala

- **BangGood eragingailu lineala (2 pulgadetako):** BangGood web orrialdearen eragingailu linealen serie-koa (2-16 pulgada arteko tamainetakoak). Lan tentsioa 12 V-ekoa da eta 900 N-eko karga maximoa jasan dezake. 2 pulgadetako eragingailu honek, 50mm-ko ibilbidea du [14].



Irudia. 20. BangGood-en eragingailu lineala

- Stepper motor lineal slider:** Pausuz-pausko teknologiaz baliatzen den eragingailu lineala. 5,6 V-eko tentsiopean lan egiten du, eta 43 N-eko karga maximoa jasan dezake. 100 mm baino gutxiagoko tamaina du eta 50 mm baino gehiagoko ibilbidea du [15].



Irudia. 21. Stepper motor lineal slider eragingailu lineala

Ondoren aurkezten den ponderazio taulan, Taula 4-n, aurretik aipatu bezala, hiru alternatiben konparaketa ematen da, hau kontutan izanda aukera aproposena hautatu ahal izateko:

IRIZPIDEA	GARRANTZIA	Portescap	Stepper motor lineal slider	BangGood
Tamaina	30%	9	7	6
Prezioa	20%	5	8	7
Ibilbidea	25%	7	7	7
Karga maximoa	15%	5	7	8
Lan Tentsioa	10%	7	7	7
Guztira	100% (50 puntutik)	33	36	35

Taula 4. Eragingailu lineala aukeratzeko ponderazio taula

4. Taula horretan laburbildutako emaitzen arabera, aukeratutako eragingailu lineala Stepper motor lineal slider izan da.

5.5. ERABILTZAILE IDENTIFIKAZIO SISTEMA

Sistemak erabiltzaile desberdinak identifikatzeko eta erabiltzaileak sisteman eragiteko aukerak hainbat ziren hasiera baten. Hasiera batean, pentsatu zen erabiltzaileak teklatu matrizial batekin eragiteak sisteman edota sakagailu sinpleen bidezko funtzionamendua ere aztertu zen, baina proiektua bereizgarria izateko nahian eta ikaslearentzat berria zen elementu baten ezagutzan sakontzeko helburuarekin, hatz-aztarna sentsorea erabiltzea erabaki zen azkenean.

Esan bezala, hatz-aztarna sentsorearen bidez, erabiltzaileak sisteman eragin ahal izango du. Erabiltzaileak atzamarra ipintzean sentsorean, mikrokontrolagailuak gordeta duen datu basean informazioa aztertuko du, eta jakingo du zein lekura esleituta dagoen erabiltzailearen autoa, gero mikroaren memoriak baliatuz, kotxea atera edo sartu behar den kudeatuko du.

Merkatuari begira, hainbat aukera ezberdin daude, eta guztiak proiektu honetarako beharrezkoak diren espezifikazioak betetzen dituzte. Hala ere, 3 hurrengo aukera aztertu dira ezaugarri ezberdinen arabera (Lan tentsioa, Interfaze-a, biltegitratzea, prezioa...). Ondoren 3 alternatiba nagusiak aztertzen dira:

- Grove Fingerprint Sensor (SeeedTechnologies, 101020057):** Sentsore honek 3,6 eta 6 V artean lan egiten du, 120mA-ko korrontearekin. 162 hatz-aztarna ezberdin biltegitatu dezake, eta lagin bakoitza jasotzeko denbora segundo batekoa da. TTL serial interfaze-arekin [16].



Irudia. 22. Grove Fingerprint Sensor

- AS608 Hatz-aztarna sentsorea (Lualtec, LA061706):** Sentsore honek 3,8 eta 7 V arteko elikaduran lan egiten du, 65mA baino gutxiago korrontearekin. 164 hatz-aztarna ezberdin biltegitatu dezake, eta lagin bakoitza jasotzeko segundo bat baino gutxiago behar du. Interfaze-arekiko, UART erabiltzen du, TTL maila logikoarekin [17].



Irudia. 23. AS608 Hatz-aztarna sentsorea

- **GT-511C1R:** 3,3-6 V-etan lan egiten du, 130 mA-ko korrante-tik behera. 20 lagin ezberdin gorde ditzake, eta identifikazio denbora segundo eta erdi bat baino gutxiagokoa da. Interfaze-arekiko, USB 1.1 eta UART (9600 baud) ditu [18].



Irudia. 24. GT-511C1R hatz aztarna sentsorea

Ondoren aurkezten den ponderazio taulan, Taula 5-n, aurretik aipatu bezala, hiru alternatiben konparaketa ematen da, hau kontutan izanda aukera aproposena hautatu ahal izateko:

IRIZPIDEA	GARRANTZIA	Grove	AS608	GT-511C1R
Interfaze-a	35%	7	7	7
Prezioa	40%	5	7	9
Biltegiraketa	25%	6	7	7
Lan Tentsioa	10%	7	7	7
Guztira	100% (40 puntutik)	25	28	30

Taula 5. Hatz-aztarna sentsorea aukeratzeko ponderazio taula

5. Taula horretan laburbildutako emaitzen arabera, aukeratutako hatz-aztarna sentsorea GT-511C1R izan da, besteekin kontrajarriz hobeagoa delako eta unibertsitatean eskuragarri dagoelako.

6. PROPOSATUTAKO IRTENBIDEAREN DESKRIBAPENA. DISEINUA

Aurreko atalean egindako aukeren analisia eta hartutako erabakiak kontutan izanda, atal honetan, proiektu hau aurrera eraman ahal izateko aukeratu diren elementu desberdinak modu zehatzago batean azalduko da. Hau da, azkenean sistema osatzeko eta eraikitzeko aukeratu diren elementu desberdinak sakontasun handiagorekin deskribatuko dira, bakoitzaren funtzionamendua eta zereginak zehaztuz.

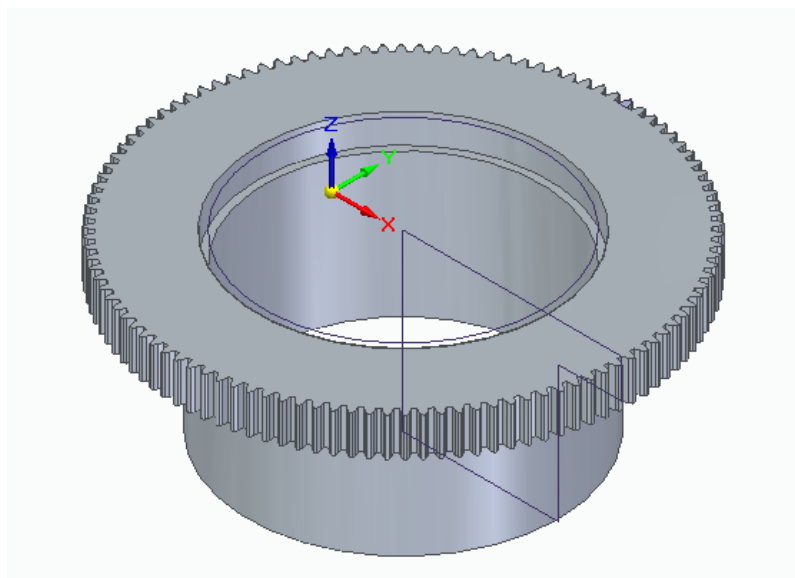
6.1. EGITURA

Parking-aren egitura bere tamaina, biltegitzeko auto kopurua eta funtzionamendua definituta dator. Proiektu honetan autoak biltegitzea da egituraren lehenengo eginkizuna, baina autoak parking-etik kanporatu eta parking-era sartu ahal izateko egitura aproposa aukeratu behar izan da.

Proiektu honetan, egitura zirkularra duen solairu bakarreko parking birakaria gauzatuko da, biraketak parking-a berak egiten duelarik eta ez autoak. Horrela, eraztun oso batean, 8 parking leku daude 8 auto-erabiltzaile ezberdinetarako (45° leku bakoitza). Sistemaren funtzionamendu egokia bermatzeko, eraztunaren lehenengo aparkalekua sarreraren aurrean kokatzea erabaki zen. Modu horretan, adibidez sartu edo aterako den kotxea 1. lekukoa bada, eraztunak ez du biratu behar, beste 7 lekuentzako aldiz, eraztuna biratuko du dagokion lekua sarreraren aurrean jarri arte.

Aukeratutako egitura eraiki ahal izateko, 3D inprimagailuarekin parking robotizatuaren egitura finkoa eta birakaria osatuko duten 7 (6 egiturarentzako eta pieza txiki bat eragingailuetan, bultzatu ahal izateko) pieza inprimatu ziren. Ondoren 7 pieza horiek eta bere eginkizunak deskribatuko dira:

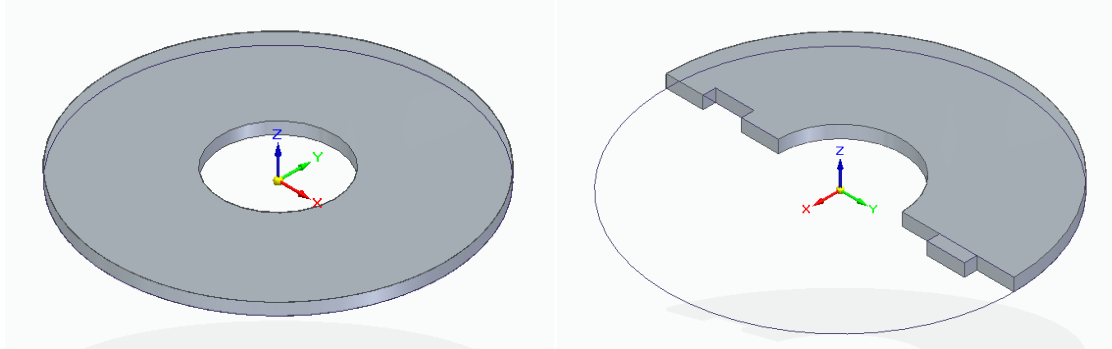
- **Birakaria:** Pieza honek parking osoa biraraziko duena izango da. Zirkunferentziaren ertz osoan zehar hortzak daude, engranaje baten bidez, pausuz-pausuko motorearen mugimendua transmititzeko parking-ari. Beheko partean, errodamendu batzuk eramango ditu, zoruarekin marruskadura murrizteko eta biraketa ahalbidetzeko.



Irudia. 25. “Birakari” pieza

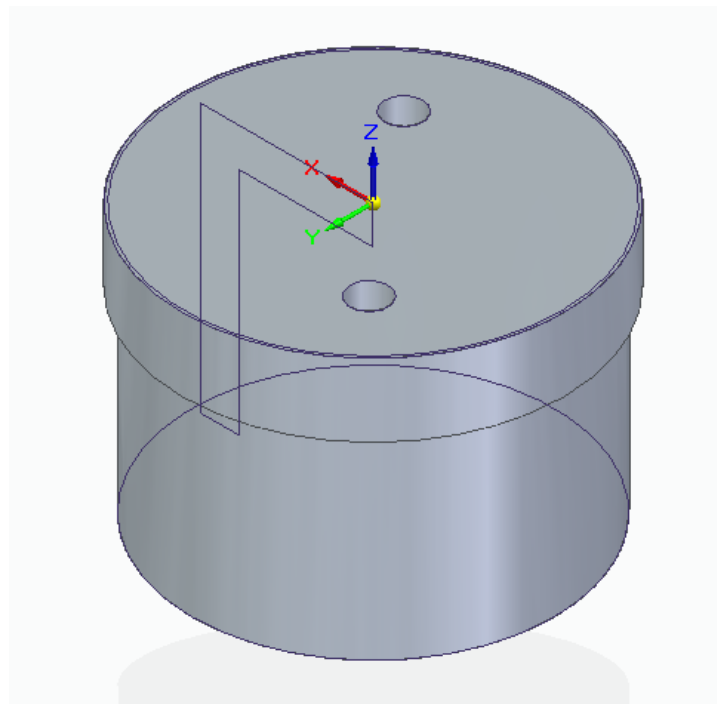
- **Diskoa:** Pieza hau, birakariaren gainean muntatuko da autoak gordetzeko beharrezkoa den zabalera emanaz parking-ari, parking guneentzako lekua izateko. Pieza honen dimentsioak, 3D inprimagailuak inprimatu dezaken pieza tamaina gainditzen dituenek, bi pieza ezberdinetan zatitu behar izan zen (disco erdiak), 26. irudian ikusten den bezala. Gainera, erdiak behin inprimatuak

disco osoa osatu ahal izateko, “cola de milano” mekanismoa ipini da, piezak itsasterakoan finko mantentzeko.



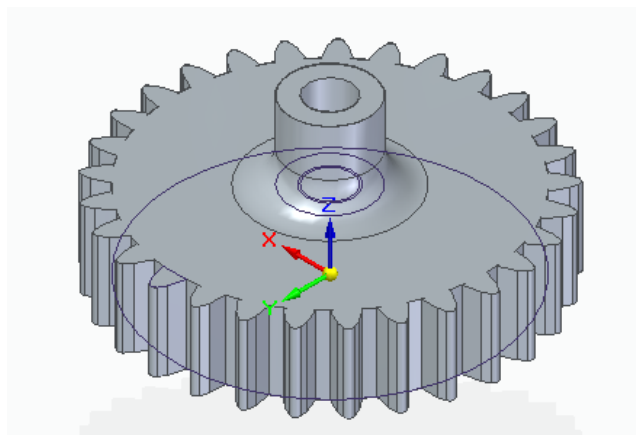
Irudia. 26. Diskoa eta disko-erdia(x2)

- **Erdikoa:** Pieza hau, erdian doa, “birakari” piezaren barnean eta finko egongo da. Bertan, autoak kanporatzeko eragingailua egongo da. 27. irudian ikusten denez, eragingailuaren kableak pasatzeko zulo txiki batzuk ditu.



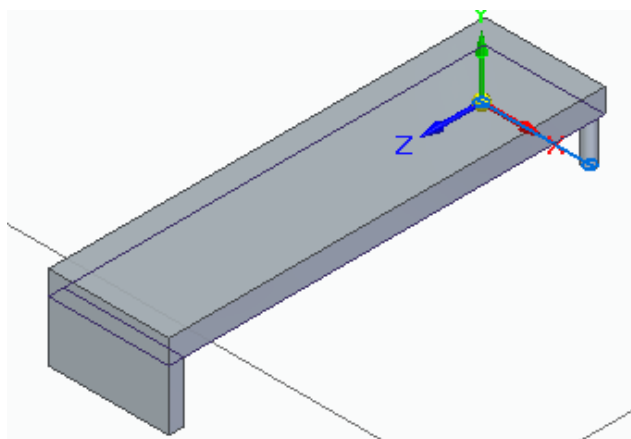
Irudia. 27. “Erdikoa” pieza

- Engranajea:** Pieza honek, pausuz-pausuko motoretik mugimendua transmitituko du “birakari” piezari, horrela parking osoari mugimendua eraginez. 28.Irudian ikusten denez, pausuz-pausuko motorean eusteko mekanismoa jarri da eta honi txafan txiki bat gehitu zaio.



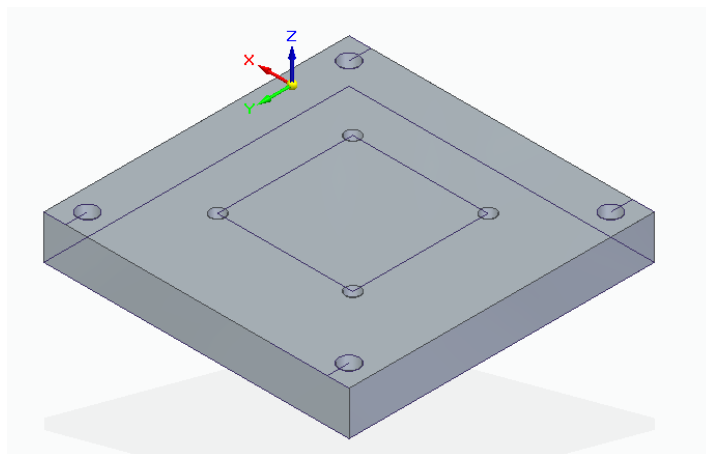
Irudia. 28. Engranajea

- Eragingailuaren bultzada ahalbidetzeko pieza (x2):** Pieza hauek, eragingailu lineal bakoitzean kokatuak egongo dira, autoak kanporatzeko edota barnerratzeko bultzada emanaz.



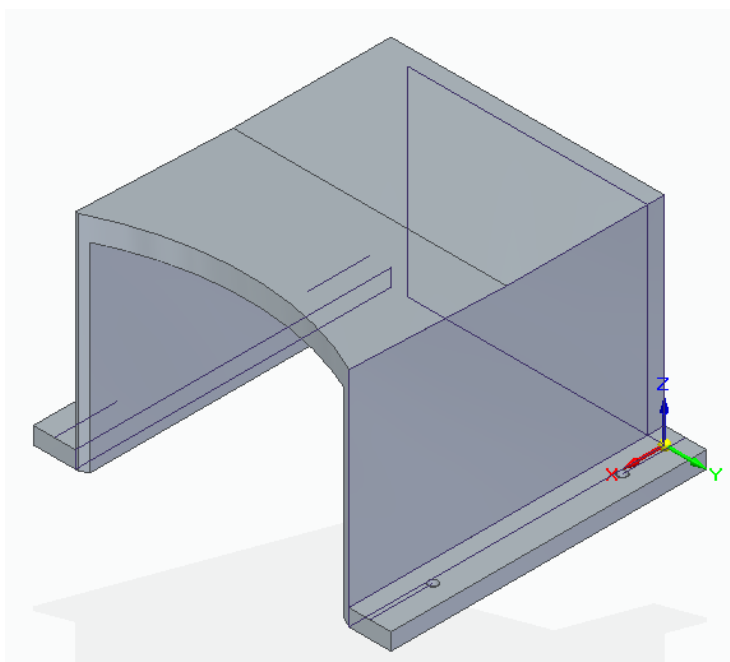
Irudia. 29. Bultzada ahalbidetzeko pieza

- **Pausuz-pausuko motorea eusteko euskarria:** Pieza honek pausuz-pausuko motorea egurrezko baseari finkatuta mantenduko du. Ertzetan dauden zuloak, egurrezko basean finkatu ahal izateko dira eta erdirago daudenak aldiz motorraren torlojuentzako.



Irudia. 30. Pausuz-pausuko motorea eusteko pieza

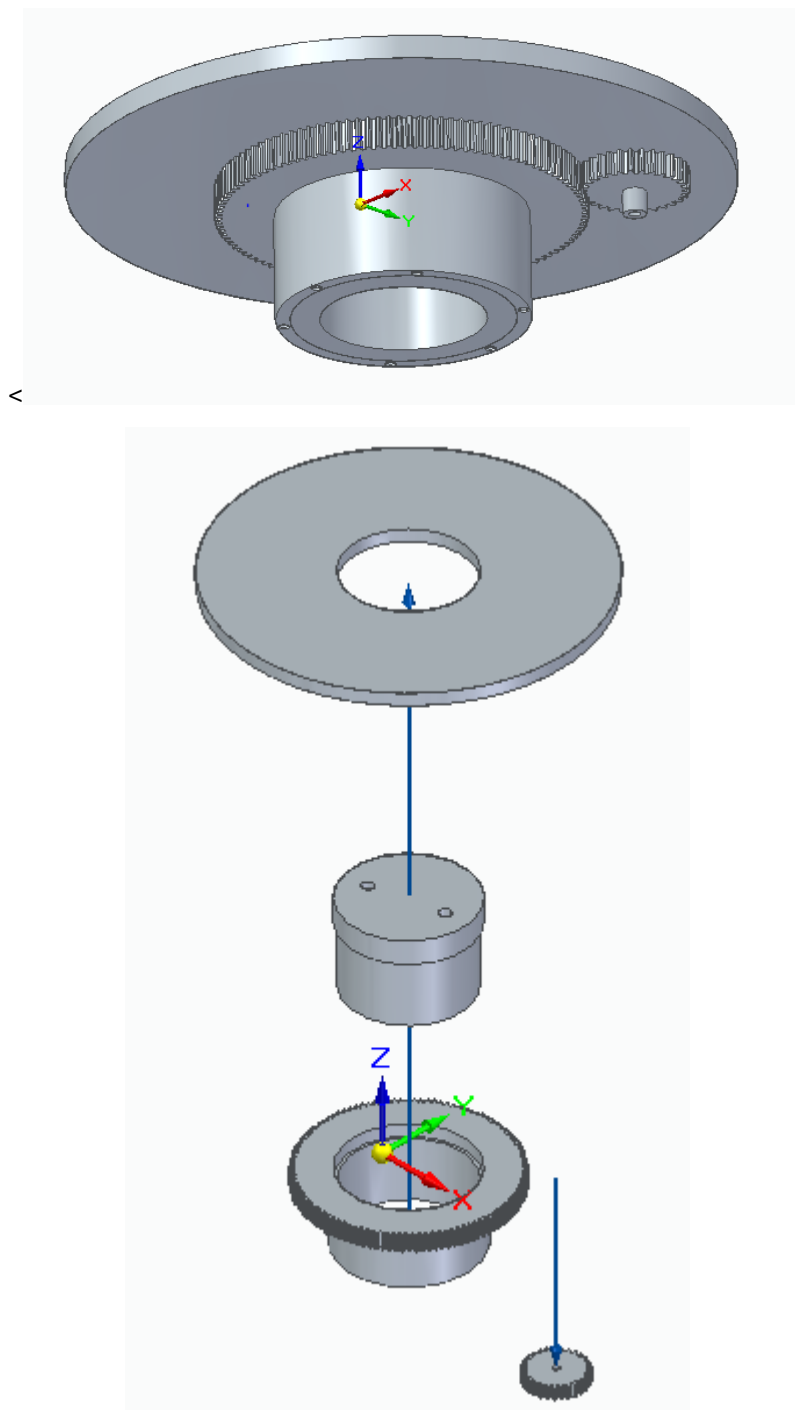
- **Kanpoko eragingailua eusteko egitura:** Pieza honek egitura nagusitik kanpo dagoen eragingailu lineala eusteko erabiliko da. Erdetik hutsik dago, sistemaren beste elementuak estali ahal izateko. Eragingailuarentzako atal lau bat dauka eta gero malda txiki bat jarri da autoen kanporaketa ahalbidetzeko. Alboetan, zuloak jarri dira egitura egurrezko basean finkatu ahal izateko.



Irudia. 31. Kanpoko eragingailua eusteko pieza

Ondoren, aipatutako egitura nagusiaren pieza guztiak (lehenengo 4-ak) batutak ikusteko, Solid Edge software-arekin, pieza osatzen duten egituraren multzoa osatu da, azkenengo itxura aurreikusteko. Multzoaz aparte, multzo osoa explosionatuta ere 32. Irudian ikusten da.

Egiturari buruzko atal honekin bukatzeko, aipatu beharra dago aurretik azaldutako piezak ez direla zoruan egongo, baizik eta egurrez eraikitako oinarri batean. Erdiko pieza eta birakari piezak, mahai txiki baten antzekoa den elementu batean muntatuko dira, sistema osatzen duten elementuak beharrezko altuera izan dezaten eta pasuz-pausuko motorrarekin arazorik gabe konektatu ahal izateko.



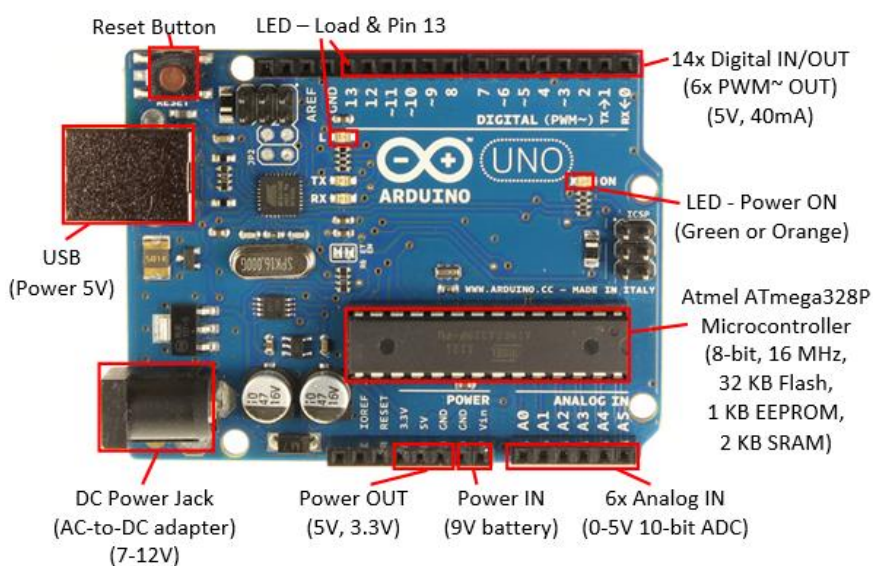
Irudia. 32. Egituraren multzoa eta egitura explosionatuta

6.2. MIKROKONTROLAGAILUA

Aukeren analisia atalean azaldu bezala, mikrokontrolagailua edozein sistema elektronikoan, burmuin baten antzeko jokaera izaten du, sistemaren funtzionamendu egokiaz arduratuz. Mikrokontrolagailuak edozein motatako prozesamendu edo konputazio egiteko diseinatutako dispositiboak elektronikoak dira. Mikrokontrolagailuak hainbat baliabide ezberdinez osatuta daude, proiektu honetarako garrantzi handien duten baliabide nagusi horiek hurrengoak dira [5]: CPU-a, Memoria eta I/O atakak:

- **CPU (Central Processing Unit):** Ordenagailu eta edonolako gailu programagarrien hardware-a da. Instrukzioak exekutatzeko bloke funtzionala da, instrukzio horiek exekutatzeko, operazio logikoetaz, aritmetikoetaz eta sarrera-irteeretatik baliatzen da. CPU-ak, hainbat modulu ditu: Erregistro matrizeak, ALU (Aritmetic Logic Unit), kontrol unitatea, eta abar.
- **Memoria:** Informazioa biltegitzeko osagaiak dira. Bi motako informazioak gorde dezake: programak (edo instrukzio-multzoak) eta datuak, memoria bakoitzak kokapen fisiko ezberdinetan daudelarik. Alde batetik, programa memoria, normalean ROM-a (Read Only Memory) da, eta aurretik aipatu denez, instrukzio jokoak gordetzeko erabiltzen da. ROM-ak ez dira hegazkorrak, hau da, elikadura kentzean, ez du informaziorik galtzen. Beste aldetik, datu-memoriari arituz, ohikoena RAM (Random Access Memory) memoria mota da. RAM-ak, informazio kantitate handiak biltegitzeko ahalmena du, baina behin elikadura kentzean, informazioa galtzen da.

12 V artean lan egitea da. 14 pin digital ditu, horietatik 6 PWM moduan lan egin dezakete, eta 6 pin analogiko. Pin hauek 40mA-rainoko korrante maximoarekin lan egin dezakete. Memoria aldetik, plaka nahiko mugatua da, 32KB-eko flash memoria, SRAM 2KB eta 1KB EEPROM ditu. Hala ere, proiektu hau eta antzeko proiektuetarako nahikoa da [7].



Irudia. 34. Arduino UNO-ren osagaiak

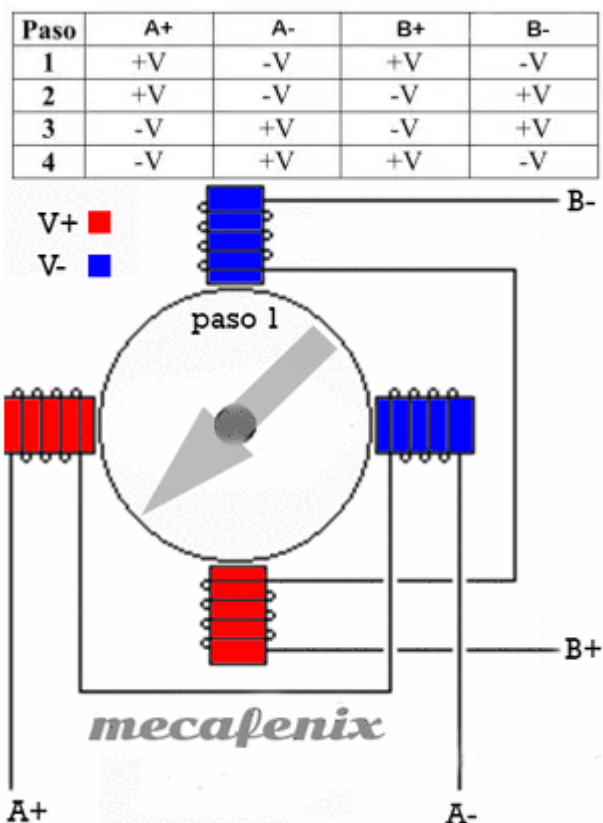
Aipatutako elementuez gain, beste hainbat baliabide ditu Arduino UNO-k: Alde batetik, serie komunikazio sinkronoak (SPI, I2C) gauzatzeko pin bereziak ditu. Beste aldetik, 10 biteko ADC bihurgailu integratua du.

6.3. PAUSUZ-PAUSUKO MOTOREA

Pausuz-pausuko motorea, inpultsu elektrikoak desplazamendu angeluar diskretu baten bihurtzen dituen gailu elektromekanikoa da. Hau da, inpultsu baten ostean, x gradu bira dezake bere kontrol sarreren arabera. Bere

funtzionamendu printzipioa [6], estatore eta errotore batekin gauzatzen da. Hainbat harilez estalitako material ferromagnetiko bat estatorea da eta errotoreak bere inguru aske biratzen du. Haril ezberdin hauek elikatuz, desplazamendu angeluar jakin bat egiten da, elikatutako harilaren arabera.

Proiektu honetan, pausuz-pausuko motorea egitura osoari mugimendua eragingo dion elementua da. Gailu hau aproposa da proiektu honetarako mugimendu oso zehatzak lortzen direlako, 1,8^o-ko eta 90^o-ko arteko pausuk eman ditzake, pultsu bakar batekin. Aurretik aipatu den bezala, kasu honetan, 45^o-ko desplazamenduak egin behar dira eta hori pausuz-pausuko motore batekin lortu daiteke, izan ere, proiektu honetan, mugimendua “engranaje” piezen bidez transmitituko da.

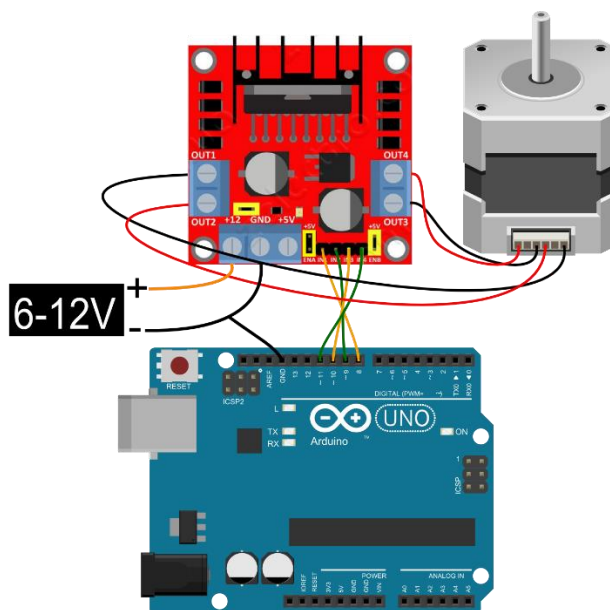


Irudia. 35. Pausuz-pausuko motore baten harilak eta elikatzeko modua

Engranaje horien erabilera dela eta, pausuz-pausuko motoreak egin beharreko mugimenduak ez dira 45^o-koak izan behar. Horretarako, aurretik eskala bat definitu behar da, motoreak zenbat bira egin behar dituen jakiteko zenbat bira egingo beharko dituen motoreak parking-ak bira oso bat betetzeko: engranajeak 29 hertz ditu, eta parking-a birarazten duen pieza 110 hertz. Orduan, parking osoaren bira bat gauzatzeko, pausuz-pausuko motorea (engranajearekin) 3,8 bira egin behar ditu. Beraz, pausuz-pausuz motoreak leku batetik alboko lekura mugitzeko 0,475 bira eman beharko ditu.

Aurreko atalean ikusi denez, proiektu honetarako Nema 17 pausuz-pausuko motorea erabiliko da, doitasun handia duelako eta baita ere bere tamaina txikiagatik . Nema 17 pausuz-pausuko motore bipolarra da eta pausu bakoitzarekiko 1.8^o ditu ($\pm\%5$ -eko zehaztasunarekin), hau da, bira oso baten 200 pausu ditu. Tentsio nominala 4 voltekoa da eta bobina bakoitzaren korrontea 2 ampere-tara heldu daiteke. 42,3x48 mm-ko tamaina du ardatza kontuan izan gabe. Eragin dezaken indarra, hau da torkea, 3,2kg/cm-koa da.

Nema17-a ez da zuzenean Arduino mikrokontrolagailutik kontrolatuko, baizik eta bitarteko driver baten bidez, hain zuzen L298N. Driver honi esker, erabiltzailea modu erosoago batean kontrolatu ahal izango du motorraren funtzionamendua eta honen mugimenduaren programazioa, izan ere, driverrak harilak behar den unean elikatuko ditu mugimendu espezifikoko bat lortzeko. Hori kontutan izanda, erabiliko den Arduino mikrokontrolagailuarekin driverretik datozen 4 sarrera kudeatuko dira. Hurrengo irudian, 33. irudian, L298N driver-a eta Nema17-ren arteko konexioa agertzen da.



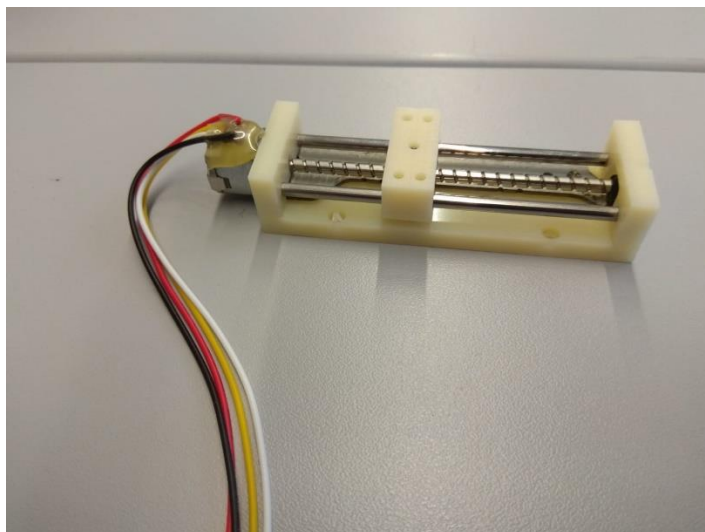
Irudia. 36. Nema 17 eta L298N driverra Arduinorekin

6.4. ERAGINGAILU LINEALA

Eragingailu linealak, motore txiki batez baliatuz, motoreak egiten duen mugimendu birakaria, mugimendu lineala bihurtzen duen gailua da. Hau da, pausuz-pausuko motore batez baliatuz nahi bezain beste luzatu eta batu daiteke, motorean kontrol aproposa eraginez. Pausuz-pausuko motorearen atalean azaldu berri denez, funtzionamendu printzipioa estatore eta errore batekin gauzatzen da. Eragingailu linealaren funtzionamendua, 34. irudian ikusten den bezala, motoreak barra espiralduari biraketa eragiten dio, eta barra honek alboko bi barra sinpleez lagunduta, takoa aurrera eta atzera mugiarazten du.

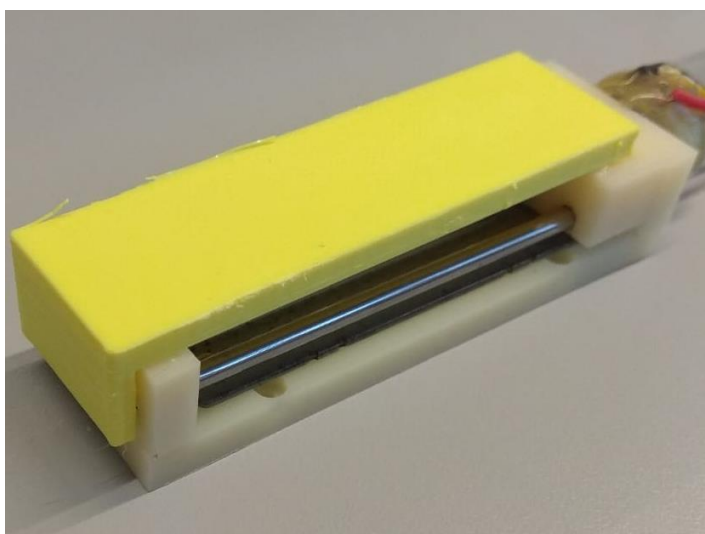
Proiektu honetan, eragingailu linealak autoak bere lekura sartzeko edo bere lekutik ateratzeko erabiliko diren gailuak dira. Aurreko atalean aipatu denez, proiektu honetarako Stepper Slider eragingailu lineala erabiliko da, 34.irudikoa hain zuzen. Stepper Slider honek, pausuz pausuko motore erabiltzen du, 4 harikoa, pausu bakoitzeko 18° mugitzen dena eta 300mm minutuko abiadura

maximoa lortu dezake. 90,74 mm-ko luzera totala du, barra espiralduak 74mm duelarik, hau da, tamaina aproposa proiektu honetarako.



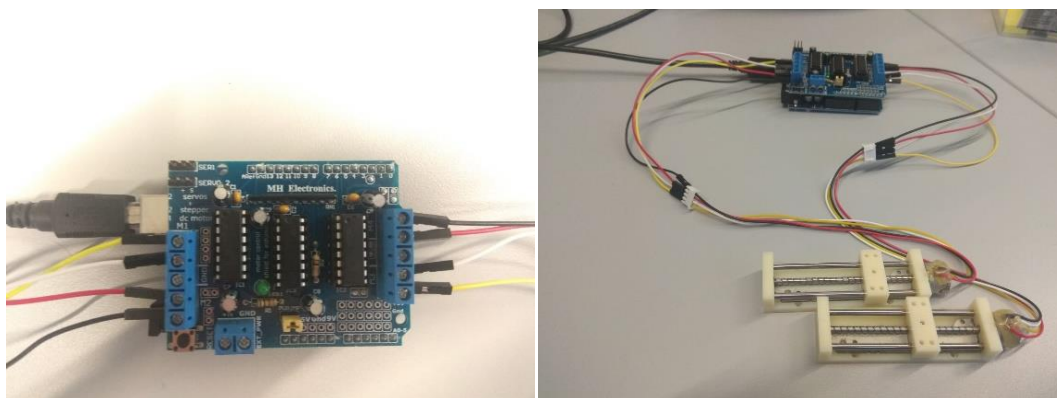
Irudia. 37. Stepper Slider eragingailu lineala

Egitura atalean deskribatu denez, eragingailu lineal bakoitzean, pieza bultzatzaile bat jarri behar izan da, kotxeen kanporaketa edo barneraketa ahalbidetzeko. 35. Irudian ikusi daitekeena.



Irudia. 38. Eragingailu lineala pieza bultzatzailearekin

Eragingailu linealak, proiektu honen atal guztiak bezala, Arduino mikrokontrolagailuarekin kontrolatuko dira. Konkrétuki Arduinorentzako diseinatutako motore-kontrol plaka batekin: AdafruitMotorShield-a. Aipatutako shield-a, 3 serbomotor, 2 pausuz-pausuko motore eta 2 DC motore kontrola dezake. Arduino UNO mikrokontrolagailuarekin bakarrik da bateragarria eta 36.irudian ikusten den bezala, modu sinple batean kableatuz 2 eragingailu linealak kontrola dezake programazio apropos bat gauzatu eta gero.



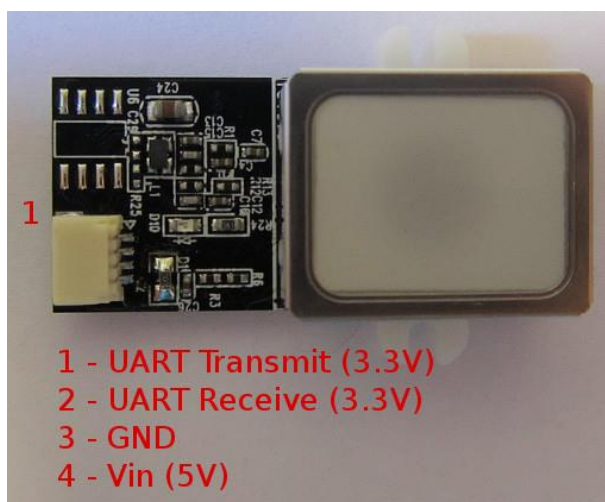
Irudia. 39. AdafruitMotorShield-a eragingailuekin konektatuta

6.5. HATZ-AZTARNA SENTSOREA

Hatz-aztarna sentsorea, sentsore optiko eta CPU txiki batez osatuta dagoen gailua da. Sentsore honek, erabiltzailearen hatz markak gorde eta hauek egiaztatu dezakeen gailua da. Hasteko, programa eta komando aproposak erabiliz (beti Arduinora edo bestelako prozesagailu batera konektatuta). Aztarna berriak sartu daitezke sentsore optikoari esker, horrela, hatzak sentsore optikoan jarritz, eta CPU-ak bere memorian gordeko ditu. Gero, beste programa edo komando ezberdinez baliatuz, eta hatza sentsore optikoan jarritz, hatz-aztarna

sentsorea, jarritako hatza konparatuko du bere memorian zeuden marka ezberdinekin, eta bat datorrenean, marka ona dela adieraziko du.

Proiektu honetan, hatz-aztarna sentsorea erabiltzaileak sistemarekin komunikatu ahal izateko erabiliko den gailua izango da, hau da, erabiltzaile bakoitzak bere hatza sartzerakoan, erabiltzaile horri esleitutako lekuko kotxea parking-etik atera edo parking-era sartzeko gaitasuna emango dio. Aurretik aipatu denez, proiektu hau 8 lekuko parking-a izango da, beraz, aldeztatik sartutako 8 hatz-marka ezberdinetara esleituta egongo dira 8 lekuak.



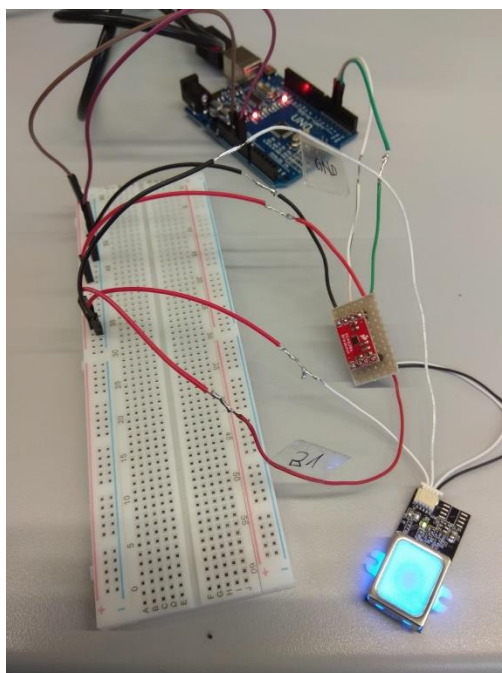
Irudia. 40. GT511C1R sentsorearen pinout-a

Aurreko atalean aipatu denez, proiektu honetan, GT511C1R hatz-aztarna sentsorea erabiliko da. Sentsore honek, ARM Cortex M3 Core CPU txiki eta sentsore optiko eraginkor batez baliatzen da. 20 hatz marka ezberdin gordetzeko ahalmena dauka eta marka bakoitza gordetzeko, sentsore optikoan hatzamarra 3 aldiz jarri behar da. Bere komunikazio interfaze-ak UART (9600bps-ko baud rate-arekin) eta USB 1.1 dira. 37. irudian ikusten den bezala, sentsorearen UART maila logikoa, 3.3 V-etan lan egiten du, beste aldetik, Arduinoren maila logikoa 5 V-etan. Horretarako, maila logikoko bihurtailu bat erabili da.



Irudia. 41. PCA9306 eta bere pinout-a

Hatz-aztarna sentsorea, proiektu honen atal guztiak bezala, Arduino mikrokontrolagailuarekin kontrolatua izango da. Baina aipatu berri denez, maila logiko ezberdinak erabiltzen dute, alde batetik hatz-aztarna sentsoreak 3.3 V-ekoa, eta beste aldetik Arduinok, 5 V-ekoa. Horretarako, PCA9306 maila logikoko bihurgailua erabiliko da, 38. irudikoa hain zuzen. Bihurgailu honek, funtzionamendu sinplea du, hatz-aztarna sentsoretik datozen datu logikoak 3.3 V-etan doaz, bihurgailuak 5 V-eko erreferentzian jarriz (beste tentsio ezberdinetan jarri daiteke erreferentzia), datu logikoak 5 V-etara bihurtuko ditu, horrela Arduinorentzat bateragarria izateko.



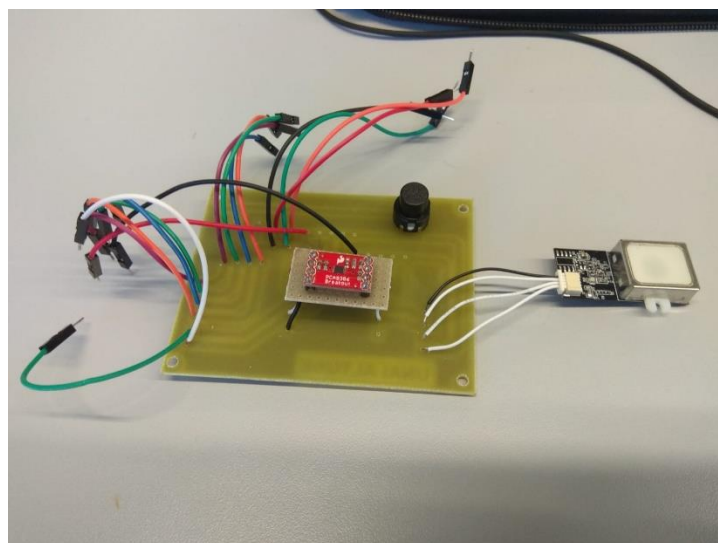
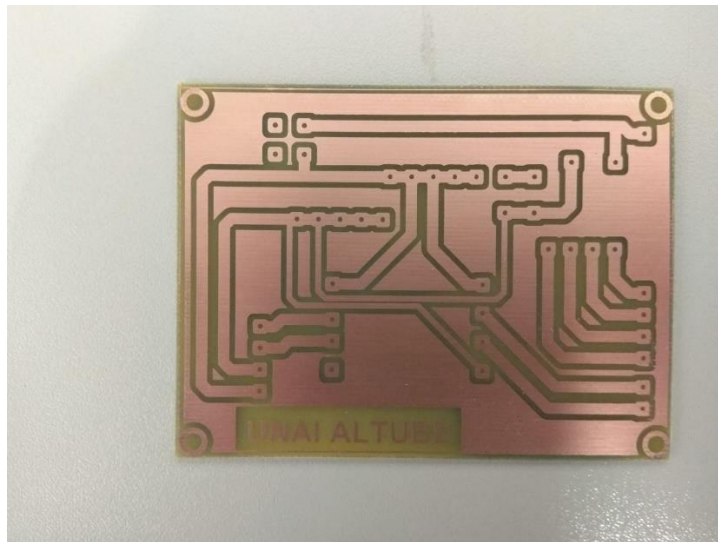
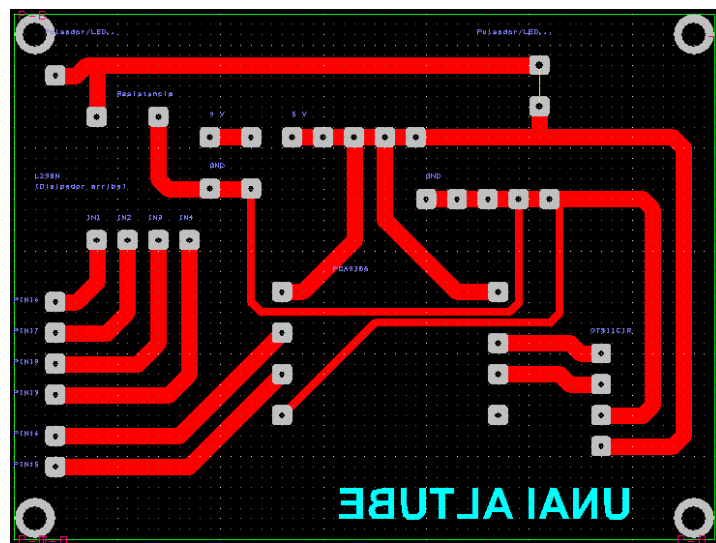
Irudia. 42. Hatz-aztarna sentsorea maila logikoko bihurgailuarekin konektatuta

Atal hau, sistema guztian integratu aurretik, alde aurretiko programazioa gauzatu behar da, konkretuki, programa bat erabiltzaile ezberdinen hatz-aztarnak sartzeko. Behin markak sentsoaren memorian gordeta daudelarik, programa hori ahaztu, eta sisteman integratzeko programa eraiki behar da: sistema pausagunean dago, sentsoak hatz-aztarna bat hartu duela adierazi arte. Momentu horretan, hartutako marka datu basearekin konparatu, eta bat datorren egiaztatu, hurrengo mugimenduak gauzatu ahal izateko.

6.6. PCB

PCB-a, ingelesetik “Printed Circuit Board” dator. Plaka hauetan, material eroale batez osatutako pistak edo busak, base lau ez eroale baten kokatzen dira. Horrela, inprimatutako zirkuitua, elementu ezberdinak konektatzeko erabili daiteke kableak baztertzeko aukera emanez eta diseinatutako sistema hobeto antolatuta, modu garbiago, erosoago eta eraginkorrago batean, egon dadin.

Proiektu honen garapena gauzatzeko, lehendabizi sistema osatzeko beharrezko konexioak protoboard baten bidez egin ziren. Behin sistema osoaren funtzionamendua egiaztatu zenean, maketaren muntaiaren azkeneko faseari ekiterakoan, konexio horiek PCB batean inprimatzeko beharrezko diseinua egin zen DesignSpark software-an erabiliz. Konexio metodo honek sistemaren fidagarritasuna hobetzen du, konexioak eraginkortasun handiagoa izango dutelako. Gainera, sistema itxura aldetik ere hobetuko da, izan ere estetika hobeagoa eta argiagoa izango du. Garatutako PCB-aren diseinua ematen da 40. Irudian sistema errealitatean, fisikoki fabrikatu denean, duen itxura adierazten duen irudi batekin batera.



Irudia. 43. PCB-aren diseinua software bidez, PCB-a behin fabrikatuta & PCB-a elementuekin