



Nyilvános publikáció a projekt eredményeiről

Tervekkel és a működést bemutató ábrákkal

GINOP-2.1.7-15-2016-00708 azonosítószámú, „BLOCK- öntápláló, IOT rendszerű, elektromos működtetésű okoszár prototípusának fejlesztése” című projekthez kapcsolódóan



IGNIS Computer Kft.

2020.02.28.



Összefoglaló

A projekt során kifejlesztettünk egy olyan eszközt, amely megoldást jelenthet az okos záruk azon problémájára, hogy a vezetékes rendszerekre jellemző robosztus működést és a vezeték nélküli záruk könnyű telepíthetőségét összeegyeztessék. A vezetékes okos záruk bonyolult kábelezési problémái komoly gátat jelentenek az elterjedésüknek, pedig igény lenne rájuk az egyre népszerűbbé váló okosotthon (smarthome) piacon. Napjainkban a vezeték nélküli kapcsolódás és kommunikációs technológiák térhódításával az intelligens záruk legfőbb hátránya már nem a telepíthetőségi nehézségek, hanem a rövid élettartamot biztosító energiaellátás valamint a megbízható és biztonságos működés hiánya lett.

A kifejlesztett prototípus zár egy olyan elektromos zárszerkezet, mely energetikailag teljesen önellátó, mivel az alkalmazott korszerű energiagyűjtő (energy harvesting) és ultra-alacsony fogyasztású (pl. Bluetooth Low Energy) technológiák alkalmazásának köszönhetően rendkívül hosszú élettartamot, így gondozásmentes működtetést biztosít amellett, hogy a modern titkosítási eljárásoknak köszönhetően robosztussága nem marad el a vezetékes rendszerekétől. A fejlesztés során számos technológiát megvizsgáltunk és alapos tesztek végeztünk a környezetből történő energia-visszanyerési módszerek területén. Ezek technikai megvalósíthatóságát és gazdaságosságát is figyelembe véve arra jutottunk, hogy egy megfelelően méretezett és optimalizált fotovoltaikus cellás energiaellátás biztosíthatja a működtető elektronika szükséges energiaigényét.

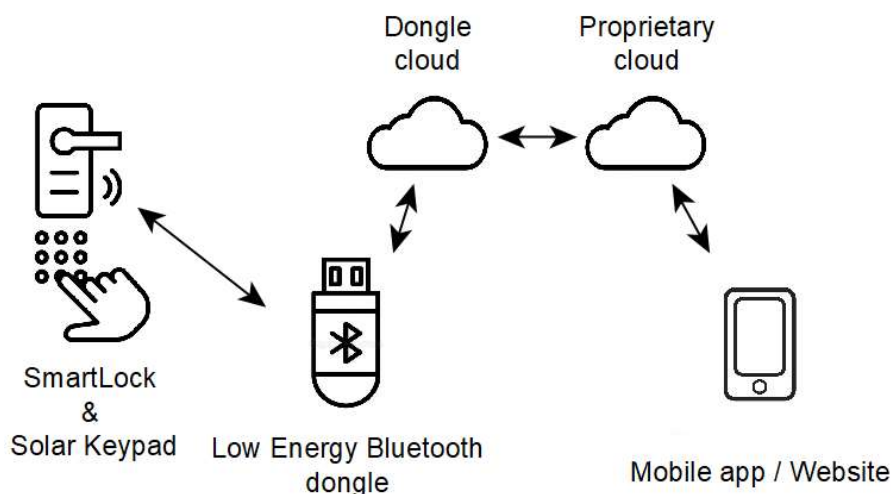
A zár IoT eszköz lévén kapcsolódni képes az internethez, így lehetővé téve a távoli működtetést és a könnyű integrációt a rohamosan terjedő okosotthon rendszerekhez. A fejlesztés része egy mobiltelefonos alkalmazás is, amely segítségével a felhasználó egyszerűen telepítheti és konfigurálhatja a zárat, és az azt használó személyek belépési jogosultságait, valamint segítségével távolról működtetheti is a zárszerkezetet.

A modern okos záruk a hagyományos eszközökkel szemben a „kulcs nélküli” belépés-vezérlést teszik lehetővé, de ezt nemcsak interneten keresztül, hanem egyéb elektronikus úton is, mely megoldásokból a prototípusunkba kétféleképpen, a számkódos beléptetést illetve az ujjlenyomat azonosítást integráltuk. A számkódos felület a legújabb trendeket követve érintőfelületes kialakítást kapott, az ujjlenyomat-olvasót pedig ergonomiai szempontokat követve a kilincsből alakítottuk ki.



A működés bemutatása

A fejlesztés eredményeként előálló okos zár prototípus rendszer 4 nagyobb részegységből épül fel, melyet összefoglalóan az alábbi ábra mutat be:



Az önállóan is működőképes okos zár mobiltelefonon illetve website-on történő távoli eléréséhez internetkapcsolat szükséges, amit az alacsony fogyasztás elérése érdekében nem lehetett közvetlenül biztosítani, szükség volt egy alacsonyfogyasztású vezeték nélküli technológia (Bluetooth Low Energy), valamint egy megfelelő átjáró eszköz (dongle) alkalmazására.

A működést részegységként, a rendszertervek ismertetésével együtt mutatjuk be a következőkben.

Részegységek, tervek

Önellátó, integrált okos zár és tasztatúra

Az eredeti elképzelések szerint a napelemes számkód-billentyűzet a zártól elkülönülten, az ajtó mellett a falon kapott volna helyet, de a korábbi tervekhez képest végül a számkódos tasztatúrát az ajtóra szerelhető zárszerkezettel összeintegráltuk, ami így lényegesen csökkenti a költségeket, egyszerűsíti a kommunikációt és a telepítést, valamint az energiaellátást is.

Az önellátó működésnek két feltétele van. Az egyik az ultraalacsony fogyasztás, amelyet speciális áramköri elemekkel körültekintő energiamedzsmint megoldásokkal értünk el, a



másik az energia-gyűjtés, melyet kimerítő kutatómunka és tesztek után megvalósíthatósági és gazdaságossági okokból fotovoltaikus cellákkal (napelemekkel) oldottunk meg.

Az okos zár alrendszer ezen kívül számos lehetőséget biztosít a zárkezeléshez, mint például a mobilos applikáción és a webes alkalmazáson keresztül távoli nyitás, az ujjlenyomat-olvasóval történő belépés, valamint a pin kódos belépési lehetőség és természetesen a zár megőrzi a fizikai kulccsal nyitás lehetőségét is.

A zár hardver struktúrájának alapjául hosszas és megalapozott kutatás után végül egy szolenoidos bevéső zár választottunk (Assa Abloy EL560), amelyhez a számos különböző funkció megvalósítása miatt saját célhardver nyomtatott áramköröket fejlesztettünk.

A „kulcsnélküli ház” koncepció jegyében a zárunkat ergonomikusan a kilincsbe süllyesztett ujjlenyomat-olvasóval is elláttuk, de a piaci tapasztalatok azt mutatták, hogy előfordulhatnak olyan esetek, amelyekben az okoszár ideiglenesen működésképtelenné válhat, akár egy nem várt esemény hatására, mint például az internetkapcsolat elvesztése vagy az eszköz lemerülése, akár a felhasználó hibájából, mint például az telefon lemerülése, a kapott PIN kód elfelejtése. Ezen tapasztalatok alapján felmértük, hogy a biztonság kedvéért szükséges a zár nyithatóságának biztosítása fizikai kulcsos megoldással is. A kulccsal való nyitást hagyományos a cserélhető cilindres zárbetét biztosítja.





A SmartLock – SolarKeypad rendszereket az egyesítés miatt egy tokozásban (házban) kellett elhelyezni, ami lényegében három, az ajtón szendvics-szerűen elhelyezkedő részegységből áll. (Bejárati ajtó lévén a belső oldal a lakás felőli, az külső az utcai oldalát jelenti az ajtónak.)

- belső oldali ház:

Biztonsági okokból itt foglal helyet a fő vezérlő elektronika valamint a tápellátás, így nem lehet a zárelektronikát kívülről erőszakosan károsítani vagy szoftveres úton feltörni.

- bevésőzár:

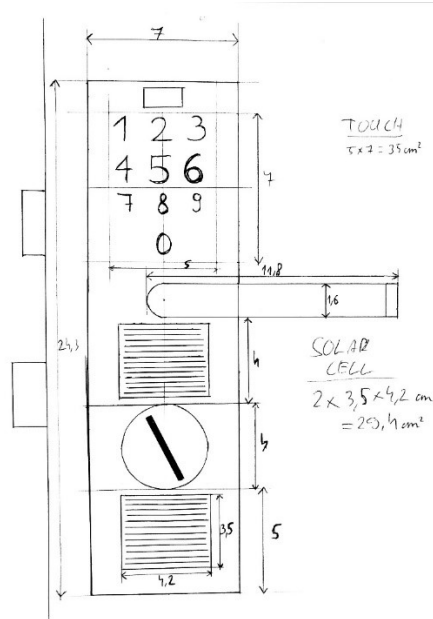
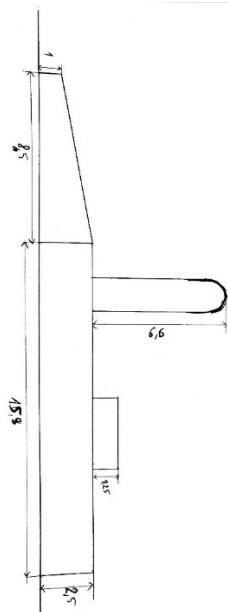
Nevéhez híven ez az ajtó bevésett (mart) mélyedésében foglal helyet. Az ajtón oldalán a szokásos nyílásokon (kilincstengely, zárbetét) mellett azonban szükség van további furatokra, melyen keresztül a bevésőzár kábelezése kivezethető, és az ajtó két oldalán elhelyezkedő házak között is biztosítható a vezetékes kapcsolat.

- külső oldali ház:

Ezen az oldalon helyezkednek el a perifériák, nevezetesen a numerikus tasztatúra (Keypad) valamint az ujjlenyomat-szenzor, valamint itt kap helyet a ház belsejében a kilincslenyomást érzékelő optoszenzor-enkóder páros, amelyet azért kell erre az oldalra elhelyezni, mert a kilincs tengelye osztott, vagyis a külső kilincs lenyomásánál a belső tengely mozdulatlan marad.

Napelemeket mind a külső, mind a belső oldalra tervezünk, annak ellenére, hogy a külső fény intenzitás nagyságrendekkel magasabb a belsőnél, ideális esetben a belső fények is biztosíthatnak gazdaságosan kinyerhető fényenergiát.

Az első koncepcionális rajzok, melyek hozzávetőleges méreteket is tartalmaznak az alábbi ábrán láthatóak.



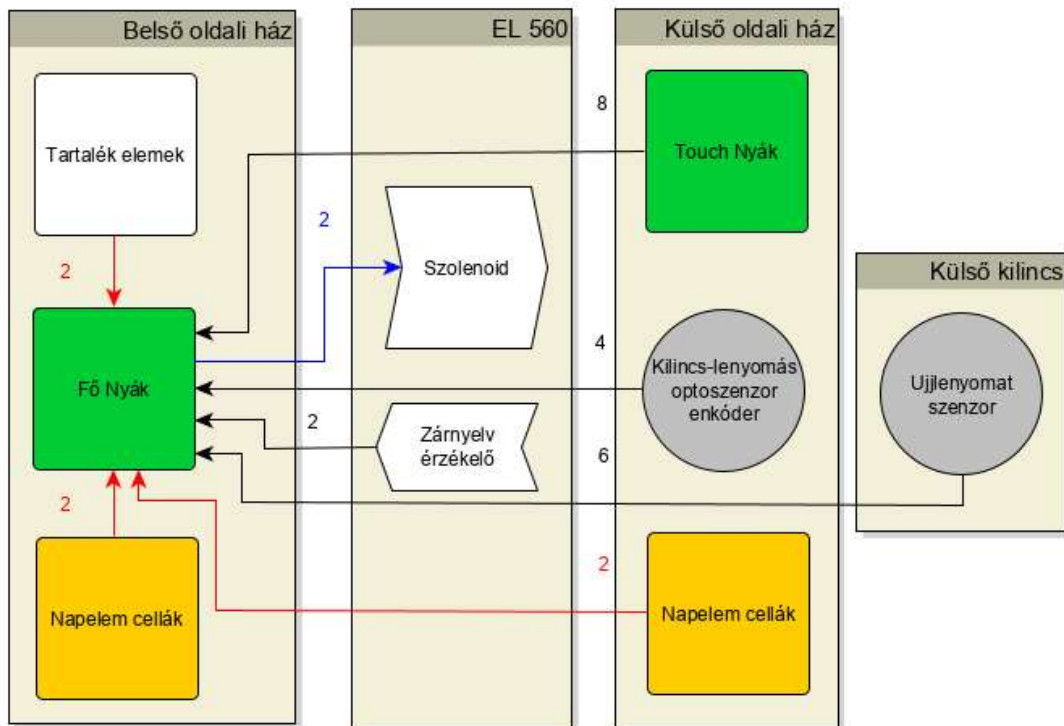
A megrendelői elvárásunk a zárral szemben a formatervezést illetően az volt, hogy megjelenésében a hagyományos zár előlapokra hasonlítson: függőlegesen hosszú, vízszintesen keskeny legyen. Viszont ergonomikus, formatervezett külső alakjával, elegáns, fényes felületeivel messziről mutassa, hogy nem egy hagyományos zárról van szó, hanem egy merőben új és innovatív termékről.

Középen helyezkedjen el a kilincs, amely mindenképp szükséges, hiszen – bár a kilincslenyomásból történő elektromos energia termelés koncepcióját elvetettük – a zárnyelv visszahúzásához a rugó ellenében szükséges erőt a szolenoid reteszelve után a kilincs lenyomása fogja biztosítani. A számkód lehetőleg kerüljön a kilincs fölé, hogy a kilincs ne takarja ki a kód beütését a felhasználó elől. A napelemek a kilincs alatt helyezkedhetnek el, szimmetrikusan a tasztatúrával. Ugyan a kilincs így részben árnyékolhatja a felülről érkező napsugarakat, de ez nem jelentős. Az alkalmazni kívánt elektromos zárban továbbá ki van alakítva hely hagyományos zárbetétnek is, amit biztonsági szempontból (az elektromos zár bármilyen, kis valószínűségű meghibásodása esetén) szükségesnek tartunk beszerezni. Ugyanakkor annak kihangsúlyozására, hogy a termék alapvetően egy „kulcs nélküli zár”, a hagyományos kulcslyukat valamilyen takarólemezzel lenne jó elrejteni.

Ahogy korábban is említettük, a zár három, szendvics-szerűen elhelyezkedő elemből épül fel. Az elemekben található részegységek közötti kapcsolatot az alábbi ábra szemlélteti. A piros nyilak a tápvonalakat, a feketék az érzékelők gyengeáramú, míg a kék a szolenoid nagyáramú



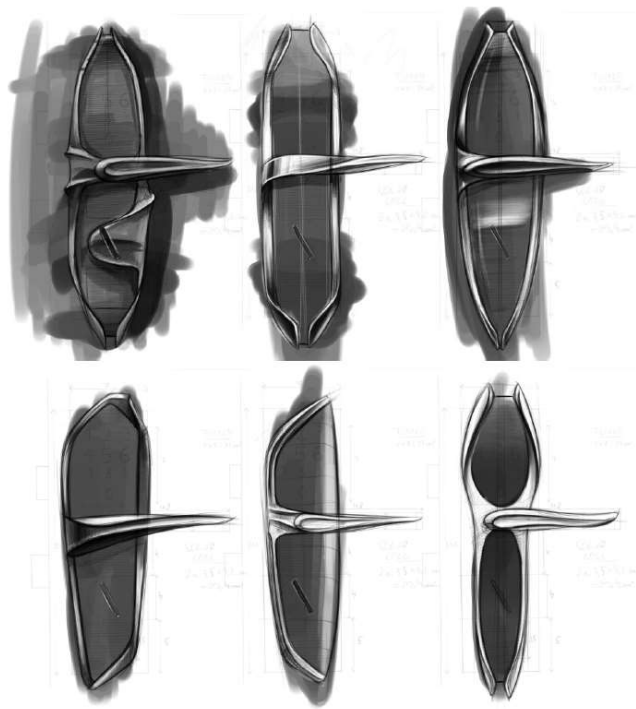
vezetékét jelöli. A számok az egyes kapcsolatok ér-számát mutatják. A zöld négyszögek a nyomtatott áramköri kártyákat, a sárgák a napelem-cellákat szimbolizálják.



Láthatóan viszonylag sok vezetékert kell az ajtó két oldala között vezetni, ezért szükség volt átmenő furatok készítésére az ajtón. Az EL560-as szolenoid záron több, ilyen átmenő furat is található, melyek az elemek pozícionálására és a kábelek átvezetésére is használhatók. A szerelhetőség érdekében szükséges volt ezeket a kábelezéseket minél inkább oldhatóvá tenni csatlakozók alkalmazásával, illetve a kis átmérőjű furatokon történő átfűzés miatt érdemes volt őket kisfejű csatlakozókkal ellátni.

Ház formatervezés

A ház formatervezését külső alvállalkozó végezte. Az elvárás az elegáns, modern, különleges megjelenés volt. Az elsődleges terveken dizájnelemként széles oldallapok („szárnyak”) voltak, amelyek azonban végül nem bizonyultak praktikusnak. Számos ajtónál a zár és az ajtó széle között kevés a hely az ilyen elemekhez. Ezért a végleges verzióban ennek eltávolítását kértük a tervezőktől.

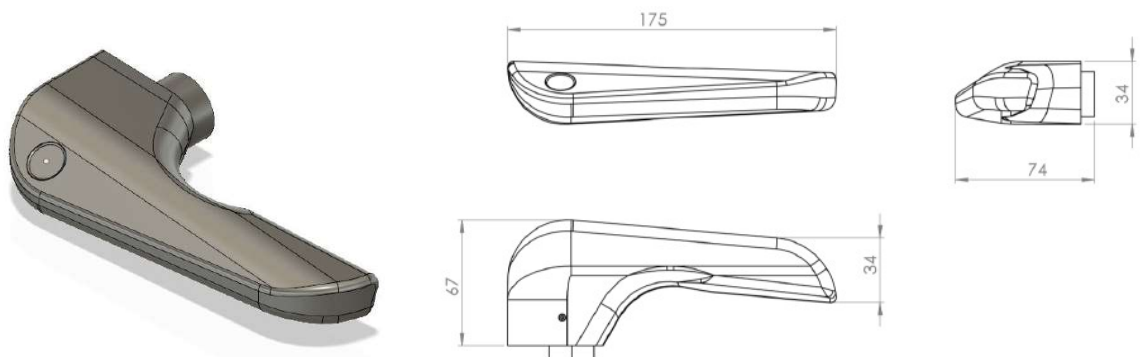


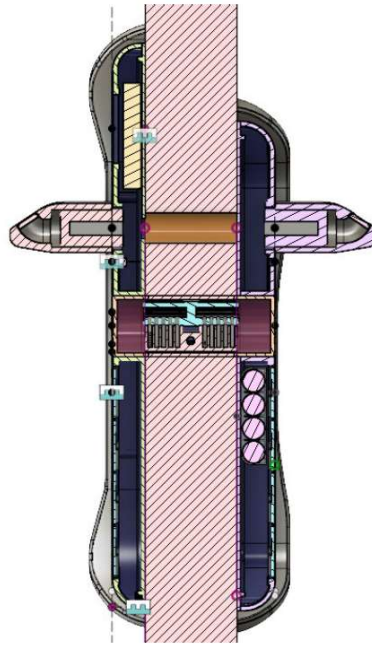
1. ábra - Első verziós zár dizájntervek

A zárról további részletes műszaki rajzok készültek a részegységek helyigényének figyelembe vételével.

Az elemek és a fő elektronikai egység nyomtatott áramköre biztonsági szempontból az ajtó belső oldalára kerültek, mely alacsonyabb házat kapott mint a tasztatúrát is tartalmazó külső oldal.

Az ujjlenyomat szenzort végül ergonomikusan a kilincsből tervezzük elhelyezni, ahol a kilincs megfogásakor a hüvelykujj érintkezik a kilincsel.





Legyártott alkatrészek

A végső modell ahogy említettük az oldalsó dizájnelemek („szárnyak”) nélkül készült el politejsav (PLA) anyagból 3D-nyomtatva, valamint felületkezelve. A kilincs külön fényes lakkozást is kapott, hogy a plexivel együtt a zár ház középső részén a szélekkel ellentétesen fényes hatást mutasson.

Mindkét külső burkolathoz tartozik egy megfelelő alaplemez, amelyet az ajtóhoz kell rögzíteni. A pozicionálást a burkolat felé szegecsek, a túloldalon lévő házhoz átmenő csavarok biztosítják. A burkolatot és az alaplemezt a kilincs fogja össze, melyet szorosan ráillesztünk a kilincstengelyre, és az alsó oldalon egy hernyócsavarral rögzítünk.

A zárnyílást egy takaró henger (dugó) fedi el, amikor nincsen rá szükség, így nem töri meg a zár egységes arculatát.



A zár front oldalán nagyméretű plexi felületet terveztünk. Ez fényes hatásával ellensúlyozza a matt oldalsó felületeket, valamint átlátszó védőborítást ad a napelemeknek. A tasztatúra számjegyeit és szimbólumait a plexi belső felszínére UV-nyomtatással vittük fel. A két kör alakú nyílást (kilincs illetve zár) tartalmazó plexi lemezeket alapból feketeire festettük, hogy a fényes hatás eredményes legyen, valamint az esetleges illesztési pontatlanságokat a napelem környékén elfedjük. A napelemek területén maszkolást alkalmaztunk az eredeti átlátszó jelleg megtartása érdekében.

A 12 gombos tasztatúrára megfelelően pozícionálva a hagyományos kiosztásban helyeztük el a számjegyeket, illetve két szimbólumot a „bevitel” illetve a „törlés” funkcióhoz.

A tasztatúra felett ismét pontosan pozícionálva kisméretű helyen szintén maszkolást alkalmaztunk a visszajelző LED fényének megjelenítése miatt.

A végső változatban a fekete színvilághoz illeszkedő, de a fehér számokhoz képest kevésbé feltűnő szürkés színben elhelyeztük mindkét oldalt a termék logóját is.

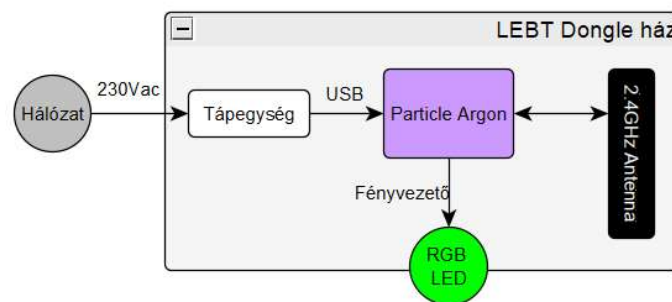
Átjáró modul (dongle)

A zár alacsony fogyasztását szolgálja egy energiatakarékos vezeték nélküli kommunikációs szabvány (Bluetooth Low Energy) alkalmazása is. Ez azonban szükségessé tette egy WiFi átjáró (dongle) kifejlesztését, amely internet kapcsolatot biztosítva teszi lehetővé, hogy a zár IoT („dolgok internete”) eszközként működhessen.



A dongle eszköz alapját a részletes kutatások alapján végül a Particle cég Argon nevű eszköze adja, amely egy erőteljes hardver IoT alkalmazásokhoz. Kommunikációja során átjárót képez az okos zár Bluetooth Low Energy protokollt használó mikrovezérlője, és a Wi-Fi protokollját használó felhő között. Ez által lehetségessé válik a zárszerkezet energiatakarékos kommunikációjának kialakítása, és az akkumulátorainak hosszú élettartalmának biztosítása.

A dongle lényegét képező Particle Argon áramkört természetesen megfelelő házban kellett elhelyezni, melynek funkciója a fizikai védelmen kívül a megfelelő tápellátás biztosítása is a hálózati dugaljából. A ház rendszertervének blokk diagramja a következő:



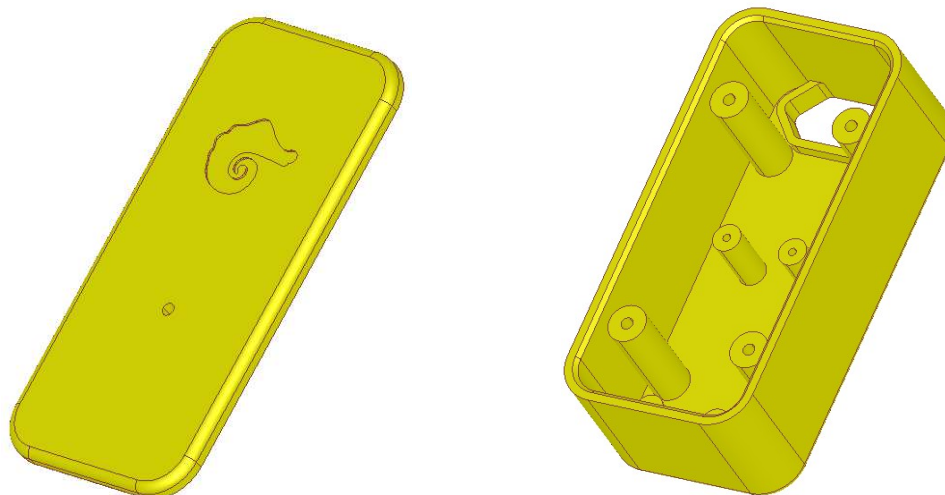
Ami a Particle Argon tápellátását illeti, legegyszerűbben USB-n keresztül lehet megtáplálni, ami szabványos 5V-os feszültséget jelent. Áramfogyasztás tekintetében legalább 500mA szükséges. Az USB 5V-os feszültségét az Argon nyákon lévő Torex XC9258A step-down feszültszabályozó alakítja át a kártya 3,3V-os feszültségére. Szükségünk volt tehát egy hálózati USB adapterre, amiből az okos eszközök elterjedése miatt könnyedén választhattunk. Az adaptert egy USB-micro USB 2.0 kábel köti össze.

A WiFi rádió használatához szükséges egy külső antennát csatlakoztatni az Argon nyákon lévő u.FL csatlakozóhoz. Ezt az antennát a házon belül helyeztük el.

A dongle-nak egy formatervezett házat készítettünk, amit a gyors prototípuskészítésben előszeretettel alkalmazott 3D nyomtatás technológiával nyomtattuk ki PLA anyagból. A nyomtatás után a felületet lekezeltük a megfelelő külső esztétikai hatás elérése érdekében.

A zárt ház miatt az Argonon lévő visszajelző RGB LED nem lenne látható, így egy fényvezető (lightpipe) alkalmazásával azt a ház oldalán is láthatóvá tettük.

Alábbi képen a ház 3D STEP modellje látható:



Felhőszolgáltatás

A háttérben, a felhasználótól teljesen rejtve egy felhő alapú virtuális szerver gondoskodik az IoT rendszer folyamatos működtetéséről. Ez a felhőszolgáltatás valójában kettő részből áll, a Dongle-ben lévő áramkör felhőjéből, valamint a saját fejlesztésű felhőnkből.

A dongle felhője

A dongle felhője első sorban a saját eszközének, a Bluetooth dongle eszköznek telepítéséért, valamint az irányításáért felelős. Ez az úgynevezett „Device Cloud” csak az eszközzel való



kommunikáció lehetőségét biztosítja, funkcióit nem lehet teljes mértékben az igények szerint alakítani, valamint nem alkalmazható más rendszerekkel való kommunikációra sem.

Kommunikációja során a saját felhő felől API útján fogadja például a távoli nyitás, valamint a felhasználók és a záruk változásaival kapcsolatos kéréseket, és továbbítja a záruk állapotával kapcsolatos, naplózandó adatokat. Emellett utasításokat ad ki a zárat kezelő dongle eszköz számára, valamint fogadja a záruk állapotával kapcsolatos információkat.

A dongle gyártója teljes fejlesztői környezetet biztosít a felhőrendszeréhez, SDK-kal, a szükséges dokumentációkkal könyvtárfileokkal. A felhő magas fokú biztonságot nyújt a dongle eszközzel történő kommunikációja során.

A dongle eszköz működéséhez folyamatos Wi-Fi kapcsolatra van szüksége a felhő rendszerhez. A dongle eszköz a zár nyitására vonatkozó utasításokat a beágyazott rendszerén keresztül a dongle felhőjéből közvetlenül fogadja, és képes azokra közvetlen választ küldeni, amelyben a felhőt tájékoztatja a zár állapotáról. A zárbetét időszakos bejelentkezései alapján logolja és kezeli a zárbetét általküldött adatokat.

A felhő a dongle eszköz felé WI-FI-n keresztül küldi a parancsokat, amelyeket a dongle a zár felé Bluetooth Low Energy-n továbbít.

A dongle eszköz égetetten tartalmaz egy kódot, amellyel egyetlen smart lock zárat tud kezelni, a kód biztonsági okokból nem felülírható.

A felhővel való kommunikációja során a kommunikáció biztonságáról az RSA aszimmetrikus titkosítás, valamint az AES billentyűzet leütést titkosító protokollja gondoskodik.

A saját felhő

Az adatokat a skálázhatóság szempontjai miatt felhő rendszerben tároljuk. Ez csökkenti a belépő költségeket, valamint hosszabb távon a megnövekedett ügyfélszámot is könnyebb kiszolgálni.

A saját felhő végzi a nyitási kérések kezelését, az ehhez szükséges számításokat, valamint az adatok tárolását.

Kapcsolatban áll a webes és a mobilos applikációval, ahonnan a távoli nyitáshoz kapcsolódó kéréseket dolgozza fel, és utasítja a dongle felhőjét, hogy kiadja a parancsot a dongle eszköz



számára. A dongle felhőjéhez a gyártó által kiadott API-kon keresztül csatlakozik a saját felhő, amely továbbá tárolni fogja a szükséges biztonsági mentéseket is, valamint további integrációs lehetőségeket biztosít különböző szolgáltatókhoz, akik felé szintén API-kon keresztül tud csatlakozni a rendszer.

Mobil/webes alkalmazás

A zár telepítéséhez, konfigurálásához, távoli vezérléséhez és a felhasználók jogosultságainak menedzseléséhez saját mobil/webes alkalmazást is fejlesztettünk.

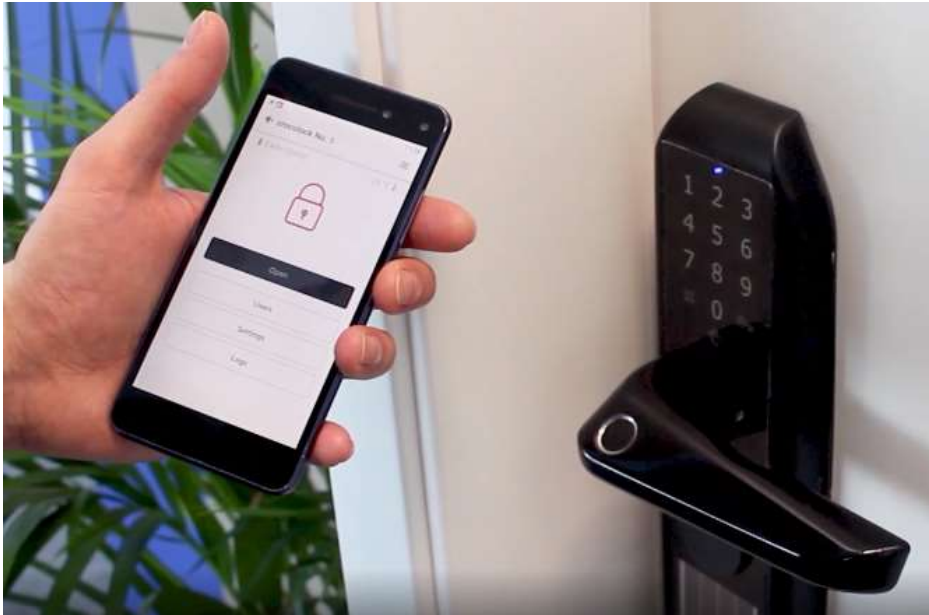
Ez az alrendszer képezi a frontend felületet a végfelhasználók felé. Ez teszi lehetővé a végfelhasználók számára az okos záruk távoli irányítását, valamint a záruk és a felhasználók regisztrálását és párosítását, a felhasználók jogköreinek kiosztását, a zár installálását, a történeti adatok megtekintését, a figyelmeztetések kézbesítését.

Mind a mobil, mind a web applikáció a saját felhőből nyeri az adatokat, és felé továbbítja a kéréseket. A kommunikáció során biztonságos csatornán kriptográfiai módszerekkel védett üzeneteket váltanak. A mobil és a webes applikáció a dongle eszközzel annak kommunikációs interfészén létrejövő API-kon keresztül tud kommunikálni. Mindkét felületen a felhasználóknak egyedi, jelszóval védett fiókot kell kialakítani. A webes felület használata biztonsági faktort is jelent a telefon elvesztése vagy eltulajdonítása esetén, mivel erről a felületről is ki lehet zárni az érintett eszközt a hálózathoz.

Telepítéskor a telefontal közvetlenül Bluetooth-szal is lehetséges csatlakozni a dongle eszközhöz, hogy hozzáférést nyújthassunk a Wi-Fi kapcsolathoz, azonban amint ezzel rendelkezik a dongle, onnantól a közvetlen kapcsolat lehetősége megszűnik egészen a dongle eszköz gyári beállításainak helyreállításáig.

A mobilos applikáció elérhető az Androidos és IOS-es telefonokon is. A webes felület a különböző, leggyakrabban használt böngészőkre is optimalizálva van.

A felületek kialakítása során nagy hangsúlyt kapott mind az UI, mind az UX dizájn, ahol a tetszetős dizájn kialakítása mellett fontos szempontot képez a könnyű tanulhatóság, a megjegyezhető funkciók és logikus felépítés, a hatékony kialakítás, valamint a felhasználó által elkövethető hibák minimalizálása állt.



Jellemzőlista

Legfontosabb jellemzők:

- Önellátó, gondozásmentes zár: az energiagyűjtő rendszer és az ultraalacsony fogyasztás miatt rendkívül hosszú élettartam (elemcsere nélkül)
- Robosztus, megbízható és biztonságos kommunikáció
- Könnyű telepíthetőség: a rendszer mindössze két modulból, az ajtóra szerelt zárból és a falı aljzathoz csatlakoztatandó átjáró (dongle) egységből áll, melyet egyszerűen a mobil alkalmazás segítségével lehet párosítani és konfigurálni.
- IoT képes eszköz, melyet a mobil alkalmazás segítségével távolról is lehet konfigurálni és vezérelni, de könnyen integrálható más okos otthon rendszerekhez is.
- Számkódos tasztatúra és ujjlenyomat-olvasó a „kulcsmentes zár” koncepció jegyében

A prototípusról angol és magyar nyelvű bemutató weboldalt hoztunk létre, mely elérhető a <https://crocolock.hu/> címen.