



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar

Mérnöki Intézet



SZAKDOLGOZAT

Növényi inkubátor

OE-AMK

2024

Hallgató neve: Téglás András

Hallgató törzskönyvi száma: T000630./FI12904/A-M



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Mérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Téglás András

Szaktervezési szám: SZD2402050906524206

Törzskönyvi száma: T000630./FI12904/A-M

Neptun kódja:

Szak: villamosmérnöki (Székesfehérvár)

Specializáció: Beágyazott rendszerek

A dolgozat címe: Növényi inkubátor

A dolgozat címe angolul: Plant incubator

A feladat részletezése: A projekt célja egy zárt környezet paramétereinek szabályozása (hőmérséklet, páratartalom, PH, tápanyagkoncentráció, megvilágítás), növénytermesztést kiegészítő LED-es megvilágítás működtetése, tápanyagok adagolása mikrokontroller segítségével. A felhasználónak legyen lehetősége HMI-n keresztül beavatkozni a szabályozókör működésébe. A feladatot egyedi PCB panel elkészítésével, programozott mikrokontrollerrel oldja meg. Mérésekkel igazolja a berendezés működőképességét.

Intézményi konzulens neve: Dr. Beszédes Bertalan

A kiadott téma elévülési határideje: 2026. 02. 05.

Beadási határidő: 2024. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2024. 05. 15.

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2024. 05. 15.

belső konzulens

Intézetigazgató

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Mérnöki Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest, 2024.05.15

Tóth András
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
2.	A vertikális termelési rendszer	2
3.	A megoldandó probléma.....	4
3.1	Hőmérséklet	4
3.2	Páratartalom	4
3.3	A talaj PH értéke	5
3.4	Tápanyagkoncentráció	5
3.4.1	EC	5
3.4.2	Nitrát (N), Foszfor (P), Kálium (K)	6
3.5	Világítás	6
3.6	Szén-dioxid szükséglet	7
4.	Lehetséges megoldások	8
4.1	Termesztési megoldások.....	8
4.1.1	Növénynövesztő inkubátor	8
4.1.2	Üvegház	8
4.2	Szabályozási megoldások	9
4.2.1	PLC (Programmable Logic Controller)	9
4.2.2	Mikrokontroller.....	10
4.2.3	Egykártyás számítógép (Raspberry Pi).....	11
4.3	Megoldási módszerek kiválasztása, indoklása.....	12
5.	Hardver tervezése és megvalósítása	13
5.1	A rendszer főbb egységei.....	13
5.2	Microchip ATmega128 mikrokontroller	14

5.3	Az inkubátor elektronikai blokkvázlata.....	19
5.4	A hardver tervezéshez felhasznált szoftverek.....	20
5.4.1	PCB tervező szoftver (Altium Designer).....	20
5.5	A nyomtatott áramkör	21
5.5.1	Az áramkör főbb egységei	21
5.5.2	Kapcsolási rajz.....	23
5.5.3	PCB alkatrész lista	26
5.6	Nextion kijelző (HMI)	29
5.7	NPK szenzor (ComWinTop)	31
5.7.1	NPK szenzoros mérések	33
5.8	Felhasznált alkatrészek	35
6.	Szoftverfejlesztés	39
6.1	Alkalmazott protokollok	39
6.1.1	UART protokoll.....	39
6.1.2	I2C protokoll.....	39
6.1.3	Modbus protokoll, szabvány.....	39
6.2	A szoftverek fejlesztéséhez felhasznált szoftverek.....	41
6.2.1	Fejlesztői környezet	41
6.2.2	Terminálemulátor, soros monitor	41
6.2.3	Nextion Editor (HMI GUI).....	42
6.2.4	CVT-Modbus sensor tool.....	43
6.3	A szoftverfejlesztéséhez alkalmazott eszközök	44
6.3.1	AVRISP-mkII kompatibilis programozó.....	44
6.3.2	USB-RS485 átalakító modul	44

6.4	Szoftveres specifikáció	46
6.5	A program működése.....	47
6.6	Folyamatábra	48
6.7	Fontosabb szoftveres megoldások	49
6.7.1	A regiszterek definiálása.....	49
6.7.2	Portok beállítása.....	51
6.7.3	Fűtés szabályozása	52
6.7.4	Hűtés szabályozása	52
6.7.5	A pára szabályozása.....	53
6.7.6	A real-time clock (RTC).....	54
6.7.7	Hőmérséklet és páratartalom mérés	54
6.7.8	Soros kommunikáció	55
7.	Megvalósítás elemzése, továbbfejlesztési lehetőségek.....	56
7.1	Az ikubátor	56
7.2	Megvalósítás elemzése	59
7.3	Továbbfejlesztési lehetőségek	59
8.	Köszönetnyilvánítás.....	60
9.	Összefoglaló.....	61
10.	Summary.....	62
11.	Irodalomjegyzék	63
12.	Ábrajegyzék	66

1. BEVEZETÉS

A Föld népessége folyamatos – és egyben gyorsuló – növekedést mutat, különösen a kevésbé fejlett régiókban, ami a FAO előrejelzése szerint 2030-ra eléri a 8,5 milliárdot, ilyen körülmények között a jelenlegi, termelési rendszerek nem lesznek fenntarthatók a negatív környezeti hatásaik miatt. A megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszerre növekvő mértékben lesz szükség a fenntarthatóság figyelembevételével.

A digitalizáció és az újonnan megjelenő gazdálkodási módszerek ötvözésével létrejövő gazdaságok számos előnnyel rendelkeznek és felveszik a versenyt az iparszerű gazdálkodással. A zárt rendszerek esetén ez kibővül a globális felmelegedés okozta szélsőséges időjárási kockázati faktor nagymértékű csökkentésével. Az új gazdálkodási módok bevezetése kedvező, mivel a környezeti terhelés és ökoszisztéma pusztulás mértékét jelentősen csökkenti. Egy zárt rendszerben ez kiterjedhet mind a környezetkímélő eljárások alkalmazására, mind az élelmiszer ellátási lánc változására. Ezeket a zárt rendszereket Vertikális farmoknak nevezzük.

A szakdolgozatomban bemutatom a zárt, vertikális termelési rendszerek általános jellemzőit. Erre épülve kerül bemutatásra az általam fejlesztett és megvalósított prototípus mely a „vertikális farmok” alapját képezi a termesztett növények zárt rendszerben történő termelésére.

2. A VERTIKÁLIS TERMELÉSI RENDSZER

A vertikális termelési rendszerben, egész évben folyamatos a termelés, mivel nem érinti az időjárás alakulása. A helyben történő termelés révén minimálisak a szállítási költségek, saját fogyasztásnál értelemszerűen nem is jelentkeznek. A rendszer fenntarthatóságát tovább növeli, ha a termeléshez szükséges energia megújuló forrásból származik.

Egy vertikális gazdálkodásba integrálható növénypaletta nagyon széles. Szinte minden megterem a hidropóniás rendszerben, legyen szó leveles zöldekről, burgonyafélékről, paradicsomról vagy akár eperről. Az élelmiszerbiztonság is magas szinten biztosítható ebben a rendszerben, aminek a következménye, hogy nincs szükség növényvédőszer alkalmazására, így a növény mosása nélkül fogyasztható.

További előnye a Vertikális rendszernek, hogy a hagyományos élelmiszer-szállítási láncból fakadó veszteség, amely az előállított termék 25-50%-a, nagy mértékben csökkenthető az ellátási lánc rövidülésével, aminek az eredménye nemcsak a költségek, hanem a szállítás közben keletkező környezeti terhelés is csökkenthető. A hidropóniás zárt technológiák használatának az elterjedése a fejlődő országokban várható a kedvezőtlen környezeti körülmények, illetve a szűkös termőterület miatt.



1. ábra Vertikális farm

[<https://cdn.agrarszektor.hu/hirek/image1598215839-0.jpg>]

A vertikális farm az üvegházás technológia egy tovább gondolt és a hidroponikus gazdálkodás egy speciális formája, amelyben a növényeket termőföld nélkül, vertikálisan, vagyis a függőleges térkihasználással termesztjük. A vertikális farmokon ellenőrzött és jól kontrollálható körülmények között folyik a termelés. Célja a termesztett növények növekedésének és hozamának optimalizálása. A vertikális farmok általában zárt térben kerülnek kialakításra, ezért biztosítani kell a megfelelő körülményeket a növények fejlődéséhez, úgy, mint: optimális hőmérséklet, víz, tápanyagok, napfény vagy mesterséges LED-világítás és akár a beporzó rovarok. A vertikális gazdálkodás többnyire mesterséges megvilágítással működik, amely képes a napfényt helyettesíteni, és biztosítani a növények növekedéséhez optimális spektrumot és intenzitást. Így egy vertikális farm olyan helyeken is megfelelő hatékonysággal működtethető, ahol egyébként a hagyományos talajművelő gazdálkodás nem lehetséges opció. A teljesen felszerelt vertikális mezőgazdasági rendszer tartalmazza az összes szükséges hardvert és automatizálási modult, szoftvert, valamint a kiegészítő rendszereket, a leveles zöldségek termesztéséhez.

3. A MEGOLDANDÓ PROBLÉMA

Egy zárt környezet paramétereinek szabályozása, amely ideális körülményeket teremt a növények számára a növekedésükhöz és fejlődésükhöz.

A környezeti paraméterek:

- Hőmérséklet
- Páratartalom
- Talaj PH értéke
- Tápanyagkoncentráció
- Megvilágítás (LED)
- Szén-dioxid szükséglet

3.1 Hőmérséklet

A növények megfelelő fejlődéséhez optimális hőmérsékletre van szükségük. A legtöbb növény számára az ideális hőmérséklet 18-24 Celsius fok között van. Ez a hőmérséklet lehetővé teszi a fotoszintézist, a növekedést és a virágzást. Vannak növények, amelyek más hőmérsékletet igényelnek az optimális fejlődéshez. Például a trópusi növényeknek melegebb környezetre van szükségük. Érdeemes tájékozódni az adott növény igényeiről. Fontos szerepet játszik a hőmérséklet változása is, a napközbeni melegebb hőmérséklet és az éjszakai hűvösebb hőmérséklet közötti különbség serkenti a növények növekedését. A hőmérséklet-változások segítik a virágok kialakulását, fejlődését.

3.2 Páratartalom

Az optimális páratartalom fontos szerepet játszik a növények életében. A megfelelő páratartalom segít a növényeknek abban, hogy hatékonyan tudják felvenni a vizet és tápanyagokat, valamint a fotoszintézis folyamatában is fontos szerepe van.

A növények levelein légzőnyílások találhatóak, ezeken keresztül széndioxidot és oxigént vesznek fel, párologtatnak. Ha magas a páratartalom, akkor kevesebb vizet párologtatnak el a növények. Ha alacsony a páratartalom, akkor a növény jelentős mennyiségű vizet párologtat el. A legtöbb növény számára az ideális páratartalom 50-60% között van. Ha

ennél magasabb a páratartalom akkor megnő a penészesedés vagy a gombás betegségeknek a kockázata. Száraz levegőben pedig a növények hamar kiszáradhatnak. A megfelelő páratartalom eléréséhez fontos a növények rendszeres párásítása, és a megfelelő szellőztetés biztosítása. Az páratartalom tehát kulcsfontosságú a növények egészségének a fenntartásában.

3.3 A talaj PH értéke

A talaj megfelelő minősége fontos az egészséges növények és a tápanyagban gazdag élelmiszerek termesztéséhez. A pH mérés során a közeg savasságát vagy lúgosságát mérjük meg. A pH-skála 0-tól 14-ig terjed, ahol a pH alacsonyabb, mint 7, akkor savas környezetről, míg, ha magasabb az érték 7-nél, akkor lúgos környezetről beszélünk. A pH-méréshez speciális pH-mérő eszközöket használnak, amelyek segítségével meg lehet határozni a vizsgált anyag pH-értékét. A növények számára optimális a talaj, ha pH-ja 6,0 és 7,0 között van. A magyarországi talajok kémhatása általában lúgos ($\text{pH}=7,2\text{-}8,1$), ezt a benne levő sok hidrogénkarbonát-ion és nátriumion okozza. A tápoldat savazásával lehet korrigálni, ehhez salétromsavat vagy foszforsavat szoktak használni. A kimenő tápoldat pH-ja 5,0 és 6,0 között legyen.

3.4 Tápanyagkoncentráció

3.4.1 EC

Az EC nem más, mint a talaj elektromos vezető képességét. A mérése során elektromos jeleket küldünk a talajba, majd a talaj vezetőképessége alapján megállapítjuk annak ásványi sótartalmát és víztartalmát. Mértékegysége a mS/cm , 1mS/cm 1 EC-nek felel meg. A növények számára optimális érték a $0,75$ és $1,25 \text{ mS/cm}$ sávban van. A EC mérés fontos információkat nyújt a talaj fizikai és kémiai tulajdonságairól, melyek hatással vannak a növények fejlődésére. A talaj EC mérése segíthet a megfelelő tápanyag- és vízgazdálkodás kialakításában.

3.4.2 Nitrát (N), Foszfor (P), Kálium (K)

A növények fejlődéséhez szükséges a megfelelő mennyiségű Kálium, Nitrogén és Foszfor. A műtrágya gyártók ezért adják meg az NPK arányt, hogy a szakember ki tudja választani a megfelelőt, a növényeihez. Legalább hetente mérni kell az NPK arányt, hogy tudjuk, milyen tápoldatot használjunk.

A nitrogén (N) egy esszenciális tápanyag a növények számára, amely fontos szerepet játszik a növekedésben. A növények általában nitrogént vesznek fel a talajból, és felhasználják a fehérjék, nukleinsavak és egyéb szerves anyagok építőköveként. A nem megfelelő mennyiségű nitrogén károsíthatja a növekedést és terméshozamot. Fontos, hogy megfelelő mennyiségű nitrogént biztosítsunk a növényeknek a fejlődésük érdekében. A tápoldatok, trágyák és komposztok jó nitrogén források lehetnek a növények számára.

A foszfát (P) egy fontos tápanyag a növények számára, amely fontos szerepet játszik a növekedésükben. A foszfát a növények számára különféle forrásokból származhat (PL.: műtrágyákból, komposztból vagy ásványi kőzetekből). Fontos szerepet játszik a növények sejtosztódásában, fotoszintézisében és anyagcsere folyamataiban. Hiánya csökkentheti a növények terméshozamát és növekedését.

A kálium (K) egy fontos tápanyag a növények számára, amely nagyon fontos a megfelelő fejlődésükhöz. A kálium számos biokémiai folyamatban játszik szerepet, például segít a fotoszintézis folyamatában és a vízháztartás szabályozásában. A káliumhiány több tünetet okozhat, (PL.: levélsárgulást, szárazságot). Fontos biztosítani az elegendő káliumot növényeknek megfelelő egészségük érdekében. A növények a káliumot a talajból veszik fel, szükség esetén különböző tápoldatokkal vagy műtrágyákkal pótolható. Figyelembe kell venni a növény típusát és a környezeti körülményeket is a kálium meghatározásakor.

3.5 Világítás

A növények számára az ideális fénymennyiség biztosítása elengedhetetlen. A technológiai fejlődés a világítástechnikában is áttörést hozott, ami a speciális spektrumú LED-ek

megjelenésével előtérbe helyezte a beltéri növénynevelést. A növények életében különböző spektrumú világításra van szükség. Természetes nap a teljes spektrumot lefedi, ellenben a beltéri világítással, ahol szempont az energiatakarékosság is.

A **vörös fény** nagyon fontos a száraz és a levelek növekedéséhez. Ez a hullámhossz a virágzást, a nyugalmi időszakokat és a csírázást is szabályozza. Ez a legfontosabb színű hullámhossz a növények számára és ez a leginkább fotoszintetikusán aktív spektrum. A növénynevelő LED izzók a legnagyobb számban vörös fényt kibocsájtó diódákat tartalmaznak.

A **kék fény** befolyásolja a klorofill termelést, és a levélvastagságra is hatással van, így a növény tömegét befolyásolja. Ez a második legfontosabb színű hullámhossz a növények számára. Fotoszintetikusán a második legaktívabb spektrum, így a növénynevelő LED izzók a vörös fényű diódák után a kék fényű diódákat tartalmazzák a legnagyobb számban.

A **zöld fény** fotoszintetikusán kevésbé aktív, így a növényeknek sokkal kisebb arányban van rá szükségük. A zöld fény számos fotomorfogenetikus folyamathoz szükséges.

Az **infravörös-közeli fény** hasznos egyes fotomorfogenetikus folyamatokhoz. Segítheti, és gyorsíthatja a virágzást, növelheti a termés mennyiségét. Az infravörös-közeli sugárzás könnyen áthatol lombkoronán, így az alsó leveleknél hasznosul.

Az **ultraibolya-közeli fény** az infravörös-közeli fényhez hasonlóan fotoszintetikusán kevésbé aktív. Különböző fotomorfogenetikus folyamatokhoz hasznos, valamint sterilizálja a baktériumokat és gombákat, így csökkenti a növényi betegségek kialakulását.

3.6 Szén-dioxid szükséglet

A növények a fotoszintézis során vízből és szén-dioxidból oxigént és egyéb szerves anyagokat állítanak elő. A szén-dioxidot a környező levegőből veszik fel. A levegőben található CO₂ szintje határozza meg, hogy mennyire tudnak hatékonyan növekedni és fejlődni a növények. Átlagosan 300-400 ppm (parts per million) szén-dioxid koncentrációra van szükségük a legjobb növekedéshez. Ennél alacsonyabb CO₂ szint mellett a növények kevesebb tápanyagot tudnak felvenni, lassabban növekednek. Azért is fontos az elegendő

széndioxid, mert a növények a fotoszintézis során oxigént termelnek, ami elengedhetetlen az élőlények életéhez.

4. LEHETSÉGES MEGOLDÁSOK

4.1 Termesztési megoldások

4.1.1 Növénynövesztő inkubátor

A növénynövesztő inkubátor egy olyan berendezés, amely ideális körülményeket teremt a növények számára a növekedésükhöz és fejlődésükhöz. Általában zárt, kontrollált környezetet biztosítanak, amelyben megoldott a hőmérséklet, a páratartalom, a fény mennyisége és az öntözés szabályozása. Így biztosítsa a megfelelő körülményeket a növények számára.

Az inkubátorok különböző méretűek lehetnek, a kisebb hűtő mérettől egészen a nagy két ajtós hűtőig. Ezek az eszközök ideálisak lehetnek a friss zöldségek vagy a gyógynövények termesztésére a házban vagy a lakásban. Kis mérete miatt bárhol elfér, ezért ideális olyan helyeken, ahol a kertben való termesztés nem megoldható.

A növénynövesztő inkubátorok segítenek abban, hogy a növények egészségesek maradjanak és optimális módon fejlődjenek, a az egész évben. Ezek az eszközök lehetővé teszik a növények számára, hogy a szükséges tápanyagokat és a teljes spektrumú fényt megkapják, ami hozzájárul a természetes növekedésükhöz és virágzásukhoz.

4.1.2 Üvegház

Az üvegházias növénytermesztés, a növények olyan körülmények között történő termesztését jelenti, amelyekben a termesztési feltételek ellenőrzöttebbek és stabilabbak. Az automatizált üvegházakban biztosított a növényeknek az optimális hőmérséklet, páratartalom, világítás és tápanyagellátás. Így lehetőség van a nagyobb hozam elérésére vagy a sérülékenyebb növényfajták termesztésére is.

Az üvegházakban történő növénytermesztés számos előnnyel jár, egész évben folyamatos termelés, valamint a növények védelme az időjárás és kártevők ellen. A leggyakrabban üvegfelületekkel borított struktúrákban történik a növénytermesztés.

Az üvegházakban termesztett növények közé tartoznak a paradicsom, paprika, uborka, saláta, bazsalikom, citromfű, valamint különféle virágok és dísnövények. Az üvegházi növénytermesztés a modern mezőgazdaság egyik fontos ágazata, amely segítségével ki-elégíthetjük a fogyasztói igényeket és növelhetjük a mezőgazdasági termelés hatékonyságát.

4.2 Szabályozási megoldások

4.2.1 PLC (Programmable Logic Controller)

Programozható logikai vezérlő (PLC) egy olyan automatizálási eszköz, amit az ipari folyamatokban használnak, a szabályozás és a monitorozás céljából. A PLC-k ipari számítógépek, amelyek egyedi nyelven programozhatók, a szükséges műveletek és feladatok végrehajtására. A programok általában logikai utasításokat, vezérlési rutinokat és egyéb funkciókat tartalmaznak. A leggyakrabban használt nyelv a Létradiagram, de programozhatjuk Funkcióblokkal (FB) vagy Sorrendi folyamatábrával (SFC) is.

A PLC-k egy központi egységből, valamint digitális és analóg bemenetekből és digitális és analóg kimenetekből állnak. A programozható logikai vezérlők képesek, különböző be- és kimenettel perifériával kommunikálni (PL.: érzékelők, kapcsolók, motorok, szelepek stb.).

A PLC-k széles körben használatosak az ipari automatizálás területén, gyártóüzemekben, energiaiparban, épületautomatizálásban stb. A programozható logikai vezérlők nagy rugalmasságot és megbízhatóságot biztosítanak, lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy egyszerűen vezéreljék és monitorozzák az ipari folyamatokat.

Előnyök:

- szabványosított ki- és bemeneti interfészek
- egyszerű programozhatóság

- akár hálózati csatlakoztatás
- megbízhatóság

Hátrányok:

- magas ár
- drága szenzorok
- legtöbbször a fejlesztői környezetért is fizetni kell

4.2.2 Mikrokontroller

A mikrokontroller egy kis méretű integrált áramkör, amely rendelkezik egy vagy több processzorral, memóriával és perifériákkal. Gyakran használják különböző beágyazott rendszerekben (PL.: háztartási gépek, autókban, ipari berendezésekben, orvostechikai eszközökben).

A mikrokontrollerek rendelkeznek digitális és analóg bemenetekkel és kimenetekkel, valamint különféle kommunikációs interfészekkel (PL.: UART, I2C, SPI és USB). Ezek a funkciók lehetővé teszik, hogy különböző feladatokat végezzen és vezérelje a különböző rendszereket.

A mikrokontrollerek széles körben elterjedtek, mivel kis méretűek, alacsony energiafogyasztásúak és költséghatékonyak. Emellett sok gyártó kínál fejlesztői készleteket és kész megoldásokat a mikrokontrollerek programozásához és beépítéséhez (PL.: Arduino, NUCLEO, ESP).

Előnyök:

- alacsony ár
- ingyenes fejlesztői környezet
- olcsó szenzorok
- alacsony fogyasztás

Hátrányok:

- bonyolultabb programozás

- meg kell tervezni az NYÁK-ot

4.2.3 Egykártyás számítógép (Raspberry Pi)

A Raspberry Pi egy bankkártya méretű számítógép, amelyet a Raspberry Pi Foundation készített. Az első Raspberry Pi modellt 2012-ben mutatták be, azóta pedig több verziója került piacra.

A Raspberry Pi egy egyszerű, olcsó és kisméretű számítógép, amelyet oktatáshoz és prototípus fejlesztéshez használnak. A Raspberry Pi modellek rendelkeznek WLAN és Bluetooth modullal, SD kártya foglalattal, HDMI és USB portokkal.

A Raspberry Pit nagyon sokféle módon fel lehet használni. Lehet belőle webszervert, médialejátszót, robotikai vezérlőt, vagy akár otthoni automatizálási rendszer is csinálni. Sokan használják oktatási célokra is, mivel segítségével könnyen meg lehet tanulni a programozást és az informatikát (Linux). Az alaplapjára elhelyezett GPIO-k lehetővé teszik a különböző szenzorok használatát.

Egyéb előnyei közé tartozik a szabad forráskódú operációs rendszer, a Raspberry Pi OS.

Előnyök:

- alacsony ár
- ingyenes fejlesztői környezet
- olcsó szenzorok
- a teljesítményhez és a tudáshoz képest alacsony fogyasztás
- egyszerű programozás (PL.: Python, Java)
- Node-RED

Hátrányok:

- élettartam
- operációs rendszer

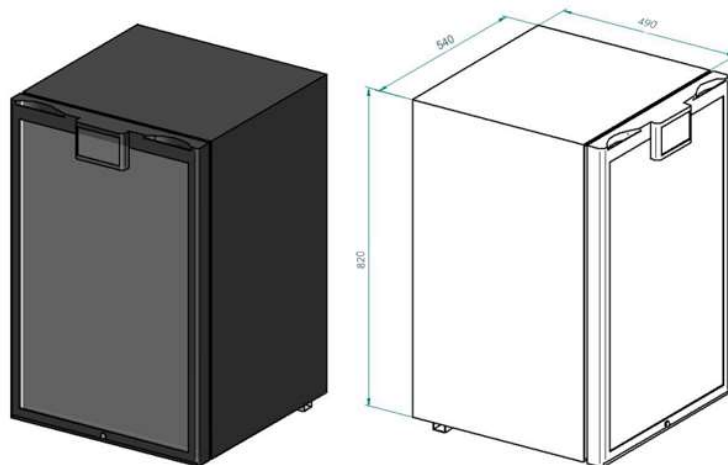
4.3 Megoldási módszerek kiválasztása, indoklása

A növénynövesztő inkubátor, kis mérete miatt bárhol elfér, ezért ideális választás prototípus készítéséhez, egész évben lehet használni, minimális energiafelhasználás mellett.

A szakdolgozatomban olyan projektet szerettem volna választani, amiben az egyetemen elsajátított komplex tudást tudom bemutatni, ezért egy egyedi áramkör megtervezését választottam, egy általam kiválasztott ATmega típusú mikrokontrollerrel. Így a dolgozatomban mind a hardver tervezést, mind a szoftver tervezést be tudom mutatni.

5. HARDVER TERVEZÉSE ÉS MEGVALÓSÍTÁSA

A vertikális farm egy beltéri prototípus változata a „saját fejlesztésű inkubátor”, ami a kereskedelemben kapható, italhűtő gyártó cég alapszekrényéből készült. Az alap szekrény tartalmazza az üvegajtót, valamint a hűtéshez szükséges kompresszort a beépített elpárologtatóval. Az inkubátor tervezésénél figyelembe vettem a szekrény adottságait az öntöző rendszert, a LED növesztő fényforrást, a levegőztető rendszert, valamint az elektronika optimális elhelyezését. A rendszer pontos működését a saját tervezésű mikrokontrolleres vezérlő rendszer végzi, amely a hozzá csatlakozott perifériák segítségével biztosítja a növény fejlődéshez szükséges paraméterek beállítását. A felhasználónak lehetősége van HMI -n keresztül beavatkozni a szabályzó kör működésébe. Ebben a fejezetben bemutatom ezeknek a perifériáknak a leírását és a működését.



2. ábra Inkubátor

5.1 A rendszer főbb egységei

- Vezérlőáramkör
- Működtető szoftver
- Kijelző egység (HMI)
- Ventilátor
- LED világítás
- Víztartály + vízpumpa
- Vegyszer tartály + vízpumpa

- Szellőztető szervomotor
- Beépített hűtőkompresszor

5.2 Microchip ATmega128 mikrokontroller

ATmega128 főbb jellemzői

Az ATmega128 egy alacsony fogyasztású, nagy teljesítményű statikus CMOS áramkör-technikán alapuló mikrokontroller. A 8-bites mikrovezérlő RISC architektúrára épül, az aritmetikai utasításokat 1 órajel-ciklus alatt hajtja végre. A maximális órajel-frekvencia 16 MHz. A mikrovezérlő TQFP vagy MLF tokba szerelik.

Típusai:

- ATmega128: 4,5 - 5,5 V Vcc, 0 - 16 MHz CLK
- ATmega128L: 2,7 - 5,5 V Vcc, 0 - 8 MHz CLK

Fő részei:

- AVR CPU és memória mag
- Integrált I/O egységek

- AVR architektúra blokk diagramja:

- Az ALU egy szorzó áramkört is tartalmaz.

Integrált program- és adatmemória:

- 128 KByte In-System Reprogrammable Flash a programkód számára.
- 4KBytes EEPROM, az adott alkalmazás paramétereinek tárolására.
- 4KBytes Internal SRAM mint adatmemória.
- SPI Interface for In-System Programming.

Általános digitális I/O portok:

- 6 db 8-bites kétirányú digitális I/O port.
- 1 db 5-bites kétirányú digitális I/O port.

A digitális I/O portok kivezetéseinek a többsége más funkciókhoz, perifériához is csatlakozik, ha a perifériát használjuk, akkor az adott lábat nem tudjuk digitális I/O-ként használni

JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface:

- Perem-letapogatásos (Boundary Scan) tesztelés.
- Széleskörű on-chip hibakeresési támogatás.
- A Flash és az EEPROM is programozható a JTAG interfészen keresztül.

Integrált perifériák:

- 2 db 8 bites időzítő/számláló külön előskálázókkal és összehasonlítási módokkal.
- 2db kibővített 16 bites időzítő/számláló külön előskálázóval, összehasonlítási móddal és rögzítéssel.
- Real Time Counter saját oszcillátorral.
- 2 db 8-bites PWM csatorna.
- 6 db PWM csatorna 2 -16 bitig programozható felbontással.
- Output Compare Modulator.
- 8-csatornás, 10-bit felbontású A/D átalakító.

- 8 Single-ended Channels.
- 7 Differential Channels.
- 2 Differential Channels programozható erősítéssel 1x, 10x, or 200x.
- Dual Programmable Serial USARTs soros interfész.
- Master/Slave SPI soros interfész.
- Programozható Watchdog Timer integrált óragenerátorral.
- Analóg komparátor.

Egyéb speciális funkciók (Special Microcontroller Features)

- Power-on Reset.
- Programozható tápfeszültség-csökkenés detektor.
- Belső kalibrált RC Oscillator.
- Belső és külső interrupt.
- Különféle alvó-módok.

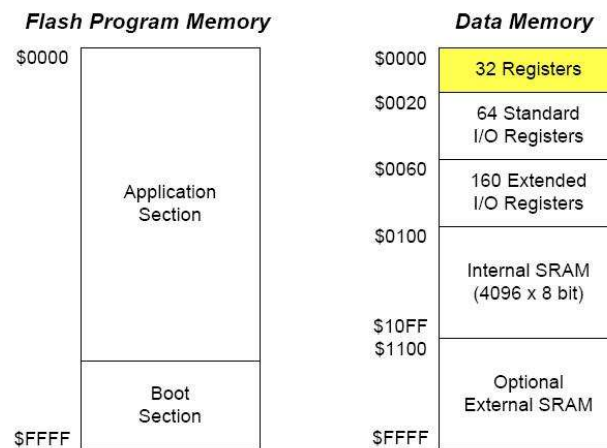
Regiszterek:

- A CPU mag 32 darab 8-bites általános célú regisztert tartalmaz, melyek közvetlenül kapcsolódnak az ALU hoz. Ezek a regiszterek tartalmazzák az aritmetikai utasítások operandusait, és az eredmény is valamelyik regiszterbe kerül.
- A 16 bites Stack Pointer regiszter mindig a stack logikai tetejére mutat. (PUSH és POP utasítások)
- A 8 bites állapotregiszter (PL.: aritmetikai műveletek).
 - A bitek jelentése:
 - Bit 7 – I: Global Interrupt Enable
 - Bit 6 – T: Bit Copy Storage
 - Bit 5 – H: Half Carry Flag
 - Bit 4 – S: Sign Bit, $S = N \text{ exor } V$
 - Bit 3 – V: Two's Complement Overflow Flag
 - Bit 2 – N: Negative Flag
 - Bit 1 – Z: Zero Flag

- Bit 0 – C: Carry Flag

Integrált programmemória és adatmemória:

- Flash Program Memory
- Data Memory
- Az ATmega128 mikrokontrollerben található egy 4 kB kapacitású EEPROM.



4. ábra Memory

[<http://www.mohospal.hu/oktatas/Atmega/Doku/avr128-leir1.pdf>]

A digitális I/O portok felépítése

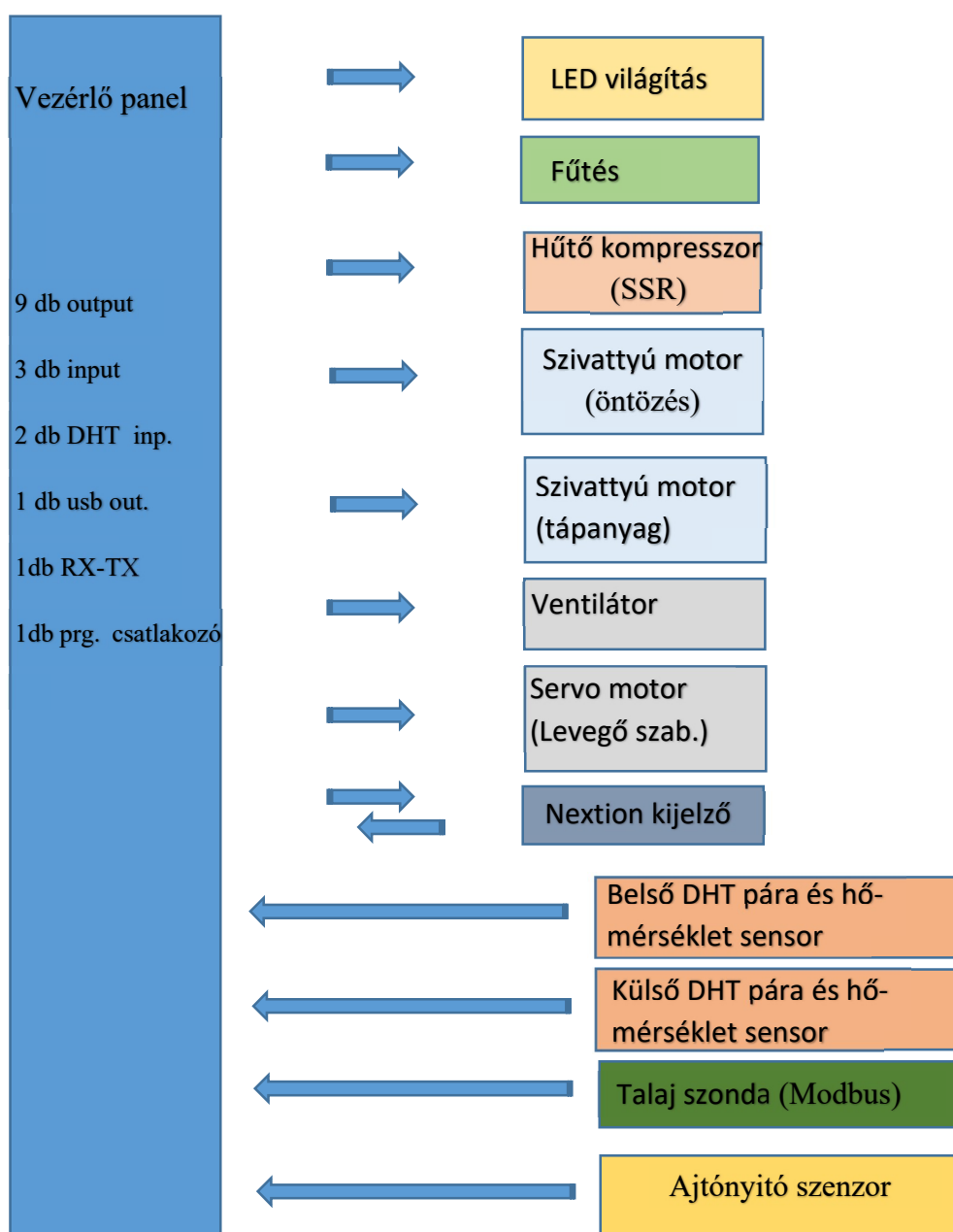
Az ATmega mikrokontrollereknél a digitális I/O portok szokásos felépítésűek, kétirányúak, tehát kimenetként, illetve bemenetként is fel lehet használni őket. Az irány bitenként állítható, minden I/O porthoz tartozik egy irányt beállító regiszter.

A porthoz tartozik egy adatregiszter PORTx, egy DDRx irányregiszter, és egy csak olvasható PINx regiszter (az x lehet A-G). A regiszter n-edik bitje PORTxn, DDRxn illetve PINxn (n lehet 0-7). Ha az irányregiszter DDRxn bitje 1 értékű, akkor a port kimenetre van állítva, az adatregiszter PORTxn bitje hajtja meg a megfelelő kivezetést PINxn. Ha a kivezetést bemenetként szeretnénk használni, akkor ez megtehetjük az irányregiszter DDRxn bit 0-ba írásával.

A kivezetés állapotát, PINx regiszterből olvashatjuk ki (alacsony vagy magas jelszint). Minden kivezetéshez kapcsolódik egy felhúzó ellenállás. A felhúzó ellenállást az SFIOR

regiszter PUD jelű bitjének a beállításával le lehet kapcsolni. Az ATmega128 mikrokontrollerben az F és G port címzése nem fért be az I/O regiszterek tartományába, hanem memóriába ágyazott lett (a PINF regiszter kivételével). Ezért nem in vagy out utasításokkal, hanem load és store típusú utasításokkal érhetjük el.

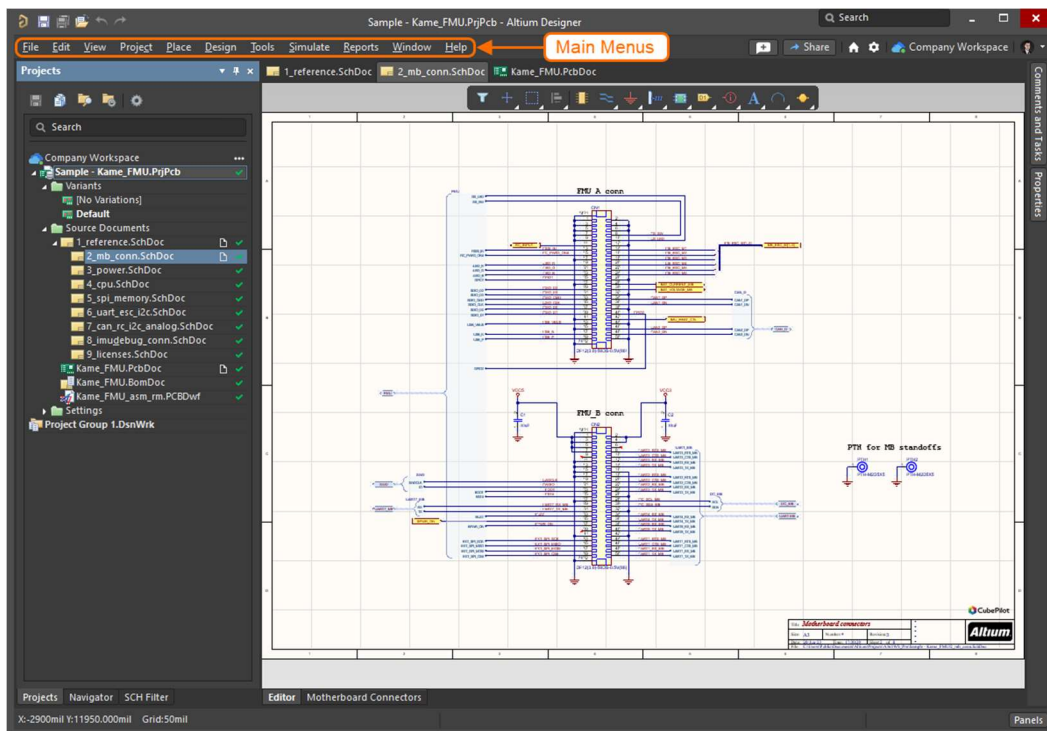
5.3 Az inkubátor elektronikai blokkvázlata



5.4 A hardver tervezéshez felhasznált szoftverek

5.4.1 PCB tervező szoftver (Altium Designer)

Az Altium Designer egy professzionális nyomtatott áramkör tervező szoftver, amelyet mérnökök és elektronikai tervezők használnak az analóg és digitális áramkörök tervezésére, szimulációjára. A program számos funkciót kínál a tervezőknek a gyors és hatékony munkavégzéshez (PL.: 3D modell megjelenítést, alkatrész könyvtárat). Az Altium Designer lehetővé teszi az egyedi áramkörök tervezését, a kezdetektől a végéig. A program felhasználóbarát, így könnyen kezelhető még kezdők számára is. Az Altium Designer segítségével a tervezők alkalmazhatnak különböző simítási technikákat, hogy optimalizálják a tervezést, és minimalizálják az esetleges hibákat. A szoftver támogatja az együttműködést a tervezőcsapatok között, ezzel lehetővé téve az egyszerű fájl megosztást és verziókezelést. Altium Designer integrálódik más CAD szoftverekkel, illetve tervezőeszközökkel, így könnyen importálni és exportálni lehet az adatokat más formátumokban.



5. ábra Altium Designer

[https://www.altium.com/documentation/sites/default/files/wiki_attachments/322478/AD_Env_MainElements_MainMenus_AD23.png]

5.5 A nyomtatott áramkör

Az Inkubátor vezérléséhez szükséges nyomtatott áramkört az Altium Designer programban terveztem. A program alkalmas komplex többrétegű nyomtatott áramkörök tervezésére. A nyomtatott áramköri tervezővel megterveztem és megrajoltam a kapcsolási rajzot. Az alkatrészeket automatikusan beszámozta a program, amiből egy netlistát készítettem. A netlista alapján a program elkészíti a huzalozási listát és ezután lehet az alkatrészeket elhelyezni a nyomtatott áramkörön. A nyomtatott áramkörön lévő alkatrészek lábait automatikusan elkészíti a program, de utána mindenféleképpen korrigálni kellett a vezetékezést.

Az áramköri tervezésnél figyelembe vettem azt, hogy standard alkatrészekből épüljön fel a nyomtatott áramkör, melyeknek túlnyomó része SMD a tokozú.

A kimeneteket és a bemeneteket egyaránt gyors csatlakozóval terveztem. A gyorscsatlakozó előnye, hogy csavarozásmentesen lehet leválasztani a külső egységeket. Minden kimeneti és bemeneti port optocsatolás leválasztást kapott a védelem és hibamentes működés érdekében. A panel tápfeszültség bemenete 12Vdc, mivel az inkubátorban felhasznált eszközök többsége, gyengeáramú 12Vdc feszültségről működnek, ennek további előnye, hogy az akkumulátoros használatot is lehetővé teszi. A bemeneti optocsatolók kollektora, közvetlen a mikrokontroller bemeneteire csatlakoznak, a processzor kimenetei a kimeneti optocsatolók anódját vezérli. A perifériákat galvanikusan leválasztottam a külső egységekről, így maximálisan védett lett a processzor. A külső egységeket relék vezérlik az optimális teljesítmény miatt. A relék kisméretű nyomtatott áramkörbe ültethető Omron típusú relék 12Vdc kivitelben. A nyomtatott áramkörön helyet kapott még két PWM-mel szabályozott teljesítmény kimenet. Ezek, a kimenetek vezérlik a levegő keringtető ventillátort és a szellőztető szervomotort.

5.5.1 Az áramkör főbb egységei

Az **ATmega128** egy nagy teljesítményű, alacsony fogyasztású, 8-bites mikrovezérlő. A mikrokontroller a híres AVR széria tagja, számos beépített perifériával rendelkezik, amelyek lehetővé teszik számos alkalmazásban való használatát. Azért, választottam ezt a

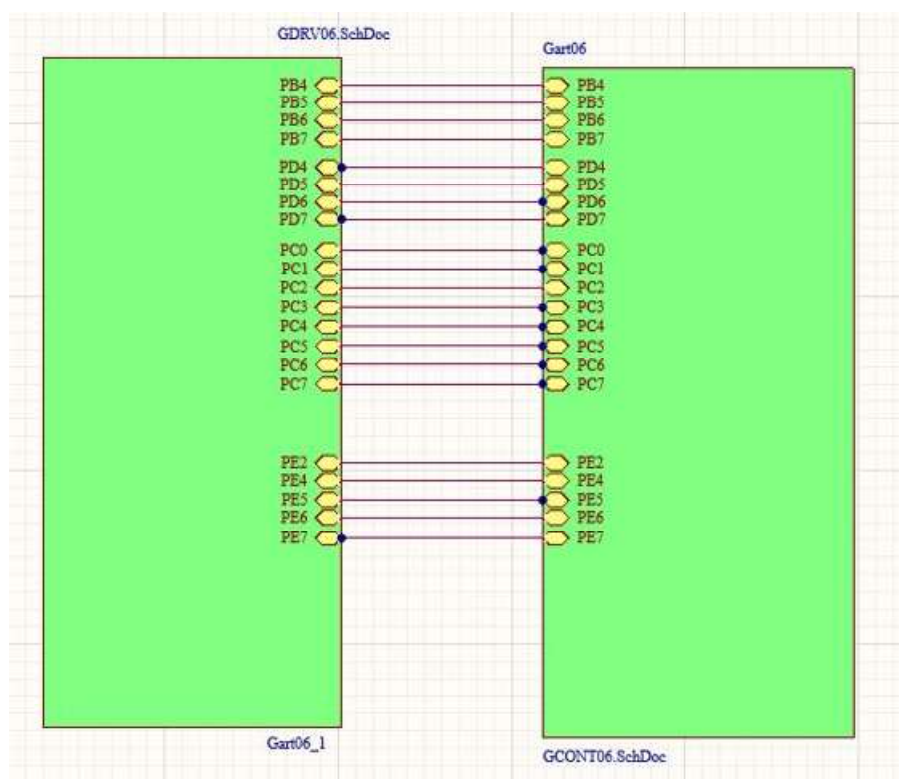
típusú a mikrokontrollert, mert rendelkezik azokkal a kimeneti és bemeneti perifériákkal, amik teljes egészében kiszolgálja a növénynevelő inkubátor működéséhez szükséges feltételeket. Az ATmega128-at széles körben használják iparban és egyéb beágyazott alkalmazásokban (PL.: autóiparban, orvostechikai eszközökben). Az ATmega128 könnyen programozható és támogatja az általános C és C++ programozási nyelveket.

A **PCF8563** egy CMOS valós idejű óra (RTC) és naptár, amelyet alacsony energiafogyasztásra optimalizáltak. Programozható órakimenet, megszakítási kimenet és alacsony feszültségérzékelő is rendelkezésre áll. Az összes cím és adat soros átvitele kétvonalas, kétirányú I²C-buszon keresztül történik. A busz maximális sebessége 400 kbit/s. A regiszter címe automatikusan növekszik minden írott vagy olvasott adatbájt után. A PCF8563 a NXP Semiconductors fejlesztett ki. A modul nagyon pontos időmérési funkciókat kínál, ideális az olyan alkalmazásokhoz, ahol nagyon fontos a pontos időtartamok kezelése (PL.: időzített feladatok vagy időzónák közötti átváltások).

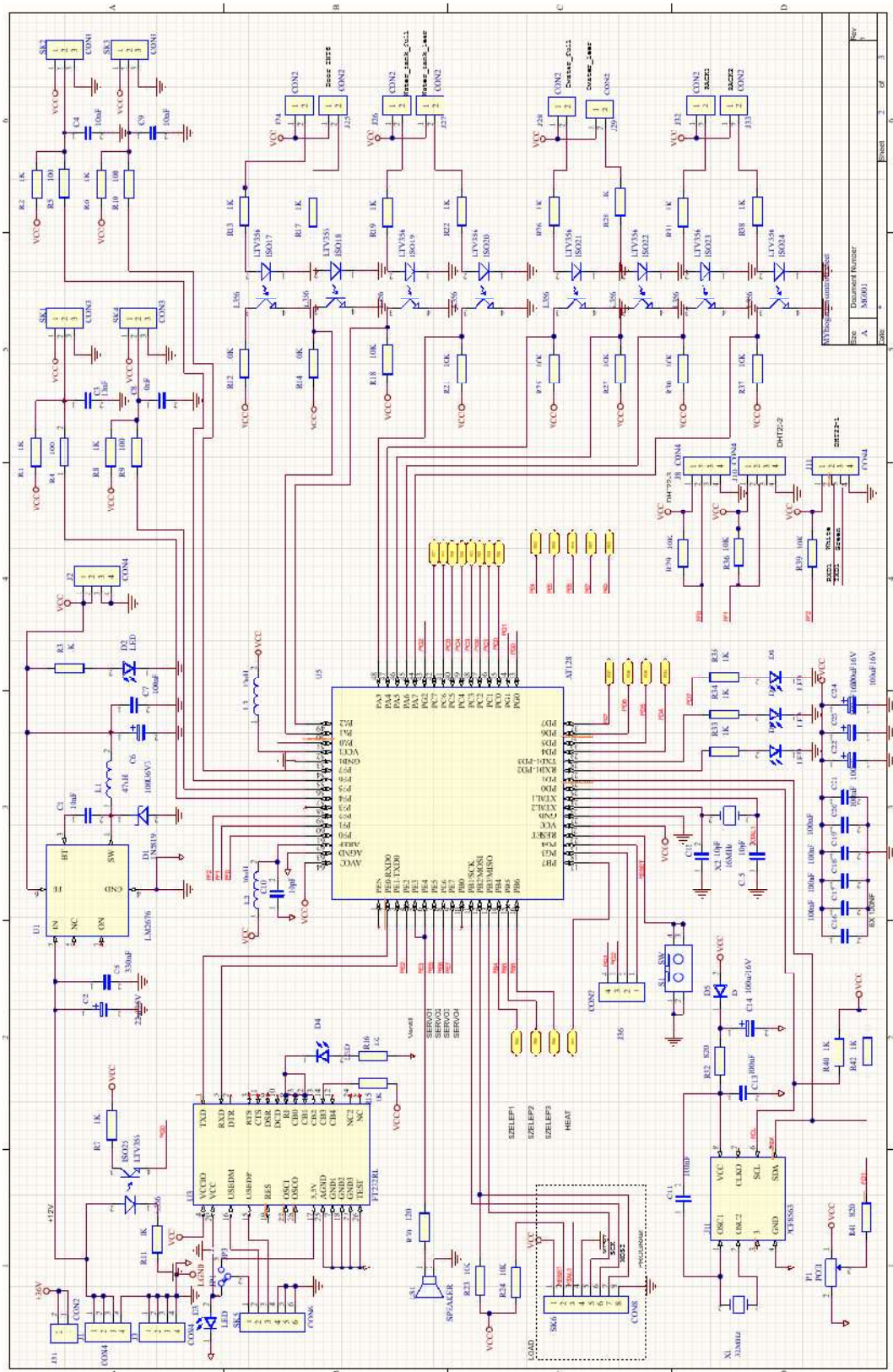
Az **FT232R** egy USB-soros UART interfész opcionális órajelgenerátor kimenettel és az új FTDIChip-ID™ biztonsági hardverkulccsal. Ezen kívül aszinkron és szinkron interfész módok is elérhetők. Az FT232R-t használó USB-soros kialakítások tovább egyszerűsödtek a külső EEPROM, az óraáramkör és az USB ellenállások teljes integrálásával az eszközbe. Az FT232R chip automatikusan érzékeli a csatlakoztatott eszközt és konfigurálja magát az adott környezethez. Könnyű integrálni a rendszerbe és kezelni a kommunikációt az eszközök között. Széles körben támogatott a különböző operációs rendszereken (PL.: Windows, Linux és az OS X), ezáltal rugalmasan használható a különböző platformokon.

Az **LM2676** sorozatú szabályozók monolitikus integrált áramkörök, amelyek az összes aktív funkciót biztosítják kapcsoló szabályozóhoz, amely akár 3A terhelést is képes meghajtani, kiváló vonali és terhelésszabályozási jellemzőkkel. A magas hatásfok (>90%) az alacsony BE-ellenállású DMOS tápkapcsoló használatával érhető el. A sorozat 3,3 V, 5 V és 12 V fix kimeneti feszültségből és egy állítható kimeneti változatból áll.

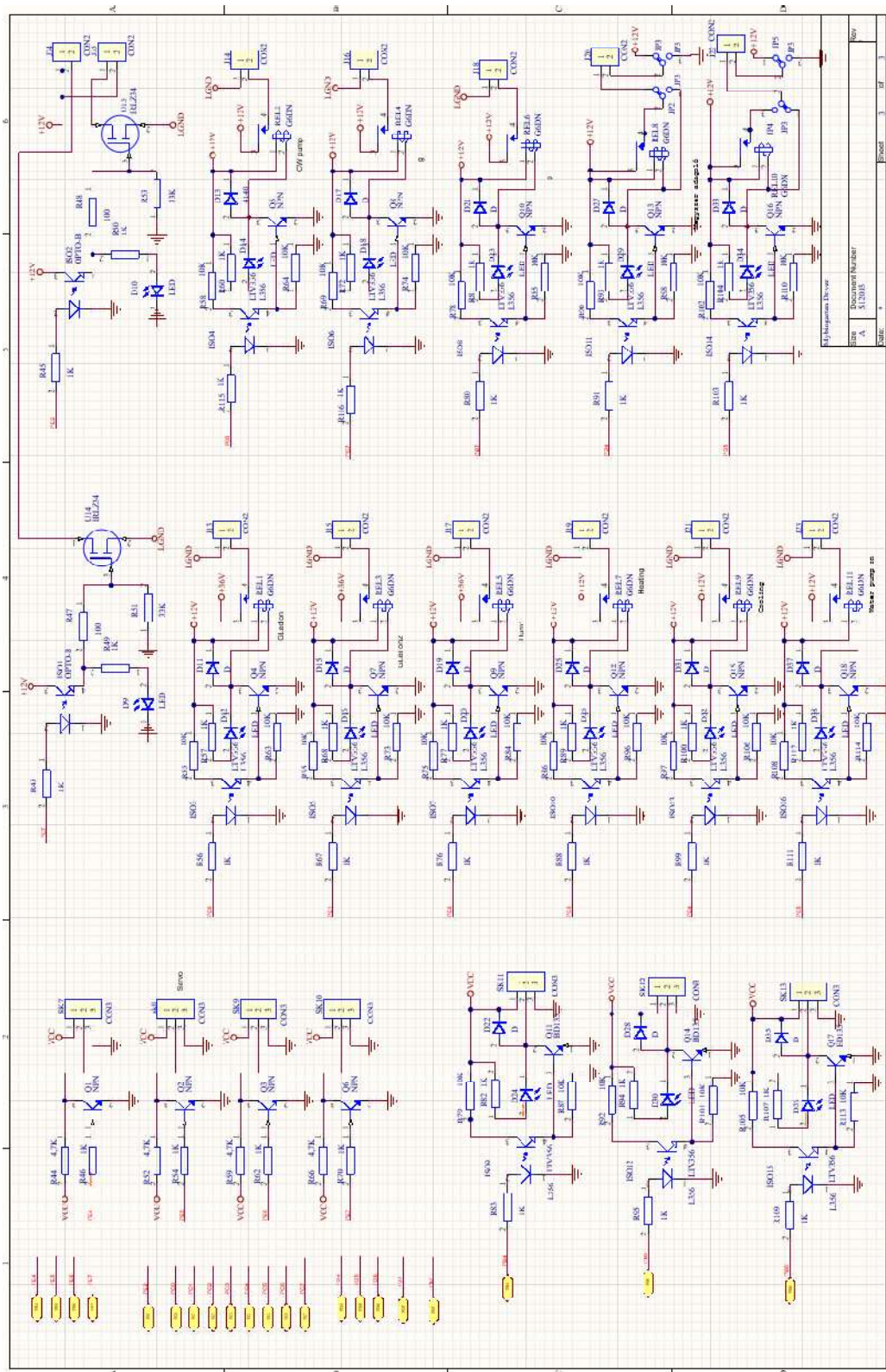
5.5.2 Kapcsolási rajz



6. ábra Kapcsolási rajz 1.



7. ábra Kapcsolási rajz 2.



8. ábra Kapcsolási rajz 2.

5.5.3 PCB alkatrész lista

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
10nF		C1, C3, C4, C8, C9	sm805	C_0	5
22uF35V		C2	cs100	100U6V3_0	1
330nF		C5	sm805	C_0	1
100U6V3		C6	cs100	100U6V3_0	1
100nF		C7, C11, C13, C16, C17, C18, C19, C20, C21	sm805	C_0	9
10pF		C10, C12, C15	sm805	C_0	3
100uF16V		C14, C22, C23, C24	cs100	100U6V3_0	4
1N5819		D1	d4148	ZD_0	1
LED		D2, D3, D4, D6, D7, D8, D12, D14, D16, D18, D20, D23, D24, D26, D29, D30, D32, D34, D36, D38	dmd805	LED_0	20
D		D5	dmd805	D_1	1
LED		D9, D10	d4148	LED_0	2
D		D11, D15, D17, D19, D21, D22, D25, D27, D28, D31, D33, D35, D37	D4148	D_1	13
4148		D13	D4148	D_1	1
OPTO-B		ISO1, ISO2	TC817	OPTO-B_0	2
LTV356		ISO3, ISO4, ISO5, ISO6, ISO7, ISO8, ISO9, ISO10, ISO11, ISO12, ISO13, ISO14, ISO15, ISO16, ISO17, ISO18, ISO19, ISO20, ISO21, ISO22, ISO23, ISO24, ISO25	TC817	OPTO-B_0	23
CON4		J1, J2, J3	C4508	CON4_0	3
CON4		J8, J10, J11	mol4	CON4_0	3

CON2		J13, J14, J15, J16, J17, J18, J19, J20, J21, J22, J23, J24, J25, J26, J27, J28, J29, J31, J32, J33, J34, J35	con2	CON2_0	22
CON?		J36	mol4	CON4_0	1
JP3		JP1, JP2, JP3, JP4, JP5	JP3	JP3_1	5
47uH		L1	L10	L_0	1
10uH		L2, L3	L10	L_0	2
SPEAKER		LS1	PZ1	SPEA- KER_0	1
POTI		P1	pot2	POTI_0	1
NPN		Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q12, Q13, Q15, Q16, Q18	sot23m	NPN_1	15
BD135		Q11, Q14, Q17	to125	NPN_4, NPN_5, NPN_6	3
1K		R1, R2, R3, R6, R7, R8, R11, R13, R15, R16, R17, R19, R22, R26, R28, R31, R33, R34, R35, R38, R40, R42, R43, R45, R46, R49, R50, R54, R56, R57, R60, R62, R67, R68, R70, R72, R76, R77, R80, R81, R82, R83, R88, R89, R91, R93, R94, R95, R99, R100, R103, R104, R107, R109, R111, R112, R115, R116	sm805	RE- SISTOR_2, R_0	58
100		R4, R5, R9, R10, R47, R48	sm805	R_0, RE- SISTOR_2	6

10K		R12, R14, R18, R21, R23, R24, R25, R27, R29, R30, R36, R37, R39, R55, R58, R63, R64, R65, R69, R73, R74, R75, R78, R79, R84, R85, R86, R87, R90, R92, R96, R97, R98, R101, R102, R105, R106, R108, R110, R113, R114	sm805	RE- SISTOR_2, R_0	41
120		R20	sm805	RE- SISTOR_2	1
820		R32, R41	sm805	RE- SISTOR_2	2
4,7K		R44, R52, R59, R66	sm805	R_0	4
33K		R51, R53	sm805	R_0	2
G6DN		REL1, REL2, REL3, REL4, REL5, REL6, REL7, REL8, REL9, REL10, REL11	g6dn	RELAY SPST_1	11
SW		S1	ts2	SW PUS- HBUT- TON_5	1
CON3		sk8, SK7, SK9, SK10, SK11, SK12, SK13	con3	CON3_0	7
CON3		SK1, SK2, SK3, SK4	mol3	CON3_0	4
CON6		SK5	skp6	CON6_0	1
CON8		SK6	skp8	CON8_1	1
LM2676		U1	ts2676	LM2676	1
FT232RL		U3	f232rl	FT232RL_2	1
AT128		U5	AT128	AT128_2	1
PCF8563		U11	PCF85	PCF8563	1
IRLZ34		U14, U15	irz34	IRF640	2
32MHz		X1	xcr1	X_0	1
16MHz		X2	xcr1	X_0	1

5.6 Nextion kijelző (HMI)

A Nextion egy Human-Machine Interface (HMI) megoldás, amely egy integrált proceszszorból és egy érintőképernyőből áll, melynek grafikus felületét a Nextion Editor nevű szoftverrel lehet szerkeszteni.

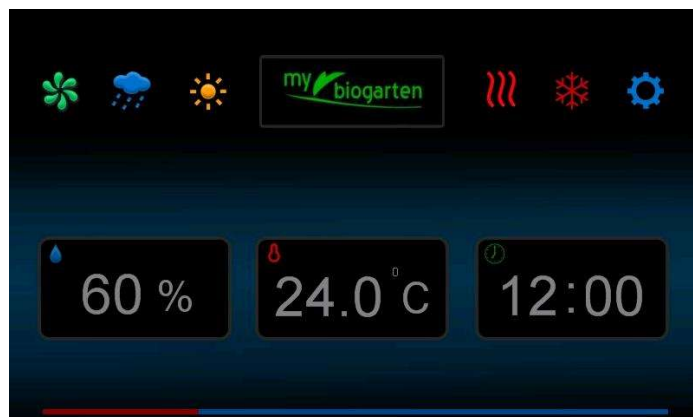
A Nextion Editor szoftverrel gyorsan fejleszthetünk látványos HMI GUI-t (grafika, szöveg, gomb, csúszka stb.). ASCII szöveg alapú utasítások segítségével, bármilyen kezelői felület létrehozható.

Nextion HMI kijelzője TTL soros (5V, TX, RX, GND) keresztül csatlakozik a mikrokontrollerhez.

Az Nextion kijelző kezelőfelületét úgy alakítottam ki, hogy a működés alatt minden fontos információ a fő képernyőn jeleníték meg.

1. oldal

- Alap adatok:
- Real-time clock
- Páratartalom
- Hőmérséklet
- Ventillátor
- Öntözés
- Led lámpa
- Vízsint
- Fűtés
- Hűtés



9. ábra HMI 1.oldal

2. oldal

- Paraméter beállítási ikonok:
- Páratartalom érték beállítás
- Pontos idő beállítása
- Hőmérséklet beállítás
- Tápanyag adagolás beállítás

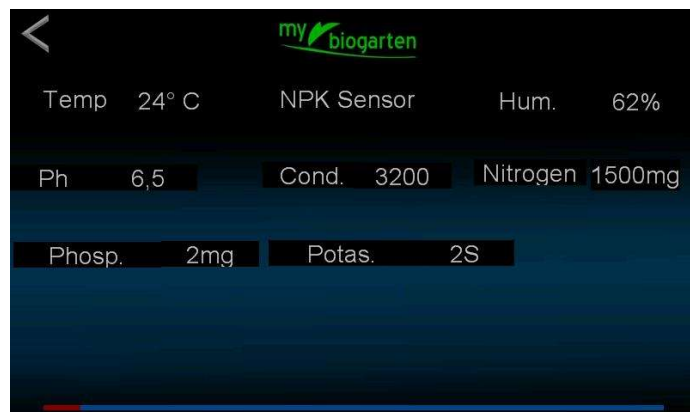


10. ábra HMI 2.oldal

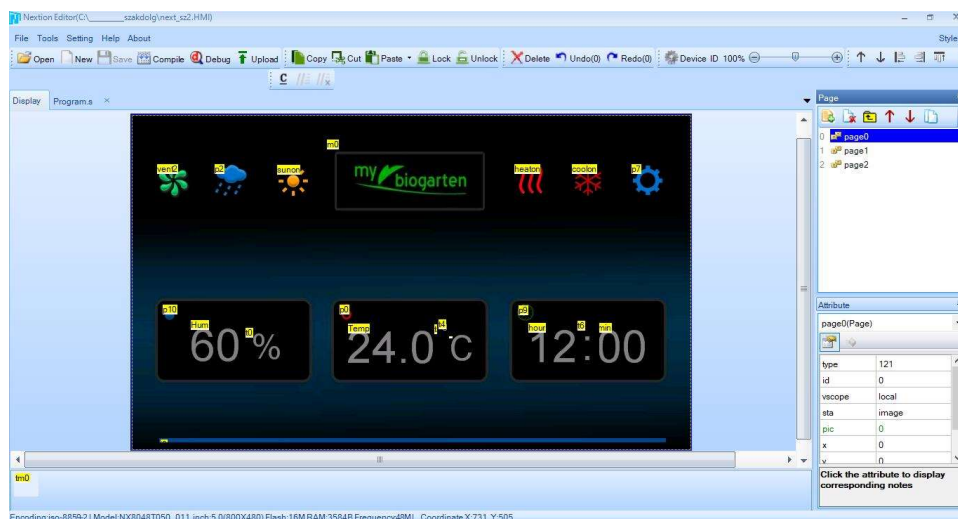
3. oldal

NPK Sensor adatai :

- Hőmérséklet
- Páratartalom
- PH
- EC
- Nitrogén szint
- Foszfor szint
- Kálium



11. ábra HMI 3.oldal



12. ábra HMI

5.7 NPK szenzor (ComWinTop)



13. ábra NPK

Az NPK szenzor segítségével a különböző földek tápanyag tartalmát tudjuk vizsgálni. A prototípus elkészítéséhez olyan NPK szenzor került beszerzésre, ami nem csak az alap Nitrogén, Foszfát és Kálium mérésére alkalmas, hanem ezen felül tudja mérni a talaj-nedvességet, a talaj hőmérsékletét, a talaj EC értékét és a talaj pH értékét. Az NPK szenzor RS485-ön és Modbus protokollal kommunikál a mikrokontrollerrel.

Az értékek kiolvasása:

Read

E.g., Read Humidity, temperature, conductivity, PH, N, P, K together:

Master sends

Address	Function Code	Start Address (Hi)	Start Address (Lo)	Number of Points (Hi)	Number of Points (Lo)	Error Check (Lo)	Error Check (Hi)
0x01	0x03	0x00	0x00	0x00	0x07	0x04	0x08

14. ábra NPK Read

Az NPK szenzor válasza:

Sensor responds:

Address	Function Code	Number of byte	humidity	temperature	conductivity	PH	N	P	K	Error Check (Lo)	Error Check (Hi)
0x01	0x03	0x0E	0x01 0xD0	0x01 0x4C	0x00 0x2C	0x00 0x5A	0x00 0x20	0x00 0x58	0x00 0x68	0x70	0x29

Temperature: 14C H= 332=> temperature= 33.2°C

Humidity: 1D0 H= 464 => humidity= 46.4%

Conductivity: 2C H= 44 => Conductivity = 44 us/cm

PH: 5A H= 56 => PH= 9

Nitrogen (N): 20 H= 56 => N= 32 mg/kg

Phosphorus (P): 58 H= 56 => P= 88 mg/kg

Potassium (K): 68 H= 104 => K= 104 mg/kg

15. ábra NPK responds

Paraméterek:

Soil parameters measuring

Temperature	- Measuring range: -40°C-80°C - Accuracy: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (25°C) - Long-term stability: $\leq 0.1^{\circ}\text{C}/\text{y}$ - Response time: $\leq 15\text{s}$
Humidity	- Measuring range: 0-100%RH - Accuracy: 3% within 0-50%, 5% within 50-100% - Long-term stability: $\leq 1\%\text{RH}/\text{y}$ - Response time: $\leq 4\text{s}$
Conductivity (EC)	- Measuring range: 0-20000us/cm - Accuracy: 0-10000 us/cm range is $\pm 3\%$; 10000-20000 us/cm range is $\pm 5\%$ - Long-term stability: $\leq 1\%\text{uS}/\text{cm}$ - Response time: $\leq 1\text{s}$
PH	- Measuring range: 3-9 PH - Accuracy: $\pm 0.3\text{PH}$ - Long-term stability: $\leq 5\%/\text{year}$ - Response time: $\leq 10\text{S}$
Nitrogen Phosphorus Potassium	- Measuring range: 1-2999 mg/kg(mg/L) - Resolution: 1 mg/kg(mg/L) - Response time: $< 1\text{S}$

16. ábra NPK paraméterek

5.7.1 NPK szenzoros mérések

A „jó palántaföld” típusú virágföld mérése:

- Nedvesség: 5,7
- Hőfok: 22,7
- EC: 259
- PH: 6,9
- N: 15
- P: 82
- K: 74

Az „auchan” általános virágföld mérése:

- Nedvesség: 11,4
- Hőfok: 22,3
- EC: 286
- PH: 6,7
- N: 22
- P: 98
- K: 91

A kertben talált régi beszáradt

föld mérése:

- Nedvesség: 4,4
- Hőfok: 20,5
- EC: 0 ?
- PH: 9 ?
- N: 0 ?
- P: 0 ?
- K: 0 ?

Locsolás után:

- Nedvesség: 21,7
- Hőfok: 22,6
- EC: 258
- PH: 8,3
- N: 15
- P: 81
- K: 73

Kis tápoldat után:

- Nedvesség: 24
- Hőfok: 22,2
- EC: 898
- PH: 9 ?
- N: 157
- P: 360
- K: 231

Szobanövény NPK mérése:

- Nedvesség: 7
- Hőfok: 20,3
- EC: 214
- PH: 9?
- N: 6
- P: 60
- K: 52

Szobanövény tápoldat locsolás után

- Nedvesség: 12
- Hőfok: 20.8
- EC: 234
- PH: 9?
- N: 10
- P: 70
- K: 60

Szobanövény tápoldatos locsolás után + 1dl víz

- Nedvesség: 26
- Hőfok: 22,7
- EC: 466
- PH: 7,6
- N: 60
- P: 188
- K: 181

Megállapítások:

- Ha a szenzor simán csak a szabadban van akkor csak a hőmérsékletet méri.
- Ha a föld nem elég nedves, akkor nem, vagy hibásan mér.
- Ha nagyon száraz a föld, akkor nem tud a pH-t mérni.

The screenshot shows a web interface for configuring and reading an NPK sensor. The interface is divided into several sections:

- Sensor:** A dropdown menu showing "CWT SOIL sensor (NPK type)".
- Slave address:** A text input field containing "1" and a "Read" button.
- Slave new address:** A text input field containing "0-255" and a "Write" button.
- Register address:** A dropdown menu showing "2: Temperature".
- Register type:** A dropdown menu showing "4xxx: Holding|Keep".
- Value type:** A dropdown menu showing "Signed".
- Value scale:** A text input field containing "0.1".
- Register value:** A text input field containing "21.90" and a "Read" button.
- Log:** A text area displaying a list of RX and TX data packets, including addresses and values. A "Clear" button is located to the right of the log.
- Reset NPK:** A button at the bottom left of the interface.

17. ábra NPK lekérdezés

5.8 Felhasznált alkatrészek

Teljes spektrumú LED növényvilágítás



18. ábra LED

[<https://www.lampak.hu/hadex-led-fuggolampa-novenyek-termesztesehez-led-36w-230v-ip44/>]

Paraméterek:

- Fényspektrum: 400-740 nm + nappali fehér 6000 - 6500K.
- Fényforrások: 204x piros LED (620 - 625 nm), 72x kék LED (450 - 455 nm), 4x narancssárga LED (590 nm), 4x ibolya LED (395 - 400 nm), 24x fehér LED (6000 - 6500K), 4x IR LED (730 - 740 nm).
- IEC csatlakozó.

Szellőztető ventilátor



19. ábra Ventilátor

[<https://nz.rs-online.com/web/p/centrifugal-fans/2436417>]

Paraméterek:

- Névleges feszültség: 12VDC
- Áramfelvétel: 515mA
- Fordulatszám: 4450f/p
- Hossz: 203mm
- Szélesség: 47mm
- Magasság: 50mm

Hűtő

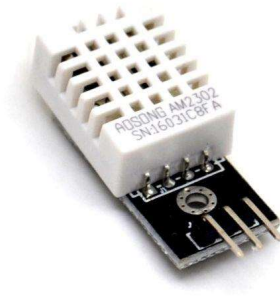
20. ábra Hűtő

[<https://gastro-cool.de/en/glass-door-cooler-for-bottles-black>]

Paraméterek:

- Hőmérséklet tartomány: 2-10 C°
- Űrtartalom: 130 l
- Súly: 32 kg
- Tápfeszültség: 220-240 V / 50 Hz / 110 W

Hőmérséklet és pára mérő szenzor (DHT22)



21. ábra DHT22

[<https://shop.tavir.hu/termek/shop/modulok/homerseklet/dht-22-para-es-homerseklet-szenzor/>]

Paraméterek:

- 1 s válaszdő
- Max. 100 m
- Tápfeszültség: 3.3 - 5.5V
- Áramfelvétel: 1.5mA
- Hőmérséklet-tartomány: -40- 80°
- Páratartomány: 0 -100RH% +/-2RH%
- Mérési pontosság: 0.1°C; 0.1RH%

Víztartály + vízpumpa



22. ábra Víztartály + vízpumpa

[<https://www.kamionfelszerelés.hu/spd/KATX0044/Ablakmoso-tartaly-szivattyuval-15L-12V/>]

Paraméterek:

- Mérete: 140 x 140 x 145mm
- Feszültség: 12V
- A tartály űrtartalom: 1,5 l

Szervomotor (SG-90)

23. ábra Szervomotor

[<https://www.hwlibre.com/hu/servo-sg90/>]

Paraméterek:

- Tömeg: 9 g
- Méret: $22 \times 11,5 \times 27$ mm
- Feszültség: 3,0-7,2 V
- Nyomaték: 1,8 kg/cm
- Sebesség: 0,10 s / 60°
- Működési hőmérséklet: -30 - +60 °C

6. SZOFTVERFEJLESZTÉS

6.1 Alkalmazott protokollok

A fejlesztés során felhasznált szabványos kommunikációs protokollok bemutatása.

6.1.1 UART protokoll

Az UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) protokoll egy aszinkron kommunikációs protokoll, melyet soros adatkapcsolatok létesítésére használnak. A protokoll lehetővé teszi a két eszköz közötti adatcserét bitenként, vagyis az adatokat soronként továbbítja. Az UART protokoll aszinkron módon működik, azaz nincs szinkronizációs jel a két eszköz között. A kezdő és a stop bit használata segíti a kommunikációt. Lehetőség van az adatátvitel sebességének a beállítására (átviteli sebesség). Az UART egy egyszerűen használható soros kommunikációs protokoll, amit széles körben használnak különböző eszközök közötti adatkapcsolatok létesítésére, támogatja a két irányú kommunikációt.

6.1.2 I2C protokoll

Az I2C (Inter-Integrated Circuit) protokoll, más néven a TWI (Two wire interface) egy soros kommunikációs protokoll, amelyet a Philips fejlesztett ki az 1980-as években. Master-Slave protokoll, amely lehetővé teszi a kommunikációt különböző eszközök között (PL.: mikrovezérlők, érzékelők, LCD kijelzők, memóriák, perifériák, stb.). A buszra egyszerre több eszköz is csatlakozhat, minden eszköznek saját címe van. Az I2C protokoll két vezetékpárral rendelkezik (SDA - Serial Data Line és SCL - Serial Clock Line). A Master eszköz vezérel minden adat- és órajelet a kommunikáció során, így csak ő tud írni és olvasni. A Slave eszköz csak akkor kommunikálhat, ha a Master megszólítja őt. Az I2C protokollt általában nyomtatott áramkörön belüli kommunikációra alkalmazzák.

6.1.3 Modbus protokoll, szabvány

A Modbus egy soros kommunikációs protokoll, melyet a Modicon vállalat fejlesztett ki, ipari automatizálási rendszerekhez. A protokoll lehetővé teszi az eszközök közötti kommunikációt (PL.: PLC-k, érzékelők, hajtóművek, stb.). A Modbus protokoll egyszerű,

könnyen értelmezhető és könnyen implementálható, ezért népszerű ipari alkalmazásokban. Két verziója létezik: a Modbus RTU (Remote Terminal Unit) és a Modbus TCP/IP.

A Modbus RTU soros kommunikációs, amely master-slave típusú formátumot használ. A master küldi a parancsokat a slave eszközöknek, és ezek válaszolnak a masternek. Az adatokat bináris formátumban küldi.

A Modbus TCP/IP egy IP hálózaton keresztül kommunikáló protokoll, ami lehetővé teszi az eszközök közötti kommunikációt a hálózaton keresztül. Az adatok TCP/IP csomagokban kerülnek átvitelre.

Modbus támogatja az adatok egyszerű olvasását és írását a slave eszközökön. Egyéb parancsokat is támogat (PL.: olvasás, írás, adatolvasás, diagnosztikai információk).

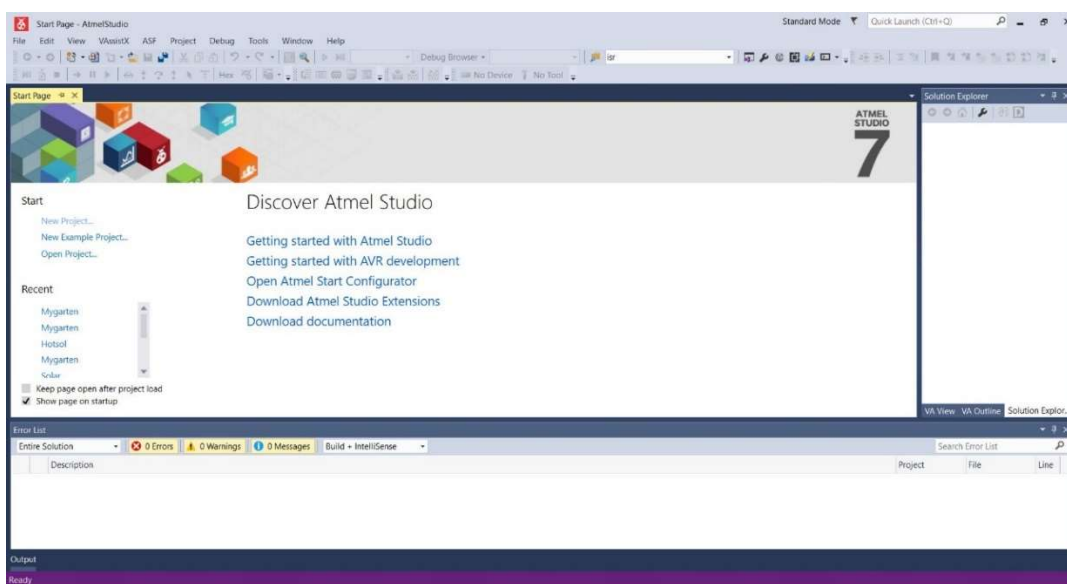
A Modbus protokoll előnye, hogy sok különböző ipari eszközgyártóval kompatibilis, és könnyen integrálható, rendkívül megbízható és jól dokumentált.

6.2 A szoftverek fejlesztéséhez felhasznált szoftverek

A szakdolgozatomban a szoftver fejlesztéséhez és teszteléséhez felhasznált szoftverek listája.

6.2.1 Fejlesztői környezet

A mikrokontroller programozásához az ingyenes beszerezhető Atmel Studio 7.0 használtam. Az Atmel Studio egy integrált fejlesztői környezet, amelyet az Atmel mikrovezérlők fejlesztésére terveztek. A szoftver segítségével könnyedén fejleszthetünk és debugolhatunk számos Atmel mikrovezérlőt. Az integrált fejlesztői környezet (IDE) lehetőséget biztosít, hogy a kódunkat C/C++ vagy Assembly nyelveken megírjuk, emellett lehetőséget biztosít a szimulált futtatásra, ami segít a fejlesztőnek a problémák gyorsabb felderítésében.

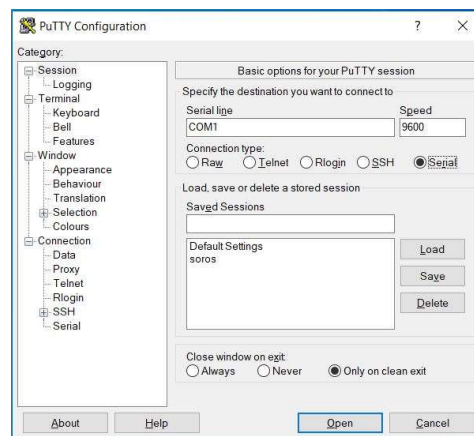


24. ábra Atmel Studio

6.2.2 Terminálemulátor, soros monitor

A Putty egy ingyenes felhasználású és nyílt forráskódú terminál emulátor program, amely lehetővé teszi a távoli számítógépekhez való kapcsolódást hálózati protokollok segítségével (SCP, SSH, Telnet, Serial). Sokféle operációs rendszeren futtatható (PL.: Windows,

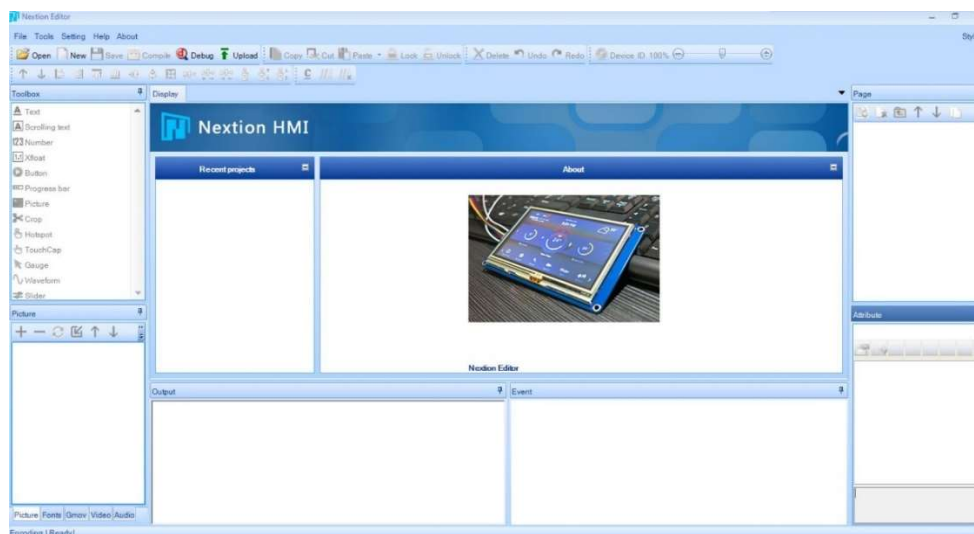
Linux, macOS). A program könnyű használata miatt nagyon népszerű a szerverek és hálózati eszközök távoli kezeléséhez. A Putty számos hasznos funkciót kínál, szöveges exportálás és importálás, színkódolt szöveg megjelenítése, valamint lehetőség van a beállítások és kapcsolatok mentésére.



25. ábra PuTTY

6.2.3 Nextion Editor (HMI GUI)

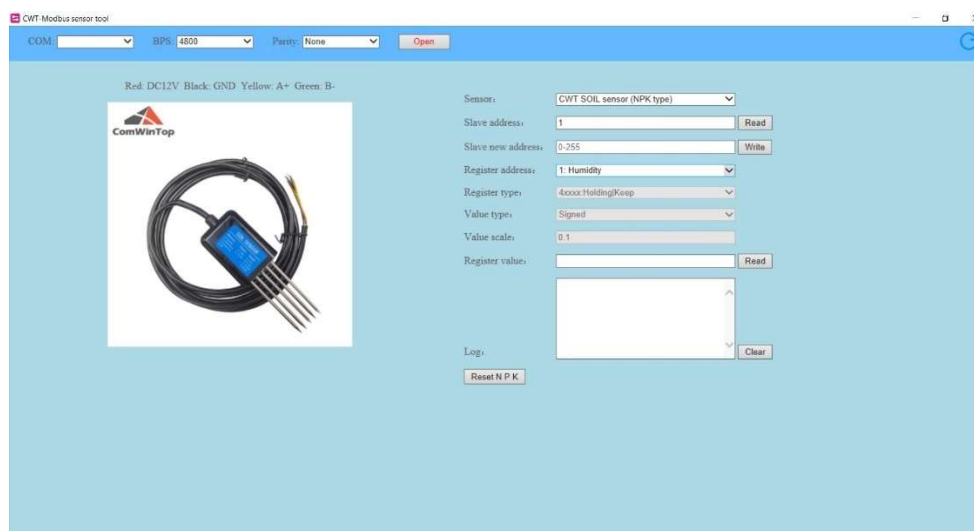
A Nextion Editor egy ingyenes használható HMI (Human-Machine Interface) GUI fejlesztői szoftver, amely lehetővé teszi a Nextion kijelzők egyszerű programozását és testre szabását. Ezek a kijelzők különböző méretűek és felbontásúak lehetnek. A program lehetővé teszi a fejlesztők számára, hogy interaktív grafikus felhasználói felületeket hozzanak létre. Nextion Editor lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy hozzáadjanak gombokat, szövegeket, képeket, és más grafikus elemeket a kijelzőhöz. A Nextion HMI-k ideális választás otthoni automatizálási rendszerekhez és ipari vezérlőrendszerekhez egyaránt. A Nextion Editor segítséget nyújt a Nextion kijelzők testre szabásában és programozásában, nagyon könnyen és gyorsan lehet vele látványos, professzionális felhasználói felületeket létrehozni.



26. ábra Nextion Editor

6.2.4 CVT-Modbus sensor tool

A CVT-Modbus szenzor tool egy az NPK szenzorhoz használt alkalmazás. A program lehetőséget biztosít az NPK szenzor beállítására, tesztelésére és kalibrálására.



27. ábra CVT-Modbus szenzor tool

6.3 A szoftverfejlesztéséhez alkalmazott eszközök

A szakdolgozatomban a szoftver fejlesztéséhez és teszteléséhez felhasznált fejlesztői eszközök bemutatása.

6.3.1 AVRISP-mkII kompatibilis programozó

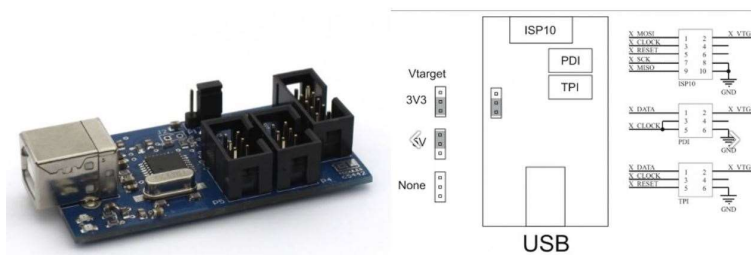
Gyártó: ELModules

Rendelési szám: EM-65442

Atmel AVRISP mkII programozóval kompatibilis USB interfész Atmel mikrokontrollerek programozására. A szabványos ISP/PDI/TPI protokolloknak köszönhetően az eszköz számos mikrovezérlő programozását lehetővé teszi (pl. ATtiny, ATmega, Xmega). Felhasználható az Atmel Studio fejlesztői szoftver környezethez. A programozó interfész jelszintillesztővel rendelkezik, így felhasználható 1,8 ... 5,5 V tápellátású mikrokontrollerekhez. A modulon egy 5 V / 3,3 V-os stabilizátor is megtalálható, melyről az áramkört láthatjuk el tápfeszültséggel a programozás idejére (max 100mA).

Műszaki adatok:

- Méretek: 64×32 mm
- Tápfeszültség: 5 V (USB)



28. ábra AVRISP-mkII

[<http://www.elmodules.hu/products/77>]

6.3.2 USB-RS485 átalakító modul

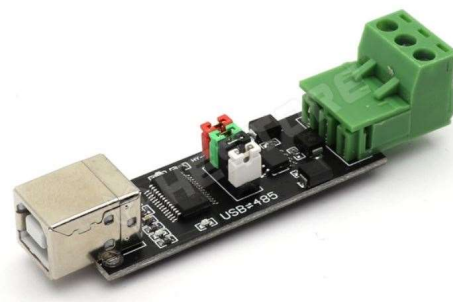
Az NPK szenzor paramétereinek beállításához, teszteléséhez szükséges volt egy olyan eszköz beszerzése, ami közvetlenül csatlakozik a számítógéphez.

Gyártói jelölés: HY-485

- Automatikus TX engedélyezés (CBUS2/TXDEN)
- FTDI FT232RL alapú
- Rátolható sorkapocs csatlakozással
- Windows és Linux kompatibilitás

Kivezetések:

- P: DATA+
- A: DATA-
- GND: GND



29. ábra RS485

[https://www.hestore.hu/prod_10038838.html]

6.4 Szoftveres specifikáció

Szoftveresen biztosítani kell az inkubátor paramétereinek szabályozását, hőmérsékletet, páratartalmat, valamint biztosítani kell a növény növesztő fény időbeni kapcsolását. A hőmérsékletes és a páratartalom mérésére a DHT22 szenzor került beépítésre, a szoftver digitálisan lekérdezi a paramétereket. Ha nem megfelelő valamelyik paraméter a szoftver csak bekapcsolja a megfelelő rutint, hűtést, fűtést, szellőztetés.

A növénynövesztő LED világítás kapcsolása a valós idejű óra (RTC) segítségével működik. A RTC és mikrokontroller közötti kapcsolat I2C kommunikációval van megoldva. Szoftveresen be kell állítani ezeket a Portokat. Biztosítani kell a PWM portok megfelelő beállítását, mind a szervomotor, mind a szellőztető motor impulzus-szélesség modulációval állítható. Szoftveresen beállításra kerül egy saját óra, ez megszakításkezeléssel van megoldva, a mikrokontroller timer-e úgy lett beállítva, hogy megszakításkezelő függvény másodpercenként fut le, így könnyen számolható az idő.

Az UART kommunikációkat megfelelően be kell állítani, mert a mikrokontroller adatokat fogad és küld, mind a grafikus kijelző, mind a NPK szenzor felé. A grafikus kijelzőn a felhasználónak lehetősége van a paraméterek leolvasására, illetve a paraméterek beállítására. Az NPK szenzort a mikrokontroller naponta egyszer kérdezi le a MODBUS protokoll segítségével, így a felhasználó pontos értéket kap a növény talajának a tápanyagkoncentrációjáról. A pontos értékek ismeretében, lehetősége van a tápanyag megfelelő adagolásának a beállítására, így biztosítva a növény megfelelő táplálását.

A mikrokontrollerre elkészült szoftver C nyelven íródott.

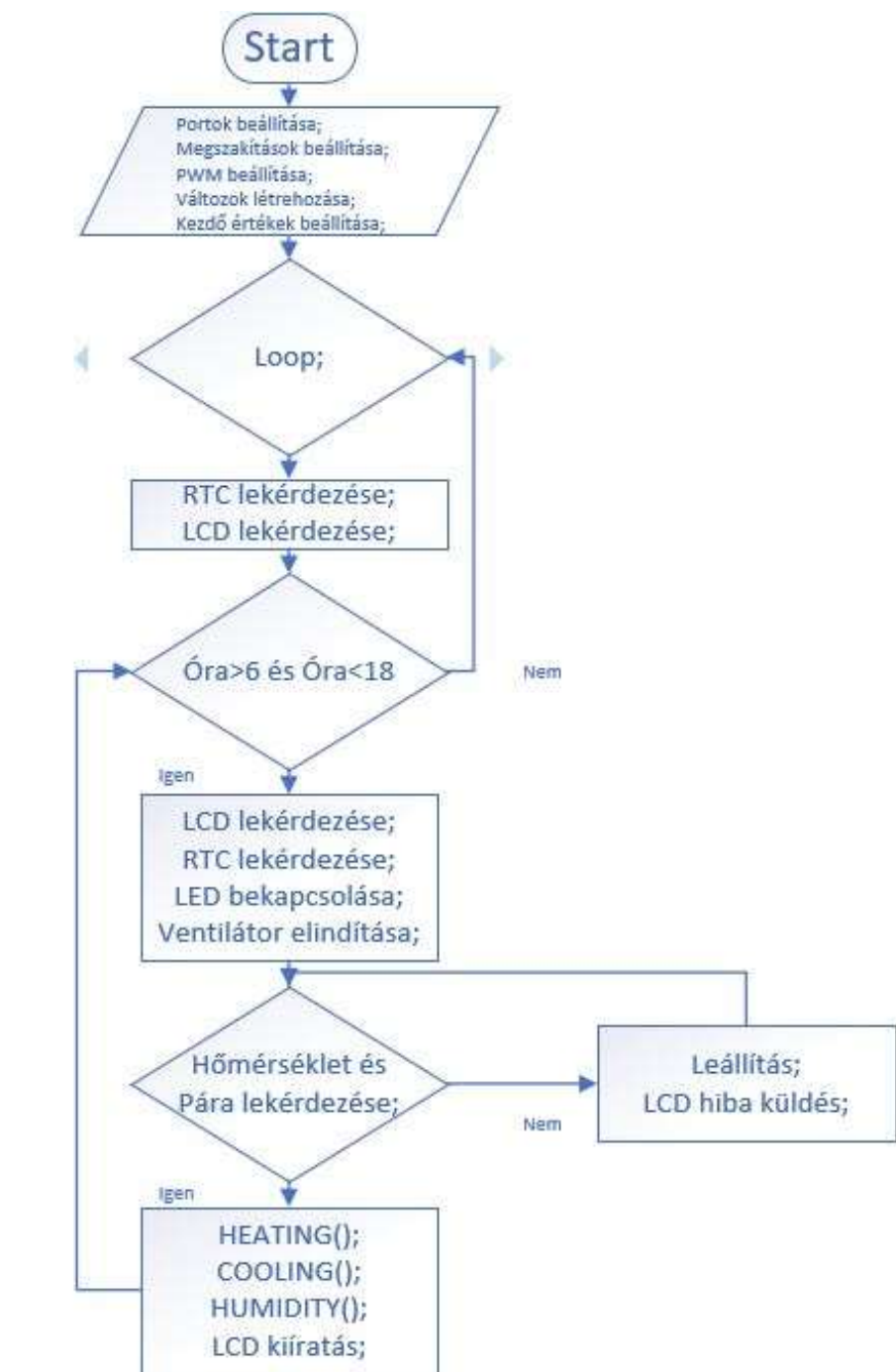
6.5 A program működése

A program elején beállításra kerülnek:

- A portok
- Megszakítások
- PWM
- Kezdő értékek

Egy végtelen ciklusban folyamatosan lekérdezésre kerül a valós idejű óra (RTC), valamint, hogy a grafikus kijelző (HMI) küldött-e új adatokat. Ha idő a megfelelő intervallum közé esik, akkor történik a szabályozás. Bekapcsolásra kerül a ventilátor, valamint a növény növesztő LED világítás. Folyamatosan lekérdezzük az RTC-t és a HMI-t valamint a hőmérséklet és pára mérő szenzort. Ha nem sikerül lekérdezni a szenzort, akkor a program hibába áll, és küld egy hiba üzenetet a kijelzőre a felhasználó számára. Ha sikerül a hőmérséklet és a pára lekérdezése, akkor lefuttatja HEATING(), COOLING(), HUMIDITY() függvényeket és az eredményeket elküldi a grafikus kijelzőre.

6.6 Folyamatábra



30. ábra Folyamatábra

6.7 Fontosabb szoftveres megoldások

6.7.1 A regiszterek definiálása

A könnyebb és átláthatóbb programozás miatt, definiáltam a regiszter beállításokat egy külön „mgarten_pmacro.h” fájlban. Így hasonlóan, mint az Arduinóban nagyon könnyen lehet kezelni, a kimenetként és bemenetként használt regisztereket. Ezt PORTA-tól PORTE-ig mind a 8 bitjén definiáltam.

Pl. PORTA állítása.:

```
#define B_1(sfr,bit) sfr|= ( 1 << ( bit)) // egy regiszter adott bitjének 1-re
állitás

#define B_0(sfr,bit) sfr&= ~( 1 << ( bit))// egy regiszter adott bitjének 0-ra
állitás

#define B_R(sfr,bit) bit_is_set( sfr, bit) // egy regiszter egy bitjének olvasása
```

Kimenetre PORTA 0. bit állítás pl.:

```
#define PA0_OUTPUT B_1(DDRA, 0) // Port A 0. bit kimenetre állítása
```

Bemenetre PORTA 0. bit állítás pl.:

```
#define PA0_INPUT B_0(DDRA, 0) // Port A 0. bit bemenetre állítása
```

A PORTA 0. bit 1-be állítás pl.:

```
#define PA0_1 B_1(PORTA, 0) // Port A 0. bit 1-be állítása
```

A PORTA 0. bit 0-ba állítás pl.:

```
#define PA0_0 B_0(PORTA, 0) // Port A 0. bit 0-ba állítása
```

A PORTA 0. bit kiolvasása pl.:

```
#define PA0_R      B_R(PINA, 0)      // Port A 0. bit kiolvasása
```

A későbbiekben így még egyszerűbb lesz az általam használt kimeneteket és bemeneteket definiálni és használni.

Bemenetek:

```
/**INPUT**
```

Ajtó nyitás:

```
#define DOOR_IN      PA1_R //Ajtó nyitás
```

Víztartály üres:

```
#define WATER_EMPTY      PA3_R //Tartály üres J27 csatlakozó
```

Vegyszer tartály üres:

```
#define CWATER_EMPTY      PA5_R //Vegyszer Tartály üres      J29 csatlakozó
```

Kimenetek:

```
/**OUTPUT**
```

Növesztő fény:

```
//GROWING LAMP
```

```
#define GLED_ON      PC0_1      // full_fény      J13 csatlakozó
```

```
#define GLED_OFF      PC0_0
```

Ajtó nyitás lámpa:

```
//DOOR LAMP
```

```
#define DOORLED_ON      PD5_1      // Fehér_LED J22 csatlakozó
```

```
#define DOORLED_OFF      PD5_0
```

Fűtés:

```
// Fűtés
```

```
#define HEATING_ON      PC3_1      // Fűtés      J19 Csatlakozó
```



```
#define HEATING_OFF    PC3_0
```

Hűtés:

```
// Hűtés
```

```
#define COOL_ON        PC4_1    // Hűtés        J21 Csatlakozó
```

```
#define COOL_OFF       PC4_0
```

Öntözés:

```
// Öntözés
```

```
#define WPUMP_ON       PC6_1    // Locsolás naponta J14 csatlakozó
```

```
#define WPUMP_OFF      PC6_0
```

Vegyszeres öntözés:

```
// Vegyszer hetente egyszer
```

```
#define WCPUMP_ON      PC5_1    // Vegyszer hetente egyszer J23 Csatlakozó
```

```
#define WCPUMP_OFF     PC5_0
```

Ventilátor:

```
// Fő Ventilátor PWM
```

```
#define PWMV_ON        PE3_1    //Fő ventilátor J35 Csatlakozó 12V ventilátor
```

```
#define PWMV_OFF       PE3_0
```

6.7.2 Portok beállítása

A portok inicializálására létrehoztam „INIT_PORT()” nevezetű void típusú paraméter nélküli függvényt. Itt történik a felhasználásra kerülő portok kimenetre, illetve bemenetre történő beállítása.

Kimenetek:

```
//input
```

```
PA1_INPUT;           //DOOR_IN
```

```
PA2_INPUT;           //Tartály tele    J26 csatlakozó
```

```
...
```

...

Bemenetek:

//output

PC3_OUTPUT; // Fűtés

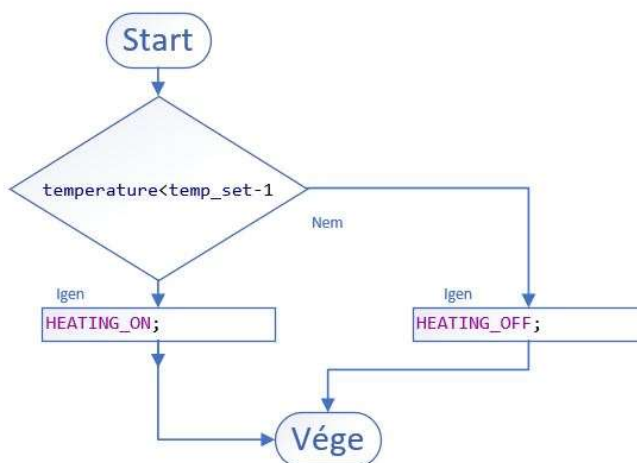
PC4_OUTPUT; // Hűtés

...

...

6.7.3 Fűtés szabályozása

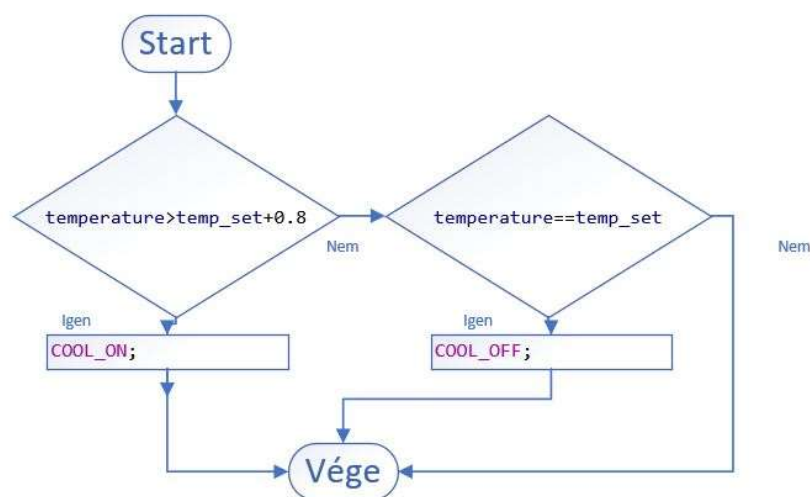
A prototípus tervezésénél figyelembe vettem, hogy az eszköz esetlegesen nem optimális, szobahőmérsékletű helyiségben lesz elhelyezve, ezért beszerelésre került egy fűtőbetét is. Így, ha egy hidegebb helyiségbe kerül elhelyezésre az inkubátor, akkor is tudja a beállított értékeket tartani. A fűtőbetét vezérlésénél figyelembe vettem, hogy a növénynövesztő lámpa is termel hőt, ezért ezt úgy állítottam be, hogy csak akkor kapcsol be, ha a beállított hőmérsékletnél 1Co -al kisebb. A kiegészítő fűtés akkor kapcsol ki, amikor a beállított hőmérsékletnél 1Co -al kisebb értéknél nagyobb. Ezeknek feltételek vizsgálatára a „HEATING()” nevezetű void típusú paraméter nélküli függvényt írtam meg. A fontos változók többsége globális változó, ezért paraméter nélküli függvényt használtam.



31. ábra Heating

6.7.4 Hűtés szabályozása

Az inkubátor hűtésére az italhűtőben megtalálható kompresszort használok. A tervezés elején a hűtési megoldásnál a peltier elem is szóba került, de a megvásárolt hűtő tartalmazta a kompresszort, így ennek a tervezésével nem kellett foglalkozni. A kompresszoros hűtés, a nem optimális, szobahőmérsékletű helyiségben történő elhelyezést is lehetővé teszi. Hátránya, hogy 230V feszültségű. A kompresszor kapcsolására OMRON gyártmányú G3PA-210B-VD 5-24DC típusú egyfázisú SSR relét használtam, ami nulla átmenetnél kapcsol. A hűtés vezérlésénél figyelembe vettem a hűtő tulajdonságait, a hőmérséklet méréséhez képest, időben később fejti ki a hatását. Ezért ezt úgy állítottam be, hogy a beállított hőmérsékletnél $+0,8\text{ Co}$ -al magasabb a hőmérséklet, akkor kapcsol be a hűtés. A kikapcsolása akkor következik be, amikor a beállított hőmérséklettel egyenlő a mért hőmérséklettel. A kompresszor kikapcsolása után még csökken a hőmérséklet és a beállított hőmérsékletnél $-0,8\text{ Co}$ -al kisebb hőfoknál megáll. Azért volt szükséges ilyen tág hőmérséklet beállításra, hogy ezzel védjem a kompresszort, és megnöveljem az élettartalmát. Ezeknek feltételek vizsgálatára a „COOLING()” nevezetű void típusú paraméter nélküli függvényt írtam meg. A fontos változók többsége globális változó, ezért paraméter nélküli függvényt használtam.



32. ábra Cooling

6.7.5 A pára szabályozása

A készülék mérete miatt, külön párasító nem került beépítésre az inkubátorba. Ha nagyon alacsony lenne a páratartalom, akkor történik egy locsolás. Ha viszont nagyon magas a páratartalom, akkor a szervomotor kinyit és a ventilátor nagyobb fordulatszámon működik. Történik egy levegőztetés, amíg a kívánt páratartalom beállításra nem kerül. Ezeknek feltételek vizsgálatára a „HUMIDITY()” nevezetű void típusú paraméter nélküli függvényt írtam meg. A fontos változók többsége globális változó, ezért paraméter nélküli függvényt használtam. A szervomotort és a ventilátort is impulzus-szélesség modulációval (PWM) szabályozom. A szervomotor kinyitását és bezárását ciklusban szabályozom, hogy elkerüljem a gyors „csapkodó” működést.

6.7.6 A real-time clock (RTC)

A rendszer egyik nagyon fontos eleme a „Real-time clock” vagyis valós idejű óra. Másodperc, perc, óra, nap, hónap és év tárolására és léptetésére alkalmas modul. Külső órakvarc szükséges hozzá, az értékeket BCD formában tárolja. Az egész szabályozásban nagyon fontos szerepe van, mivel a világítási, öntözési, tápoldat adagolási időért felel. Az összes cím és adat soros átvitele kétvonalas, kétirányú I²C-buszon keresztül történik. Az I²C megtalálható Atmega128-as mikrokontroller perifériái között. Az RTC és az I²C könyvtárak nem saját fejlesztésűek, csak felhasználásra kerültek a szoftverben. A tulajdonos „ExploreEmbedded”, szabad felhasználású GNU licenszes.

6.7.7 Hőmérséklet és páratartalom mérés

Az inkubátor egyik legfontosabb része, a hőmérséklet és páratartalom mérő szenzor, e nélkül nem működik a szabályzás, erre a DHT22 szenzort használom. A DHT22 érzékelők előre kalibráltak és nem igényelnek további alkatrészeket a méréshez és a használatukhoz. Így azonnal elkezdhető velük a relatív páratartalom és hőmérséklet mérése. A kiválasztásnál figyelembe lett véve a jó ár-érték aránya. A páratartalmat 0-100RH% mérési tartománnyal és 2-5RH% pontossággal méri, a hőmérsékletet -40...80°C mérési tartománnyal és $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pontossággal méri. A DHT22-höz használt könyvtárak nem saját fejlesztésűek, csak felhasználásra kerültek, szabad felhasználású GNU licenszes.

6.7.8 Soros kommunikáció

Az univerzális aszinkron adóvevő (UART) használatával történik a kommunikáció mind a „Nextion HMI” kijelzővel, mind a NPK szenzorral. Az Atmega128-as mikrokontrollerbe 2 db UART periféria található. Az UART könyvtárak nem saját fejlesztésűek, csak felhasználásra kerültek a szoftverben. A tulajdonos „ExploreEmbedded”, szabad felhasználású GNU licenszes.

7. MEGVALÓSÍTÁS ELEMZÉSE, TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

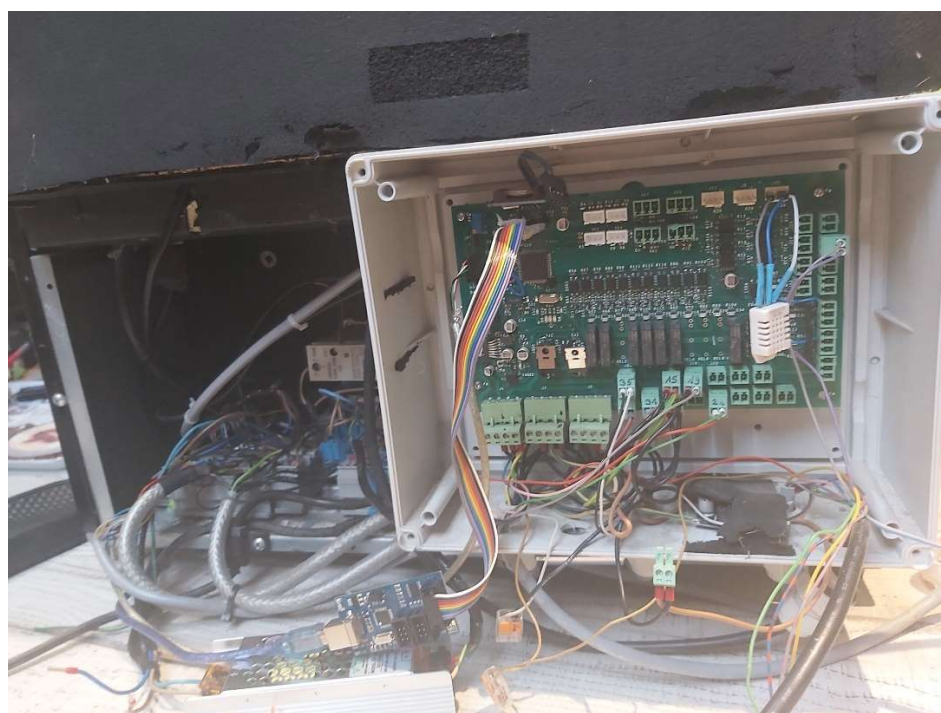
7.1 Az inkubátor



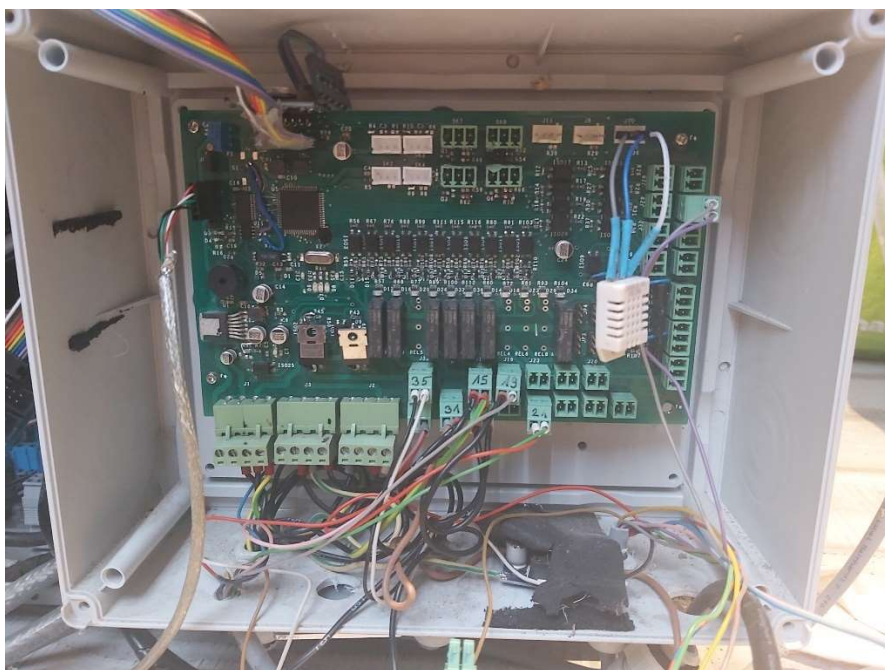
33. ábra Inkubátor 1.



34. ábra Inkubátor 2.



35. ábra Inkubátor 3.



36. ábra Inkubátor 4.



37. ábra Inkubátor 5

7.2 Megvalósítás elemzése

A növénynövesztő inkubátor a feladatkiírásban szereplő specifikációnak megfelelően működik.

A megvalósítás közben szinte mindig előfordul, hogy olyan problémák vagy új ötletek merülnek fel, amire a tervezés során még nem gondolt a tervező. Ilyen problémák lehetnek például, hogy kevés a digitális vagy az analóg port, vagy hogy nincs elég kommunikációs port. Sajnos ez az én esetemben is előfordult. A tervezésnél még nem terveztem bele az NPK szenzort, ami RS485-ön kommunikál, a PCB-re rátervezett FT232R tudja ezt a protokollt, de a megfelelő lábak nem kerültek kivezetésre. Ezért egy külső megoldás kellett választani, a MAX485 RS485-TTL átalakító modult.

Az inflációnak és a chip hiánynak köszönhetően a tervezett költségekhez képest sokkal drágábbra jött ki a prototípus, például ma már egy sokkal olcsóbb és fejlettebb mikrokontrollert választanék.

7.3 Továbbfejlesztési lehetőségek

Nagyobb szekrény

Egy nagyobb szekrény, ami több növény számára is alkalmas a vezérlés polconként működik. Ez az áramkör megtervezésénél figyelembe volt véve.

Hálózathoz való csatlakozás

A tervezésnél ez az opció még nem volt figyelembe véve, pedig a mai világban ez már egy alap dolognak számít, hogy az összes eszközünket elérjük távolról. A hálózathoz való csatlakozás lehetővé tenné az eszköz számára, hogy webszerveren vagy Androidos alkalmazáson keresztül beállítsuk, vagy montírozzuk.

SD kártya

Ma már szinte elengedhetetlen, hogy az eszközök ne tudjanak logolni. A logolás hiba keresésben és a detektálásában is elengedhetetlen.

Peltier elem

A tervezés kezdeti szakaszában, felmerült lehetséges megvalósításnak a peltier elemes hűtés. A hatásfoka nem a legjobb, viszont akár akkumulátorról is tudna így üzemelni.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kinyilvánítani a konzulens tanáromnak Dr. Beszédes Bertalan-nak, aki elvállalta a szakdolgozatomat és ötleteivel segítette a munkámat. Hálámat és köszönetem fejezném ki édesapámnak Téglás Andrásnak, aki mind anyagilag, mind szakmai tudásával segítette a munkámat. Ezen kívül köszönetemet fejezném ki barátnőmnek, édesanyámnak és a családomnak, akik tartották bennem a lelket, és a legnehezebb időkből is támogattak. Majd, nem utolsó sorban barátaimnak, kollégáimnak, akik mind szakmai tanáccsal, mind ötleteikkel, mind lelkesedéssel támogatták a szakdolgozatomat.

9. ÖSSZEFOGLALÓ

Az irodalomkutatásnak köszönhetően sikerült kellő információt és tudást gyűjteni a már meglévő technológiákról. Megismerhettem a vertikális farmok adta lehetőségeket, megoldásokat, valamint elmélyíthettem a tudásomat a beágyazott rendszerek adta lehetőségekben.

Sikerült megterveznem egy növény növesztő inkubátort, majd lehetőségem volt a későbbiekben meg is építenem. Az első lépés egy demó boardon való kísérletezés volt, itt sikerült elsajátítanom az alkatrészek, perifériák, valamint a mikrokontroller működését, így elegendő tudást sikerült szereznem egy későbbi nagyobb projekthez.

Az következő lépés a nyomtatott áramkör megtervezése volt, a megfelelő mikrokontroller kiválasztásával, az egyetemen megszerzett tudásnak hála ez nem okozott nagy problémát. A tervezés utolsó fázisa a szoftverfejlesztés volt, ez viszonylag nehéz feladat volt a sok különböző periféria miatt. A fejlesztés során megismertem a különböző kommunikációs protokollokat, úgy, mint az UART-ot, I2C-t, valamint Modbus-t.

Sikerült megismernem a Nextion HMI adta lehetőségeket, viszonylag gyorsan és egyszerűen lehet látványos grafikai megoldásokat készíteni mikrovezérlőkhöz.

A növénynövesztő inkubátor összeszerelése után a tesztelés következett. A tesztelés során szerzett tapasztalatokkal sikerült a szoftvert megfelelően összehangolnom a hardverrel.

A prototípus megtervezése és összeállítása sok kihívást jelentett, amihez fel tudtam használni ez eddigi tudásomat, valamint új ismereteket is szereztem.

10.SUMMARY

Thanks to the literature research, it was possible to gather enough information and knowledge about the already existing technologies. I could learn about the possibilities and solutions offered by vertical farms and deepen my knowledge of the possibilities offered by embedded systems.

I managed to design a plant growth incubator and later had the opportunity to build it. The first step was experimenting on a demo board, where I was able to learn the components, peripherals and microcontroller operation, so I gained enough knowledge for a bigger project later.

The next step was to design the printed circuit board, choosing the right microcontroller, which was not a big problem thanks to the knowledge I had acquired at university. The last phase of the design was software development, a relatively difficult task due to the many different peripherals. During the development I learned about different communication protocols such as UART, I2C and Modbus.

I was able to get to know the possibilities of Nextion HMI, it's relatively quick and easy to create spectacular graphical solutions for microcontrollers.

After the plant incubator was assembled, testing followed. With the experience I gained during testing, I was able to get the software to work well with the hardware.

Designing and assembling the prototype was challenging, and I was able to use my existing knowledge and learn new skills.

11.IRODALOMJEGYZÉK

- [1] György Györök, Bertalan Beszédes. Artificial Education Process Environment for Embedded Systems. In: Orosz, Gábor Tamás (szerk.) 9th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas - AIS2014. Székesfehérvár, Magyarország : Óbudai Egyetem.
- [2] Bertalan Beszédes. Artificial experimental environment for indoor plant cultivation. In: Petőné Csuka, Ildikó; Simon, Gyula (szerk.) AIS 2022 - 17th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas – Proceedings. Székesfehérvár, Magyarorsz.
- [3] Beszédes Bertalan. Beágyazott rendszerek gyakorlati megközelítése I. Székesfehérvár, Magyarország : Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar (2023) ISBN: 9789634492573.
- [4] Bertalan Beszédes, Bence Márta. Development and Prototype Production of a Full-spectrum LED Lighting Driver Circuit. In: Petőné Csuka, Ildikó; Simon, Gyula (szerk.) AIS 2022 - 17th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas – Procee.
- [5] Bertalan Beszédes, Bence Márta, Péter Udvardy. Artificial Lighting Experimental Environment in Agriculture for Seed Germination. In: Petőné Csuka, Ildikó; Simon, Gyula (szerk.) AIS 2022 - 17th International Symposium on Applied Informatics and Related Are.
- [6] „<http://mzsola.iit.uni-miskolc.hu>,” [Online]. Available: http://mzsola.iit.uni-miskolc.hu/DATA/storages/files/ste/_glfnfmflFfn__kgEEEfoH.pdf. [Hozzáférés dátuma: 25 04 2024].

- [7] „<https://developerhelp.microchip.com>,” [Online]. Available: <https://developerhelp.microchip.com/xwiki/bin/view/software-tools/studio/>. [Hozzáférés dátuma: 09 04 2024].
- [8] „<https://balintgazda.hu>,” [Online]. Available: <https://balintgazda.hu/aktualis-kert/oktober/mit-jelent-a-talaj-ph-erteke.html>. [Hozzáférés dátuma: 06 03 2024].
- [9] „<http://www.mohospal.hu>,” [Online]. Available: <http://www.mohospal.hu/oktatas/Atmega/Doku/avr128-leir1.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 10 05 2024].
- [10] „<http://www.elmodules.hu>,” [Online]. Available: <http://www.elmodules.hu/products/77>. [Hozzáférés dátuma: 20 04 2024].
- [11] „<https://kertlap.hu>,” [Online]. Available: <https://kertlap.hu/szobanovenyek-megvilagitasa/>. [Hozzáférés dátuma: 26 04 2024].
- [12] „<https://innomation.hu>,” [Online]. Available: <https://innomation.hu/mi-az-a-plc-bevezetes-a-programozhato-logikai-vezerlok-vilagaba/>. [Hozzáférés dátuma: 15 03 2024].
- [13] „<https://ictglobal.hu>,” [Online]. Available: <https://ictglobal.hu/iparagi-megoldasok/agrarium/hogyan-nez-ki-az-automatizalt-vertikalis-gazdalkodas/>. [Hozzáférés dátuma: 10 03 2024].
- [14] „<https://hu.wikipedia.org>,” [Online]. Available: <https://hu.wikipedia.org/wiki/PuTTY>. [Hozzáférés dátuma: 01 05 2024].
- [15] „<https://ftdichip.com>,” [Online]. Available: https://ftdichip.com/wp-content/uploads/2020/08/DS_FT232R.pdf. [Hozzáférés dátuma: 10 05 2024].
- [16] „<https://exploreembedded.com>,” [Online]. Available: <https://exploreembedded.com>. [Hozzáférés dátuma: 10 04 2024].

- [17] „<https://nextion.tech>,” [Online]. Available: <https://nextion.tech>. [Hozzáférés dátuma: 15 04 2024].
- [18] „<https://moderngazda.hu/>,” [Online]. Available: <https://moderngazda.hu/egyeb/meres-talajban/>. [Hozzáférés dátuma: 25 03 2024].
- [19] „<https://megtestesules.info>,” [Online]. Available: <https://megtestesules.info/hobbielektronika/keil/serial.html>. [Hozzáférés dátuma: 25 03 2024].
- [20] „<https://megtestesules.info>,” [Online]. Available: <https://megtestesules.info/hobbielektronika/keil/I2C.html>. [Hozzáférés dátuma: 25 03 2024].
- [21] „<https://leanderegyesulet.hu>,” [Online]. Available: <https://leanderegyesulet.hu/leanderek/tartas-gondozas/tapanyag-ellatas/>. [Hozzáférés dátuma: 20 04 2024].
- [22] „<https://www.hestore.hu>,” [Online]. Available: https://www.hestore.hu/prod_10038838.html. [Hozzáférés dátuma: 16 04 2024].
- [23] „<https://tecnocooling.hu/>,” [Online]. Available: <https://tecnocooling.hu/ipari-parasitas-megoldas/uveghaz-parasitas/>. [Hozzáférés dátuma: 02 05 2024].
- [24] „<https://www.nxp.com>,” [Online]. Available: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PCF8563.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 10 04 2024].
- [25] „<https://www.wago.com>,” [Online]. Available: <https://www.wago.com/hu/modbus>. [Hozzáférés dátuma: 10 04 2024].
- [26] „<https://www.ti.com>,” [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2676.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 20 04 2024].

12.ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Vertikális farm	2
2. ábra Inkubátor	13
3. ábra AVR architektúra blokk diagramja	15
4. ábra Memory	18
5. ábra Altium Designer	20
6. ábra Kapcsolási rajz 1.	23
7. ábra Kapcsolási rajz 2.	24
8. ábra Kapcsolási rajz 2.	25
9. ábra HMI 1.oldal	29
10. ábra HMI 2.oldal	30
11. ábra HMI 3.oldal	30
12. ábra HMI	30
13. ábra NPK	31
14. ábra NPK Read	31
15. ábra NPK responds	32
16. ábra NPK paraméterek	32
17. ábra LED	35
18. ábra Ventilator	35
19. ábra Hűtő	36
20. ábra DHT22	37
21. ábra Víztartály + vízpumpa	37
22. ábra Szervomotor	38
23. ábra Atmel Studio	41
24. ábra PuTTY	42
25. ábra Nextion Editor	43
26. ábra CVT-Modbus szenzor tool	43
27. ábra AVRISP-mkII	44
28. ábra RS485	45

29. ábra Folyamatábra.....	48
30. ábra Heating.....	52
31. ábra Cooling.....	53
32. ábra Inkubátor 1.....	56
33. ábra Inkubátor 2.....	57
34. ábra Inkubátor 3.....	57
35. ábra Inkubátor 4.....	58
36. ábra Inkubátor 5.....	58