



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Akvárium Automatizálás

Modern Növényes Akvarisztika

Szerző(k): **Tomor Endre**
Villamosmérnök BSc. szak, III. évf.

Konzulens(ek): **Dr. Kónya László**
főiskolai docens

Budapest, 2014.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
Bevezetés.....	4
Köszönetnyilvánítás	4
1. Növényes Akvárium	6
Talaj és dekoráció	7
Világítás	7
Szűrés	8
Széndioxid beoldás.....	9
2. Tervek, elvárások, elképzelés.....	10
Bútor.....	10
A berendezés automatikai elvárása	11
Elsődlegesen megvalósítandó tervek.....	12
Az akvárium bútora, avagy a berendezés dobozolása	12
3. A berendezés működésének lehetőségei	14
Kapcsolható hálózati feszültségű aljzatok (relé panel)	14
Világítás	14
Tápanyag adagolás.....	14
CO2 beoldás.....	14
Levegőztetés	15
Hőmérséklet	15
Automata vízcseré	15
Memóriakártyára adatok kiírása.....	15
LCD kijelző.....	15
Gomb.....	16
Vízmagasság mérés	16
4. Panelok és „driverjeik” létrehozása és tesztelése	16
5. A berendezés hardveres felépítése.....	17
A központi vezérlő panel	18
Tápegység.....	20
Feszültség stabilizátor	21
Valós idejű óra (Real Time Clock - RTC)	22
Relé panel	23
LCD kijelző és I2C I/O bővítő	24
Mikro SD kártyaolvasó	25
Bluetooth modul	25

Ultrahang távolságmérő.....	26
Víz hőmérsékletmérő.....	26
Dózispumpa és Világítás meghajtó panel.....	27
Ventillátor és Levegőztető szivattyú panel.....	27
Tápanyag adagoló dózispumpák.....	28
Lámpa.....	29
6. <i>Felhasználói felület</i>	30
Menü.....	30
Világítás 1 és Világítás 2 menüpont.....	31
Tápanyag adagolás 1, 2, 3 menüpont.....	31
Konnektorok menüpont.....	32
Általános beállítások.....	33
SD kártya adatok.....	33
7. <i>A berendezés fizikai kivitelezése</i>	34
A fiók eleje.....	35
A fiók közepe.....	35
A fiók vége.....	36
Hátlapi csatlakozók.....	36
8. <i>PWM, RS232, I2C, OneWire</i>	38
PWM jelentése és működése.....	38
RS232 aszinkron soros átvitel.....	38
I2C BUS kommunikáció.....	38
Dallas One Wire kommunikáció.....	39
9. <i>Költségek</i>	40
10. <i>Konklúzió</i>	41
11. <i>A TDK dolgozatban felhasznált anyagok</i>	43
Felhasznált Képek.....	43
Felhasznált irodalmak.....	43
Felhasznált programok.....	43

Bevezetés

A TDK munkám egy akváriumautomatizálás, melynek különlegessége az általa automatizált akvarisztika stílusában rejlik. Ez a stílus pedig a NATURE akvarisztika körén belül elterjedt úgynevezett növényes akvarisztika, melyről a későbbiekben részletesebb leírást adok. Természetesen az általam összeállított vezérlés használható hagyományos akvárium automatizálására is.

A növényes akvarisztika stílusában felépített akváriumoknak a karbantartása jóval több időbe telik, mint a hagyományosoké. Napi szinten kell a széndioxid (CO₂) beoldást, a lámpát/világítást bekapcsolni/kikapcsolni, az etetés idejére a szűrőt kikapcsolni, illetve a hőmérséklet függvényében hűtést vagy fűtést bekapcsolni/kikapcsolni. A napi rutinhoz tartozik még a pontos tápanyag adagolás is. Sokak napi szinten mérik a különböző vízparamétereket, mint például a víz savasságát/lúgosságát mutató PH-t, valamint a víz tisztaságát, a vízvezetős képességet mutató TDS-t. A részleges vízcsere gyakorisága is sokkal sűrűbb, mint a hagyományos akvarisztikában, általában hetente 1-2 alkalommal szükséges.

A vezérlő építésénél törekszem a költséghatékonyságot, a hordozható program kódot és a moduláris rendszert ötvözni. Arra tekintettel, hogy a vezérlő jelenleg hetente kap új funkciót így három kategóriába tudom sorolni: elkészült, félkész, tervezett, továbbá a jövőben elképzelhető egy negyedik kategória is, mely azokra az egységekre lehet érvényes, melyekkel a későbbiekben bővíthetem a berendezést, de jelen pillanatban még semmilyen formában sem léteznek.



1. ábra 2013 HAC helyezés:1, készítő: Szecsei Tibor

Köszönetnyilvánítás

- Dr. Kónya László konzulens munkájáért
- GreenaAqua kft-nek és Néder Attilának akvarisztika segédanyagért



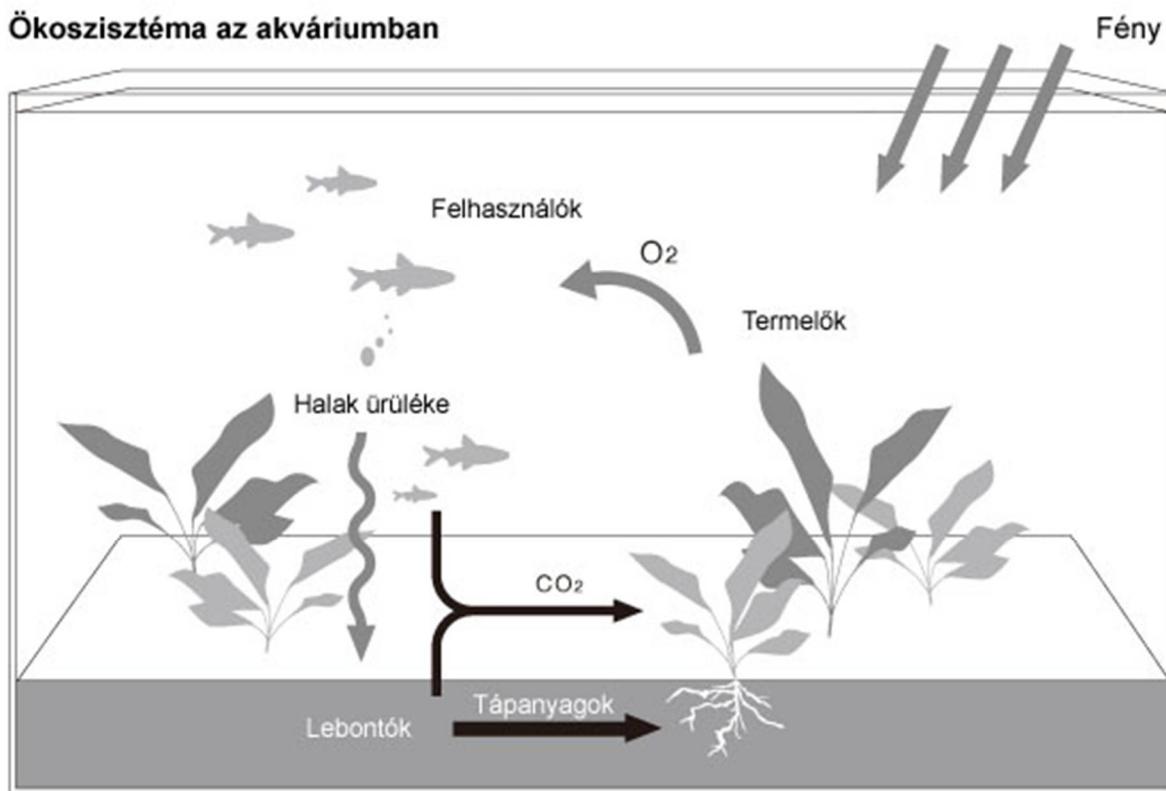
2. ábra Az általam épített akváriumvezérlő és akvárium jelenlegi formája

1. Növényes Akvárium

A Nature Aquarium nevű akvarisztikai irányzatnak az egyik leginkább elterjedt területe a növényes akvarisztika, melynek legelismertebb szakértője Takashi Amano szerint a „Nature Aquarium” legfontosabb alapelve az, hogy „Tanulj a természettől”. Ez az alapelv egyrészt a természet szépségére hívja fel figyelmünket, hogy meglássuk a körülöttünk lévő természeti csodákban rejlő esztétikai értéket, majd ezzel a felismeréssel megszerzett tudás felhasználásával egy új akváriumot hozunk létre. Ezekben az akváriumokban leginkább a természetben fellelhető legszebb és legérdekesebb tájakat használjuk inspirációnak mikor egy új akváriumot rendezünk be, hiszen a megfelelő kövekkel, fákkal, majd vízinövények telepítésével olyan hatásokat érhetünk el, mely visszaadják a természetben már létező táj szépségét. A növényes akváriumok elkülöníthetők holland stílus és japán stílus szerint építettek, ahogy az a hagyományos kertépítésben is ismert.

Ezekben az akváriumokban lényeges az ökoszisztéma ideális fenntartása, mely a növények, az állatok és a környezet kölcsönös, egymásra pozitívan ható kapcsolatán alapul. Jelen kontextusban három élőlény csoportról beszélhetünk, melyek az egyensúly megteremtéséhez szükségesek: a termelő vízinövények, a fogyasztó vízi állatok, valamint a bontó gombák és baktériumok. Mindhárom csoportnak nagy jelentősége van a rendszerben, hiszen akkor beszélhetünk stabil működésről, mikor az említett három csoport, a vízinövények, a víziállatok és a mikroorganizmusok kapcsolata egyensúlyban van.

Ökoszisztéma az akváriumban



3. ábra Akváriumi ökoszisztéma működése

A rendszerünk csak akkor tud tökéletesen működni, ha minden alkotóeleme megfelelően van megválasztva és méretezve.

A növényes akvarisztika alappillérei a következőképpen foglalhatóak össze:

1. A növények fotoszintéziséhez széndioxidra van szükség. Az akváriumban alaphelyzetben fellelhető széndioxid mennyisége kevés a számunkra.

2. A növények megfelelő növekedéséhez sok fényre van szükség. Az új irányzatok 200 literig az 1 W / liter fénymennyiséget javasolják.
3. Az akvárium vize körülbelül felének hetente történő, rendszeres cseréje szükséges.
4. Hasonlóan a halak etetéséhez, a növényeket is minden nap kell tápozni.

Talaj és dekoráció

Az akvárium építésének első lépése a talaj és a dekorációk elhelyezése. A talaj kiválasztása, mennyiségének meghatározása lényeges kérdés a növények, a mikroorganizmusok szempontjából, továbbá a természetes látvány kialakítása szempontjából is. Jellemzően három rétegben kerül talaj az akváriumba. Az első rétegben a növények számára találhatóak meg a szükséges tápanyagok. A második rétegben a mikroorganizmusoknak otthont adó talaj található, melyek itt tudnak szaporodni. A felső talajréteg a természetes hatás elérése érdekében szükséges.

Az akváriumban ezt követően lehet elhelyezni a különböző dekorációkat, melyek kompozíciójuk szempontjából különíthetők el „U-alakú”, „domb alakú” és „háromszög” kompozíciókra. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a nézőpont szempontjából hol, honnan lesz a legszebb látvány, milyen perspektíva szerint építette be a dekorációs elemeket az elkészítő. A növényesítés folyamata szorosan kapcsolódik az előbbiekben ismertetett elrendezési módszerekhez, azzal, hogy itt további rendezési szempontok is előtérbe kerülnek, úgy, mint a növények növényi magassága. Alapesetben az előtérbe kerülnek az alacsony növésű növények, míg a magasra törekvők a háttérbe.

Lényeges kérdések az akvárium megfelelő működtetésében a világítás, a hőmérséklet szabályozás, a szűrés, és a tápanyag/széndioxid ellátás. Ezen témák egymással is szoros kapcsolatban állnak, dolgozatomban témája tulajdonképpen ezek optimalizálása egy automatizált rendszerrel. Természetesen ezeket kiegészíti a modern ember kényelemre való törekvését kiszolgáló további funkciók beépítése is.

Világítás

A növények megfelelő növekedéséhez sok fényre van szükség. Az új irányzatok 200 literig az 1 W / liter fénymennyiséget javasolják. Tehát megközelítőleg annyi Wattal világítsunk, ahány literes az akvárium. 50 liter alatt nagyobb W / liter számmal kell számolni, 200 liter fölött már elég kevesebb. A 1 W / liter fényerő már minden spektrumban komoly mennyiséget sugároz. Ezek lehetnek a hagyományos T8-as neoncsövek, amelyek manapság a leginkább elterjedtek, de teljesítményük méretükhöz képest elég kicsi. Más fényforrások, halogén, energiatakarékos izzók használata nem, vagy csak korlátozottan alkalmas akváriumok világítására.

A növények, ahogy erről már szó volt a fotoszintézis során leveleik felszínével fogják fel a fényt, és szőlőcukrot állítanak elő az általuk felhasznált széndioxidból és vízből. Melléktermékként jön létre az oxigén, mely a fotoszintézis során a vízbe kerül, és ezt az akváriumi állatok és mikroorganizmusok használják fel.

Tekintettel arra, hogy a természetes napfény bevilágítási szöge és időtartama változó, ezért nagyon nehéz felhasználni az akvárium megvilágításában. Fontos megjegyezni, hogy abban az esetben, ha túl erős és közvetlen fény éri az akváriumot, akkor az algák megjelenésével a víz zöldé válik.

A mesterséges világítást úgy kell kiválasztani, hogy a fotoszintézis elősegítésén túl, kiemelve a vízinövényeket és az akváriumi állatokat szépségét. Annak érdekében, hogy a növényzet egészséges és sűrű legyen, szükséges a megfelelő világítással a megfelelő fényerősséget beállítani, figyelemmel arra, hogy a különböző növények fényigénye sokszor eltérő.

Átlagosan naponta 8-10 óra hosszúságú világítási idő szükséges, mivel kevesebb világítási idő esetén a növények nem fejlődnek, akár tönkre is mehetne, az ellenkező esetben pedig elszaporodnak az algák.

Szűrés

A víz tisztításának és tisztán tartásának elvégzése a szűrő feladata. Annak ellenére, hogy több különböző típusú szűrő kapható, a növényes akvarisztikában a legelterjedtebb a külső szűrő használata.

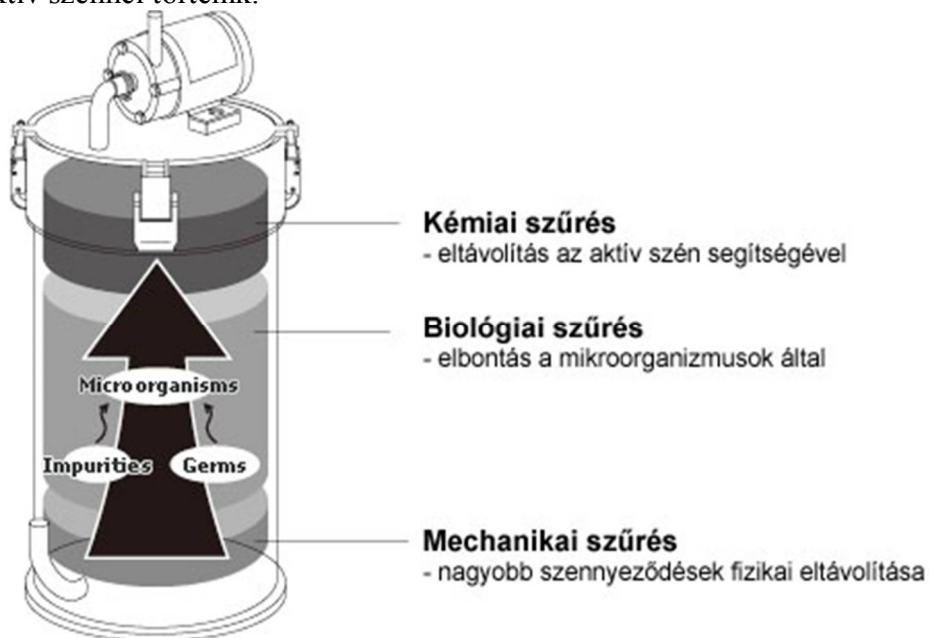
A talajszűrő és a belsőszűrők használata nem megfelelő, a táptalaj használata és a széndioxid beoldása miatt. A külső szűrők a leginkább megfelelőek, mivel az akváriumon belül minimális a helyfoglalásuk, a szűrési teljesítményük ideális, továbbá nem hajtják ki a széndioxidot a vízből, megfelelő áramlást biztosítva a növények számára fontos tápanyagok egyenlő eloszlásában. Mindemellett a szűrőfelület sokszorosa a belsőnek. Sokféle szűrőanyag helyezhető el benne változatos variációban. A piszkos víz először a szűrő aljára folyik, majd a legnagyobb szennyeződések leülepsznek.

Három szűrési módszer van, melyeket aztán több csoportra oszthatunk.

A mechanikai szűrés eltávolítja a vízben található fizikai szennyeződések, úgymint az állatok salakanyagát, a növények leveleit, az el nem fogyasztott eledelt, a kisebb szennyeződések azonban nem kerülnek kiválasztásra.

Azt a szűrési formát, amikor a szűrőben mikroorganizmusok telepsznek meg és magukhoz veszik a szerves anyagokat, algákat és a vízben keringő csírákat biológiai szűrésnek nevezzük. Úgy működik, hogy az állatok számára mérgező ammóniát átalakítja nitráttá, ezt a növények felveszik, mint tápanyagot, és ennek következtében az akvárium egyensúlya hosszútávon fenntartható. Fontos megemlíteni, hogy a porózus felületük hatalmas területet biztosít a lebontó baktériumok számára.

A kémia szűrés is a mérgező anyag eltávolítására szolgál, de ez jellemzően úgynevezett aktív szénnel történik.



4. ábra Külső szűrő felépítése és működése

A szűrés során érdemes átgondolni, megfigyelni, hogyan áramlik a víz az akváriumban. A kifolyó ág fent nyomja a vízfelszínt, ami a túloldali üvegen megtörve visszafordul és a kifolyó oldali üvegnél érkezik az aljzathoz. Növényes akváriumok esztétikai látványát növelhetjük, ha nem a hagyományos ki és befolyó ágakat használjuk, hanem azokat tetszetős üvegből készültekre cseréljük.

Az akvárium megfelelő vízértékeinek beállítása nagyon fontos. A trópusokról származó vizek igen lágyak, tehát ha kedvezni szeretnénk a növényeknek, RO vagy ioncserélt vízzel 5-6 Nk-ra lágyítsuk a vizet. A nálunk található kemény vizet, érdemes kb. 1/3-2/3-ad arányban ioncserélt vízzel hígítani. A víz ideális PH értéke 6,5-7.

Az akváriumvíz optimális beállításához szükséges vízteszteket végezni. Célszerű a gyakori vízcseré is, amely azt jelenti, hogy hetente 40-50 %-os cserét jelent. A gyakorlati tapasztalat az, hogy az 50-100 literes akváriumoknál a heti 30-40%, a 200 liter felettiekénél a kétheti (10 napos) 30-40% megfelelő.

Széndioxid beoldás

A növényes akvárium építéskor azt is meg kell tanulni, hogy az adott növények optimális fejlődéséhez mik a szükséges feltételek. A növények fotoszintéziséhez széndioxidra van szükség. Tekintettel arra, hogy alapesetben ez az akváriumban fellelhető, az igen kevés számukra, ezért CO₂-t adagolunk a vízhez, de fontos kérdés az, hogy mégis mennyit. A víz PH-ja, és KH-ja (keménysége), valamint CO₂ tartalma szoros összefüggésben áll egymással. A széndioxid mértékének mérése nagyon fontos, mivel a CO₂ a növényes akváriumok alapvető eleme. Nélküle is lehet növényes akváriumot csinálni, de akkor lehetőségeink csak néhány, nagy tűrőképességű vízinnövény fajra csökkennek. Az igazán szép vízinnövények csak CO₂ adagolással maradnak hosszútávon életben.



5. ábra 2012 HAC helyezés: 25, készítő: Szabó Szabolcs

2. Tervek, elvárások, elképzelés

Általánosságban elmondható, hogy egy ilyen berendezésnek elvárások sorának kell megfelelnie.

Álláspontom szerint a legfontosabbak a következő szempontok:

- megjelenés,
- stabil működés,
- egyszerű kezelhetőség,
- bővíthetőség,
- gazdaságosság.

Bútor

Elmondható, hogy az akvárium és a hozzá tartozó berendezések egy helyen, mégpedig az akvárium alatti szekrényben találhatóak. Ezekre a bútorokra letisztult elegancia és szépség, minimalizmus jellemző, nem vonják el a figyelmet a rajtuk található akváriumról, sőt sok esetben szinte részének érezzük. Az alábbi képen jól látszik, hogy az akvarisztika ezen ágának minden összetevőjében fontos szerepet játszik a precizitás, a szekrényben mindennek megvan a helye, hogy egy-egy karbantartáskor minden a megszokott helyen legyen. A szekrény rejti el a szem elől a nélkülözhetetlen, de nem esztétikus felszereléseket, a külső szűrőt, a széndioxid palackot, a növénytápszer adagolókat, a világítást, a mágnes szelepet és az egyéb kapcsolókat. Itt kapnak helyet a kertész/aquascaper olyan felszerelései, mint az ollók, a csipeszek, a tisztítókefék stb. is.



6. ábra Túri Zoltán szekrénye (2013)



7. ábra Bal oldalon Farkas Balázs 2014-es IAPLC versenyre készített akváriuma a GreenAqua bemutatótermében

Az általam készített berendezés esetében sajnos el kellett felejtennem a „hagyományos” szekrény gondolatát, mivel az akvárium több okból kifolyólag – leginkább a helyhiány miatt – egy íróasztalon helyezkedik el.

A terv egy olyan emelvény elkészítése volt, mely illik az íróasztalhoz is, sőt szinte annak részét képezi, de az akváriumról nem vonja el a figyelmet. Alapvető elvárás, hogy ebbe az emelvénybe kényelmesen férjenek bele az akvárium automatizálásához szükséges kisebb berendezések.

A berendezés automatikai elvárása

Fontos leszögezni, hogy a berendezés stabilitása a legalapvetőbb és nélkülözhetetlen elvárás. Ehhez a stabilitáshoz több tényező is tartozik:

- jó minőségű tápellátás,
- átgondolt hardver,
- jó minőségű nyomtatott áramkör,
- letisztult vezetékek elvezetése,
- stabil program.

Nem kívántam kompromisszumokat kötni, mert itt az minden esetben a stabilitás rovására megy.

Elvárás, hogy a modern kornak megfelelően, egy személyi számítógépről (PC-ről), lehessen a berendezést beállítani, lehetőleg vezetékek nélkül, valamint, hogy a rendszer bővíthető legyen. Mivel a szűrést az etetés idejére (10-15perc) le kell kapcsolni, így ehhez egy további gomb elhelyezése szükséges, illetve az etetést követően automata visszakapcsolás a szűrőnek.

Elsődlegesen megvalósítandó tervek

- Bútor tervezése, elkészítése
- Kapcsolható hálózati aljzatok
- LED világítás vezérlése
- Hőmérséklet mérése
- Etetés idejére a szűrő kikapcsolása
- Tápanyag adagolás
- PC program az egyszerű beállításért

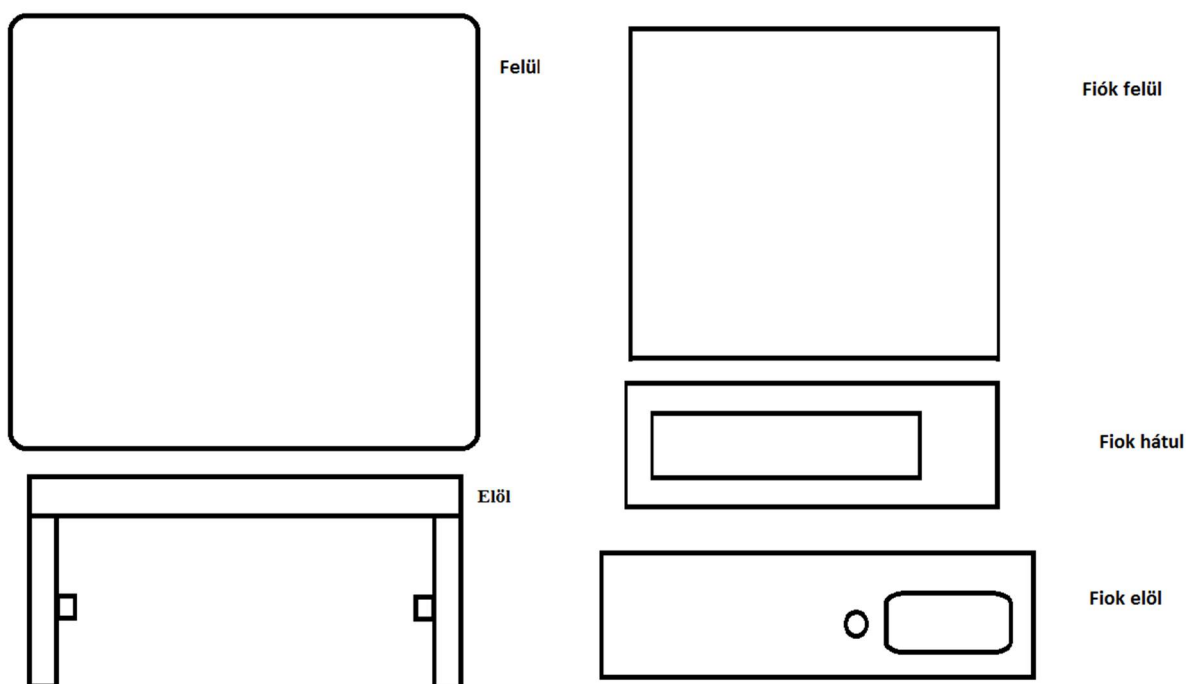
Az akvárium bútora, avagy a berendezés dobozolása

Első terv egy 30cm*30cm alapterületű 5-7cm magasságú fenyőfából készült emelvény volt, melyre pont illett volna a jelenlegi akvárium. Ezt a tervet módosítanom kellett, mert a dózispumpák és a konnektorok nem fértek volna el.

A végső terv egy 40cm*40cm alapterületű 10cm magasságú megoldás lett, melynek anyaga fenyő. Így akár a mostani 30cm*30cm*30cm-es akváriumot (27l) leváltva egy 40cm*40cm*40cm (64l) es akvárium is tökéletesen passzol a bútorra.

Fiókos kialakítás mellett döntöttem, mert így a fejlesztés/építés alatt, és a későbbiekben karbantartás miatt is könnyen hozzáférhetek az egyes modulok. (pl: növénytáp edényei, SD kártya, USB csatlakozás).

A tervrajz ezúttal egy egyszerű, méretezés nélküli, Paint-ben szerkesztett rajz lett. Tulajdonképpen ez csak egy kiinduló pont, ami szerencsére elégségesnek bizonyult.



8. ábra Egyszerű rajz a bútorról

A fiók elején jól látható egy LCD kijelző, egy mellette lévő gomb, továbbá több hátul elhelyezkedő konnektor. Elkészülése után a bútor kezelve lett az esetleges korrózió ellen. A

tetejére kapott egy átlátszó fóliát, mely nem engedi a kifröccsenő vizet közvetlenül érintkezni a fával. A kivitelezés során, a szegélyek marással lettek lekerekítve, díszítve.



9. ábra Frissen elkészült bútor, éppen az LCD kijelző beillesztése után



10. ábra Működés közben

3. A berendezés működésének lehetőségei

A berendezés jelenleg teszt üzemmódban működik, tehát az esetlegesen fellépő hibákat észlelést követően javítom. Az elsődleges funkciókat már felügyelet nélkül képest stabilan ellátni. Jelenleg ez alól egyedül a tápanyag adagolás kivétel.

A berendezés egyes funkcióit előreláthatólag a jelenlegi akváriummal nem fogom használni, tekintettel arra, hogy a jövőben, ha lehetőségem lesz egy nagyobb méretű akváriumot és hozzá tartozó bútort beszerezni, akkor a berendezés kap egy szabványos műszerdobozolást és ott fogom ezeket a funkciókat kihasználni.

Kapcsolható hálózati feszültségű aljzatok (relé panel)

A hálózati aljzatokat alapvetően két üzemmódban lehet működtetni, egy időhöz kötött és egy eseményhez kötött üzemmódban. A legjobb hatást, a kettő összekötésével, összegzésével érhetjük el. Az időben kötött esemény tulajdonképpen egy időzítő, mely az Real Time Clock-tól vett pontos időpont szerint képes ki és bekapcsolni aljzatokat. Ezeket az időpontokat a felhasználó adja meg. Igyekeztem bőségesen elegendő időpontot létrehozni. Egy előre ledefiniált ciklus egy hétig tart, naponta 30 db időpont állítható be, így összesen 210 időpont/hét érhető el.

Jelenleg egy előre meghatározott sorrendben kell bedugni a csatlakozókat automata üzemmódban. Ilyenkor funkció például etetés idejére a szűrő gombra történő kikapcsolása. Ha egy olyan funkció van beállítva, hogy „aljzatra automata funkció”, akkor az felülbírálja a manuális, általunk beállított időpontot az adott aljzatra.

Világítás

A világítás szabályozása teljesítménytől függően történhet egy vagy kettő csatornán. A fényt kibocsátó LED szalag tápfeszültség ellátása úgynevezett PWM (pulse width modulation – impulzusszélesség moduláció) jellel történik. Ez lehetővé teszi a fényerő szabályozást. A fényerő megfelelő beállításával napkelte és napnyugta hatást érhetünk el, sőt akár holdfényhez hasonló megvilágításban is megnézhetjük akváriumunkat.

A világítás az aljzatokhoz hasonlóan nap 30 db, így heti 210 db különböző időpontban működhet.

Tápanyag adagolás

A berendezés 3 db tápanyag adagoló dózispumpát tartalmaz. Mindegyik pumpának külön beállítási lehetősége van. Napi 10 alkalommal lehet tápanyagot befecskendezni az akváriumba és összesen heti 70 alkalom áll rendelkezésre.

CO2 beoldás

A CO2 beoldás tulajdonképpen nem is egy külön funkció, hanem a kapcsolható aljzat megfelelő időben történő felkapcsolása. Ez a funkció jelenleg csak manuális beállítással lehetséges, de tervezem az automata beállítást, ahol megadható, hogy a világítás előtt mennyi idővel kapcsoljon be, illetve mennyi idővel kapcsoljon ki.

Levegőztetés

Működése és beállítása megegyező a világítás és a kapcsolható aljzat működésével és beállításával.

A funkció még nem volt tesztelve, a levegőztető kompresszort már beszereztem, azonban jelenleg még nincs beszerelve a vezérlőbe.

Hőmérséklet

A hőmérséklet módosítására három beállítási lehetőségünk van, melyek a következők: hűtés, fűtés, automata. Ezt mind a három funkcióban hiszterézissel végzi el a berendezés, így elkerülhető az az esemény, hogy a víz hőmérséklet akár 0,1C° változására elinduljon a ventilátor. A késleltetés megadásával beállíthatjuk a kívánt hőfokot, majd kiválaszthatjuk, hogy melyik üzemmódban szeretnénk használni a berendezést.

A vízszint mérésével megállapítható, ha a vizet melegítő fűtő nincs teljesen víz alatt, mely esetben a védelem lesz aktív és a fűtősalat kikapcsolja.

Automata vízcseré

Egy nagyobb méretű (40 liternél több) akváriumnál a heti vízcseré már bonyolultabb és időigényesebb feladat, így ez a funkció segítségünkre lehet. Lényege az ultrahangos távolságmérésen alapszik. Az akvárium méretéből könnyen kiszámolható térfogata – mely tulajdonképpen a benne maximálisan elférő víz mennyiségét is jelenti – mégpedig a következő egyszerű művelettel: hosszúság*szélesség*vízmagasság. Ezekből az adatokból adott az akvárium szélessége és hosszúsága. A vízmagasságot könnyen tudjuk mérni és változtatni is. A vízcseréhez tudnunk meg kell, hogy az akvárium vizének hány százalékát szeretnénk lecserélni.

Majd a vízcseré folyamatához csatlakoztatni kell egy szivattyút a megfelelő állásba, mely az akváriumból szívja le a vizet. Mikor az akvárium felesleges vize eltávolításra került, akkor a berendezés szól, hogy fordítsuk meg a szivattyú irányát, így az akváriumba fogja szivattyúzni a vizet, például egy hordóból. Természetesen megvalósítható ez a funkció kettő darab szivattyúval is, így a vízcseré teljesen automatává alakítható.

Memóriakártyára adatok kiírása

Lehetőség van az akvárium adatait egy memóriakártyára rögzíteni, ezeket az adatokat később felhasználni, akár diagramokat és statisztikát csinálni az akvárium működéséről, vagy csak egyszerűen megnézni, hogy amennyiben nem fejlődött megfelelően az akvárium annak mi lehet az oka, mi változhatott meg.

Jelenleg per cente írom ki a memóriakártyára az adatokat, de ez minden bizonnyal túl sűrű, így később ennek a módosítására is létre fogok hozni egy funkciót a PC programban.

LCD kijelző

Az LCD kijelző azért fontos, mert lényeges adatokat jelenít meg a felhasználó számára. Ilyen a pontos idő és dátum, az etetésből fennmaradó idő, a víz hőmérséklet, vízmagasság vagy akár a lámpa fényereje.

Az LCD háttérvilágításának állítására is lehetőségünk van, egyelőre csak manuálisan. Későbbiekben tervezem, hogy automatikusan a környezet fényerejéhez idomulva működjön a háttérvilágítás. (a mobiltelefonok háttérvilágításával megegyező módon)

Gomb

Elhelyezésre került egy fizikai gomb az előlapon, mely egyszeri megnyomásra 15 percre kikapcsolja a szűrőt (relé 4-es kimenet). Tervezem a 2, 3 és hosszú gombnyomás funkciók beépítését is.

Vízmagasság mérés

A vízszint mérése lényeges szempont a berendezések károsodása az automata vízcsere és az elpárolgott víz utántöltésében. A beállítást (kalibrálást) nekünk kell végezni. Ha az elhelyezés a lámpa testén történik, akkor a mért távolság sokkal nagyobb mint a valós vízszint, ezt az értéket meg kell. A berendezés ez alapján automatikusan ki fogja számolni a valós vízszintet.

4. Panelok és „driverjeik” létrehozása és tesztelése

A panelok felépítését és kapcsolási rajzát már a megrendeléskor tudtam, ettől függetlenül kézhezvételkor átnéztem mindegyiket, azt keresve, hogy tartalmazznak-e esetleges gyártási hibákat. Miután megbizonyosodtam arról, hogy mindegyik panel fizikálisan hibátlan, elkezdtem az összes panelnak a driverjait megírni/tesztelni. A driver kifejezés alatt az eszköz konfigurálásához szükséges algoritmusokat és beállításokat értem.

A tesztelés folyamata interneten való kutatással kezdődött, az Arduino fejlesztőplatform népszerűségének köszönhetően rengeteg forráskód található az interneten. Általánosságban elmondható, hogy a modulok driverjai megtalálhatóak voltak az interneten, viszont számomra tesztre nem voltak a legmegfelelőbbek. A driverok egy részét módosítottam saját igényeim szerint, más driverokat az integrált áramkör adatlapjából (datasheet) újraírtam, egyszerűen annál az oknál fogva, hogy így gyorsabban tudtam létrehozni az általam megfelelőnek vélt forráskódot.

Amikor elkészültek a megfelelő driverek, elkezdtem az eszközöket tesztáramkörökkel is üzemeltetni, vagyis tulajdonképpen kisebb berendezéseket építeni. A valós idejű óra moduljával és az LCD kijelző tesztjéből létrehoztam egy órát, később ezen a kijelzőn jelenítettem meg az ultrahangos távolságmérő és hőmérő adatait is. A porbővítő panelből, a relé panelből egy számítógépről vezérelhető hálózati feszültségű kapcsolópanelt kaptam. A gomb és a világítás panel kombinációjából pedig egy LED szalag vezérlőt építettem (dimmert).

Ezekkel és ezekhez hasonló „hétvégi project”-ekkel teszteltem a driver és modulok helyes működését.

5. A berendezés hardveres felépítése

A berendezésnek képesnek kell lennie arra, hogy ellássa a napi rutinokat, kényelmi funkciókat, valamint bővíthetőnek is kell lennie. Kiemelten fontos a stabil működés, hiszen egy törékeny ökoszisztéma stabilitásáért felelős.

Napi rutinok, melyeket ellát:

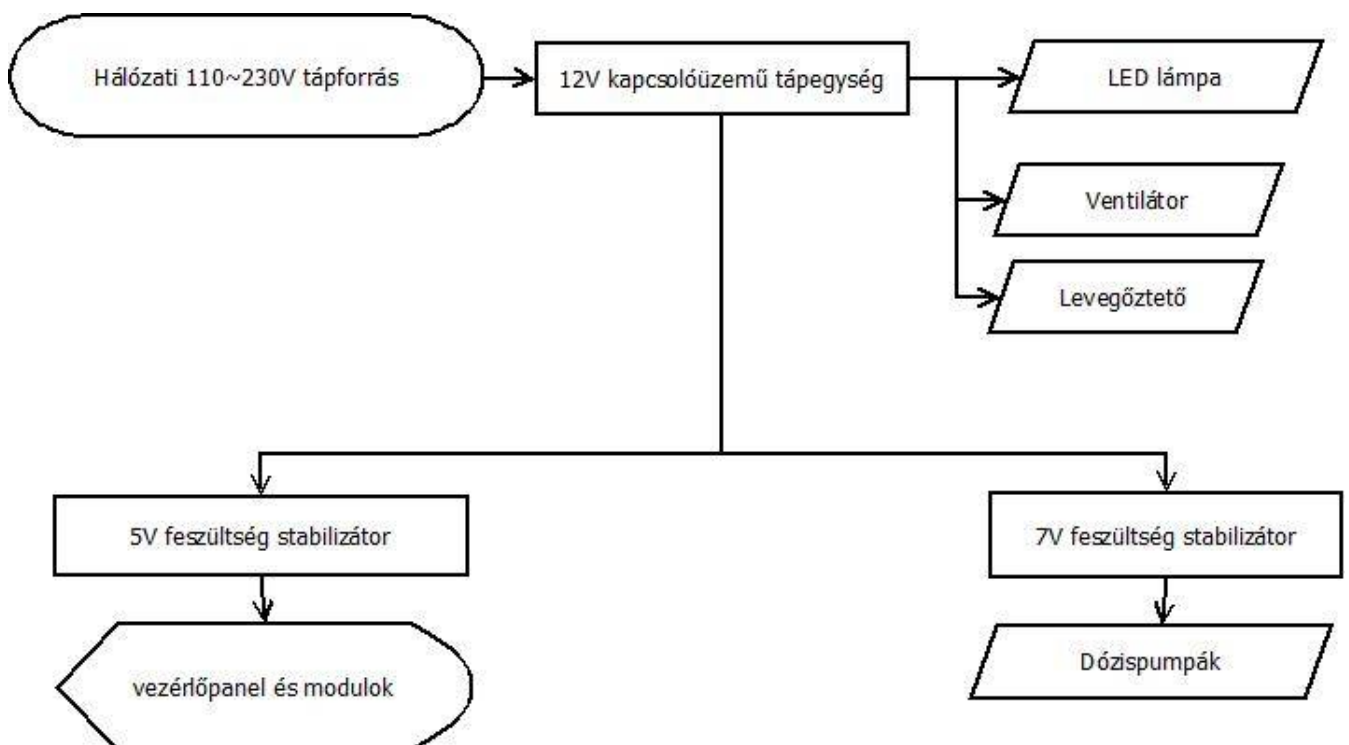
- 4 programozható hálózati aljzat,
- világítás fel és lekapcsolása,
- széndioxid beoldás be és kikapcsolása,
- szűrő automatikus visszakapcsolása etetés után,
- hőmérséklet szabályozása,
- tápanyag ellátás,
- vízszint mérése.

Kényelmi funkciók:

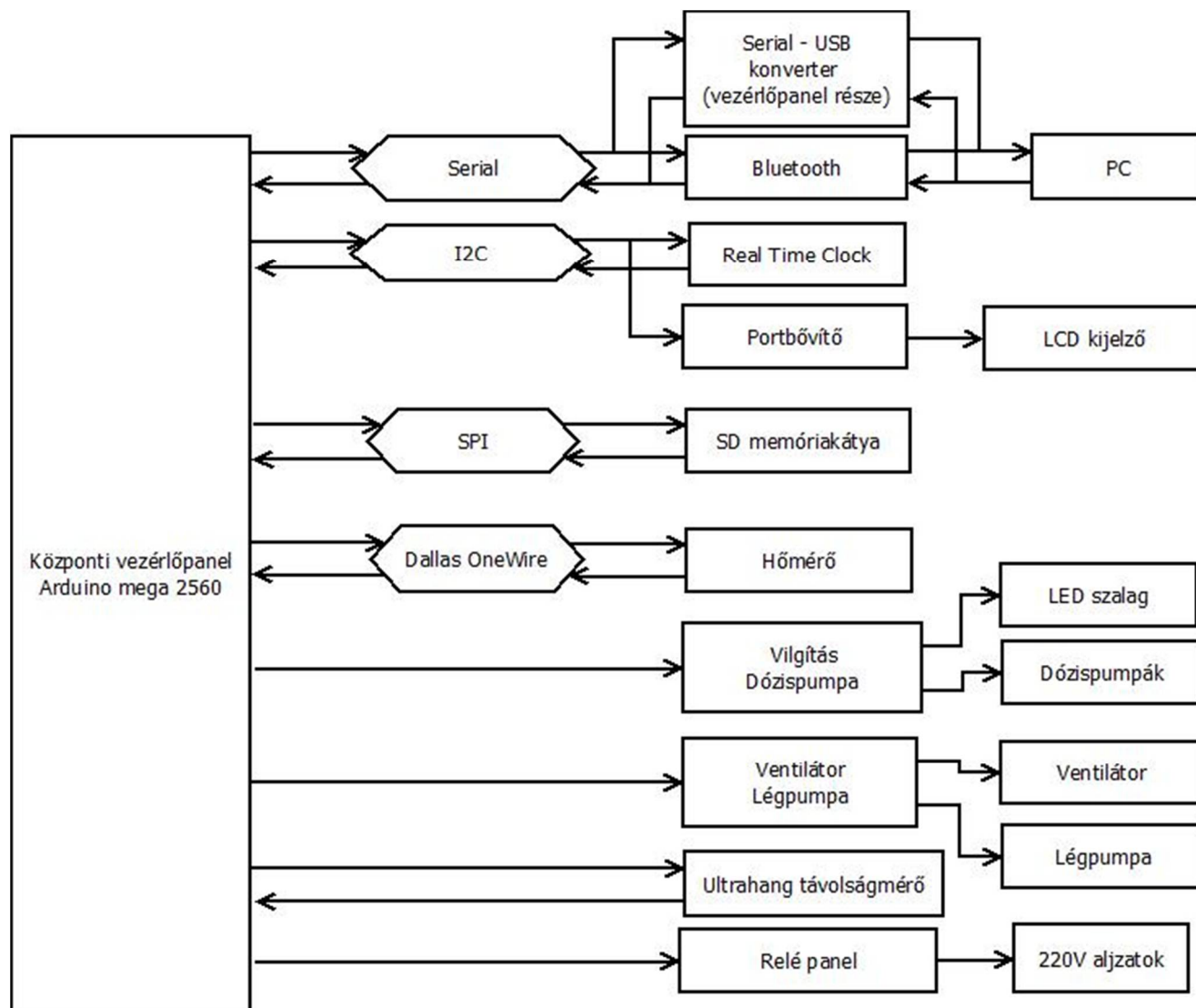
- PC-s kapcsolat, könnyű beállítás érdekében,
- LCD kijelző, adatok gyors leolvasásához,
- napfelkelte, napnyugta szimulálása,
- SD kártyára adatok automatikus kiírása.

Az építésnél törekedtem nem kézzel gyártott nyáklapokat használni, így legtöbb esetben külföldről rendelt modulok lettek felhasználva. Természetesen a legjobb az lett volna, ha a modulokon lévő áramköröket egy panelra tervezem és legyártom (legyártatom). Sajnos erről már a project elkezdése előtt le kellett mondanom, mivel 1-1db panelt nem lenne költséghatékony legyártatni, viszont a kézi panelgyártásban túl sok a hibalehetőség.

Az egyszerű átláthatóság érdekében kettő darab blokkdiagramon szemléltetem a jelenlegi áramköri felépítést és a modulok egymáshoz való viszonyát.



11. ábra A berendezés tápellátása



12. ábra A berendezés egyes moduljainak viszonyai egymáshoz

A központi vezérlő panel

A központi panel feladata a berendezés zavartalan, hibamentes működésének fenntartása, megvalósítása, továbbá az egyes modulok összehangolt működtetése. Az általam tervezett formában az akváriumvezérlő nem jöhetne létre központi vezérlő nélkül. Ennek kiválasztása kiemelten fontos, hiszen a berendezés alapja, ezen panel köré épülnek a további részek.

Nehéz döntés volt a mikrovezérlő választása, mivel a kézzel készített nyomtatott áramkörti panelek miatt nem érhetőek el a nagy lábszámú mikrovezérlők, a panel kontaktos lehet, és ha nincs megfelelően védve, akkor a korrózió hatásainak is ki van téve.

Elvárásaim a következők voltak a kiválasztáskor:

- nagy memória (EEPROM, RAM, Flash),
- sok I/O (input-output),
- könnyű beszerezhetőség,
- gazdaságosság,
- széleskörű elterjedtség.

Alapos kutatás után megtaláltam a számomra tökéletes fejlesztőpanelt, az Arduino mega 2560-as panelt.

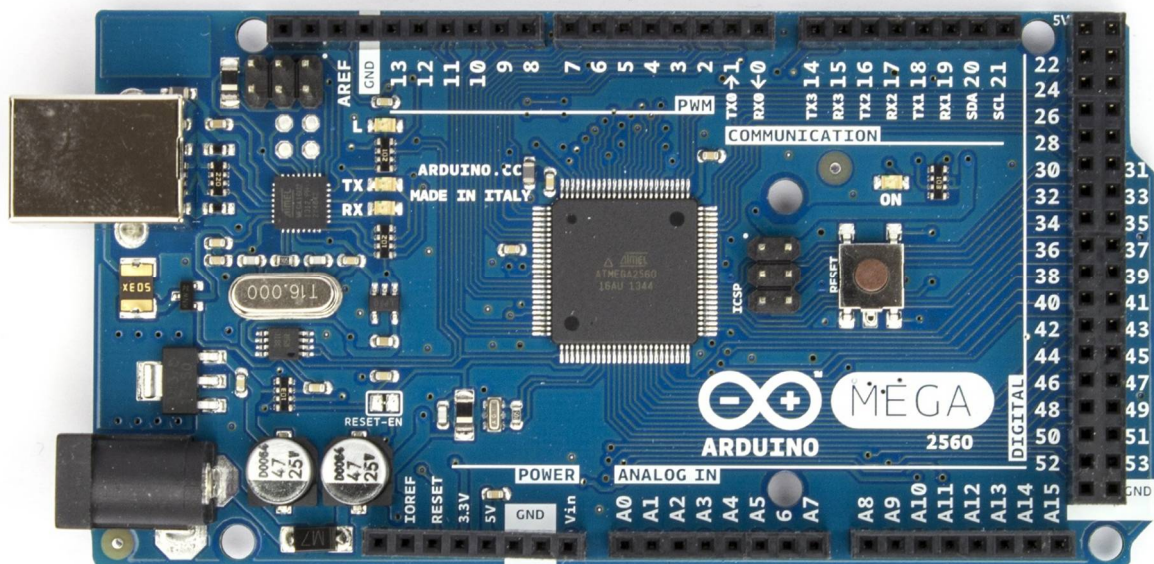
Ennek a fejlesztőpanelnek a főbb jellemzői az alábbiak:

- AT mega 2560 mikrovezérlő, bootloaderrel (rendszerbetöltő program),

- 5 V működési feszültség,
- Külső tápforrás lehetősége, 6-20 V,
- 54 Input/Output csatlakozóra kivezetve (15PWM, 16AD konverter),
- 256 KB flashmemória, melyből 8KB-ot foglal az Arduino szoftver bootloadere,
- 8 KB RAM,
- 4 KB EEPROM,
- 16 MHz frekvencia,
- Kommunikáció: I2C, SPI, UART,
- USB, 1db UART csatorna és egy USB-UART átalakító áramkör felhasználásával.

Először kétségem voltak az Arduinoval szemben, aztán megtapasztaltam az egyértelmű pozitívumait, melyek:

- gyári panel, korrózió elleni védettség,
- hordozható kód és többféle panel, igény szerint,
- jól működő gyári függvények, melyek jelentősen lerövidítik a fejlesztés idejét,
- könnyen lehet információkhoz jutni széles elterjedése miatt,
- olcsó, külföldről rendelve postaköltséggel együtt 500.- forint körül elérhető már kisebb panel, de egy ARM cortex M3 mikrovezérlővel (AT91SAM3X8E) szerelt változat is már 4-5000.- forint körüli áron megvehető.



13. ábra Arduino MEGA 2560 fejlesztőpanel

Tápegység

A tápegység feladata az, hogy a berendezés elektronikáját, alkotóelemeit ellássa stabil feszültséggel. Éppen ebből a funkciójából adódóan rendkívül fontos a megfelelő tápegység kiválasztása, hiszen egy megbízhatatlan tápegység instabillá teheti a rendszert, sőt rosszabb esetben akár tönkre is teheti azt. Mivel az akváriumvezérlő a hét minden napján, megállás nélkül üzemel, így a kutatást mindenképpen a kapcsolóüzemű tápegységek irányában kezdtem. Végül meg is találtam a megfelelőt, ami egy ipari kapcsolóüzemű tápegység. Ennek a tápegységnek tulajdonságai:

- típus: LP-URZ0709,
- bemeneti feszültség: 110~230 V, váltakozó feszültség,
- bemeneti feszültség frekvenciája: 50-60 Hz,
- kimeneti feszültség: 12 V,
- maximális kimeneti áram: 15 A,
- teljesítmény: 180 W,
- rövidzár védelem,
- túlfeszültség védelem,
- hővédelem,
- mérete: 100*200*40mm,
- rendelkezik CE jelöléssel (a termék a rá vonatkozó előírásoknak megfelel és szabadon forgalmazható).

A tápegység bemenő 230 V-os ágára biztosíték foglalatot kötöttem. Mivel az akváriumvezérlő az akvárium alatt helyezkedik el, így kiemelten fontosnak tartom a lakást, vagy legalább a vezérlőt ellátó aljzatot fi-életvédelmi (érintésvédelmi) relével ellátni.

A tápegység túlméretezése szándékos, tekintettel arra, hogy egy zárt fa szekrényben helyezkedik el így hűtése nem biztosított.

A tápegységre jutó legnagyobb fogyasztást minden bizonnyal a világítás okozza, mely jelenlegi formájában meghaladja a 65 W teljesítményt, továbbá jelentős a teljesítményfelvétele a ventilátoroknak, és a tápanyag adagoló pumpáknak, mely pumpák csak napi néhány másodperc idejéig működnek.



14. ábra LP-URZ0709 típusú kapcsolóüzemű tápegység

Feszültség stabilizátor

Általánosságban elmondható, hogy az elektronikában a stabil működések eléréséhez stabil tápegységekre van szükség, melyek terheléstől függetlenül is tartják a stabil működést. Annak ellenére, hogy az Arduino panelon van 5 V-os feszültség stabilizátor, ennek használatát kerültem, mert nagyon rossz hatásfokú. A jó hatásfokú feszültség stabilizátorok általában kapcsolóüzemű elven működnek, melyek előnyei a következők:

- kicsi méret, kicsi súly (mérethatékonyság),
- energiatakarékosság,
- terheléstől függetlenül állandó feszültség,
- kisebb hőtermelés,
- nagy hatásfok (95% felett).

Alapos kutatást követően a választásom egy apró méretű kapcsolóüzemű feszültség stabilizátorra esett, mivel ez a típus csak a bemenetnél kisebb feszültséget tud előállítani (Step Down).

Az alábbiakban láthatóak a kiválasztott feszültség stabilizátor paraméterei:

- bemenő feszültség: 4,5 V – 28 V
- kimenő feszültség: 1,3 V – 17 V
- kimeneti áram hűtés nélkül: 2 A
- kimeneti áram hűtéssel maximum :3 A
- üzemi hőmérséklet -20 C° – 85 C°
- méret: 22mm*17mm*4mm

A berendezésben kettő db feszültség stabilizátor található, mindkettő bemenete 12 V. A kimenet szerint az egyik stabilizátor a mikrovezérlő és a perifériák számára állítja elő a stabil 5V-os feszültséget, míg a másik stabilizátor a három db dózispumpának a 7 V-os stabil tápfeszültség előállításáért felelős. Hűtőbordát és egyéb hűtést egyik panelon sem használok, mivel az áram nem haladja meg a 2 A-es értéket.

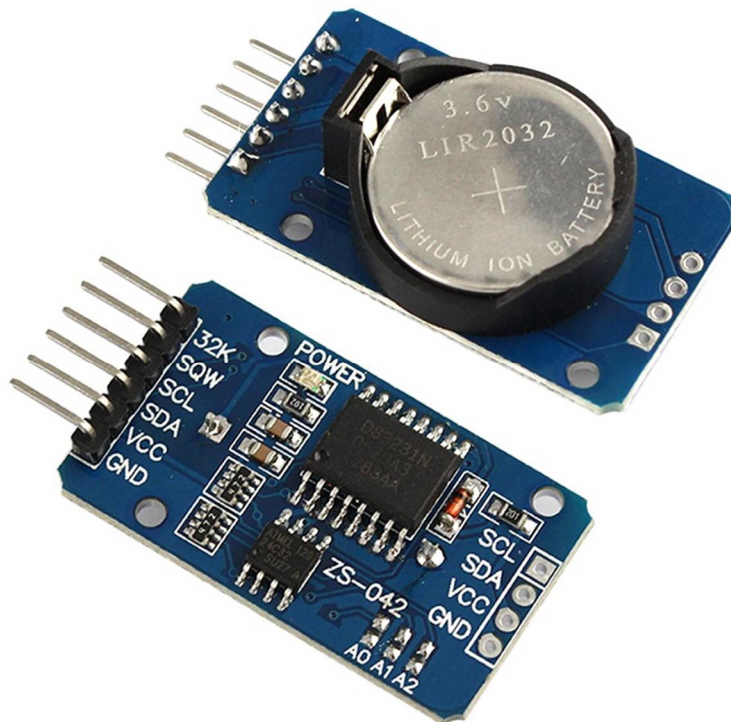


15. ábra Kapcsolóüzemű feszültség stabilizátor

Valós idejű óra (Real Time Clock - RTC)

A napi rutin pontos betartásához szükség van arra, hogy mindenkor tudjuk a pontos időt. Erre a legmegfelelőbb egy valós idejű óra használata. Ezek az eszközök általában el vannak látva elemmel is az áramszünetek esetére.

Első próbálkozásra egy DS1307 RTC-vel szerelt panelt próbáltam. Sajnos egy hét után bebizonyosodott, hogy nem lesz megfelelő. Véleményem szerint ennek több oka is lehet, de leginkább a pontatlan kvarckristály. A második próbálkozásom már szerencsével járt. Egy DS3231 RTC-vel szerelt panelt próbáltam ki. Ebben már belső kvarc van, továbbá hőmérséklet kompenzáció is lehetséges. Áramszünet esetén tápellátását egy lítium gombelem biztosítja. A panelon található még egy AT24C32-es 32 KB tárhelyű EEPROM is. Kommunikáció szempontjából az RTC és az EEPROM is I2C kommunikációt használ, így 4 db vezeték bekötésével (+, -, SCL, SCK) lehetséges kommunikálni a panelon található mindkét eszközzel.



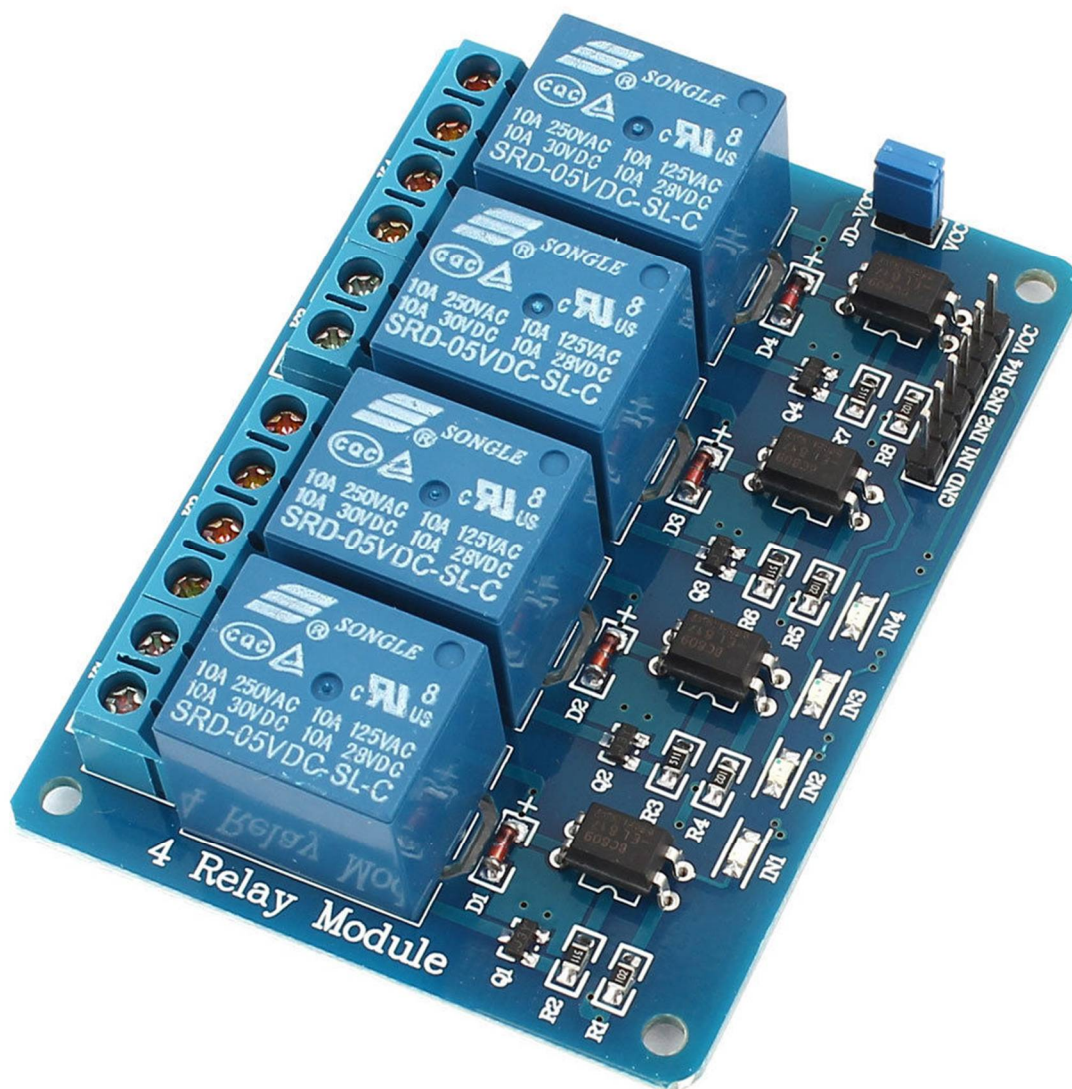
16. ábra I2C RTC és EEPROM panel

Relé panel

230 V-os eszközök ki és bekapcsolásához relét használok. Első elgondolás szerint szilárdtest relét alkalmaztam volna a feladatra, de a kevés kapcsolás szám és a kedvezőbb ár miatt hagyományos reléekkel ellátott panel mellett döntöttem.

A panelon 4 db relé helyezkedik el, melyek egymástól függetlenül ki és bekapcsolhatóak. A behúzó tekercs 5 V DC feszültséggel üzemel, a kapcsolási teljesítmény 250V/10 A. A megfelelő galvanikus leválasztás érdekében mindegyik relé előtt egy-egy optokapu helyezkedik el, de egy jumper segítségével a relét külön tápegységről is táplálhatjuk. A behúzó tekercsek által indukált feszültség elleni védelem miatt védődiodák is helyet kaptak a panelon. A relé állapotát a panelon elhelyezett LED-ekkel is figyelemmel követhetjük. A relé behúzása logikai 0 (alacsony) szintre történik, alaphelyzetben a panelon felhúzó ellenállások biztosítják a logikai 1 (magas) jelszintet.

Bekötésnél az energia megtakarás miatt a 4. számú aljzatot, alaphelyzetben zárt érintkező párra kötöttem. Ide lehet bedugni a külső szűrőt, melyet 2-3 naponta csak az etetés idejére kapcsolunk ki, ezt leszámítva folyamatosan működik a nap 24 órájában. Ezzel a bekötéssel hosszútávon jelentős energiát lehet megtakarítani.



17. ábra Relé panel

LCD kijelző és I2C I/O bővítő

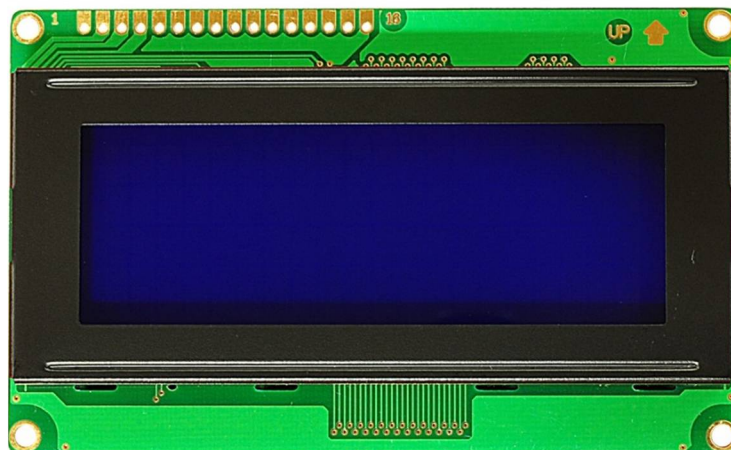
Ahogy az az alcímben is látható, ennek az LCD kijelzőnek és az I2C I/O bővítőnek szorosan összefügg a felhasználása. Tulajdonképpen a két eszközt egybeépítve kaptam egy új eszközt, mely egy I2C kommunikációt használó karakteres LCD kijelző. Ezzel a megoldással 8 kimenet felhasználása helyett csupán egy újabb eszközt kötöttem az I2C kommunikációs buszra. A végső megoldásban felhasználtam egy PWM kimenetet is annak érdekében, hogy a kijelző fényerejét kedvünk szerint állítsuk be (vagy fényérzékelővel kiegészítve automatikusan).

Az LCD kijelzők közül talán a legelterjedtebb a HD 44780 chippel szerelt változat. Négy sorban képes megjeleníteni karaktereket, soronként húsz darabot, azonban ékezetes karakterkészletet nem támogat. Érdekes azonban azt, hogy amennyiben az ékezet megjelenítése mégis szükséges akkor lehetséges saját karaktereket létrehozni és megjeleníteni. Az általam választott I/O (port bővítő) panelnek előnye, hogy elektronikailag és kialakítás szempontjából is támogatja a HD44780-as LCD kijelzőket.

A panel címezhető, összesen 8 db ilyen chippel szerelt panelt lehet elhelyezni egy I2C buszon.



18. ábra I2C port bővítő az LCD kijelzőre forrasztva



19. ábra LCD kijelző



20. ábra LCD kijelző tesztelése

Mikro SD kártyaolvasó

Adatok rögzítésére jelenleg az egyik legelterjedtebb megoldás egy, az adatok flash alapú tárolóra való írása. Többféle megoldás áttekintését követően arra jutottam, hogy számomra kettő lehetséges megoldás van. Az egyik egy USB csatolófelülettel ellátott pendrive, a másik pedig egy memóriakártya.

Végül a memória kártya mellett döntöttem, mivel számomra egyszerűbb megoldás az SPI buszon való kommunikáció, mint az USB host üzemmód megoldása a pendrive számára. A kártya típusának microSD-t választottam, széles körben elterjedt típusa, könnyű beszerezhetősége, valamint alacsony ára miatt.

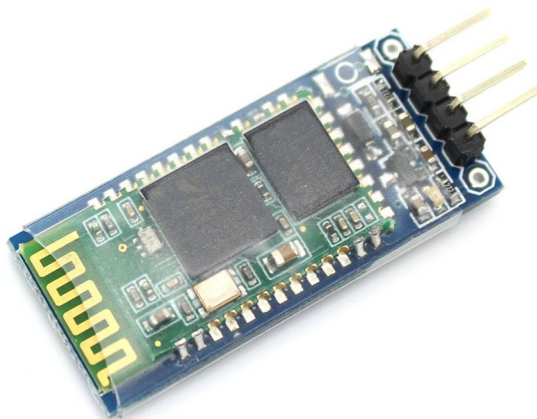
Mivel az SD kártyák szabvány tápfeszültség szintje 3,3 V, így szintillesztés volt szükséges. A panel tartalmaz egy 3,3 V-os feszültség stabilizátort, mely a tápfeszültség szintillesztését végzi. A kommunikációs vezetékek (CS, MOSI, MISO, SCK) szintillesztésére egy külön áramkör van elhelyezve a panelon. Ez a szintillesztő egy 74HC125-ös integrált áramkör mely kiválóan alkalmas a feladatra, hiszen négy csatornás (4 bemenet - 4 kimenet), így kihasználása 100%.



21. ábra SD kártya panel (a felhasználttal megegyező kapcsolású, de egy verzióval régebbi NYÁK kialakítású)

Bluetooth modul

A bluetooth modul segítségével lehetőség van a berendezéshez kényelmesen, vezetékek nélkül csatlakozni. Egyszerű és olcsó modult választottam, mely UART-on keresztülkommunikál a mikrovezérlővel, majd a jelet egy virtuális, soros porton jeleníti meg a PC. oldalon.



22. ábra HC-06-os bluetooth modul

Ultrahang távolságmérő

A vízszint mérése több megoldás is kínálkozik, de a legtöbb esetben az érzékelőt a vízbe vagy a víz alá szükséges elhelyezni. A modern akvarisztikában az eszközöket minél inkább igyekszünk elrejteni a szem elől, így próbáltam minél kevesebb „felesleges” eszközt a látható térben hagyni. Jelenleg az ultrahangos érzékelőnek nincs meg még a végleges helye, de valószínűnek tartom, hogy a lámpatestbe lesz rejtve, melynek következtében merőleges lesz a víz felszínére és pontos mérést tud végrehajtani.

A modul típusa HC-SR04, és működése az alábbiak szerint történik: négy láb van, melyekből kettő a tápegységet biztosítja, a maradék kettő láb a Trigger (bemenet) és az Echo (kimenet) láb. A Trigger láb 10 μ s idejű magasba helyezésével a modul egy impulzussorozatot bocsát ki ultrahang tartományban. A Trigger láb magasba állításával az Echo láb is magas állapotú lesz mindaddig, amíg a kiküldött impulzussorozat meg nem érkezik a detektorba. Ennek az időköznek a mérésével megállapítható a mért tárgy távolsága. A mérés tartománya 1-400 cm lehet, a bevett szokás az cm-es felosztás, de lehetséges a mm-ben való mérés is.



23. ábra HC-SR04-es ultrahang távolságmérő

Víz hőmérsékletmérő

A víz hőmérsékletének méréséhez DS18B20 hőmérőszenzort használtam. A megvásárolt szenzor kivitelezése vízhatlan, így alkalmas víz hőfok mérésre. Vezetéke 1m hosszú. A hőmérőt nem szükséges kalibrálni, értékét egyetlen adatvezeték segítségével elérhetjük a Dallas One Wire (egyvezetékes) kommunikációnak köszönhetően. A szenzor címezhető, valamint több darab is felfűzhető egy adatvezetékre. Mérete és formája miatt rendkívül könnyű elrejteni, így tökéletes választás akvarisztikai célra. Mérési tartománya -55°C és +125°C közé esik, felbontása 12bit. A hibás adatokat CRC kódolással lehet kiszűrni. Egyetlen hátrányt tapasztaltam nála, mely a hosszú konverziós idő (~750ms). Ezt az időt természetesen lehet gyorsítani alacsonyabb mérési felbontással. A Dallas egyvezetékes kommunikáció miatt a adat lábat egy felhúzó ellenálláson keresztül, logikai magas szintre kell emelni.



Dózispumpa és Világítás meghajtó panel

A teljesítményigényesebb vagy más feszültségen működő berendezések megfelelő működéséhez illetve vezérléséhez feszültség szint illesztésre és jelerősítésre van szükség. Ezek az eszközök a lámpák és a dózispumpák. A dózispumpák esetében egy külön feszültség stabilizátor állítja elő a stabil 7V-os jelszintet, melyet impulzus szélesség modulációval (PWM) pontosítok, hogy mindegyik dózispumpa 0,1ml pontosságot érjen el. Erre azért van szükség, mert a dózispumpák a gyártás során eltérnek egymástól, így más és más beállításra van szükség a pontos adagolás biztosításához.

A lámpák esetén a jelerősítés és a feszültség szint illesztés a világítás bekapcsolása és kikapcsolása mellett a fényerő szabályozást is lehetővé teszi.

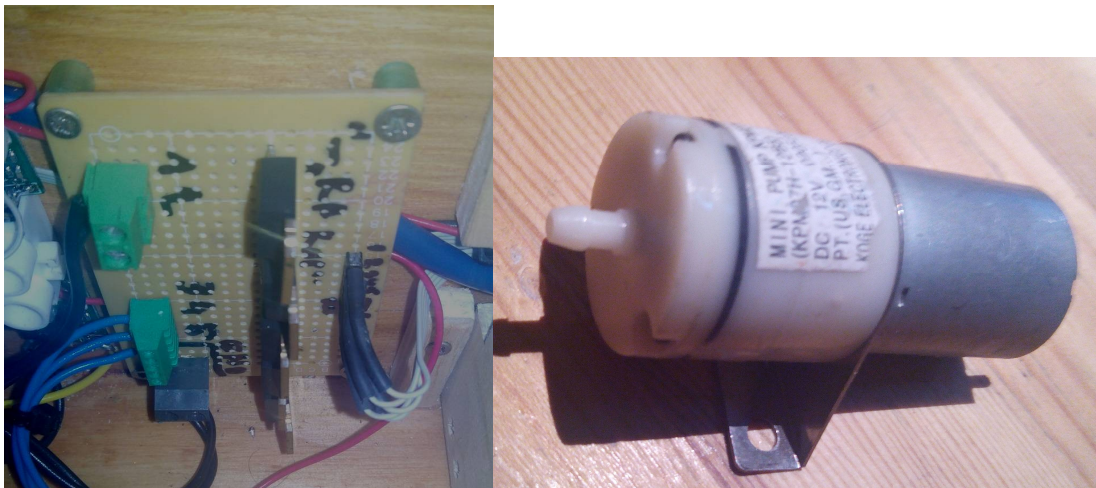
Ezt a panelt kézzel építettem, egy lyukraszteres panel felhasználásával. Fő alkotóeleme az 5 db IRL540 típusú logikai (~5V) feszültség szintről vezérelhető MOSFET félvezető erősítő elem. A panel paraméterei a következők:

- 5 különálló csatorna,
- 2 nagyáramú csatlakozó a világításhoz,
- 3 sorkapocs csatlakozó a dózispumpákhoz,
- hűtés esetén maximális áramerősség 36A,
- maximális kimeneti feszültség 100V,
- maximális vezérlő feszültség: 16V.

Ventillátor és Levegőztető szivattyú panel

A ventillátor és levegőztető panel felépítésében alapvetően megegyezik a Dózispumpa és Világítás meghajtó panellel, azzal a különbséggel, hogy a ventillátor és levegőztető panel jelenleg csak egyetlen csatornás.

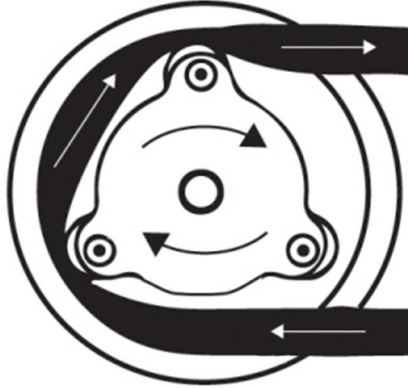
Terveim között szerepel, hogy az előbb említett két panelt egymással egyesítsem.



24. ábra Bal oldalon Dózispumpa és Világítás panel, jobb oldalon levegőztető pumpa

Tápanyag adagoló dózispumpák

A tápanyag beoldásának feladatát dózispumpák segítségével oldom meg. Maga a dózispumpa tulajdonképpen egy perisztaltikus szivattyú, melynek működése a következő: a szivattyúban 3 henger található, melyek egy rugalmas csövet a szivattyú falához préselnek és így hajtják maguk előtt a folyadékot.

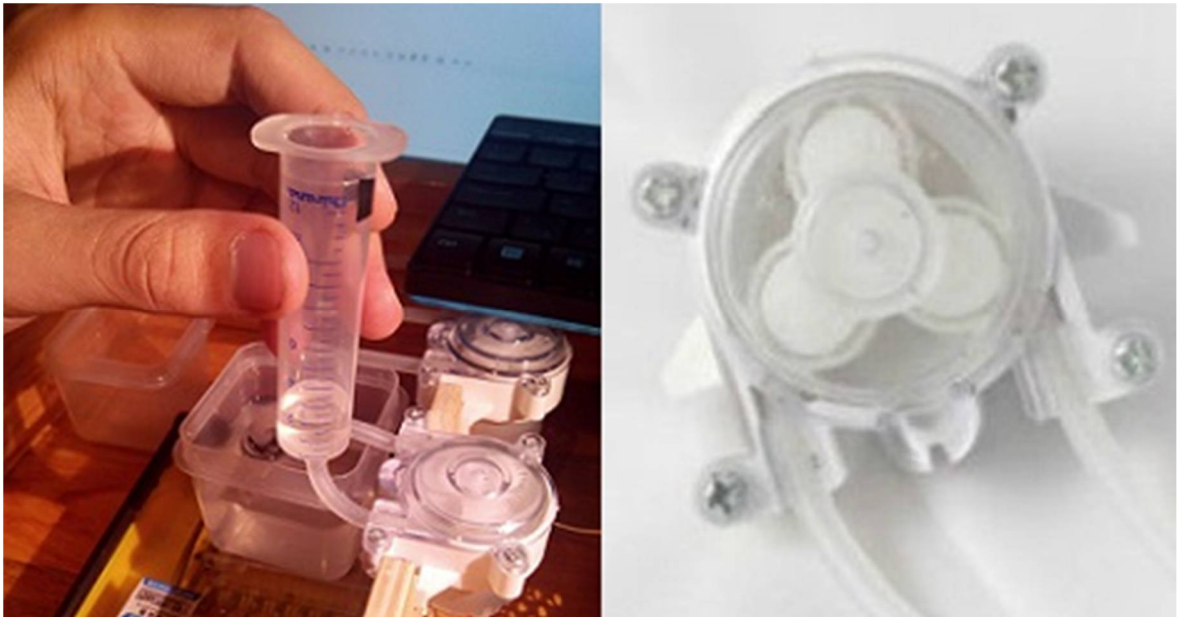


25. ábra Perisztaltikus szivattyú működése

A dózispumpa tulajdonságai:

- működési feszültség: 6V,
- névleges áram: 30mA,
- folyadékszállítás: 20-60ml/perc,
- forgási sebesség: 0,1-60 fordulat/perc,
- csatlakozási csőméret: 4/6mm.

A pumpák táplálását 7V-os stabil feszültségforrásról PWM jelalakkal végzem, így lehetővé vált az is, hogy a gyártásból adódóan egymástól eltérő pumpákat kalibráljam. Először 10ml pontosságra, majd 1ml pontosságra és végül 0,1ml pontosságra állítottam be őket. A tesztelés során fecskendővel ellenőriztem a beállított értékeket.



26. ábra Bal oldalon tesztelem a pumpa pontosságát, jobb oldalon a pumpa látható

Lámpa

A lámpa a hardveres listából valamennyire kilógó elem, mely nem közvetlenül az akváriumvezérlő része, de említésre méltó, hiszen ez is saját tervezés és készítés eredménye.

A lámpatest egy 60mm széles 20mm magas és 3mm vastag U alakú alumínium profilból készült. 3 db egymás mellé helyezett 300mm hosszú elem felhasználásával kaptam egy 300*180*20mm nagyságú lámpatestet, mely egyben a lámpa hűtési feladatát is ellátja. Jelenlegi üzemi hőmérsékletét magasnak találom, ezért tervben van a lámpa tetejére egy, a lámpával megegyező méretű hűtőborda, mely jelentősen megnövelné a hő leadó felületet.

A lámpatestben különböző típusú LED szalagok találhatók, a növények megfelelő növekedése és színei kialakulása biztosítása érdekében. A LED szalag elektromosan vezető rétegének az ellenállása jelentős, ezért a szalagokat mindkét végükről bekötöttem.

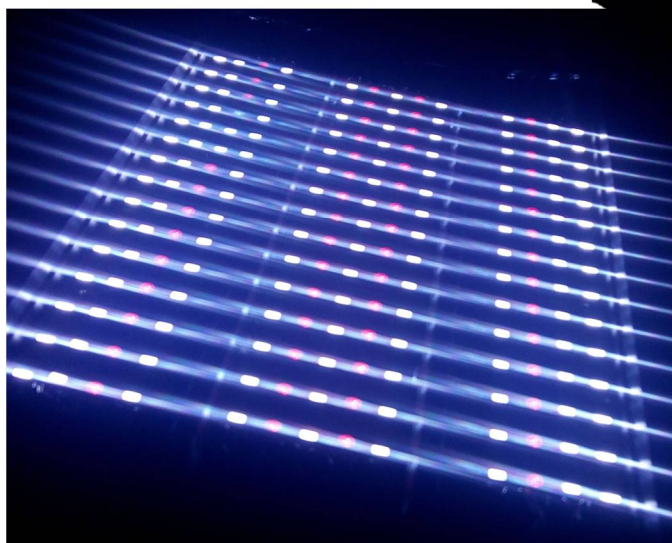
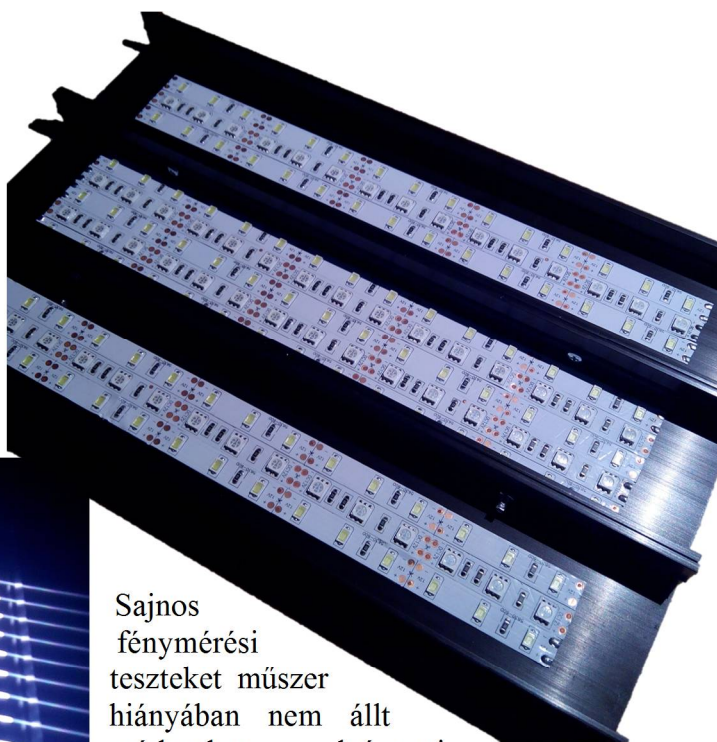
A lámpában felhasznált szalagok:

Típus	Felhasználási ok	Felhasznált mennyiség (cm)	Fogyasztás (W/m)	Fényerősség (lm/m)
5050 piros	fehér szalagból hiányzó piros szín pótlása	100	~ 14,4	840
5630 fehér	fő fényforrás	175	~ 19,2	1800
7020 fehér	teszt jelleg kis mennyiségben	50	~ 20	2100

A lámpa névleges tulajdonságai:

- üzemi feszültség: 12V,
- áramerősség: max 5A,
- fogyasztás: max ~60W,
- üzemi hőmérséklet: 40-60C°,
- teljes fényerősség: 5000lm,
- piros fényerősség: 840lm,
- fehér fényerősség: 4160lm.

A számítás során az értékeket kerekítettem.



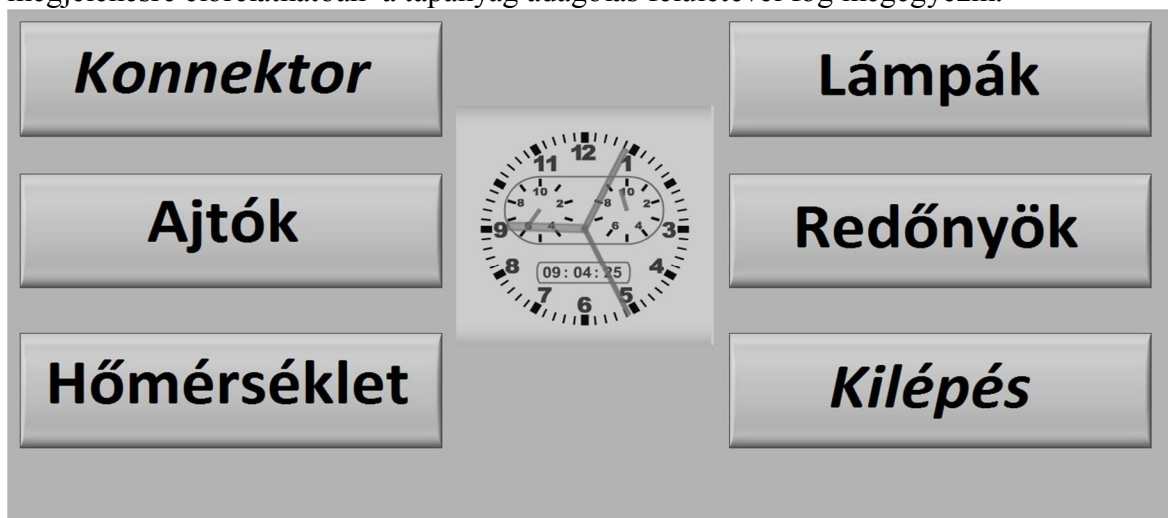
Sajnos fénymérési tesztekhez műszer hiányában nem állt módomban elvégezni, személyes véleményem szerint a lámpa valós fényértéke gyengébb, mint a névleges értéke.

6. Felhasználói felület

A felhasználói felület készítésénél az egyszerű és egyértelmű felület létrehozására törekedtem. A felületet Microsoft Visual Studio programban készítettem, a programkódot c# nyelven írtam.

A program indításakor egy menü, valamint a berendezéshez kapcsolódó kommunikáció beállításának a gombjai jelennek meg. A program a sikeres kapcsolódás után automatikusan betölti a mikrovezérlőből az úgynevezett jelenlegi beállításokat, melyeket ezután igényeink szerint módosíthatunk. A beállított értékek véglegesítéséhez a „Beállítások Elküldése” gombra kell kattintani, mely szinkronizálja az új beállításokat a mikrovezérlővel.

A program jelenleg még kizárólag alap megjelenítést tartalmaz, de tervezem a megjelenítést a 2012-es TDK-ra készített Automatizált Házmodellemhez hasonlóan elkészíteni. A programból jelenleg hiányzik még a levegőzésnek a teljes felülete, mely megjelenésre előreláthatóan a tápanyag adagolás felületével fog megegyezni.



27. ábra Automatizált Házmodell megjelenési stílusa, hasonló készítése a cél most is

Menü

A menü feladata az, hogy a felhasználó egyszerűen és gyorsan találja meg azt a funkciót, amelyikre éppen szüksége van. A menü további funkciója az is, hogy a megfelelő eszköz kiválasztását, majd ezt követően ennek csatlakoztatását is innen tudjuk elvégezni.



28. ábra Az akváriumvezérlő jelenlegi menüje, még nem "trendi", de ez a működését nem befolyásolja

Világítás 1 és Világítás 2 menüpont

A Világítás 1 vagy Világítás 2 gomb megnyomása után a jobb oldalon megjelenik a világítás beállításához szükséges kezelőfelület. Mind működésben, mind pedig kezelőfelület kinézetében azonos a világítás1 és világítás2 menüpont. Az óra 0-23 között állítható, a perc 0-59 között, a fényerő 0-100%-ig terjed. A fokozatos fényerő rubrikát bepipálva a fényerő fokozatosan fog változni. A nap lenyíló menüben adhatjuk meg, hogy a hét melyik napjára legyen érvényes az adott beállítás. Az időpont hozzáadás és elvétel gombbal 2 és 30 időpont között határozhatunk meg, hogy hány világításmódosító időpontra van szükségünk.

Az alábbi képen látható világítás beállításának egy eshetőleges értelmezése:

Napfelkelte minden hétfőn reggel 10 órától 10 óra 15 percig 0-100%-os fényátmenettel, majd 100%-os fényerővel világítás este 8 óráig, este 8 órától 8 óra 15percig napnyugtáig. További érdekesség, hogy a napnyugtát követően nem kapcsolódik le a lámpa, hanem a 1%-os fényerővel tovább világít a holdfényt szimulálva.

	Óra	Perc	Fényerő %	Fokozatos Fényerő
1	10	0	0	☒
2	10	15	100	☐
3	20	0	100	☒
4	20	15	1	☐

29. ábra Világítás beállítása

Tápanyag adagolás 1, 2, 3 menüpont

A Tápanyag adagolás 1, 2 vagy 3 gomb megnyomása után jobb oldalon megjelenik a dózispumpák beállításához szükséges kezelőfelület. Mind működésben, mind pedig kezelőfelület kinézetében megegyezik a Tápanyag adagolás 1, 2, 3 menüpont.

Az időpont beállítása azonos a világításnál leírtakkal, tehát a nap lenyíló ablak a hét napját jelenti az óra és a perc pedig a tápanyag beadagolásának pontos időpontját.

Napi maximum 10 időpontban lehetséges tápanyag adagolás, egy időpontban 0,1 és 25 ml között lehet állítani a beoldandó táp mennyiségét, mely több, mint elégséges. A több időpont lehetőséget teremt arra, hogy azokat a tápanyagokat is pótoljuk, melyek gyorsabban bomlanak le, mint amennyi a világítási idő.

Az alábbi képen látható beállítás minden kedden 10 órakor 1ml tápanyagot, majd 14 órakor még további 0,5ml tápanyagot adagol az akváriumba.

30. ábra Tápanyag adagolás beállítása

Konnektorok menüpont

A konnektorok menüpontban található a berendezés hátulján lévő 4 db 230V-os aljzatnak a bekapcsolási és kikapcsolási funkciója. A 4 konnektor fordított bekötésben szerepel. A relé érintkező párja alaphelyzetben zárt állapotú, ezt nem jeleztem a programban, de természetesen a közeljövőben ezt is meg fogom tenni. Tervezem azt is, hogy a Konnektor 1, 2, 3, 4 felirat helyett a felhasználó beállíthassa, hogy milyen eszközt csatlakoztatott az adott aljzatba.

Mint az eddig bemutatott eszközök, melyek működését időhöz is lehet kötni, így a konnektorok beállításáért felelős panel is tartalmaz hét napja, óra, perc időpontokat. Az időpontokon belül látható 4 db rubrika. Ezen rubrikák bepipálásával vagy törlésével azt dönthetjük el, hogy az adott időintervallumban a konnektor bekapcsolt vagy kikapcsolt állapotban legyen-e. Az alábbi példa azt szemlélteti, hogy reggel 9 órakor bekapcsolja az 1-es konnektort, 10 óra 30 perckor a 2-es konnektort, majd 19 órakor kikapcsolja az 1-es és 2-es konnektort, a 4-es konnektor ez idő alatt mindvégig bekapcsolva volt, hiszen alaphelyzetben zárt érintkezőre van bekötve a hozzá tartozó relé. (ide lehet csatlakoztatni a szűrőt, amit 0-24 járás miatt csak néha kell kikapcsolni)

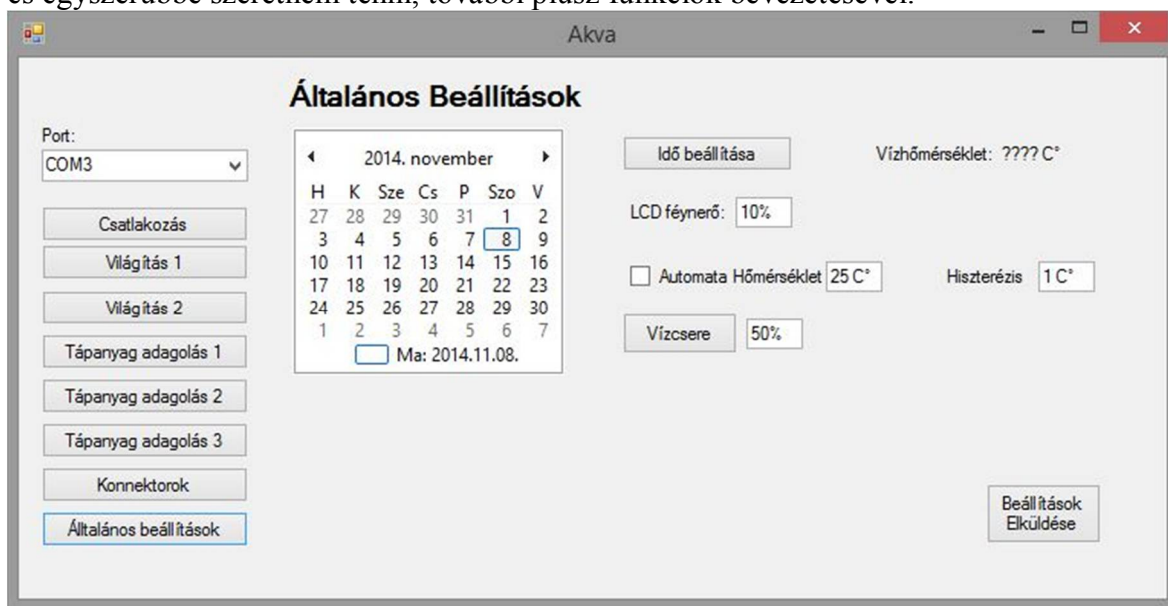
31. ábra A konnektor menüpont

Általános beállítások

Legfőbb és legelső általános beállításként az idő beállítását említeném, a pontos időt és a dátumot a panel bal oldalán látható naptárból tudjuk meg. A naptár a számítógép rendszeridejét tartalmazza, melyet könnyen beállíthatunk a berendezésen is, csak az idő beállítása gombra kell kattintani. Továbbá itt lehet megadni a hőmérséklet temperálását és hiszterézisét, az LCD háttérvilágítás fényerejét, az esetleges vízcseré indítását.

Ide fog kerülni a konnektorok elnevezésének beállítása, valamint a szűrő kikapcsolási idejének beállítása is. (Ahogy azt már korábban is említettem, a szűrőt az etetés idejére kapcsoljuk ki)

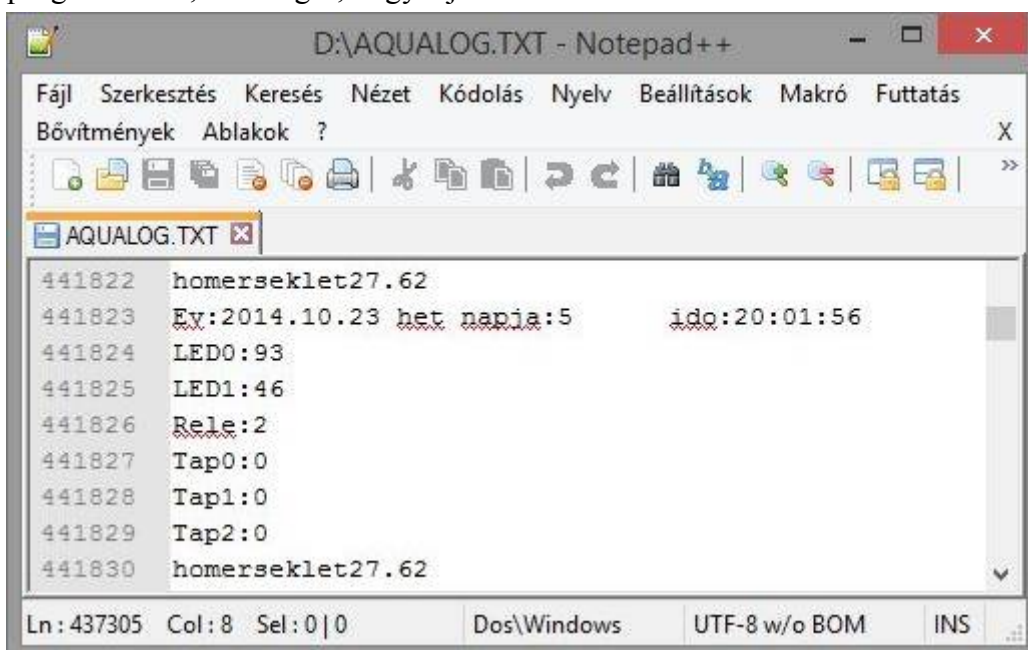
Előreláthatólag ez az általános beállítás panel fog a legtöbbet változni, mert letisztultabbá és egyszerűbbé szeretném tenni, további plusz funkciók bevezetésével.



32. ábra Általános beállítások

SD kártya adatok

Az SD kártyára írt adatok feldolgozása és megjelenítése egy diagramban történik, mellyel gyorsan és egyszerűen visszanézhetjük az akvárium egyes adatait. Bár jelenleg nem a program része, lehetséges, hogy a jövőben az lesz.



33. ábra Az SD kártyára írt adatok jelenlegi formátuma könnyen értelmezhető.

7. A berendezés fizikai kivitelezése

A berendezés moduljainak a rögzítését apró távtartókkal oldottam meg, melyek magassága 1-1cm, így az esetleges kiömlő tápanyag sem érheti el az elektromosan működő részeket. Ezen felül a növénytáp tartó edények alatt van egy „mentesítő” edény, mely elsődlegesen felelős a véletlenül kiborított folyadékért. A fentről érkező folyadék nem juthat a fiókba, mivel a polc pereme 2cm-rel túllóg minden oldalon.

A vezetékeket igyekeztem rendszerezetten bekötni így a színek a következőket jelölik:

230V fázis – barna

230V nulla vezető – kék

230V védővezető – zöld-sárga

GND – fekete

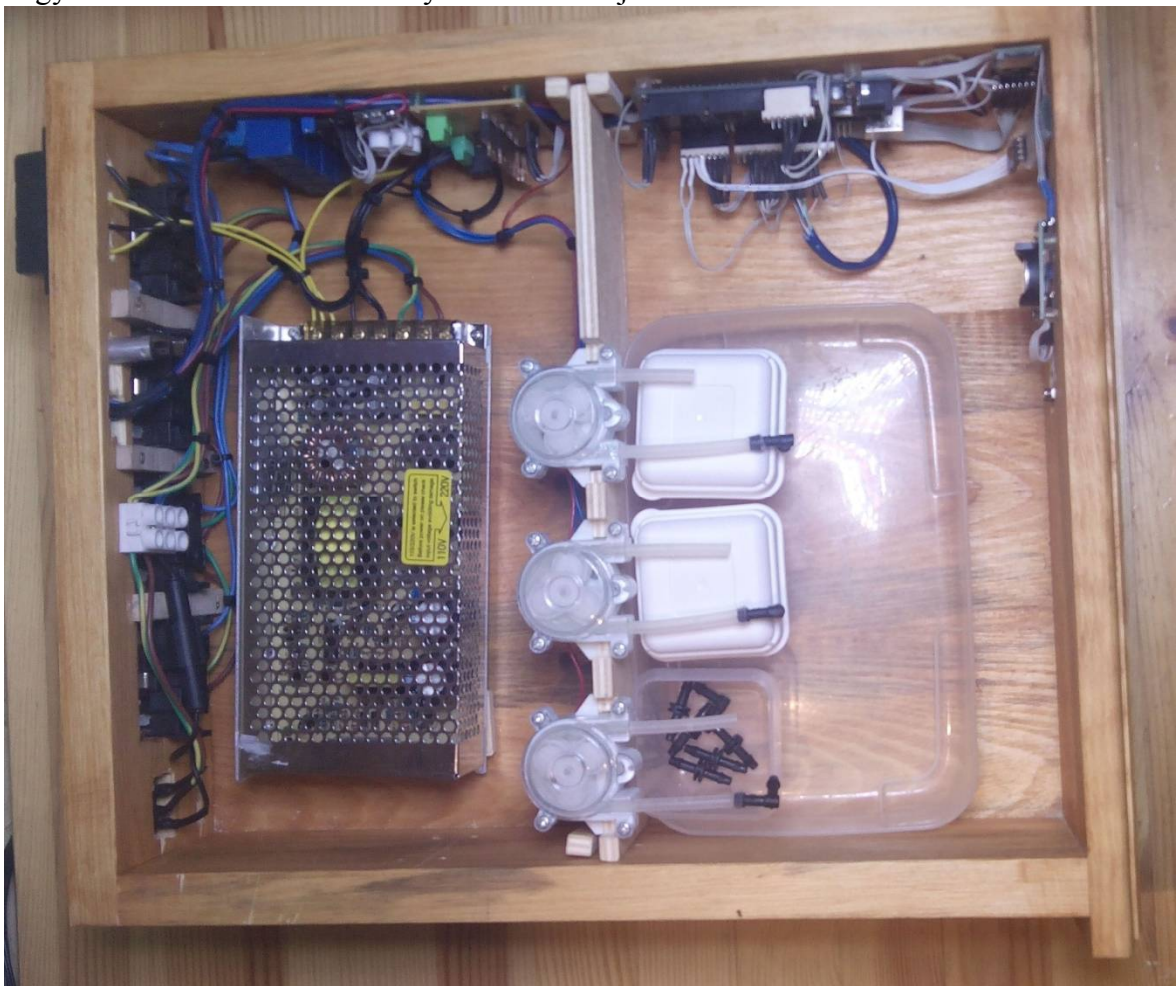
12V – sárga

7V – piros

5V – szalagkábel (egy helyen még piros)

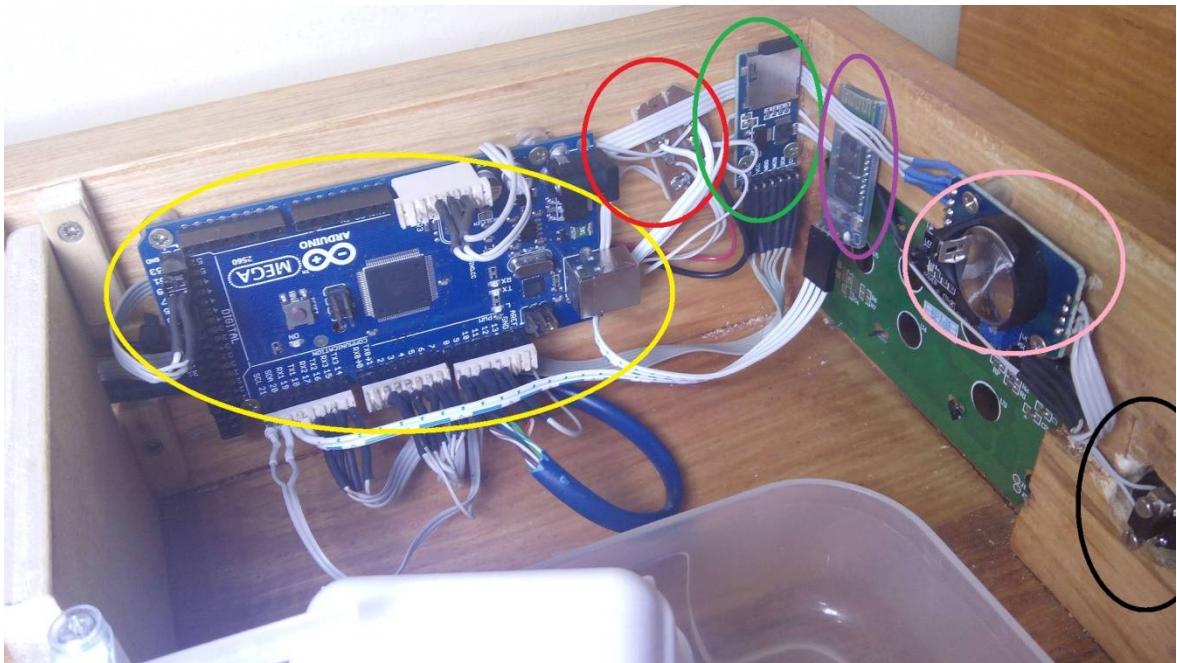
A kábeleket gyorskötöző segítségével rendszereztem, így egy rendezett szekrényt kaptam.

A panelokba forrasztottam a vezetékeket, kivéve a vezérlő panel esetében. A vezérlő panelhoz a különböző modulok bontható csatlakozóval lettek csatlakoztatva annak érdekében, hogy a moduláris rendszert könnyen lehessen fejleszteni.



34. ábra A fiók elrendezése

A fiók eleje



A bekarikázott modulok a következők:

Sárga: Vezérlőpanel

Piros: 5V tápfeszültség elosztó a panelek között

Zöld: MicroSD kártyaolvasó

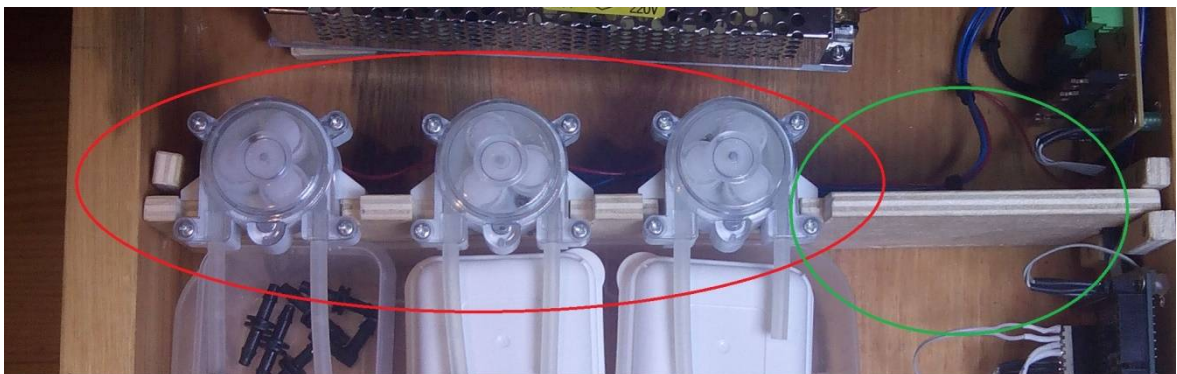
Lila: Bluetooth modul

Rózsaszín: Real Time Clock

Fekete: előlapi gomb

A képen nem látszik jól (nincs bekarikázva) az LCD kijelző, illetve az I2C port bővítő (egyáltalán nem látszik)

A fiók közepe

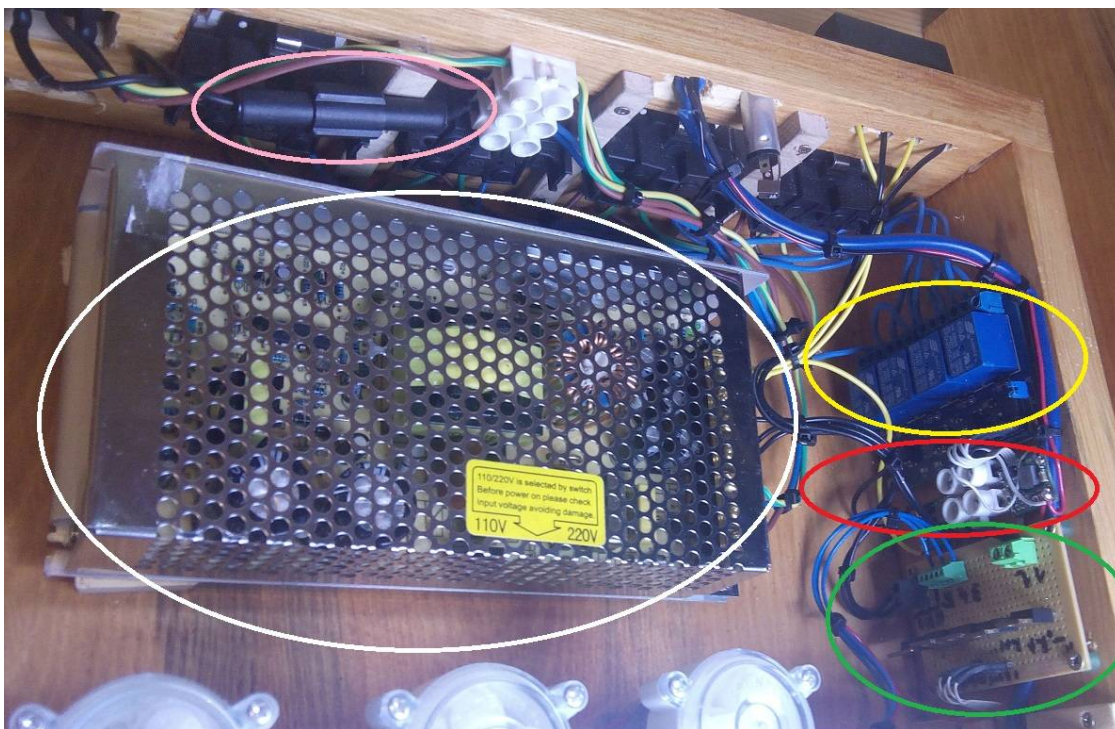


A bekarikázott modulok a következők:

Piros: Növénytáp adagoló dózispumpák

Zöld: A levegőztető pumpának a tervezett helye

A fiók vége



A bekarikázott modulok a következők:

Rózsaszín: Biztosíték

Fehér: Kapcsolóüzemű Tápegység

Sárga: Relé panel

Piros: Feszültség stabilizátorok

Zöld: Világítás és Dózispumpa panel

Hátlapi csatlakozók



A bekarikázott modulok a következők:

Rózsaszín: 230V bemenet

Fehér: Tápanyag- és levegőcső kimenet

Sárga: Világítás 1 és Világítás 2 csatlakozó

Piros: 230V aljzatok

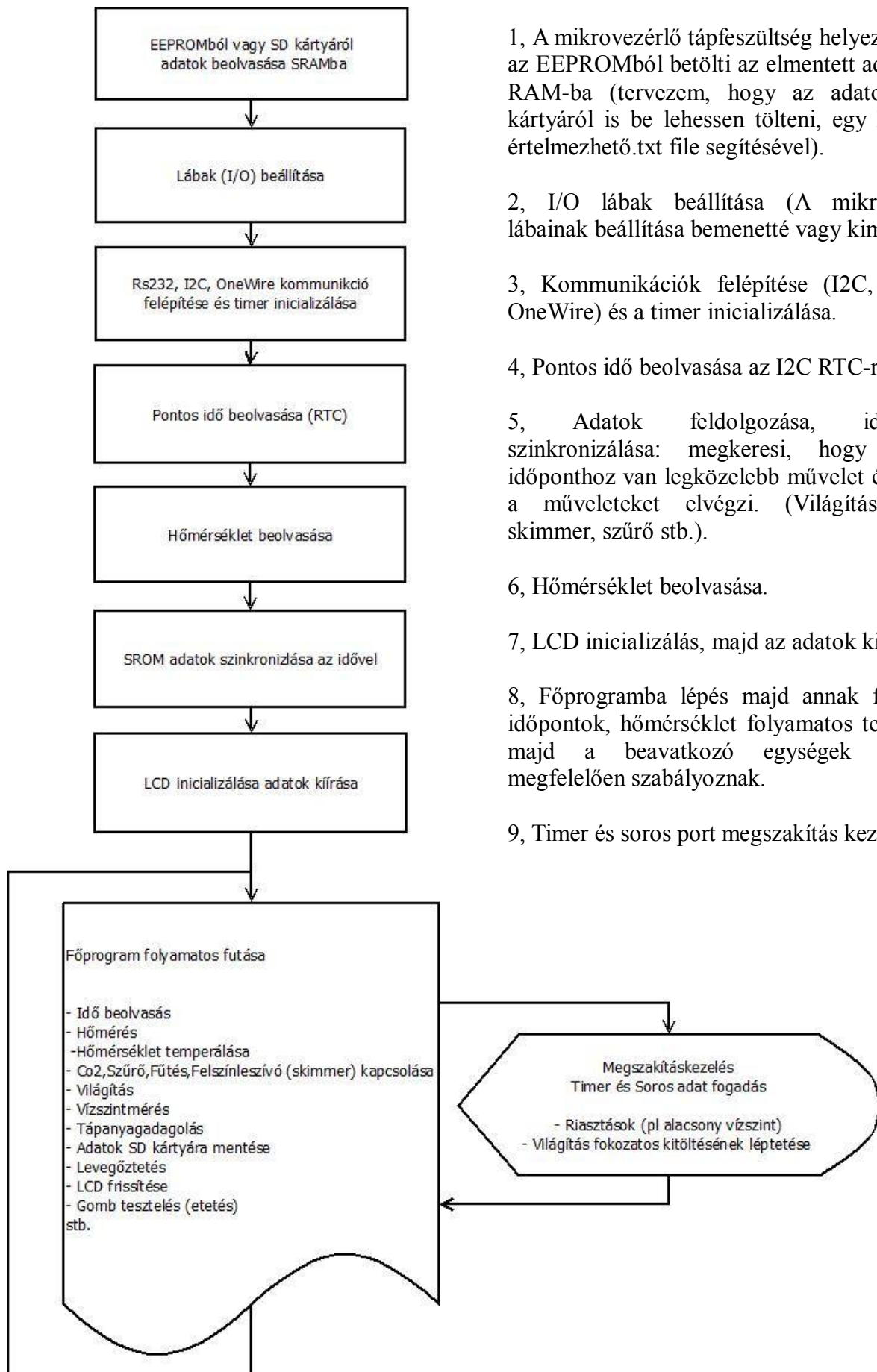
Zöld: Ventilátor csatlakozó

Kék: 6 pólósú csatlakozó, mely tartalmaz 4db mikrovezérlő lábat és +5V,GND kiveszéseket.

Ide csatlakozik az ultrahang szenzor és a hőmérő is.

A csatlakozásokat próbáltam úgy megválasztani, hogy ne lehessen semmit sem rossz helyre csatlakoztatni, így elkerülhető az eszközök tönkremenetele.

A mikrovezérlő programjának egyszerűsített leírása



1, A mikrovezérlő tápfeszültség helyezése után, az EEPROMból betölti az elmentett adatokat a RAM-ba (tervezem, hogy az adatokat SD kártyáról is be lehessen tölteni, egy könnyen értelmezhető.txt file segítségével).

2, I/O lábak beállítása (A mikrovezérlő lábainak beállítása bemenetté vagy kimenetté).

3, Kommunikációk felépítése (I2C, RS232, OneWire) és a timer inicializálása.

4, Pontos idő beolvasása az I2C RTC-ről.

5, Adatok feldolgozása, időpontok szinkronizálása: megkeresi, hogy melyik időponthoz van legközelebb művelet és ezeket a műveleteket elvégzi. (Világítás, CO2, skimmer, szűrő stb.).

6, Hőmérséklet beolvasása.

7, LCD inicializálás, majd az adatok kiírása.

8, Főprogramba lépés majd annak futtatása: időpontok, hőmérséklet folyamatos tesztelése, majd a beavatkozó egységek ezeknek megfelelően szabályoznak.

9, Timer és soros port megszakítás kezelése.

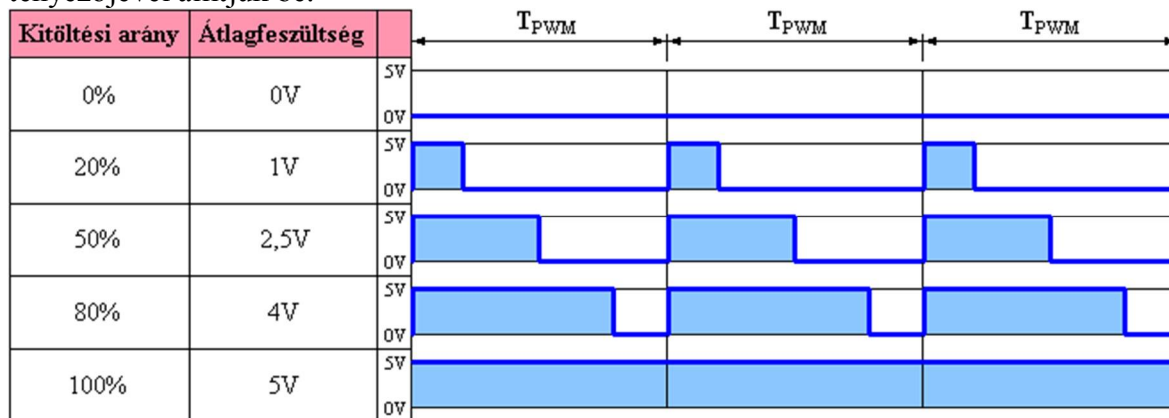
8. PWM, RS232, I2C, OneWire

PWM jelentése és működése

A PWM szó jelentése Pulse Width Modulation – Impulzus Szélesség Moduláció.

A vezérlési folyamatok analóg feszültségének helyettesítésére használjuk, mivel azok helyettesíthetők különböző digitális impulzussorozatokkal.

A PWM jelek állandó periódusidejű jelek, ahol az átlagfeszültséget a jel kitöltési tényezőjével állítjuk be.

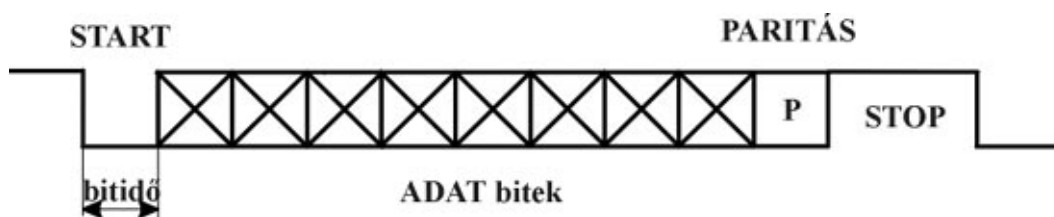


35. ábra PWV átlagfeszültség, kitöltési tényezőtől függően

RS232 aszinkron soros átvitel

Ezek digitális adatok, melyek sorban egymás után mozognak, így egy vezeték elég továbbításukra. Az adat hosszát időben határozzuk meg, ezt az időt bitidőnek nevezzük, melynek reciproka a Baud rate. Általában közepes értékű Baud ratet alkalmazunk, melyek szabványos értékei pl: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200. A kiválasztott Baud ratet kapcsolatfelvétel előtt kell meghatározni, az adónak és a vevőnek is ismernie kell.

Amikor nincs adatmozgás, akkor az adatvezetéken logikai 1 szint van (esetünkben, 5V). Az adatátvitelt a Start bit vezeti be (logikai 0 szint). Ezután a lefutó él után, minden bitidő közepén mintát vesz a vevő, így fogadja az adatot, majd a kommunikáció végén az adó egy stop bitet küld, mely magas szintre állítja az adatvonalat.

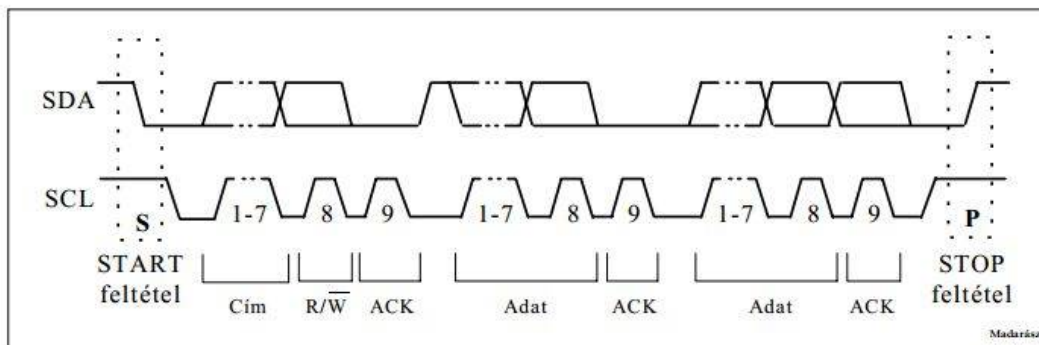


36. ábra A soros adatátvitel

I2C BUS kommunikáció

Az I2C kétvezetékes szinkron adatátviteli kommunikációt a Philips cég dolgozta ki, melyek közül az egyik vezeték az SCL (órarejel), illetve a másik az SDA (adat) vezeték. A kommunikációban résztvevő IC-k open drains, illetve open kollektoros kimeneteikkel csatlakoznak. A vezetékeket logikai magas szintre kell állítani alapbeállításként, felhúzó ellenállások segítségével.

Ebben az esetben egy Master (mester) és több Slave (szolga) kommunikál egymással, de lehetséges MULTI MASTER rendszerek kiépítése is. A kommunikáció adat átviteli sebességében 3 sebesség terjedt el, melyek a 100KHz, 400KHz, és az egyre divatosabb 1MHz.



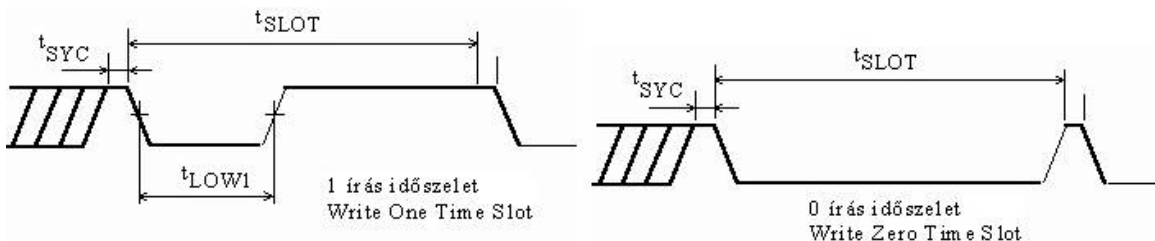
37. ábra I2C adatátvitel

Az adatátvitelt a Master kezdeményezi egy Start feltétel kialakításával, majd ezután az egyik eszköz címét elküldi, a cím általában 7 bites a 8. bit arra vonatkozik, hogy a Master a kijelölt eszközt írni vagy olvasni kívánja. Arra az esetre, ha több eszközt szeretnénk felfűzni, mint amennyit a 7 bitben meg lehet címezni, akkor használhatjuk az újabb 10 bites címezést is.

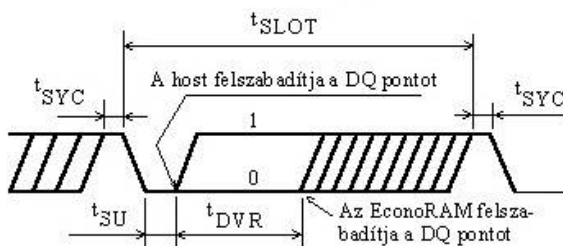
Dallas One Wire kommunikáció

A Dallas One Wire kommunikációt a Dallas Semiconductor dolgozta ki azzal a szándékkal, hogy termosztátokat, digitális ellenállásokat, címezhető kapcsolókat és egyéb eszközöket lehessen egy vezetéken elérni és kommunikálni velük.

A rendszerben résztvevő IC-k open drain kimenettel csatlakoznak egy vezetékre, mely a BUS (DATA) vezeték, továbbá ezen a szálon kaphatnak, küldhetnek adatokat és parancsokat. A rendszerben egyszerre egy Master és egy, vagy több Slave lehet. Minden adatmozgást a Master vezényel, írás és olvasás esetén is a Master adja meg az indítást minden egyes bit átvitelénél.



Az írás idődiagramja



Az olvasás idődiagramja

9. Költségek

Többször említettem, hogy a berendezés tervezésénél és kivitelezésénél törekedtem a költséghatékonyságra, ezért fontosnak tartom, hogy ismertessem ennek eredményét is. Tekintettel arra, hogy az alkatrészek nagy részét külföldről rendeltem, így árak nem egyeznek meg a magyar (ha egyáltalán beszerezhető az országban) forgalmazókéval. Az árakat kerekítettem, figyelemmel arra, hogy az árfolyamok folyamatosan változnak, ezért csupán hozzávetőleges árak adhatóak meg. A lista csupán távpont a project költséghez.

A bruttó ár tartalmazza a szállítási költségeket is.

Alkatrész neve	mennyiség (db)	ár (HUF)
Tápegység: LP-URZ0709	1	4000
Kapcsolóüzemű feszültség stabilizátor	2	2*280
Vezérlőpanel: Arduino mega2560	1	3000
Real Time Clock	1	370
Ultrahangos távolságmérő	1	280
12V levegőztető pumpa	1	1250
Dózispumpák	3	3*2600
Relé panel	1	900
Portbővítő	1	300
Hőmérő (ds18b20)	1	450
LCD kijelző	1	1490
MicroSD kártyaolvasó	1	350
Ventilátor,LED,Dózispumpa,Levegőztető panel	1	1500
Bluetooth modul	1	1500
Fém nyomógomb	1	450
230V aljzatok	4	4*300
Csatlakozók	x	500
Egyéb alkatrészek (tápanyagtároló, vezeték)	x	1000
Ventillátor 8cm	2	1600

Összeszámolva látható, hogy ez, és az ehhez hasonló projectek jó közelítéssel 25.000.- és 35.000.- Forint között kivitelezhetőek. A táblázatból az is jól látszik, hogy a fő költséget a kellőképpen nagy tápegység, a dózispumpák és a vezérlőpanel okozta.

Összehasonlításképp: egy gyári növénytáp adagoló 3 fejjel 130.000.- Forint körül kapható, ami mellé az automatizálást és a kényelmi funkciókat ellátó vezérlőegység ára 110.000.- Forint körül mozog. Elképzelhetőnek tartom, hogy a gyári megoldások stabilabbak és szerteágzóbbak, mint az enyém, de nagyságrendekkel drágábbak is.

Az összehasonlítást csupán érdekességgént írtam le, hiszen egy, az egyetemi tanulmányok és egyéb elfoglaltságok melletti fejlesztés nem veheti fel a versenyt az erre a témára szakosodott, professzionális cég fejlesztőgárdája által kidolgozott termékkel szemben.

10. Konklúzió

Álláspontom szerint a berendezés nagyon jó úton halad abba az irányba, hogy rövid időn belül a tesztüzem után megfelelő stabilitással lássa el az akváriumban fellépő mindennapi feladatokat. Emellett további kényelmi funkciók is folyamatos tesztelés és javítás alatt állnak. A jövőben tervezem kiegészíteni további funkciókkal pl: Twinstar építése, PH és víz vezetőképesség méréssel, automata vízutántöltéssel. Jelenleg az állatok etetését nem tervezem automatizálni, de elképzelhető, hogy ez a funkció is meg lesz valósítva.

Szeretném a felhasználói felületet szebbé és egyedivé tenni.

Elgondolkodtam azon a megoldáson is, hogy a PC program fejlesztése mellett egy új webes felületet hozok létre. Egy erősebb mikrovezérlős panellal (Arduino due, ARM cortex M3 mag) megoldható, hogy a berendezés számos feladat mellett egy webszervert is futtasson. Ezen a módon az akváriumunkat a világ bármely tájáról elérhetjük, módosíthatjuk a beállításait.

A fejlesztés jelenlegi állásával elégedett vagyok, hiszen az alapkövetelményeket sikerült megvalósítani. Az akváriumot képes önállóan, felügyelet nélkül működtetni a vezérlő.

Reggel automatikusan indítja a CO2 beoldást, majd a napfelkelte következik. A tápozást napi több részletre is el lehet osztani, hogy minden megfelelő mennyiségű tápanyag legyen a vízben. Folyamatosan rögzíti az adatokat egy microSD kártyára, melyet későbbiekben vissza tudok nézni. A beállítások módosítása pár perc alatt elvégezhető, vezetékek használata nélkül, bluetooth kapcsolat segítségével egy PC-ről. A pillanatnyi értékeket folyamatosan megjeleníti az LCD kijelző, így az akvárium látványáról elég egy másodperces pillantást a fiók elejére vetni, és rögtön láthatjuk az adatokat. Etetés után a szivattyú automatikus visszakapcsolódása meggátolja a baktériumok elhalálozását, így a kialakult ökoszisztéma is biztonságban tudható.

Véleményem szerint egy ilyen berendezés elkészítéséhez és megfelelő működtetéséhez elengedhetetlen a műszaki ismeretek mellett az akvarisztika alapismereteinek elsajátítása is. Szerencsére az interneten fellelhető fórumokon sok segítséget lehet kapni. Ha már ismerjük az akvárium működését, akkor akár képesek lehetünk elkészíteni a saját személyre szabott vezérlőnként is hozzá.

Végezetül az alábbi képeken látható az akvárium 4 hónapos fejlődése. Mivel ez az első akváriumom, így az én akvarisztika tudásom gyarapodását is szemlélteti.





11. A TDK dolgozatban felhasznált anyagok

Felhasznált Képek

Egyes képeket módosítottam a TDK dolgozatnak megfelelően.

Arduino mega: http://www.dessy.ru/include/images/ware/ArduinoMega2560_R3_Front_big.jpg

Bluetooth: [http://i.ebayimg.com/00/s/MTYwMFgxNjAw/z/T9sAAOxy0NtTCtw/\\$_12.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/MTYwMFgxNjAw/z/T9sAAOxy0NtTCtw/$_12.JPG)

Hőmérő: http://mlm-s2-p.mlstatic.com/sensor-de-temperatura-ds18b20-resolucion-programable-1-wire-6979-MLM5125275573_092013-F.jpg

Feszültségstabilizátor: http://imall.iteadstudio.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/m/im130731001_8.jpg

I2C portbővítő: http://img.dxcn.com/productimages/sku_138611_3.jpg

LCD: http://site.gravitech.us/MicroResearch/Others/LCD-20x4B/LCD-20x4B_2R.jpg

perisztaltikus szivattyú 1: http://www.pmdcorp.com/news/articles/html/images/03-2013/Deep%20Dive_F4_Mar%202013.jpg

perisztaltikus szivattyú2: bal oldalt saját jobb oldalt: [http://i.ebayimg.com/00/s/NTY5WDc1Nw==/z/BmMAAOxyYANTZGFP/\\$_35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/NTY5WDc1Nw==/z/BmMAAOxyYANTZGFP/$_35.JPG)

Real Time Clock: <http://chioszrobots.files.wordpress.com/2014/03/rte-ds3231-chiosz-robots-6.jpg>

Relé panel: [http://i.ebayimg.com/00/s/MTEwMFgxMTAw/z/BMEAAOSwU9xUOkCt/\\$_35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/MTEwMFgxMTAw/z/BMEAAOSwU9xUOkCt/$_35.JPG)

SDkártyaolvasó: <http://img.banggood.com/thumb/view/upload/2012/lidanpo/SKU122168a.JPG>

Ultrahang szenzor: http://www.element14.com/community/servlet/JiveServlet/showImage/2-124550-203506/1012007-2.jpg?01AD=3gq94JCidfE9UgTpS-jUQfgmO9_gust2qXqbfqH-Y1vk43nu9gepb2Q&01RI=28A19BAE65C70FB&01NA=

Tápegység: http://elektroexpressz.hu/shop_ordered/5495/shop_pic/big/URZ0709.jpg?time=1409223473

Felhasznált irodalmak

A növényes akvárium és bútorok bemutatása és képei:

- <http://www.greenaqua.hu/>
- <http://www.nigro.hu/>
- <http://akvakertesz.hu/>

PWM leírás: Tudomány és Technika: Közepes teljesítményű PIC mikrovezérlők Felhasználási Kézikönyv: <http://www.t-es-t.hu/elokep/pic/felhkk/kk/sz1604.htm>

Soros és I2C kommunikáció: Dr. Madarász László: A soros adatkezelés előretörése a digitális elektronikában: <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/sorosjel1.pdf>

Dallas OneWire kommunikáció: Topi: Kommunikáció alapjai – Soros adatátvitel: http://www.hobbielektronika.hu/cikkek/kommunikacio_alapjai_-_soros_adatatvitel.html?pg=7

Arudino mega tulajdonságai: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>

Felhasznált programok

A dolgozat szerkesztése: Microsoft Word 2010

Blokkdiagram rajzolása: Dia 0.97.2

Képszerkesztés: Microsoft Paint 6.3

Mikrovezérlő programozása: Arduino 1.5.6

PC program készítése: Microsoft Visual Studio 2010