

TDK Dolgozat

Hálózatba kötött hőmérő

Írta:

Baráth Márton

(VII. féléves villamosmérnök BSc hallgató, automatizálási szakirány)

Konzulens:

Somogyi Miklós

mesteroktató



Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

Győr

2022. november

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. PoE fogalma, fejlődése és működési elve	5
3. Kapcsolási rajz	6
3.1 Mikrovezérlő	7
3.2 Ethernet illesztő	8
3.3 PoE tápátalakító	9
3.4 Feszültségszabályzó	10
3.5 Programozás és órajel	11
3.6 Gombok és csatlakozók	12
4. Nyomtatott áramköri rajz	13
5. Szenzorok	14
5.1 DS18B20 kontakt hőmérséklet szenzor	14
5.2 DHT11 hő és páratartalom szenzor	14
5.3 BME280-M hő, páratartalom és légnyomás szenzor	15
6. Kijelző és menü	15
6.1 Kijelző	15
6.2 Kezelés	16
6.3 Menü	16
6.3.1 Főképernyő	16
6.3.2 Menüpontok	17
7. Firmware és szoftver	18
7.1 Firmware	18
7.2 Hálózati szoftver	19
8. Bővítési és fejlesztési lehetőségek	20
8.1 Por- és vízálló ház	20
8.2 További gombok beépítése	20
8.3 Nyomtatott áramkörben rejlő lehetőségek	20
8.4 Akkumulátor vagy szuperkapacitás	21
8.5 Egyedi programozó modul készítése	21
9. Chiphíány és beszerzés	22
10. Összegzés	23
Felhasznált források és adatlapok	25

1. Bevezetés

A Széchenyi István egyetem kollégiumi internet szolgáltatásáért a NetClub nevű szervezet felel. A hozzájuk tartozó hálózatnak két szerverhelyiség is része, az egyik a Hegedűs Gyula kollégiumban, a másik a Multifunkciós kollégiumban van. A két terem egyike sem erre a célra készült, de mégis itt került kialakításra a szerverterem, ami azonban felvet bizonyos problémákat.

A legnagyobb gondot az okozza, hogy eredetileg egyik teremben sem került kialakításra hálózati eszközöknek megfelelő hűtőrendszer, ezért utólag szereltek fel klímaberendezéseket. Mivel a Hegedűs Gyula kollégiumban található szerverszobában nincs túl nagy igénybevétellel rendelkező szerver, így az oda beépített klímaberendezés tökéletesen képes lehűteni a termet. Ugyanez viszont nem mondható el a Multifunkciós kollégium földszintjén kialakított szerverszobáról. Az itt kiépített hűtés sajnos nem képes lehűteni a több, mint 10m²-es, majdnem 4 méteres belmagassággal rendelkező teret. Ugyan tervben van egy jóval nagyobb klíma beépítése, de ez sok kivitelezési problémát vet fel a klíma mérete miatt. A teremben létrejövő hőmérsékletet viszont mindenképp csökkenteni kell, ezért ha a hűtést nem lehet növelni, akkor nem marad más megoldás, mint a hőtermelés csökkentése.

Ez első hangzásra nem tűnik bonyolultnak, viszont a problémát az jelenti, hogy a már jelenleg is szinte teljesen kihasznált hálózati eszközök mellé, a kor előrehaladásának köszönhetően egyre több hálózati eszközt kellene beépíteni. A régi szerver a teljesítményéhez mérten rengeteg hőt termel, viszont a szerver modernizálása túl nagy költségekkel járna, így ez sajnos a jelen helyzetben nem kivitelezhető. Tehát valahogyan csökkenteni kell a teljesítményt. Mivel sok olyan szolgáltatás is fut ezen szervereken, melyekre folyamatosan nincs igény, így ezeket le lehet ideiglenesen állítani vagy akár csak alvó állapotba rakni. A fennmaradó fontos szolgáltatások viszont még mindig jelentős mennyiségű hőt termelnek, ami egy nyári napon továbbra is magas hőmérsékletet eredményez a termekben.

Jelenleg a termekben a hőmérséklet mérésre egyrészt a szerverek belső hőmérője áll rendelkezésre, ami az eszközök hőmérsékletét a szerverházon belül méri, másrészt a klímaberendezés termosztátja alkalmas a mérésre. Az eszközök által mért hő sajnos nem vehető figyelembe, mert az főképpen a saját hűtésük szabályozását szolgálja. A klíma termosztátjával pedig az a baj, hogy teljes mértékig analóg és nincs rá lehetőség, hogy kinyerjük belőle az adatokat. Mindezek miatt került kialakításra az a gyakorlat, hogy hetente valaki bemegy a terembe és egy kézi hőmérő segítségével megméri a szobahőmérsékletet, majd azt papírra veti. Ez a módszer

nagyon elavult, emberi beavatkozást igényel és ha egy esetleges túlmelegedés bekövetkezik akkor leállnak a szerverek vagy legrosszabb esetben akár tönkre is mehetnek. Ennek modernizálása érdekében kezdtem azon gondolkodni, hogy erre a problémára milyen modern és újszerű megoldást lehetne alkalmazni.

Az első számú szempont az volt, hogy az új eszköz képes legyen kommunikálni a hálózattal, mert a hálózaton alkalmazott hálózat-menedzsment szoftveren keresztül lehetőség nyílna az eszközök hőmérséklettől függő teljesítménycsökkentésére, még akkor is, ha ez a futtatott szolgáltatások sebességét csökkenti. Felmerült egy Wifi-s megoldás kialakítása is, viszont a Wifi hálózat stabilitását egy ekkora rendszernél nem lehet garantálni. Ezért mindenképpen Ethernet kábelon keresztül kell csatlakozni a hálózathoz. A kapcsolódási forma ezzel kijelölésre került, viszont a tápellátás még további kérdéseket vetett fel.

A kollégiumi hálózat felépítésének része, hogy minden szinten megtalálható egy rendező szoba, ahova befutnak az egyes szobákból a kábelek, illetve az „access pointok”. Nyáron ezekben a termekben is túl magas hőmérséklet keletkezhet, ami teljesítménycsökkenést vagy leállást okozhat. Egy hálózati hőmérő eszköz ezeken a helyeken is nagy segítséget nyújtana, viszont van, ahol a tápellátás véges és vagy nem marad elég üres konnektor egy tápegység csatlakoztatására, vagy ha van is, akkor túl messze van a kívánt beszerelési ponttól.

Itt merül fel a következő eldöntendő kérdés, hogy akkumulátoros vagy elemes tápellátásra lenne szükség ahhoz, hogy mindenhol beüzemelhető legyen egy ilyen egység. Sajnos az akkumulátor és az elem is problémafaktor lehet, mert ezeket bizonyos időközönként tölteni vagy cserélni kellene. Ezért mindenképp valamilyen vezetékes tápellátásra van szükség. Például egy USB porton keresztül ez kivitelezhető lenne, viszont nagyon sok hálózati eszközön nincs ilyen csatlakozás, így egy ennél kompaktabb megoldás kellett. Így született meg az az ötlet, hogy megoldható lenne-e a tápellátás az Ethernet csatlakozón keresztül. A kollégiumi hálózat szinte minden eszköze támogatja ezt a megoldást, amit PoE-nek hívnak. Az interneten böngészve ráakadhatunk hasonló megoldásokra, de ezek mindegyike egy kész, egész rendszernek a részeként működik. Olyan eszköz létezik, ami PoE technika segítségével van megtáplálva, viszont nem implementálható akármilyen hálózat menedzsment szoftverbe, hanem csak a saját szoftverével működik. Továbbá a legfőbb problémát az okozza, hogy nehezen beszerezhetőek, de ha sikerül is hozzájutni ilyen eszközhez, az ára akár 800\$ is lehet. Ezekbe gyakran a kívánt felhasználási módon felül számos funkció kerül beépítésre, melyek fölöslegesen növelik egy ilyen termék árát.

A fentiek motiválták azt, hogy a projekt keretében saját megoldás kerüljön megalkotásra. Ennek első lépéseként meg kellett vizsgálni az Ethernet kapcsolat létesítéséhez, valamint a PoE technikához szükséges megoldásokat. Ezt követően egy vezérlőegységet kellett választani az esz-
közhöz, majd a hőmérséklet mérésére alkalmas szenzorok világába kellett betekintést nyerni. Végül a teljes koncepciót összegyűjtve elkezdődhetett az eszköz megtervezése.

2. PoE fogalma, fejlődése és működési elve

2.1 Fogalma

A PoE azaz Power over Ethernet magyarrá fordítva Etherneten keresztüli tápellátás. Ennek a technológiának köszönhetően lehetséges, hogy az Ethernet adathálózaton keresztül tápláljunk meg eszközöket. A rendszer felépítését tekintve egy PSE-ből (Power Sourcing Equipment), azaz tápellátó egységből, illetve PD-ből (Powered Device), azaz a táplált eszközökből áll. (2. ábra) A PD-k lehetnek hálózati eszközök, IP telefonok, kamerák stb. A rendszer kialakításához elegendő a már létező Ethernet hálózat, külön módosítást nem kell végezni a vezetékeken.

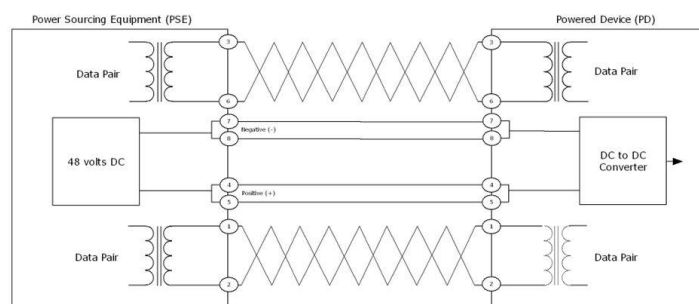
2.2 Fejlődése és működési elve

Kezdetben nem volt szabványosítva a technológia, így minden gyártó az általa alkalmazott feszültséget használta. Az első szabvány bevezetésére 2003-ban került sor, ez volt az IEEE 802.3af (PoE). A feszültség szintet 44 és 57 V közé helyezték, az átfolyó áramot pedig 350mA-re szabták, ehhez legalább CAT3-as kábel kellett.

Később 2009-ben létrehozták a második szabványt, az IEEE 802.3at (PoE+)-t ami a minimális feszültséget 50 V-ra váltotta, az áramot pedig maximum 600mA-re emelte, a vezeték típusát pedig CAT5-ben minimalizálta.

Végül 2018-ban megszületett a jelenleg legmodernebb szabvány, az IEEE 802.3bt (PoE++), ami két típust is magába foglal. Ez a megoldás a már megszokott módon kettő érpáron képes energiaátvitelre, összesen 60W-ra, míg a másik, leghatékonyabb megoldás viszont mind a négy érpáron keresztül képes táplálni 100W-nyi energiát. A feszültség szintet nem változtatták, de a kábel besorolást emelték CAT6-ra, sőt a maximális teljesítményhez a CAT8-as típust ajánlják. Mivel ezek a vezetékek igen vékonyak, így nagy áramok esetén hajlamosak melegedni, ennek érdekében ajánlott lehetőleg fém kábelcsatornába helyezni a hatékony hőelvezetés céljából.

A PoE eszközöket kapcsolódás szempontjából két csoportba osztjuk: vannak a passzív, illetve az aktív megoldások. Passzív PoE rendszerek manapság már csak PTP (Point to Point) és PTMP (Point to Multipoint) eszközök esetén vannak használatban. Ennél a megoldásnál nem fontos, hogy nem zajlik semmilyen kommunikáció, csak továbbításra kerül az adott tápfeszültség, még akkor is, ha ez nem megfelelő a PD számára. Ezzel ellentétben az aktív verziónál erre a rizikófaktorra is ügyeltek, itt már kommunikáció folyik a PSE és a PD között. Ennek menete, hogy a PSE egy megközelítőleg 10V-os feszültséget továbbít az adott PD felé, ami válaszol, hogy PoE kompatibilis-e, illetve hogy milyen áramerősségre van szüksége az optimális működéshez. Erre reagálva a PSE besorolja a PD-t egy megadott teljesítményszintbe. Ha a PD használja az LLDP funkciót, akkor azzal az adott berendezés akár 0,1 W-os pontossággal képes megmondani, hogy milyen teljesítményre van szüksége.

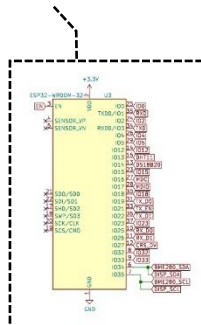


2. ábra: PSE és PD közötti összeköttetés

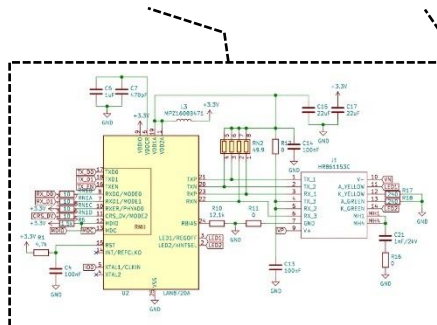
3. Kapcsolási rajz

A kapcsolási rajzot 6 fő részre lehet osztani (3. ábra), az eszköz „lelke” a mikrovezérlő, ahova minden részegység csatlakozik. Az Ethernet kapcsolatot biztosító egység felel a kommunikációért, míg a legbonyolultabb rész, a PoE tápellátó egység a működéshez szükséges feszültség létrehozását biztosítja. Az így kapott feszültséget egy külön egység alakítja át és stabilizálja. Az egész eszköz órajelét egy külön alkatrész biztosítja, amit a programozás folyamata során le kell állítani, így ez egy egységet képez a programozáshoz szükséges részekkel. Végül a gombok és csatlakozók része marad, amiken keresztül lehet csatlakoztatni a szenzorokat. A teljes kapcsolat összesen 90 darab alkatrészt tartalmaz. A negatív pontot a „GND” jelölés jelzi, a pozitívot pedig +3,3V, illetve a VCC, amely a még szabályozatlan feszültségi szintet jelöli. Az átláthatóság érdekében a részegységek között nincsenek összekötő vezetékek, hanem címkézéssel vannak jelölve az összeköttetések.

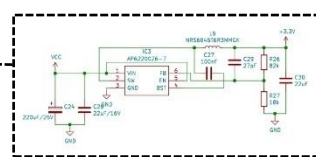
Mikrovezérlő



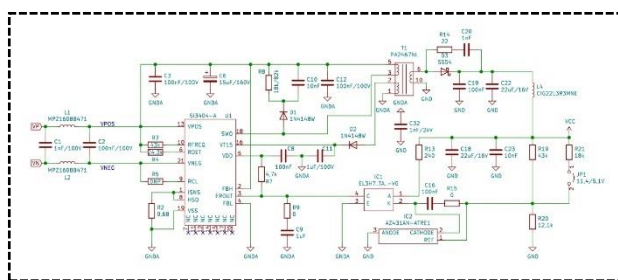
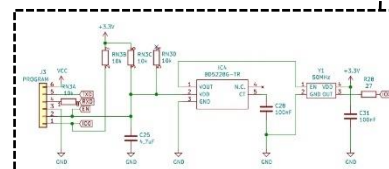
Ethernet illesztő



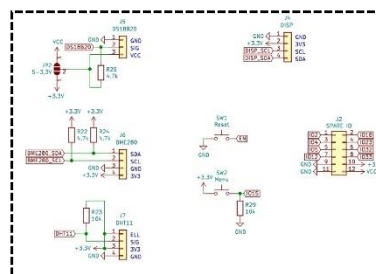
Feszültség regulátor



Programozás és órajel



PoE tápátalakító



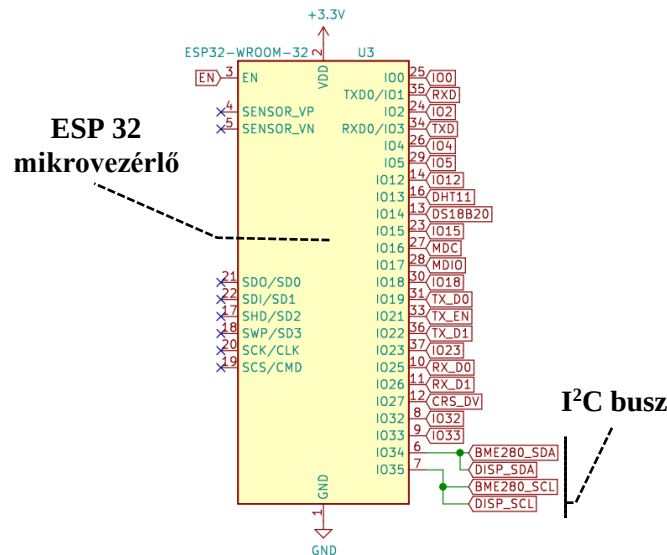
Gombok és csatlakozók

3. ábra: A teljes kapcsolási rajz részekre bontva

3.1 Mikrovezérlő

Az eszköz működéséért egy ESP32-WROOM modul felel, amely kompakt megoldás a modern IoT világ problémáira. Architektúrája 32 bites, rendelkezik 4MB flash memóriával, valamint 512 kbyte SRAM-mal, továbbá egy 40MHz belső órajellel. 36 ki/be menete van, amelyek elérhetővé teszik az analóg ki- és bemeneteket, PWM (Pulse Width Modulation) kivezérléseket, valamint a modern kornak megfelelő adatátviteli buszokat - ilyen például az UART, SPI stb. Továbbá rendelkezik még két darab I²C busszal is. Az órajelet egy külső 50MHz-es kristály szolgáltatja. Ebben a kapcsolásban a felhasználható lábak kétharmada használatban van. Ezekből 8-at használ az Ethernet kapcsolatért felelős LAN8720A illesztő integrál áramkör. Két interfészen keresztül kommunikál, ezek az SMI (Serial Management Interface) és az RMII (Reduced Media Independent Interface). Az SMI egy órajel és egy adat lábat igényel, míg az RMII két órajelet, két adat -, egy engedélyező lábat és egy bitjavító lábat használ. A DHT11 és a DS18B20 szenzorok egyenként felhasználnak egy-egy digitális bemenetet, amelyek „1 Wire bus”-on keresztül kommunikálnak. A BME280-M szenzor viszont két csatlakozást foglal el, mivel I²C buszon keresztül kommunikál, amihez egy órajel, illetve egy adatláb szükséges.

A kijelzéshez szinten egy I2C kapcsolat szükséges, ami ugyanarra a buszra van kötve, mint a BME280-M szenzor. A menü vezérlésre egy gomb szolgál, ami egy digitális bemenetet foglal el. Egy további gomb pedig az eszköz szoftveres újraindításáért felel, ez az „Enable” lábra van bekötve. Végül marad 8 darab vezérelhető láb, amelyek külön tükkesoron keresztül vannak ki-vezetve a további fejlesztések, illetve modulok illesztésére. (3.1 ábra)

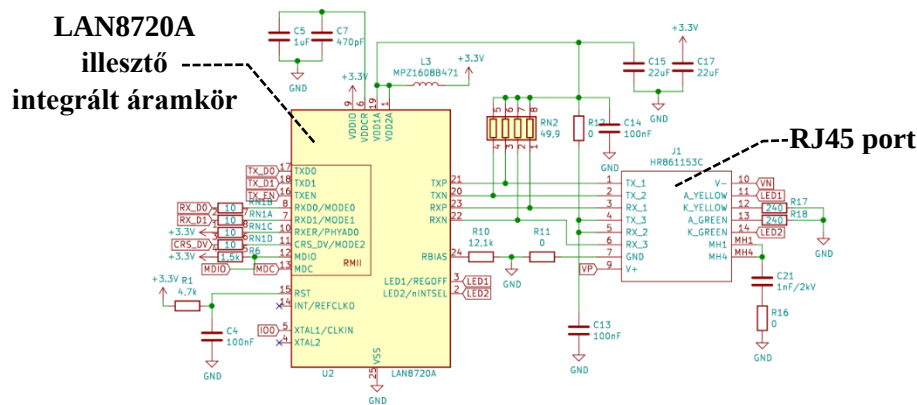


3.1 ábra: A mikrovezérlő kapcsolási rajza

3.2 Ethernet illesztő

Az Ethernet kapcsolatért a LAN8720A illesztő integrált áramkör felel. Ehhez csatlakozik közvetlenül az RJ45 csatlakozó aljzat, illetve direkt kapcsolatot tart a mikrovezérlővel. Az általa használt két interfész az SMI és az RMII összesen 8 lábat foglal el a mikrovezérlőn. A busz párok „request” lábán egy 10 Ω -os ellenállás van, ami áramkorlátozó funkciót tölt be, illetve az RMI adat lábán egy 1,5k Ω -os felhúzó ellenállás található. Csatlakozik még az illesztőhöz egy 12,1k Ω -os ellenállás, ami az alkatrész analóg referenciájaként működik. 3 különböző lábon keresztül kap tápellátást, ebből két láb rendelkezik zajok elleni védelemmel, mivel ezek az adatfeldolgozásért felelős részeket táplálják. Az RJ45-ös csatlakozón keresztül az Ethernettel két érpárral tartja a kapcsolatot, ezek mind a 4 lába egy 49,9 Ω -os ellenálláson keresztül fel van húzva pozitív tápfeszültségre. Két LED visszajelzést is képes meghajtani, amelyek az RJ45-ös csatlakozóba vannak beépítve, az egyik a kapcsolat sebességét indikálja, ez általában gyorsan villog, míg a másik LED a funkció választást hivatott jelezni, ez általában egyszerően világít, mivel PoE kapcsolat létrejött után nem változik a funkció. Az RJ45-ös port egy speciális típus, mert minden adatpáron rendelkezik egyenirányítóval a párok között, illetve egy-egy beépített

filtert is tartalmaz minden lábhoz. Az adat párokon, visszajelző LED-eken felül külön kimenete van az egyenirányított pozitív és negatív ágra, ami egyenesen a PoE tápátalakítóba csatlakozik. Továbbá a rögzítő lábai, amik a testéhez csatlakoznak, egy 2 kV-os átütőfeszültségig biztosított kondenzátoron keresztül vannak a negatív pólusra kötve. (3.2 ábra)

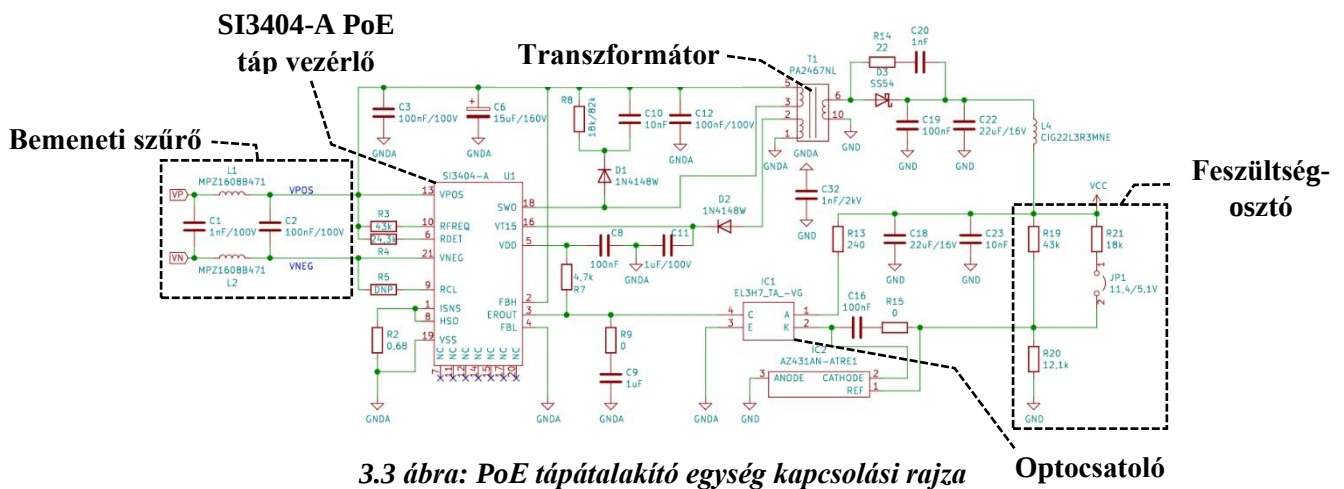


3.2 ábra: Ethernet illesztő egység kapcsolási rajza

3.3 PoE tápátalakító

Az Ethernet hálózaton keresztül érkező áramot a kompakt RJ45-ös port egyenirányította, most ezt át kell alakítani egy alacsony üzembiztos feszültségre. Itt nagyon fontos szempont, hogy egy esetleges villámcsapás esetén vagy az Ethernet hálózaton keresztül érkező bármely sztatikus töltés ellen védeni kell az eszközt, így galvanikusan le kell választani a kimenő tápellátást az érkező érpároktól. Ennek a részegységnek a lelke a Skyworks Solution Inc. által fejlesztett SI3404-A, amelyet kifejezetten a PoE szabványoknak megfelelően készítettek el. A működési elve hasonlít a kapcsolóüzemű tápegységekéhez. Az áramkör az érkező áramot először megszűri a zajok ellen, majd egyenesen bemegy az integrált áramkörbe. A vezérlő körül van véve számos ellenállással, melyek mindegyike fontos szerepet tölt be. Az RFREQ lábon lévő ellenállás a vezérlő belső órajelének kiválasztásáért felel ez 43k Ω -os, az RDET lábra kötött ellenállás 24,3k Ω -os és egész egyszerűen az érkező tápáram detektálásáért felel. Az RCL lábra kötött ellenállás azt hivatott kiválasztani, hogy a PSE milyen energiasztályba sorolja az eszközt, ez jelenleg nincs kiválasztva, mivel majd a legyártott eszköz energia igényét kell megmérni és a mért adatok alapján kell kiszámolni ennek az ellenállásnak az értékét. Az ISNS lábak a vezérlő maximális áramfogyasztását korlátozzák, ez jelenleg egy 0,68 Ω -os ellenállással van megoldva, ezzel párhuzamosan van bekötve a HSO láb is, ami a PoE hálózaton keresztül érkező túlfeszültség ellen véd. Mint a kapcsoló üzemű tápoknál, úgy itt is szükség van egy transzformátorra, amely a galvanikus elválasztást is lehetővé teszi. Az itt használt Pulse Electronics által gyártott

PA2467NL egy speciális modell, ami visszacsatolással is el van látva. Ez a transzformátor maximálisan 2,1 A áramot képes leadni a kimenetén. A vezérlő a transzformátorba kötött negatív oldalt szaggatja egy beleépített „N-MOS” segítségével, a transzformátorban így létrejött folyamatról a visszacsatoló ágon keresztül kap információt és korrigál, ha szükséges. Az integrált áramkör felé a transzformátor mindkét köre diódával védett, mivel könnyen tönkre teheti a vezérlőt egy fordított irányú áram. Az FBH, illetve az FBL lábak csupán feszültség-visszajelzésért felelnek. A transzformátor már galvanikusan leválasztott oldala egy „schottky” diódán megy keresztül, ezt egy zajszűrés követi. A kapott feszültséget egy egyszerű feszültségosztó segítségével tudjuk beállítani, a 43k Ω -os és a 12,1k Ω -os ellenállást használva a kimenet feszültségi szintje 11,4 volt lesz. Ha a JP1-es rövidzáró pontot összezárjuk, akkor a 18k Ω -os ellenállás párhuzamos kapcsolásba kerül a 43k Ω -ossal, az így kapott eredő 12,6k Ω lesz, ezáltal a kimeneti feszültség 5 V lesz. A feszültség-osztó és egy további kondenzátor együtt egy RC kört alkotnak, amihez csatlakozik még egy változtatható sönt szabályzó. Ez a kapcsolás villogtatja az optocsatoló LED-jét, melynek túl oldalán egy fototranzisztor helyezkedik el. Ez a kör ad visszajelzést a kimeneti feszültségről, ha a frekvenciája változik, akkor a vezérlő változtat a transzformátor kapcsolási frekvenciáján. Mivel a negatív pontot is galvanikusan el kell választani, így a transzformátor és az optocsatoló vezérlő oldali negatív pontja, illetve a kimenteni negatív oldal között egy 2 kV-os átütőfeszültségig biztosított kondenzátor van beépítve. (3.3 ábra)

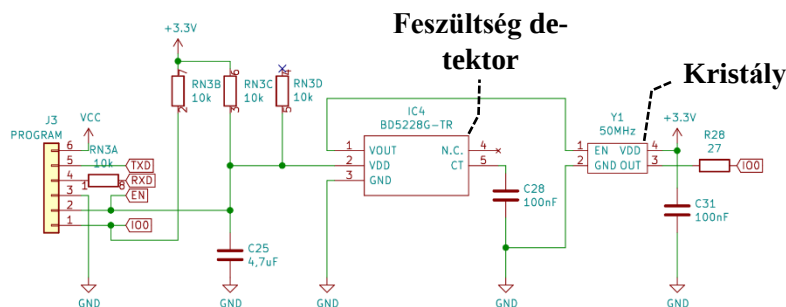


3.3 ábra: PoE tápátalakító egység kapcsolási rajza

3.4 Feszültség szabályzó

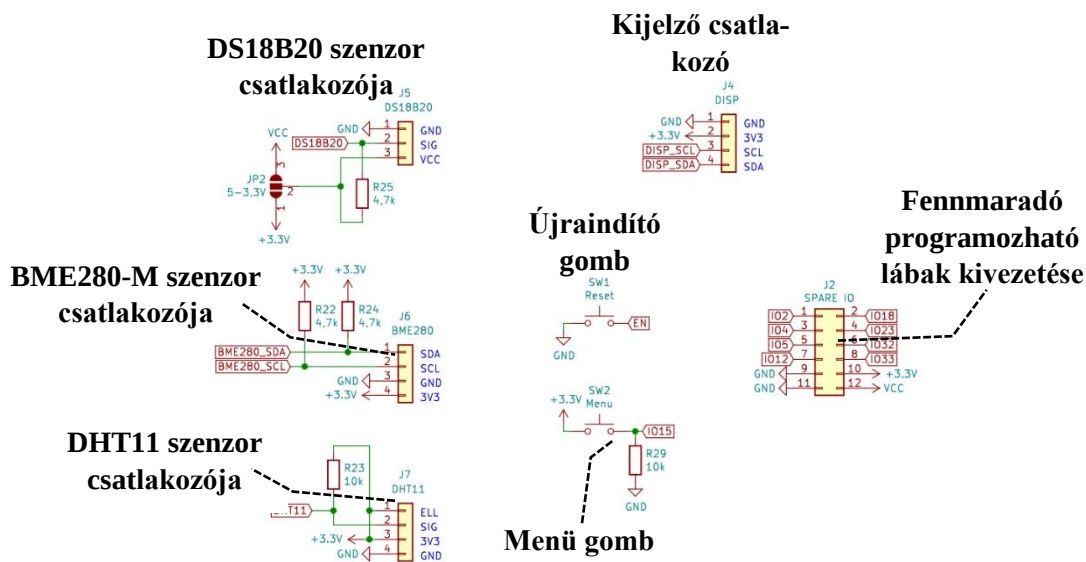
A PoE tápátalakító egység a kimenetén képes több feszültség szintet is létrehozni, viszont ha a PoE hálózat feszültsége változik, akkor ugyan csak tized voltnyi feszültség változás jöhet létre a kimeneten, de a digitális szenzorok mérési pontosságát növeli, ha a feszültség tökéletesen egyenletes. Ezért a PoE átalakítást követően 5,1 V-os feszültség szintre van beállítva a kimenet.

The diagram shows a voltage divider circuit. The input is a 220uF/25V capacitor connected to VCC. This is followed by a series of capacitors: C24 (220uF/25V), C26 (22uF/16V), and C27 (100nF). The output is taken from a node between C27 and C29 (27pF). The output is also connected to a 3.3V source. The circuit includes a feedback loop from the output through a resistor R26 (82k) and a capacitor C30 (22uF) back to the input. The IC is labeled IC3 and has pins VIN, SW, GND, FB, EN, BST, and L5. The output is labeled Feszültség szabályzó.



3.6 Gombok és csatlakozók

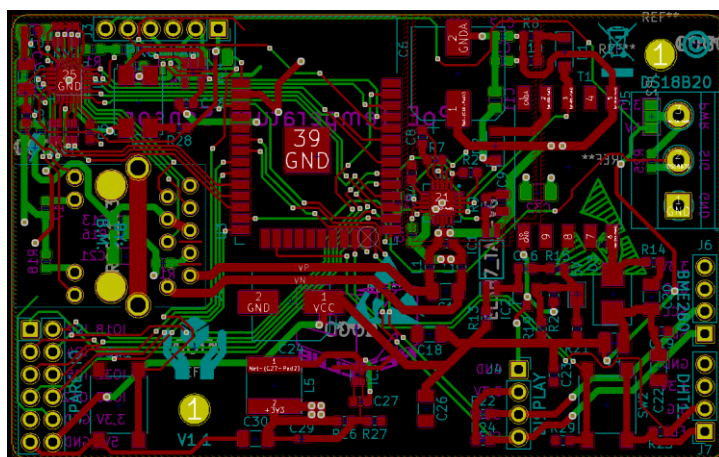
A menü vezérléséért egy gomb felel, amely alaphelyzetben a negatív pont felé van bekötve egy 10k Ω -os ellenálláson keresztül. A gombot megnyomva zárja az áramkört a pozitív ág felé, ezzel egy magas jelet küldve a vezérőnek. A reset gomb a rendszer szoftveres újraindításáért felel, megnyomásakor egyszerűen zárja a kört a negatív pont felé, ez a vezérő „enable” lábára van kötve, amelyen keresztül képes újra indulni. A DS18B20-as szenzornak egy csavaros terminál csatlakozó van kialakítva, mivel ezt vezetéken keresztül kell csatlakoztatni. Lábkiosztása: negatív, adat, pozitív. A DHT11-es szenzor kiálló lábakkal rendelkezik, ezért egy 4 lábú anya tüskesorba csatlakozik, ennek a lábkiosztása: pozitív, adat, nem csatlakoztatott, negatív. A BME280-M szintén egy 4 lábú apa tüskesorral csatlakozik, így ugyanaz a megoldás, mint a DHT11-nél, csak a lábkiosztás változik: adat, órajel, negatív, pozitív. A kijelző bekötése az I²C megoldásnak köszönhetően szintén csak 4 lábat igényel, egy anya tüskesoron keresztül a következő kiosztást kapta: negatív, pozitív, órajel, adat. Végül a fennmaradó, használaton kívüli lábak maradnak, melyek egy külön csatlakozóba lettek bekötve a jövőbeni fejlesztések lehetőségének érdekében. Itt egy kétsorban elhelyezett, összesen 12 lábú, apa tüskesor lett beépítve, amely 8 vezérelhető lábat, két negatív lábat, illetve egy 3,3 voltos és egy szabályozatlan 5,1 voltos lábat foglal magába. (3.6 ábra)



3.6 ábra: A gombok és csatlakozók kapcsolási rajza

4. Nyomtatott áramköri rajz

A kapcsolási rajz alapján készült a nyomtatott áramkör, amely tervezése során legfőbb szempont volt a méret minimalizálása, illetve a gyártási költségek alacsonyan tartása. A kettő közötti kompromisszumból született a 80x50 mm méretű panel, amely mindössze két vezetőrétet tartalmaz. A 90 darab elhelyezésénél a fő cél az egymáshoz lehető legközelebbi elhelyezés. A két legtöbbet használt csatlakozási pont a negatív pontot jelentő „GND”, illetve 3,3 V-os pozitív kör, egy-egy zónakitöltés segítségével lett huzalozva. Ez lehetővé teszi, hogy egyesével ne kelljen összekötni ezeket a pontokat, hanem egyszerűen csak arra kell figyelni, hogy a kitöltött zónák között mindig legyen kapcsolat. A zónakitöltések az átfolyó áram miatt is hasznosak, mert ugyan az eszköz nem fogyaszt jelentős mennyiségű áramot, a maximális áram 2 A körül alakul és ha egy esetleges fejlesztés során a fennmaradó lábakra kötött eszköz sok áramot igényel, ezt melegeedés mentesen képes biztosítani a panel. A minimális szigetelési távolság 0,5 mm, ami ilyen feszültségi szintek mellett elegendő. Mivel a tervezett réteg vastagság 1oz, ami megközelítőleg 0,1 mm, így a vékony vezetősávok nem képesek jelentős áram szállítására. Az Ethernet csatlakozás, illetve a szenzorok nagysebességű jelátvitelt alkotnak a vezérlők felé, ezért ezekre az összeköttetésekre különös gonddal kell ügyelni, hogy a táp ellátás transzformatoránál keletkezett zajok ne zavarják a jelátvitelt. A 90 alkatrész, 352 darab forrszemét, 100 darab vezeték háló köti össze, valamint ezek 336 darab csomópontban találkoznak. A huzalozás során 146-szor kellett az egyes vezetősávokkal oldalt váltani, 146 darab „via” található a panelon. A „viákon” kívül még 52 darab furat található a panelen, ebből 48-at összeköttetesként használ, valamint két furat az RJ45-ös csatlakozó rögzítésére és földelésére van alkalmazva, továbbá két 3,2 mm-es furat az egész panel rögzítése érdekében van elhelyezve. A nyomtatott áramkör egy 1,6 mm vastag ólom mentes változat, amely testének fő alkotóeleme az „FR4” üvegszálas epoxy kompozit. (4. ábra)



4. ábra: Nyomtatott áramköri rajz

5. Szenzorok

Az eszköz alapvetően három választható szenzorral van tervezve. Ezek a DS18B20 vízálló kontakt hőszonda, a DHT11 hőmérséklet- és páratartalom-mérő, valamint a BME280-M hőmérséklet-, páratartalom- és légnyomásmérő. Mind a három szenzor 3,3 V-ól üzemel, de a DHT11, illetve a DS18B20 akár 5 V-ról is táplálhatóak.

5.1 DS18B20 kontakt hőmérséklet szenzor

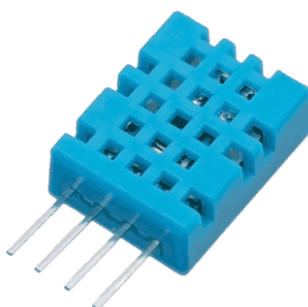
Ez a szenzort elsősorban olyan alkalmazásra szánt, ahol egy felület hőmérsékletét szeretnénk mérni. A bekötéshez egy pozitív és negatív ágon kívül, egy adat vezetékre van szükség, valamint egy 4,7k Ω -os ellenállásra a pozitív és az adat vezeték közé. Mérési tartománya -55 és +125 °C között alakul, pontossága pedig $\pm 0,5^\circ\text{C}$. A kommunikációs forma, amit használ a „1-Wire bus”, a felbontása maximum 12 bit. (5.1.ábra)



5.1 ábra: DS18B20 kontakt hőszenzor

5.2 DHT11 hő és páratartalom szenzor

Ezzel a szenzorral nem csak hőmérsékletet, hanem páratartalmat is mérhetünk. Elsősorban a környezet mérése lett kitalálva, de áramló levegőben való elhelyezésre is kiváló lehet. A bekötés itt úgy alakul, hogy az alap pozitív és negatív ágon felül, egy adat lábat is csatlakoztatunk, illetve az adat és táp láb közé egy 10k Ω -os ellenállást teszünk. Mérési tartománya hőmérséklet szempontjából 0 és 50°C között van, a pontossága pedig $\pm 2^\circ\text{C}$, a páratartalmat pedig 20-90% között 5% pontossággal adja meg. Kommunikációra egy 16 bites „single bus” megoldást használ. (5.2. ábra)



5.2 ábra: DHT11 hő és páratartalom szenzor

5.3 BME280-M hő, páratartalom és légnyomás szenzor

Az összes közül ez a legfejlettebb szenzor, mivel a hőmérsékleten, illetve páratartalmon felül, légnyomás mérésére is képes. Általában eszközök belsőjében helyezik el, de szobai felhasználásra is alkalmas. Áramló levegőbe nem szokás helyezni mert a nyomás mérését nagyban befolyásolnák az áramlatok. Ezt a szenzort modulként könnyebb kezelni, mivel csak egy kisebb segédáramkör szükséges a működéséhez, amit egy apró nyáklapra elég implementálni. Az így kapott modul bekötése nagyban megkönnyíti a szenzorral való bánást, mivel a pozitív és negatív lábakon felül, két adat láb bekötésére van csak szükség. Mérési tartományokat tekintve, hőmérsékletet -40 és 85°C között $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pontossággal tud mérni, a páratartalmat 0 és 100% között tud mérni $\pm 3\%$ pontossággal, légnyomást pedig 300 és 1100 hPa között ± 1 hPa pontossággal. Ez a szenzor kommunikációt szempontjából is a legfejlettebb, mivel a többivel ellentétben, egy két vezetékes megoldást, az „I²C”-t használja. (5.3.ábra)



5.3 ábra: BME280-M hő, páratartalom és légnyomás szenzor

6. Kijelző és menü

Ugyan az eszköz az általa begyűjtött hőmérséklet- vagy akár páratartalom- és légnyomás- adatokat az Etherneten keresztül továbbítja a hálózat felé, szükséges, hogy rendelkezzen egy fizikai kijelzővel is, mert a mért adatoknak leolvashatónak is kell lenniük róla. Ha egy kijelzőt beépítünk egy ilyen eszközbe, akkor rengeteg egyéb funkció is kiaknázhatóvá válik ezáltal. Ezeket a funkciókat menübe rendszerezve egy vezérlő gombbal tudjuk használni.

6.1 Kijelző

Az eszköz rendelkezik egy 128×32 pixeles grafikus OLED kijelzővel, melynek típusa: D091-12832-I2C, aminek a beépített meghajtó integrált áramköre az SSD1306. Ezt a kijelzőt $3,3\text{ V}$ -al kell meg táplálni, valamint I²C buszon keresztül kommunikál. 80 cd/m^2 -es fényereje van és 85° -os betekintési szöggel rendelkezik. A kijelzés akkor is működik, ha az eszköz nem éri el az internetet, elég ha a PoE hálózat működőképes.

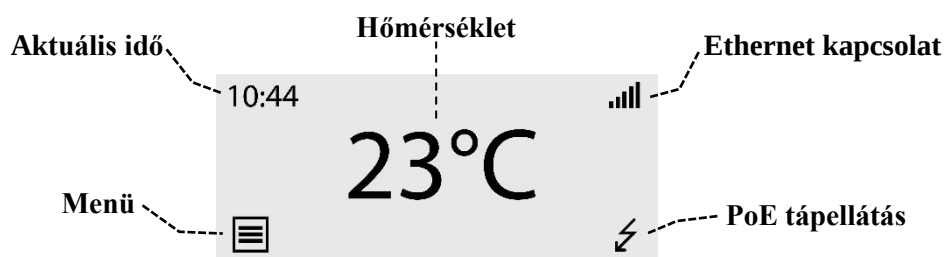
6.2 Kezelés

A menü vezérlése egyetlen gombbal van megoldva, az egyszeri megnyomás léptetést, a nyomva tartás az entert, a dupla megnyomás pedig a vissza funkciót lát el. A főképernyőből való átlépést a menübe az egyszeri megnyomással lehet elérni, innen pedig léptetve lehet lefele haladni, az utolsó menüpontból való továbblépésre visszalép a legelső menüpontra. Ez egyes menüpontokon belül, ha információ felül valamilyen beállítás is lehetséges, akkor az enter funkciót használva villogni kezd és a léptetést használva tudjuk változtatni az adott paramétert. Ha elértük a kívánt értéket, akkor az enter funkcióval tudjuk azt beállítani. Innen visszalépni a vissza funkcióval tudunk. Ha 60 másodpercig nem nyomjuk meg a gombot, akkor automatikusan visszalép a főképernyőre.

6.3 Menü

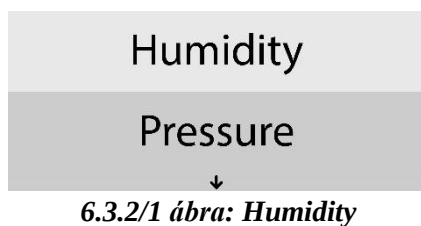
6.3.1 Főképernyő

A főképernyőn középen a csatlakoztatott szenzor által mért hőmérséklet van kerek értékkel feltüntetve. A jobb felső sarokban az Ethernet kapcsolatot jelzi a piktogram, ha az megszakad, akkor a fekete oszlopokat egy X váltja. Jobb oldalon alul a PoE áramellátás visszajelzésére szolgál a villám ikon, ez azért kapott itt helyet, mert a későbbiekben egy kisebb energia tároló egység beépítése is lehetséges, amely azt a rövid időszakot hivatott biztosítani, ha valamilyen oknál fogva a PoE táplálás szünetel. Bal oldalon felül az aktuális idő van megjelenítve 24 órás időformátumban. Bal oldalon alul pedig a további menü lehetőség indikálása miatt van jelen a kockába foglalt 3 vonalka. Ha semmilyen szenzor nincs csatlakoztatva az eszközhöz, akkor a hőmérséklet értékének helyén, két „-” jel látható (6.3.1 ábra)

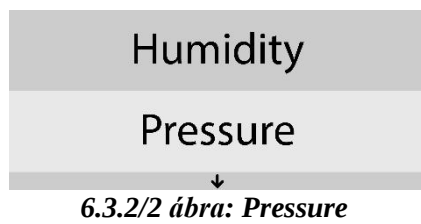


6.3.1 ábra: Főképernyő

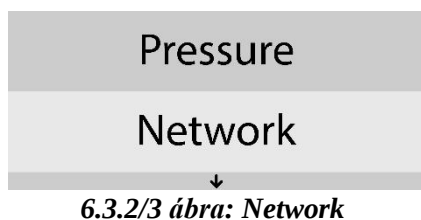
6.3.2 Menüpontok



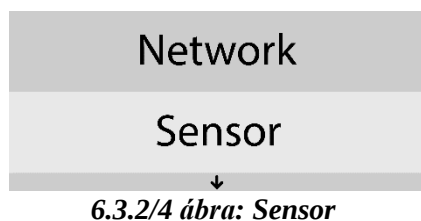
6.3.2/1 ábra: Humidity



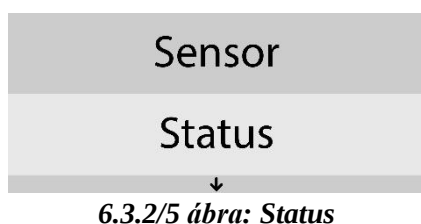
6.3.2/2 ábra: Pressure



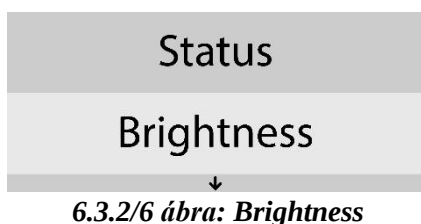
6.3.2/3 ábra: Network



6.3.2/4 ábra: Sensor



6.3.2/5 ábra: Status



6.3.2/6 ábra: Brightness

Az első menüpontban a „Humidity” azaz páratartalom mértékét tekinthetjük meg, ide belépve egy számot kapunk százalékos értékben. Ez akkor lehetséges, ha a DHT11, vagy a BME280-M szenzort használjuk. (6.3.2/1 ábra)

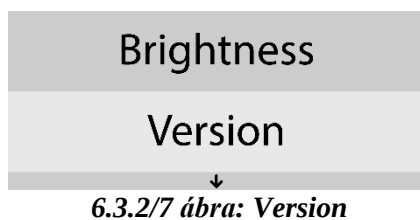
A második menüpontban a „Pressure” alatt az aktuális légnyomást olvashatjuk le, aminek mérték egysége a hPa, azaz hektopaszka. Ez a menüpont csak akkor elérhető, ha a BME280-M szenzor van csatlakoztatva az eszközhöz. (6.3.2/2 ábra)

A harmadik lehetőségnél, ami „Network” névre hallgat, a hálózati beállításba tudunk belépni. Itt meg tudjuk nézni, hogy milyen PoE ellátási kategóriába sorolt minket a PSE, illetve leolvashatjuk az eszköz IP és MAC címét. Ha dinamikus IP tartományban van az eszköz, akkor az IP címet enterrel kiválasztva egy új címet tudunk kérni a kiszolgálótól. (6.3.2/3 ábra)

A negyedik pontban a „Sensor” alatt ki tudjuk választani a használni kívánt szenzor típusát. Ha az épp használatban lévő szerelnénk lecserélni, akkor az új szenzor kiválasztása után az eszköz automatikusan újraindul, mert mindegyik szenzorhoz eltérő forráskód tartozik. Fontos, hogy alapértelmezetten a BME280-M szenzor van megadva, ezért egy másik szenzor használatának esetén az első elindításnál nem szabad csatlakoztatni a szenzort a kiválasztás előtt. (6.3.2/4 ábra)

A „Status” menüpont alatt a PoE táplálás állapota látható, illetve az Ethernet visszajelző LED-el összhangban villog egy rubrika. (6.3.2/5 ábra)

A „Brightness” menüpontban beállíthatjuk a kijelző fényerejének mértékét, ez akkor lehet hasznos, ha egy sötét szobában



6.3.2/7 ábra: Version

van elhelyezve az eszköz és nem szeretnénk, ha elvakítana minket. (6.3.2/6 ábra)

Végül a „Version” menüpont megjeleníti nekünk, hogy milyen verziószámú firmware van az eszközünkön és az mikor lett telepítve. (6.3.2/7 ábra)

7. Firmware és szoftver

A kész eszközt valamilyen program segítségével meg kell hajtani, illetve az Ethernet kapcsolásra való képessége miatt hálózatmonitorozó szoftverek felé is képes kommunikálni. Mivel a választott mikrovezérlő széleskörűen felhasználható, így számos lehetőség nyílik a program környezet megválasztása terén. A választott „Arduino IDE” platformon például „C++” kódnyelven, bizonyos kiegészítő funkciók használata mellett tudjuk létre hozni forráskódunkat.

7.1 Firmware

A mikrovezérlőn futó forráskód jelenleg még fejlesztés alatt áll, ennek az az oka, hogy a kapcsolási rajz ugyan adott, amihez írni kell a kódot, de a végleges eszköz jelenleg még nincs kész, ezért még nincs mire feltölteni és kipróbálni a firmwaret. Amikor egy programot először töltünk fel egy mikrovezérlőre, általában több probléma is előjön, de többnyire ezek könnyen javíthatóak. Jelen állapotban a forráskód kicsivel több, mint 1000 sort ölel fel, ami az „Arduino IDE” szoftverben lett megírva. Ezt alapvetően 3 részre tudjuk osztani: Ethernet illesztő, szenzorok, megjelenítés. Mindegyik kódrész külön-külön fellelhető az interneten és ugyan egyesével működnek is, de össze kell őket fésülni úgy, hogy együtt funkcionáljanak. A legnagyobb részt az Ethernet illesztő teszi ki, mivel ez egy nagyon összetett kommunikációért felel. Ezen kódrész működésének megértése is rengeteg időt vesz igénybe, de ez elengedhetetlen, különben nem tudjuk együttműködésre bírni a többi kódrésszel. Itt alapvetően 3 adatbuszt használunk, ebből kettőt az RMII és egyet az SMI használ, illetve további kimeneteket is vezérelni kell itt. Ezt a kódrészletet megérteni működés közben, soros monitor segítségével egyszerűbb feladat, mert így láthatóak a kommunikáció során lefutó folyamatok. A megjelenítésre szolgáló OLED kijelző vezérlése is jelentős mennyiségű kódot igényel, mert ez egy grafikus kijelző, így ellentétben a karakteres megoldásokkal, itt a teljes megjelenítési felületet programozni kell. A kommunikációja I²C buszon keresztül folyik, amihez egy segédkönyvtár behívásán felül csak egy címzés megadása szükséges. A menüstruktúra egy elágazó utasítással van felépítve, amely 8

esetet tartalmaz, a gomb megnyomását pedig egy ciklus figyeli és mindig az adott részletre ugorva választja ki a megjeleníteni kívánt menüpontot. A gombhoz egy egyszerű digitális beolvasás tartozik, valamint szintén egy ciklus, aminek segítségével működnek az enter és a dupla megnyomásos vissza funkciók. A szenzorokhoz tartozó kódot 3 részre osztjuk, alapvetően a teljes forráskód ezek köré épül fel, mivel mind a 3 eltérő kommunikációt használ. Ha a felhasználó szenzort szeretne váltani az eszközön, akkor a menüben való kiválasztás után szoftveresen újraindul az eszköz. Az összes szenzorhoz tartozik egy saját könyvtár, amelyeknek a behívásával tudjuk értelmezni a bejövő adatokat. A DHT11 és DS18B20 szenzorok egy „1Wire bus” azaz egy vezetékes busz kommunikációt használnak. Az adatfelbontásuk, illetve a válaszidejük eltérő, ezért itt is különbséget kell tenni. Ezzel szemben a BME280-M szenzornál a kommunikáció I2C-n keresztül van megoldva, emiatt ha ezt a szenzort használjuk, akkor ugyan fizikailag közös adatbuszra van kötve a kijelzővel, de még egy címet fel kell neki venni. Mindegyik szenzor által mért értékeket szerencsére már átváltott, kész formában kapjuk meg, ezért könnyedén jeleníthetjük meg vagy küldhetjük tovább. A későbbiekben elengedhetetlen lesz firmware működésre bírásánál az egyetemen működő Neumann János Szakkollégium tagjainak segítsége, mivel egy esetleges módosítás a bonyolultabb kódrészletekben komoly hozzáértést igényel.

7.2 Hálózati szoftver

Az eszköz az Ethernet hálózaton keresztül egy úgynevezett SNMP (Simple Network Management Protocol) - magyarul egyszerű hálózatkezelési protokoll - segítségével kommunikál. Ennek nagy előnye, hogy nem igényel túl sok adatfolyamot, hanem egy kis adatcsomagokkal kommunikál. Ennek ellenére titkosított a folyamat, a titkosítási folyamat pedig lehet MD5 vagy SHA, amelyek a jelenkor fejlettségének megfelelnek. Ennek a protokollnak köszönhetően szinte bármilyen SNMP kapcsolatra képes hálózati eszközre feltanítható lesz a végtermék, de jelenleg a választott megoldás a kollégiumban is futó „Observium” hálózatmonitorozó rendszer. Mivel minden szervert és hálózati eszközt tud kezelni ez a szoftver, így azon felül, hogy távolról is megtekinthetjük az eszköz által mért adatokat, képesek vagyunk változtatásokra is a rendszerben. Tehát ha létrehozunk egy új rutint, aminek bemenete figyeli az eszköz által mért szobahőmérsékletet, megadunk neki egy adott hőfokra egy feltételt, akkor kimenetnek beállíthatjuk, hogy leállítson bizonyos folyamatokat vagy csökkentse a hálózati eszközök teljesítményét. Ilyen folyamatnál megadható az is, hogy milyen napszakban milyen reakciókat adjon. Ezeknél a beállításoknál jön segítségül a NetClub csapata, amelyben több hozzáértő tag is van, akiknek a hozzáértésére nagy szükség van, hogy zavartalanul működhessen a rendszer.

8. Bővítési és fejlesztési lehetőségek

A fejlesztés során még több munkafolyamat van hátra, de az már most körvonalazódik, hogy még bőven van potenciál az eszközben. Már jelenleg is több dologra képes, de funkciói még tovább bővíthetők. Mivel jelenleg még a gyártás folyamata zajlik, így az eszköz tesztelése és az esetleges hibák kijavítása még hátra van.

8.1 Por- és vízálló ház

Ezen folyamat alatt egy kisebb dobozka tervezése is folyamatban van, mert az érzékeny elektronikát meg kell védeni a környezeti hatásoktól és sztatikus töltésektől. Ezt az eszközházat lehetőleg IP53-as por- és vízállósági szabványnak megfelelően indokolt elkészíteni, mivel ezen szabványnak megfelelés elegendő a felhasználási területen uralkodó viszonyokhoz. A csatlakozási pontokon gumigyűrűs védelem kialakítása szükséges a por és víz ellen.

8.2 További gombok beépítése

A fejlesztés további iránya lehet a kezelés hatékonyabbá tétele, mivel egyetlen menügombbal való navigálás időigényes lehet, így nem biztos, hogy az a legkézenfekvőbb megoldás. További 3 gomb elhelyezése megfelelőbb lehet, az egyik a vissza opciót lenne hivatott ellátni, még a másik kettő az előre és hátra való léptetést. Továbbá innentől a jelenlegi gomb csak az enter funkciót látná el. Mivel így már 4 gomb is rendelkezésre állna, így felmerülhet egy esetleges fóliabillentyűzet beépítése is. Ez tovább növelné a por- és vízállóságot, illetve javítaná a külalakot, az eszköz megjelenését. Fóliabillentyűzet bekötése a külön-külön való megoldáson kívül egy mátrixos megoldást is lehetővé tenne.

8.3 Nyomtatott áramkörben rejlő lehetőségek

A nyomtatott áramkörön is van még bőven lehetőség a fejlesztésre. Jelenleg két vezetőréteggel rendelkezik, ami a gyártási költségét alacsonyan tartja, de a méret szempontjából nem a legoptimálisabb. Ezen felül az alkatrészek jelenleg az átláthatóság és beültetési megoldások miatt csak a felső oldalon kerültek elhelyezésre. A rétegek számának növelésével csökkenthető a panel területe, mivel kétszer annyi tér marad a huzalozások elkészítésére. Továbbá ha a hátsó oldalra is tehetünk alkatrészeket, akkor nagyon sok apró komponens elhelyezése optimálisabb lehet, arra viszont figyelni kell, hogy a 2-3 mm-nél magasabbak a felső oldalon maradjanak. Ezekkel a módosításokkal megközelítőleg 20-40 %-os méretcsökkenés lenne elérhető.

8.4 Akkumulátor vagy szuperkapacitás

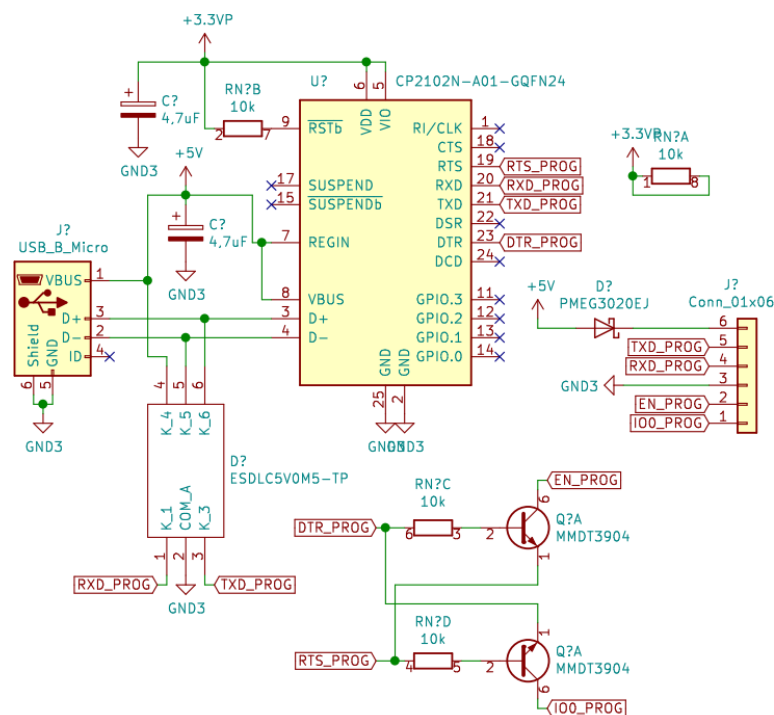
Jelenleg az eszköz nem védett az esetleges tápkimaradások ellen. Például egy olyan rendszernél, ahol a PSE nem szünetmentes tápegységre van csatlakoztatva, egy esetleges áram kimaradás esetén a PoE tápállátás is megszűnhet, így ilyenkor az eszköz is leáll. Ezt kiköszöbölve érdekes körüljárni egy belső energiatároló beépítésének ötletét. Ez lehetne egy kisebb kapacitású, például egy 320 mAh-ás LiPo (Lithium Polymer) akkumulátor, ami mellé egy megközelítőleg 10 alkatrészből álló segédáramkör beépítése lenne szükséges. Így az eszköz tápkimaradás esetén is körülbelül fél óráig képes lenne tovább üzemelni. Másik lehetséges megoldás lehet egy szuperkapacitás beépítése, amit a PoE táp átalakító és a feszültségszabályzó áramkörök közötti összeköttetéshez kellene bekötni. Ez szintén biztosítaná az eszköz működését egy pár perces intervallumban.

8.5 Egyedi programozó modul készítése

Jelenleg az eszközt egy külső programzó segítségével lehet felprogramozni, ilyenek lehetnek például a CP2102-M vagy a CH340G-M modulok. Ezeket viszont egyesével és külön-külön vezetékkel kell hozzákötni az eszközhöz, valamint a programozás ideje alatt kézzel tartani kell az érintkezést, továbbá egy kisebb áramkört is hozzá kell fogni a hőmérő eszköz enable lábához, hogy a programozás közben megálljon az órajel. Mindez rengeteg hibalehetőséget hoz magával ezért, ezért valamilyen stabilabb megoldás szükséges.

További probléma lehet még a számítógép és a programozó modul közti kapcsolat, mivel ezek általában USB A típusú apa oldali csatlakozással rendelkeznek, ezért USB hosszabbító híjján a számítógéphez nagyon közel tudjuk csak programozni. Ezen problémák mindegyikére megoldást biztosítana egy erre a célra kifejlesztett egység. Ennek kapcsolási rajza már rendelkezésre áll, már csak a nyomtatott áramkör megtervezése maradt hátra. Külön vezeték helyett itt egy apa tűskersort kapunk, ami a programozásra létrehozott furatokba kisebb szorulással képes csatlakozni, ezzel biztosítva a stabil kontaktust a programozni kívánt eszköz és a programozó között. A számítógéppel való összeköttetésre egy B típusú anya microUSB csatlakozó lenne alkalmazva, ami sokkal felhasználóbarátabb megoldás a sima A típusúhoz képest. A modult ugyanaz az átalakító integrált áramkör hajtja, mint amit a CP2102-M modulnál alkalmaznak, ami nem más mint a CP2102N-A01. Eltérés viszont, hogy a kereskedelemben kapható modulnál megszokott csatlakozási pontokból csak az kap helyet, amit specifikusan a hőmérő eszköz esetében kell alkalmazni, valamint el van látva a számítógép

felől érkező sztatikus töltések elleni védelemmel is, illetve azok a tranzisztorok is itt kerültek elhelyezésre, amik a programozás ideje alatt az órajel megállításáért felelnek. Az így kapott modult könnyedén fel is forraszthatjuk a hőmérő eszközünkre mivel, nem lógna túl annak az oldalsó határvonalain, ezzel pedig a firmware frissítés folyamata is sokkal könnyebb folyamattá válik. (8.5 ábra)



8.5 ábra: Programozó modul kapcsolási rajza

9. Chiphíány és beszerzés

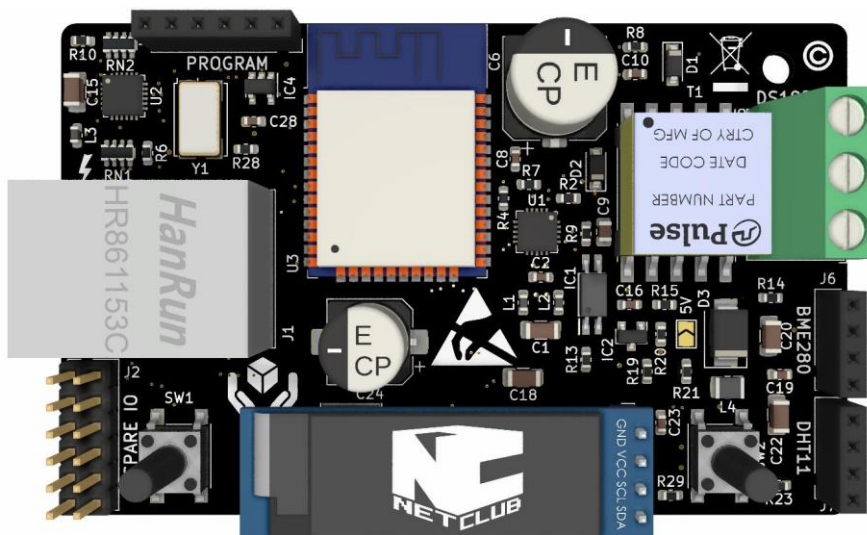
Az eszköz legyártásának folyamata jelenleg probléma ütközött, mert a világban globális chiphíány alakult ki, ami sajnálatos módon érintette az itt felhasznált alkatrészeket is. A 32 bites ESP32-WROOM mikrovezérlő modul agya az ESP32-D0WDQ6, az Espressif Systems által gyártott alkatrész, aminek a gyártásához szükséges alapanyagok ára jelentősen megemelkedett. Mivel az iparban használt mikrovezérlők gyártását a felkapottabb grafikus vezérlők miatt leállították, ezért sok cég az ESP-hez hasonló megoldásokat választotta alternatívaként. Ez azt eredményezte, hogy az ESP és a hozzá hasonló szintű vezérlők tömeges felvásárlása miatt, az elérhető darabok ára jelentősen megemelkedett. A 2020-as árakhoz képes körülbelül 10-15-szörös áremelkedés következett be. Tehát ha valahol található még raktáron ilyen vezérlő, ahhoz is csak irreális árakon lehet hozzájutni. Hasonló a helyzet a LAN8720A Ethernet

illesztőnél is, mivel ezt az integrált áramkört többnyire IoT (Internet of Things) eszközöknél alkalmazzák, így az ipar számára a gyártása nincs előkelő helyen. Ennek okán a grafikus chip gyártása iránti kereslet miatt ennek az illesztőnek a kijelölt gyártási időpontjait is kitölták. Jelenleg a legközelebbi időpont, amikor ilyen chipet terveznek gyártani, egy év múlva várható. Sajnos a raktárkészletek igen szegényesek ebből az áramkörből, mert nem túl sokrétű a felhasználási területe. Ugyanez a hatás elérte a az SI3404-A PoE táp vezérlő integrált áramkört is, de a 2022-es évben több millió darabot gyártottak belőle, mert ez Ethernet chippel ellentétben, ezt nagyobb területen alkalmazzák. Megtalálható IP kamerákban, „access pointokban”, sőt kisebb teljesítmény igénynél akár switchekben és routerekben is. A feszültségszabályzót és a feszültségdetektort sem gyártják jelenleg, viszont nagy számú raktárkészlet van belőlük, illetve a vezérlőkkel ellentétben létezik kiváltó alkatrész is hozzájuk. Az RJ45-ös port egy elég specifikus meg oldással rendelkezik, ami nem túl nagy keresletet eredményez. Mindösszesen kettő gyártó foglalkozik a gyártásával és ugyan tőlük a minimum megrendelhető mennyiség 100 darab, szerencsére vannak raktárkészletek, ahonnan kisebb számban is beszerezhető. A gyártásánál semmilyen akadály nincs, így a beszerzése az eszköz esetleges tömeggyártása esetén nem jelent gondot. Az áramkörnek van még egy alkotóeleme, ami korlátozott számban érhető el, ami nem más, mint a PA2467NL transzformátor. Ha raktárkészleteken felül, nagyobb mennyiségre lenne belőle szükség, akkor a gyártója, a Pulse Electronics minimum 1000-es darabszámmal vállalja a gyártást, viszont más gyártó jelenleg nem rendelkezik ugyanilyen paraméterű transzformátorral. Az eszközben fellelhető összes többi alkatrész beszerzése vagy nem okoz különösebb gondot, vagy egy esetleges készlethiány esetén is könnyen kiválthatóak más alternatívákkal.

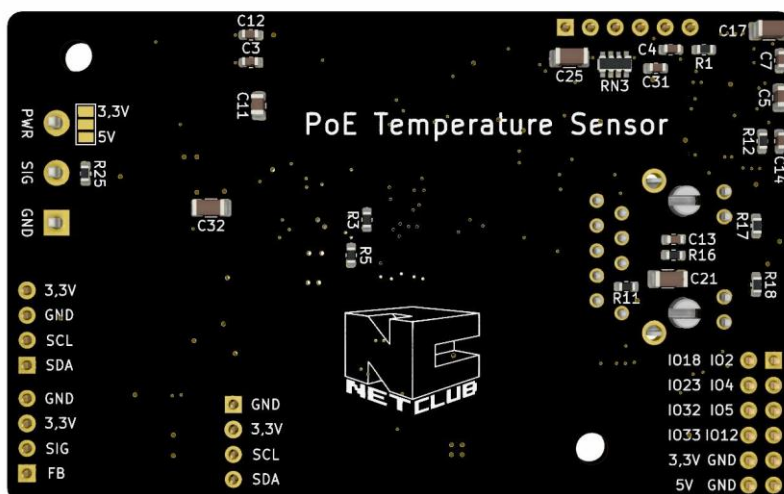
10. Összegzés

Amikor a NetClubban a megoldást kezdtük keresni arra a problémára, hogy a szervertermek hőmérsékletét ne kizárólag manuálisan, személyes jelenlét mellett tudjuk mérni, eleinte csak a már meglévő mérőeszközök felhasználásában gondolkodtunk. Mivel azonban nem találtunk olyan felhasználásra kész eszközt, ami azonnal be integrálható a meglévő rendszereinkbe, tudásában és bekerülési költségében az adott körülmények mellett megfelelt volna céljainknak, nyilvánvalóvá vált számomra, hogy a megoldás csak egy új eszköz megépítése lehet. Ez a felismerés indította el azt a fejlesztést, aminek az eredménye jelen dolgozatom témája lett. Az eszköz abban a formájában, ahogy megterveztem a NetClubnál felmerült problémára már megoldást jelenthet, de ahogy már utaltam rá, további fejlesztési és bővítési potenciál is van

még benne, a későbbi felhasználás irányától és más felhasználók igényeitől függően. Ha a chip beszerzési problémán urrá lenni, az eszköz megépítése után így fog kinézni (10.1 és 10.2 ábra):



10.1 ábra: Hálózatra kötött hőmérő digitális látványterve előlnézetből



10.2 ábra: Hálózatra kötött hőmérő digitális látványterve hátulnézetből

Felhasznált források és adatlapok

Tervező szoftver: KiCad 5.1.6: <https://www.kicad.org/>

PoE technológia: https://en.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet

PoE szabványok: <https://www.accesspoint.hu/802-3af-at-bt-rol-bovebben-b679.html>

PoE hálózat részei: <https://moxa.hu/termek/1559/Power-over-Ethernet-switchek>

SNMP: <https://www.securifocus.com/hir/2021/1/26/halozat-alapjai-mi-az-snm-es-hogyan-mukodik>

ESP32-WROOM: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf

LAN8720A: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/8720a.pdf>

SI3404A: <https://www.skyworksinc.com/-/media/SkyWorks/SL/documents/public/datasheets/si3404-datasheet.pdf>

DHT11: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/DHT11_Aosong.pdf

DS18B20: <https://www.quick-teck.co.uk/Management/EEUploadFile/1420644897.pdf>

BME280-M: https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/product_flyer/bst-bme280-fl000.pdf

HR861153C: <https://cdn.hackaday.io/files/853893653282976/HR861153C%20.pdf>

PA2467NL: <https://productfinder.pulseelectronics.com/api/open/product-attachments/datasheet/pa2467nlt>

SSD1306: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>

AP62200Z6: <https://www.diodes.com/assets/Datasheets/AP62200 AP62201 AP62200T.pdf>

BD5228G-TR: https://fscdn.rohm.com/en/products/databook/datasheet/ic/power/voltage_detector/bd52xxg-e.pdf