

SZAKDOLGOZAT

Schillinger Zsolt
Mechatronikai Mérnök

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Mechatronikai Mérnök Szak

**Vezérlőrendszer tervezése, létrehozása és
integrálása egyedileg átalakított elektromos
jármű hűtő-fűtő rendszerébe**

Belső konzulens: Lágymányosi Attila
Adjunktus

Külső konzulens: Gerda István Zsolt
Online Projects Kft, Elemző

Készítette: **Schillinger Zsolt**
NO2EG3
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Gépszerkeztani tanszék

**Gödöllő
2023**

MŰSZAKI INTÉZET
MECHATRONIKAI MÉRNÖK ALAPSZAK
Gépipari mechatronika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Schillinger Zsolt (NO2EG3)

részére

A szakdolgozat címe:

Vezérlőrendszer tervezése, létrehozása és integrálása egyedileg átalakított elektromos jármű hűtő-fűtő rendszerébe

Feladatkiírás:

Bevezetés, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, vezérlőrendszer tervezése, létrehozása és integrálása egyedileg átalakított elektromos jármű hűtő-fűtő rendszerébe, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Gerda István Zsolt, elemző, Online Projects Kft.*

Belső konzulens: *Lágymányosi Attila, egyetemi adjunktus, MATE, Műszaki Intézet*

Beadási határidő: 2023. november 06.

Gödöllő, 2023. szeptember 04.

	Jóváhagyom		Átvettem
(tanszékvezető)		(szakfelelős)	<i>Schillinger Zsolt</i> (hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Budapest, 2023. szeptember 13.

Gerda István Zsolt
(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
1.1. A fejlesztés által kitűzött célok	3
1.2. A szakdolgozat célkitűzései	3
2. Szakirodalom feldolgozás.....	4
2.1. Az elektromos autózás térnyerése és jelentősége.....	4
2.2. Az elektromos autókban alkalmazott hűtő- és fűtő rendszerek.....	7
2.2.1. Hűtési és fűtési rendszerek az elektromos autókban.....	7
2.2.2. Hűtőrendszerek	7
2.2.3. Fűtőrendszerek.....	9
2.2.4. Kihívások és innovációk.....	9
2.2.5. Jövőbeli kilátások.....	10
2.2.6. Megállapítások a hűtési és fűtési rendszerekkel kapcsolatban	11
3. A projekt rövid ismertetése.....	12
4. A temperáló egység elektronikai felépítésével kapcsolatos feladatok	14
4.1. A vezérlési algoritmusok.....	14
4.2. Vezérlésre alkalmas elektronikai egységek.....	15
4.2.1. ATmega 2560 Arduino fejlesztőkörnyezetben.....	15
4.2.2. Raspberry Pi 4 modell B	15
4.2.3. ATtiny2313.....	16
4.3. Adatforrások és adatfolyamok beazonosítása	16
4.4. Az alkalmazható vezérlési elvek elemzése	17
4.5. A vezérlés rendszervázlata	18
4.5.1. A központi vezérlő.....	19
4.5.2. Felhasználói felület illesztő.....	20
4.5.3. Hőmérő- és feldolgozó.....	21
4.6. A külső egység elektronikai rendszere.....	21

4.7.	Az autóban elhelyezett elektronikai egység felépítése.....	24
5.	A vezérlés komponenseinek kiválasztási folyamata és eredménye.....	27
5.1.	A vezérléssel szemben támasztott követelmények.....	27
5.2.	A vezérlés funkciói.....	28
5.3.	A vezérlő rendszert alkotó elemekre vonatkozó döntési szempontrendszer.....	29
5.4.	Döntési mátrix, rendszerelemek kiválasztása.....	29
5.5.	Biztonsági kérdések, kockázatok, kockázatkezelés	30
6.	A fejlesztés során használt elektronika létrehozása.....	33
6.1.	Szükséges anyagok beszerzése.....	33
6.2.	Az összeállítás folyamata	33
6.2.1.	A külső egység vezérlésének összeállítása.	33
6.2.2.	A belső egység vezérlésének összeállítása	34
6.3.	Beüzemelés és tesztelés (külső és belső egységbe).....	34
6.4.	Rendszerintegráció	35
6.4.1.	Beépítés a külső egységbe	35
6.4.2.	Beépítés a járműbe.....	36
7.	Következtetések, további kutatási irányok	37
7.1.	Kitűzött célok elérése	37
7.2.	További kutatási irányok meghatározása	37
8.	Összefoglalás	40
9.	Köszönetnyilvánítás.....	41
10.	Felhasznált irodalom.....	42
11.	Mellékletek	44
1.	számú melléklet - A vezérlés építésének bemutatása (fényképek).....	44
2.	számú melléklet - A vezérlés létrehozásához szükséges anyagok listája	46

1. Bevezetés

Az elmúlt évtized áttörése az alternatív hajtású gépjárművek elterjedését hozta magával. Az elektromos hajtás térnyerésével olyan problémák merültek fel, melyek a belső égésű motoroknál triviális megoldásokkal orvosolhatóak voltak. Többek között a fékrásegítéshez szükséges vákuumot az Ottó-motor állította elő, viszont a villanymotor erre nem képes, kiegészítő vákuum-szivattyú alkalmazására van szükség. Emellett a villanymotor termikus hatásfoka is nagyságrendekkel nagyobb, mint belsőégésű társaié, ezért a belsőégésű motor hulladékhőjén alapuló fűtés helyett alternatív megoldásra szükséges cserélni. Egy ilyen megoldás vezérlését szeretném bemutatni ebben a dolgozatban.

1.1. A fejlesztés által kitűzött célok

A temperáláshoz szükséges jelentős energia nagymértékben csökkenti a járművek hatótávját, mivel a meghajtás elől veszi el az energiát. Fejlesztés keretében olyan folyadék alapú moduláris temperáló egység kerül kialakításra, amely az elektromos meghajtástól független rendszert alkot, ezáltal az elektromos járművek hatótávolságát érdemben nem csökkenti, azonban alkalmas az utas- és raktér hűtésére és fűtésére. A rendszerhez kapcsolódóan egyedi fejlesztésű a rendszerelemek kerülnek kialakításra, többek közt a hűtő-fűtő tartály, energiatároló folyadék, szigetelés, hőcserélő, töltő és a vezérlés. A fejlesztés célja, hogy az annak keretében elért eredménye felhasználásával az eredetileg belsőégésű motorral gyártott, de átépített járművek a jelenkor biztonsági és kényelmi követelményeinek megfelelően legyenek használhatóak.

1.2. A szakdolgozat célkitűzései

Munkám során a rendszer komplexitásához illeszkedően strukturált célrendszert határoztam meg, az alábbiak szerint:

1. a vezérlési algoritmusok sajátosságainak ismeretében az alkalmazható elektronikai egységek vizsgálatának végrehajtása,
2. a vezérlés rendszervázlatának és rendszertervének elkészítése, és
3. a vezérlőegység integrációjának bemutatása.

2. Szakirodalom feldolgozás

Munkám megkezdését megelőzően áttekintettem az elektromos autózással kapcsolatos főként nemzetközi szakmai és tudományos szakirodalmakat, melyek átfogó képet adnak a területről. Nyilvánvalóvá vált, hogy az utóbbi évtizedben jelentős erőforrásokat fordítottak az elektromos autózáshoz kapcsolódó hűtési és fűtési problémák vizsgálatába és megoldásába függetlenül attól, hogy az utastér vagy az akkumulátorok temperálásáról legyen szó. Előbbi kényelmi és közlekedésbiztonsági, utóbbi műszaki (akkumulátor élettartam) kérdés, de ettől függetlenül összefüggenek egymással.

Részletes áttekintés készült az elektromos járművek légkondicionáló és hőszivattyús rendszerének előrelépéseivel kapcsolatban, továbbá kísérleti és numerikus vizsgálat zajlott a légáramlás és a hőmérséklet változásáról egy elektromos jármű utasterében hűtés és fűtés során. Az utasterbe integrált légkondicionáló rendszer numerikus szimulációjának és elemzésének áttekintése is segítette munkámat épp úgy, mint az elektromos járművek hatótávolságának földrajzi és időbeli különbségeinek vizsgálata az utastér-klimatizálás energia fogyasztásához kapcsolódóan. A kutatási projekt során a korábbi kutatási eredmények közül felhasználásra került az elektromos járművek utasterének fűtésére és hűtésére szolgáló hűtőközegek átfogó értékelése is, melyet a személygépkocsi utasterének tranziens termikus modelljének elemzése és validálása egészített ki.

2.1. Az elektromos autózás térnyerése és jelentősége

Az elektromos autózás nem mai találmány. A belsőégésű motorokkal egyidős, viszont a hajtóanyag energiasűrűségében és a kivehető teljesítményben az elmúlt évszázadban a belsőégésű motorok előnyben voltak. Manapság az akkumulátorok nagymértékű fejlődése okán indult el a villamos meghajtású járművek térnyerése.

Az elektromos autók, más néven elektromos járművek népszerűsége és jelentősége az elmúlt évtizedben jelentősen megnőtt. Ez az ugrás több tényezőnek tulajdonítható, többek között a környezetvédelmi aggályoknak, a technológiai fejlődésnek, a kormányzati ösztönzőknek és a változó fogyasztói preferenciáknak. Ebben az átfogó áttekintésben elmélyedünk az elektromos autók fejlődésében, jelentőségükben és az előttük álló kihívásokban. Az elektromos járművek nem új keletű találmányok. Eredetük a 19. század elejére nyúlik vissza, amikor olyan feltalálók, mint Thomas Davenport és Robert Anderson megépítették az első

kezdetleges elektromos járműveket. Az elektromos autók azonban csak a XX. század végén kezdtek teret nyerni. Az 1990-es években kerültek kereskedelmi forgalomba az elektromos autók, leginkább a General Motors EV1 és a Toyota RAV4 EV. Ezek a korai modellek, bár korlátozott hatótávolsággal és praktikummal rendelkeztek, megalapozták a későbbi fejlődést. Az elektromos autók újbóli elterjedése mögött elsősorban a környezetvédelmi kérdések, különösen az éghajlatváltozás miatti növekvő aggodalom áll. A fosszilis tüzelőanyaggal működő, belső égésű motorral hajtott járművek szén-dioxidot (CO₂) és más szennyező anyagokat bocsátanak ki, hozzájárulva a légszennyezéshez és a globális felmelegedéshez. Az elektromos autók ezzel szemben nulla kipufogógáz-kibocsátással rendelkeznek. A szén-dioxid-kibocsátás csökkentése az éghajlatváltozás mérséklésének kulcsfontosságú eleme, és az elektromos autókra való átállás kulcsfontosságú lépésnek tekinthető a cél elérésében. A kormányok világszerte egyre szigorúbb kibocsátási normákat állapítanak meg, ami arra ösztönzi az autógyártókat, hogy fektessenek be az elektromos járműtechnológiákba. Az elektromos autók térnyerésének egyik kulcstényezője a gyors technológiai fejlődés volt. Ezek közé tartoznak:

- Akkumulátor-technológia: A lítium-ion akkumulátorok hatékonyabbá váltak, nagyobb energiasűrűséggel és hosszabb élettartammal. Ez hosszabb hatótávolságot és gyorsabb töltési időt tesz lehetővé.
- Töltési infrastruktúra: A töltőhálózatok, köztük a gyorsöltő állomások fejlesztése az elektromos járműveket praktikusabbá tette a mindennapi használatban és a hosszú távú utazásokban.
- Költségcsökkentés: A gyártás felfutásával az elektromos járművek alkatrészeinek, különösen az akkumulátoroknak a költségei csökkentek. Ezáltal az elektromos autók megfizethetőbbé váltak a fogyasztók számára.
- Teljesítmény: Az elektromos autók azonnali nyomatékot kínálnak, és a nagy teljesítményű benzines autókhoz hasonló gyorsulást biztosítanak. Ez az elektromos sportautók növekvő piacához vezetett.
- Autonóm vezetés: Számos elektromos autógyártó élen jár az autonóm vezetési technológiában, amely biztonságosabb és hatékonyabb közlekedést ígér.

Az elektromos autók elterjedésének támogatása érdekében világszerte számos kormány vezetett be különböző ösztönzőket. Ezek az ösztönzők közé tartoznak az elektromos járművek tulajdonosai számára nyújtott adójóváírások, kedvezmények és bizonyos adók vagy díjak alóli

mentességek. A kormányok a kutatásba és fejlesztésbe is befektetnek, finanszírozzák biztosítva az elektromos járműtechnológiához és a töltőinfrastruktúrához. Emellett a szigorúbb kibocsátási normák és az üzemanyag-hatékonysági előírások arra ösztönözték az autógyártókat, hogy elektromos modelleket fejlesszenek ki a követelmények teljesítése érdekében. A fogyasztói preferenciák fejlődtek, és ma már sokan aktívan keresik az elektromos autókat. Az elektromos járművek előnyei - többek között az alacsonyabb üzemeltetési költségek, a csendesebb működés és a kisebb környezeti terhelés - a fogyasztók széles köre számára vonzó választássá tették őket. Az elérhető elektromos autómodellek sokfélesége a kompakt városi autóktól a SUV-okig és a luxusautóig sokféle igényt és ízlést kielégít. Az elektromos autók több területen is jelentős jelentőséggel bírnak.

- **Környezeti hatás:** Az elektromos autók jelentősen csökkentik a légszennyezést és az üvegházhatású gázok kibocsátását, ami létfontosságú az éghajlatváltozás elleni küzdelem és a városi területek levegőminőségének javítása szempontjából.
- **Energiafüggetlenség:** Az elektromos autók többféle energiaforrással is működtethetők, beleértve a megújuló energiát, például a nap- és szélenergiát. Ez csökkenti a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőséget és növeli az energiabiztonságot.
- **Csökkentett működési költségek:** Az elektromos autók üzemeltetése általában olcsóbb, mint a hagyományos benzin- vagy dízel üzemű járművéké. Kevesebb mozgó alkatrészük van, ami alacsonyabb karbantartási költségeket jelent, és a villamos energia gyakran olcsóbb, mint a benzin.
- **Nemzetbiztonság:** Az importált olajtól való függőség csökkentése növeli a nemzetbiztonságot azáltal, hogy minimalizálja az ellátási zavarokkal és geopolitikai konfliktusokkal szembeni sebezhetőséget.
- **Innováció és munkahelyteremtés:** Az elektromos járműipar ösztönözte az innovációt és a munkahelyteremtést különböző ágazatokban, az akkumulátor gyártástól az autonóm vezetési rendszerek szoftverfejlesztéséig.
- **Várostervezés:** Az elektromos autók jól illeszkednek az intelligens városok koncepciójába, mivel csendesebb és tisztább közlekedési lehetőségeket kínálnak a városi területek számára.
- **Akkumulátor gyártás és -újrahasznosítás:** A lítium-ion akkumulátorok gyártásának és ártalmatlanításának környezeti hatása továbbra is aggodalomra ad okot.

2.2. Az elektromos autókban alkalmazott hűtő- és fűtő rendszerek

A ma kereskedelmi forgalomban kapható elektromos járművekben különféle fűtési megoldásokat alkalmaznak, mint

- elektromos fűtés – külön klíma rendszer kell
- hőszivattyús – drága

viszont az egyedileg átalakított járművekbe energiahatékony megoldás nem létezik a piacon, valamint olyan hűtésre és fűtésre egyaránt alkalmas megoldást szerettem volna készíteni, mely kiküszöböli a villanyautók azon problémáját, hogy a téli hideg, valamint a fűtés magas energiaigénye miatt jelentősen csökken az egy töltéssel megtehető hatótáv. A megoldás egy az akkumulátorokkal párhuzamosan tölthető hőenergia tároló egység, melynek a tömegére vonatkoztatott energiasűrűsége közel azonos vagy akár magasabb, mint az elektromosságot tároló akkumulátor.

2.2.1. Hűtési és fűtési rendszerek az elektromos autókban

Az elektromos autók a hagyományos belső égésű motoros járművek fenntartható és energiahatékony alternatívájaként jelentek meg. Az optimális teljesítmény és az utasok kényelmének biztosítása érdekében az elektromos autókat kifinomult hűtési és fűtési rendszerekkel szerelik fel. Ezek a rendszerek kulcsfontosságúak a jármű hőmérsékletének szabályozásához, az akkumulátor hatékonyságának fenntartásához és az utasok jólétének biztosításához. Ebben az átfogó esszében elmélyedünk az elektromos autókban használt hűtő- és fűtőrendszerek rejtelmeiben, feltárva azok összetevőit, funkcióit, kihívásait és az elektromos autók technológiájára gyakorolt hatásukat.

2.2.2. Hűtőrendszerek

Az elektromos autók hűtőrendszerének egyik elsődleges eleme az akkumulátor hőkezelő rendszere. Az elektromos autókban általánosan használt lítium-ion akkumulátorok hőmérséklet-érzékenyek. A szélsőséges meleg vagy hideg hátrányosan befolyásolhatja teljesítményüket, biztonságukat és élettartamukat. Az akkumulátor hőkezelése kulcsfontosságú az akkumulátor ideális hőmérsékleti tartományon belül tartásához, amely

jellemzően 20°C és 35°C között van. Ezek a rendszerek különböző technikákat alkalmaznak az akkumulátor hőmérsékletének szabályozására. Folyadékűtés esetén a módszer hűtőfolyadékot keringet az akkumulátorcsomagban lévő csatornákon vagy csöveken keresztül. Egy szivattyú mozgatja a hűtőfolyadékot, elvezeti a hőt az akkumulátorcelláktól, és szükség esetén további hűtés céljából egy radiátorba továbbítja.

Egyes esetekben léghűtéses rendszereket alkalmaznak, amelyek ventilátorok segítségével vonják el a hőt az akkumulátorcsomagtól. Bár egyszerűbb és kevésbé költséges, a léghűtés kevésbé hatékony, mint a folyadékűtés, különösen szélsőséges körülmények között. Bizonyos elektromos áramfejlesztők fázisváltó anyagokat használnak, hogy a szilárdból folyadékká válás és visszafordulás során hőt vegyenek fel és adjanak le. Ezek az anyagok segítenek az akkumulátorok stabil hőmérsékletének fenntartásában azáltal, hogy töltés vagy kisütés közben tárolják a felesleges hőt, és szükség esetén leadják.

Az elektromos motor az elektromos járművek hűtőrendszerének másik kritikus eleme. Az elektromos motorok működés közben hőt termelnek, és ha nem megfelelően hűtik őket, ez a hatékonyság csökkenéséhez, szélsőséges esetben pedig a motor károsodásához vezethet. Az elektromos motorokat gyakran folyadékűtéssel hűtik, az akkumulátorok hűtéséhez hasonló mechanizmussal. A hűtőfolyadék a motorban lévő csatornákon keresztül kering, elvezeti a hőt és biztosítja az optimális teljesítményt. A kisebb teljesítményű elektromos autók a motor léghűtését használják, a ventilátorok a levegőt a motor fölé irányítják, hogy elvezessék a felesleges hőt. A léghűtés általában kevésbé hatékony, mint a folyadékűtés, de költséghatékonyabb lehet.

Az utasok kényelme érdekében az elektromos autók utastér-hűtőrendszerrel vannak felszerelve. Ezek a rendszerek hasonlóak a hagyományos járművekhez, és kompresszorokat és hűtőközegeket használnak a levegő hűtéséhez. Ezeknek a rendszereknek az elektromos autókba történő beépítése azonban bizonyos hatékonyságnövelő fejlesztéseket is magában foglalhat, például zóna alapú hűtést és előkondicionálást, amelyek lehetővé teszik, hogy az autó a töltőhöz csatlakoztatva is szabályozza az utastér hőmérsékletét. Ez biztosítja, hogy az utastér kényelmes legyen, és az akkumulátor energiája ne fogyjon le vezetés közben.

2.2.3. Fűtőrendszerek

Hideg éghajlaton a megfelelő akkumulátor-hőmérséklet fenntartása kulcsfontosságú az elektromos jármű teljesítménye és hatótávolsága szempontjából. Az akkumulátor-fűtési rendszerek biztosítják, hogy a cellák az optimális üzemi hőmérséklet tartományban maradjanak. Ez többféleképpen is megvalósítható, egyrészt elektromos ellenállású fűtésekkel hőt termelnek és fenntartják az akkumulátor hőmérsékletét, különösen extrém hideg körülmények között, másrészt hulladékhő-visszanyeréssel, ahol a fejlett elektromos járművek az akkumulátor melegítésére az elektromos motor vagy a teljesítményelektronika hulladékhőjét használják fel. Ez a megközelítés energiatakarékosabb. Az elektromos autókban az utastér fűtése a kényelem másik kritikus szempontja. Az elektromos járművek különböző módszereket alkalmaznak arra, hogy az utasokat hideg időben melegen tartsák. Az akkumulátoros fűtéshez hasonlóan az elektromos fűtőberendezések is használhatók az utastér melegítésére. Ezek a fűtőberendezések energiát fogyasztanak, ami befolyásolja a jármű teljes hatótávolságát. Sok modern elektromos járművet hőszivattyúval szereltek fel, amelyek hatékonyabbak, mint a hagyományos elektromos fűtőberendezések. A hőszivattyúk úgy működnek, hogy a külső környezetből hőt juttatnak az utastérbe, csökkentve ezzel az energiafogyasztást. Az utastér fűtésének minimalizálása érdekében egyes elektromos autók fűtött ülésekkel és kormánykerékkel vannak felszerelve, így az utasok az egész utastér fűtése nélkül is melegen maradhatnak.

2.2.4. Kihívások és innovációk

Az elektromos autók hűtési és fűtési rendszerei számos kihívással néznek szembe, de a folyamatban lévő innovációk igyekeznek megoldani ezeket a problémákat:

1. **Energiahatékonyság:** Az utastér kényelmének fenntartása az energiafogyasztás minimalizálása mellett kényes egyensúlyt jelent. A korszerű hőszivattyúk, az energia-visszanyerő rendszerek és a jobb szigetelés segítik az elektromos autókat abban, hogy hatékonyabban kezeljék fűtési és hűtési igényeiket.
2. **Hatótáv-szorongás:** Az elektromos fűtési és hűtési rendszerek használata csökkentheti a jármű hatótávolságát. A hatótávolsággal kapcsolatos aggodalom csökkentése érdekében az autógyártók hatékonyabb rendszereket fejlesztenek ki, és fejlett akkumulátor-hőmenedzsmentet építenek be, hogy biztosítsák az akkumulátor teljesítményét szélsőséges hőmérsékleten is.

3. Gyorstöltés: A gyorstöltés hő termel, ami megterhelheti az akkumulátort. Az innovatív hűtőrendszerek, amelyek képesek kezelni a gyorstöltés során keletkező nagy hőt, alapvető fontosságúak az elektromos járművek akkumulátorainak hosszú élettartama szempontjából.
4. Szélsőséges hőmérsékletek: Az elektromos autóknak rendkívül meleg és hideg körülmények között is teljesíteniük kell. Az akkumulátor és az utastér fűtő- és hűtőrendszereinek képesnek kell lenniük arra, hogy a hőmérséklet széles tartományában fenntartsák a kényelmet és a teljesítményt.
5. Megújuló energiával való integráció: Ahogy a világ a megújuló energiaforrások felé mozdul el, az elektromos autók napelemekkel és más megújuló energia megoldásokkal való integrálása egyre növekvő trend. Ezeknek a rendszereknek képesnek kell lenniük a megújuló forrásokból származó energia hatékony felhasználására és tárolására a fűtéshez és hűtéshez.

2.2.5. Jövőbeli kilátások

A hatékony fűtési és hűtési rendszerek fejlesztése és beépítése az elektromos autókba létfontosságú az elektromos járművek folyamatos növekedése és elterjedése szempontjából. Az iparág fejlődése során a következő trendekre és fejleményekre számíthatunk: A folyamatban lévő kutatási és fejlesztési erőfeszítések energiahatékonyabb fűtő- és hűtőrendszereket fognak eredményezni, csökkentve ezzel az elektromos autók hatótávolságára gyakorolt hatást. Az akkumulátorok hatékony hőkezelése hozzájárul majd az elektromos járművek akkumulátorainak élettartamának meghosszabbításához, csökkentve ezzel a hosszú távú költségeket és a környezeti hatásokat. A megújuló energiaforrások és a fázisváltó anyagok használata a fűtési és hűtési rendszerekben elősegíti a fenntarthatóságot és a környezeti felelősségvállalást. Az autonóm vezetési technológia fejlődésével az autók képesek lesznek a klímavezérlés optimalizálására az utasok kényelmének biztosítása érdekében, miközben minimalizálják az energiafogyasztást. Az elektromos járművek piacának növekedése várhatóan ösztönözni fogja az innovációt és a gyártók közötti versenyt, ami fejlettebb és hatékonyabb hűtési és fűtési rendszereket eredményez.

2.2.6. Megállapítások a hűtési és fűtési rendszerekkel kapcsolatban

A hűtési és fűtési rendszerek szerves részét képezik az elektromos autók teljesítményének, élettartamának és kényelmének. Ezek a rendszerek folyamatosan fejlődnek az energiahatékonysággal, a szélsőséges hőmérsékletekkel és a hatótávolsággal kapcsolatos kihívások kezelése érdekében. Ahogy az elektromos járműtechnológia tovább fejlődik, a hatékony és fenntartható fűtési és hűtési megoldások integrálása létfontosságú szerepet fog játszani a közlekedés és a fenntarthatóság jövőjének alakításában. Az elektromos autók egyre inkább képesek lesznek kivételes teljesítményt nyújtani, miközben minimálisra csökkentik környezeti hatásukat, így biztosítva egy fényesebb és fenntarthatóbb jövőt az autóipar számára.

3. A projekt rövid ismertetése¹

A belsőégésű motorral hajtott járművek utas- és rakterének fűtése jellemzően a hűtőfolyadékból nyert hővel történik, amit a motor hidegüzemében a gyors felfűtés érdekében elektromos rásegítés támogat. A klimatizáláshoz szükséges hideg levegőt jellemzően a főtengely által hajtott kompresszor segítségével állítja elő a rendszer, de a motor magas hatásfoka miatt jelentős mennyiségű hulladékhő nem keletkezik. Elektromos meghajtás esetén mind a fűtés, mind a hűtés nagy mennyiségű energiát igényel, ami az akkumulátorokból nyert energiával jelentősen csökkenti a hatótávolságot mivel hűtő-fűtő rendszerek kizárólag a beépített akkumulátorok által tárolt energiát használják. Ebből is látszik, hogy a ma használt hűtő-fűtő megoldások energiahatékonysága rendkívül kedvezőtlen.

A fűtés és hűtés jelentős energiaigényének hatótávolságra gyakorolt negatív hatása nagymértékben csökkenthető, ha egy komplex, nem hulladékhőn alapuló fűtési és nagy hatékonyságú hűtési megoldás kerül kidolgozásra, amely az eddigi rendszerektől eltérő energiaforrást igényel. Jelenleg ilyen rendszer nem elérhető a piacon, megalkotásához célzott kutatási feladatok végrehajtására és többlépcsős kísérletekre van szükség. A projektben kifejlesztésre kerülő Folyadék Alapú Moduláris Temperáló Egység (FAMOTE) jól szigetelt, nagy hőkapacitású folyadékkal feltöltött különálló hálózatot jelent, mely a töltés során felfűthető és lehűthető attól függően, hogy mire van szükség. Projektünk kiemelten kezeli a nagy hőkapacitású folyadéokra vonatkozó kutatást, mivel jelenleg nem áll rendelkezésre olyan összetételű hűtő/fűtőközegre alkalmas folyadék, ami a rendszer által igényelt hőtárolási kapacitás elérésére alkalmas. Rendszerünk vezérlése mikroszámítógéppel történik, amely integrálható a jármű fedélzeti rendszeréhez, továbbá illeszthető az akkumulátorfelügyelet és a töltésvezérlő elemeihez. A rendszer központi eleme a hűtő-fűtő tartály, mely megfelelő mennyiségű és a fejlesztés keretein belül kutatott összetételű fűtő/hűtőközeget tartalmaz. A tartályban találhatóak az aktív fűtő- és hűtő egységek, illetve csatlakozásainál a keringtető szivattyúk. A rendszer csatlakozásai és csövei is hőszigeteltek, a hőcserélők magas hatásfokúak, így az elraktározott energia menet közben kinyerhető anélkül, hogy a hatótávolság jelentősen csökkenne, hiszen mindössze a keringető szivattyú áramigényét és a vezérlő mikroszámítógépek, továbbá a szellőztető rendszer ventilátorainak energiaigényét

¹ A 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00071 azonosító számú, "Folyadék alapú moduláris temperáló egység (FAMOTE) kutatás-fejlesztése elektromos meghajtású közúti járművek számára" című projekt munkaterve alapján.

kell fedezni, ami töredéke a fűtés-hűtés energiaigényének. A fejlesztés főbb feladatai közé tartozik a (1) megfelelő hűtő- és fűtőközegek kutatása, (2) az alkalmazható energetikai eljárások vizsgálata, (3) a rendszer vezérlésére vonatkozó kutatások, vizsgálatok, (4) a hőszigetelő megoldások kutatása, valamint (5) a rendszerintegráció megvalósítása. A fejlesztés során a rendszer működése laboratóriumi körülmények között és járműbe építve is vizsgálatok tárgya lesz. A rendszerhez kapcsolódóan a rendszerelemek részletes specifikációján² kívül megalkotásra kerül a rendszer vezérlése mikroszámítógép segítségével, továbbá legalább egy tesztautóban megvalósul a rendszerintegráció is. A fejlesztés eredményei használhatóak az eredetileg belsőégésű motorral gyártott, de átépített járművekben, továbbá megoldást jelent azon felépítménygyártók számára, akik a hagyományos áruszállítók mellett elektromos meghajtásúak számára is megoldást szeretnének kínálni, függetlenül attól, hogy áru- vagy személyszállításról van szó. Rendszerünkkel az elektromos járművek hatótávolsága és komfortérzet jelentősen növelhető. A kifejlesztett termék kedvező árú alternatívát nyújt a piacon jelenleg elérhető alacsony energiahatékonyságú hűtő-fűtő rendszerekkel szemben, ezáltal rendszerünk rendkívül versenyképes, innovatív fejlesztés a járművek globális piacán.

² hűtő-fűtő tartály, energiatároló folyadék, szigetelés, hőcserélő

4. A temperáló egység elektronikai felépítésével kapcsolatos feladatok³

A rendszer működtetéséhez több vezérlési megoldást is ki kell dolgoznom, mivel külön kell kezelni a járművön kívüli és az azon belüli részt, továbbá a járművön belüli egységet is más módon kell vezérelni kondicionálás és normál üzem közben. A korábbi eredmények felhasználásával megalkotott modellek ismeretében a rendszer vezérlésének vetületeit meghatároztam, így azokat is, hogy mely rendszerelemektől fogad adatot/információt, melyeknek küld, illetve mely rendszerelemek működését befolyásolja. A vezérlést a későbbiekben a kísérleti járművekben fogom végleges formájában összeállítani. A rendszer mechanikus, elektronikus, és ha szükséges hidraulikus és pneumatikus elemeinek vezérlése kiterjed a jármű üzemeltetőjét és vezetőjét informáló egység(ek) megalkotására is. A rendszer járművön kívüli egységének vezérlése a hőközlő közeg temperálását és áramoltatását irányítja oly módon, hogy erről a kezelőt megfelelő interfészen keresztül tájékoztatja. A járművön belüli egység vezérlésének kezelnie és irányítania kell tudni a kondicionálási folyamatot, továbbá menet közben az energia kinyerést oly módon, hogy mindkét esetben információt szolgáltat a kezelő/vezető felé. A járművön belüli egység vezérlését illesztenem kell a jármű fedélzeti rendszereihez, amely egy komplex rendszerintegrációt jelent. Elkészítem a rendszer járművön belüli és azon kívüli egységének vezérlési tervét.

4.1. A vezérlési algoritmusok

A megbízható, hosszú élettartamú működés érdekében egy igen összetett rendszer megtervezését hajtottam végre. Számos különálló adatgyűjtő és feldolgozó eszköz dolgozik szimultán és a már feldolgozott adatokat küldik egy központi vezérlő eszköznek, mely ezen információk segítségével irányítja a beavatkozó egységeket. A vezérlőegység, illetve a vezérléshez szükséges további szerkezeti elemek kiválasztásakor fontos szempont a kívánt üzemeltetési körülményeknek való ellenállás és stabil működés, továbbá a rendszerintegráció figyelembevétele tervezés során.

³ A 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00071 azonosító számú, "Folyadék alapú moduláris temperáló egység (FAMOTE) kutatás-fejlesztése elektromos meghajtású közúti járművek számára" című projektben végrehajtott fejlesztési feladat alapján

4.2. Vezérlésre alkalmas elektronikai egységek

A különböző adatgyűjtő és vezérlő egységekbe szükség van egy mikrokontrollerre, amely a számítási feladatokat képes ellátni. A Slave eszközökbe elegendő egy kevesebb lábbal és kisebb feldolgozó kapacitással bíró eszköz, mint például egy ATmega328P, amely arduino fejlesztőkörnyezetben az Uno nevet viseli. Ez a vezérlőegység már képes a különféle kommunikációs protokollok kezelésére, ezáltal képes az adatok átvitelére a Master eszközre. Emellett elegendő porttal rendelkezik az akár több hőérzékelőtől bejövő adat fogadásához is. A Master eszköznek képesnek kell lennie a kommunikációra a többi eszközzel, valamint elvárás az irányába a komolyabb számítási kapacitás is. Erre a célra többek között megfelelő eszköz Az ATmega 2560 kontrollere, valamint a Raspberry Pi 4 alaplap, amit a raspberry saját operációs rendszerével láttak el. Amennyiben ezt a mikroszámítógépet használnánk fontos a watchdog alkalmazása, ami figyeli a programok folyamatos futását, és amennyiben megakadást érzékel, azaz az eszköz lefagy, automatikusan újraindítja azt. A mikrokontrollereknél nem áll fenn ilyen jellegű veszély, mivel azokban nincs a háttérben futó program, ami megakaszthatná.

4.2.1. ATMega 2560 Arduino fejlesztőkörnyezetben

Az Arduino egy sokoldalú, multifunkcionális fejlesztőplatform, melynek része egy egyszerű fejlesztői környezet, melyben egyszerűen és átláthatóan írhatunk programokat, valamint különböző alaplapok, melyekre a korábban megírt és letesztelt programokat feltölthetjük. Ezeknek az alaplapoknak segítségével vezérelhetünk elektronikai eszközöket és kaphatunk visszajelzést akár a számítógépünkre is. Kiegészítők rendkívül széles választéka enged szabad teret ad a további rendszerfejlesztéseknek. Az Arduino Mega 2560 alaplap az Arduino kínálatából a legtöbb csatlakozási porttal rendelkező lap, amely 54 digitális I/O és 16 analóg bemeneti csatlakozási lehetőséget jelent. A processzora egy magos, tehát a végrehajtandó műveleteket nem tudjuk párhuzamosan végezni csak lineárisan. A belső memóriája 256 kB amiből a bootloader 8 kB-ot használ. Ez bármilyen kevésnek is tűnik, bonyolultabb programok minden komplikációtól mentes lefutását is lehetővé teszi.

4.2.2. Raspberry Pi 4 modell B

A Raspberry Pi egy mikroszámítógép melynek operációs rendszere különböző linux-disztribúciók, mint a Raspbian, ami egy kifejezetten a Raspberry Pi-ra optimalizált operációs

rendszer. komoly számítógép szintre emelik a hardware-es tulajdonságai, mint például a 2 GB RAM, a 4 magos 1,5 GHz-es processzor, mely bonyolultabb programunk több szálon történő futását teszi lehetővé, valamint csatlakozási lehetőségeink szintúgy vezetékes - LAN, USB 3.0, 40 pin-es GPIO, HDMI, kamera-, és kijelző, mint vezeték nélküli – beépített WiFi, és Bluetooth – széles köre.

4.2.3. ATtiny2313

A nagy teljesítményű Microchip picoPower® AVR® RISC-alapú CMOS 8 bites mikrokontroller 2 KB Flash memóriát, 128B EEPROM-ot, 128B SRAM-ot, 18 általános célú I/O vonalat, 32 általános célú munkaregisztert, egy egyvezetékes interfészt a chipen belüli hibakereséshez, két rugalmas időzítőt/számlálót összehasonlítási móddal, belső és külső megszakításokat, soros programozható USART-ot, univerzális soros interfészt (USI) indítási feltétel érzékelővel, programozható watchdog időzítőt belső oszcillátorral és három, szoftveresen választható energiatakarékos üzemmódot tartalmaz. Az eszköz 1,8-5,5 volt között működik. A nagy teljesítményű utasítások egyetlen órajelciklusban történő végrehajtásával az eszköz MHz-enként egy MIPS-et megközelítő teljesítményt ér el, egyensúlyt teremtve az energiafogyasztás és a feldolgozási sebesség között. Ezen felül nagy előnyei, hogy akár 120 utasítást képes egy órajelciklus alatt, illetve teljesen statikus működésű, ami azt jelenti, hogy nincs operációs rendszer, amely esetenként lefagyásra vagy túlterhelés esetén váratlan újraindításokat generálhat.

4.3. Adatforrások és adatfolyamok beazonosítása

Az elektromos jel egy fizikai mennyiség, amely időben változik, és információt közvetít. Az információhordozó lehet az elektromos áram potenciál különbsége, az intenzitása, de az amplitúdója, vagy a frekvenciája is. Az elektromos jeleket általában az általuk továbbított információ jellege különbözteti meg. Az analóg jel esetén az elektromos mennyiség értéke tetszőlegesen változhat az átviteli csatorna által meghatározott határokon belül. Digitális jel esetében ez csak két érték lehet: igaz vagy hamis. A járműbe szerelt egység beérkező jeleinek formája egységesen elektromos, mivel magukat az érzékelt fizikai megváltozásokat erre a célra kialakított áramkörök elektromos, azon belül is jellemzően digitális jellé alakítják át.



1. ábra A fizikai jellemző digitális jellé konvertálása

forrás: saját szerkesztés

A beépített egység inputjai a több, különböző hőmérőből, és a felhasználói felületről érkező információkból tevődik össze. Ezeket a jellemzőket az érzékelők analóg jelként érzékelik és a beépített ADC (analóg digitális konverter) alakítja digitális jellé, ami a mikrokontrollernek könnyíti meg a jelek feldolgozását és annak mentését. Ez a mentés segít később a jelek analizálásában, illetve probléma esetén a hiba feltárását, megoldását.

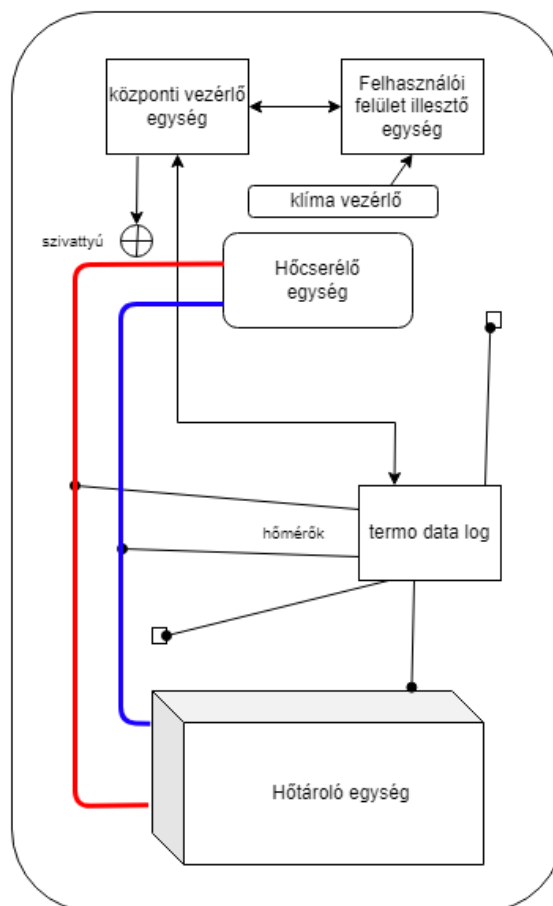
4.4. Az alkalmazható vezérlési elvek elemzése

A vezérléstechnika az irányítástechnika egyik válfaja. Vezérlést akkor alkalmazhatunk, ha rendelkezésünkre áll a vezérelt berendezés egy modellje, amely bármely bemeneti jelkombináció esetén elegendően pontosan megadja a vezérelt jel(ek) értékét. Jellemzője, hogy a hatáslánc nyitott. A nyitott hatáslánc azt jelenti, hogy nem az előírt, és a tényleges vezérelt jellemző közötti különbség határozza meg a rendelkező jelet. A vezérlés nagy előnye, hogy strukturálisan stabil, nem léphet fel öngerjedés. Bonyolult technológia, vagy berendezés vezérlésének leírásához elegendő a beavatkozási pontok, működési feltételeinek definiálása, és így egyszerű hatásláncokból építhető fel a bonyolult rendszer.

A járműben a központi vezérlő egység koordinál mindent. Ennek a kimenő jelei elektromos jelek és azon belül is jellemzően digitális jelek. A végső kimenő jellemző lehet elektromos, illetve mechanikus is. Elektromos jelek többek között a felhasználói felület grafikus megjelenítője, valamint a beérkező adatok mentett formátuma, mechanikai jellemző például a keringető szivattyú térfogatáramának változtatása.

4.5. A vezérlés rendszervázlata

A rendszerterv a rendszer műszaki megvalósítását ismertető dokumentum. Tartalmazza a felhasznált technológia leírását, a rendszer műszaki felépítését. A dokumentum a nem funkcionális képességekre, technológiára, műszaki aspektusokra fókuszál, a funkcionális kérdések csak olyan mélységben merülnek itt fel, amilyen mértékben közvetlen hatással vannak a műszaki megvalósítás mikéntjére. A rendszerterv azt a műszaki keretet definiálja, amely a rendszernek a technológiai vázát adja.



2. ábra A beépített egység terve
forrás: saját szerkesztés

A rendszertervnek nem célja, hogy az üzleti funkciókat megvalósító algoritmusokat ismertesse. A rendszerterv a műszaki keretet definiálja, de nem tér ki minden funkcionális elem részletes műszaki megvalósítására (az a fizikai rendszerterv része).

4.5.1. A központi vezérlő

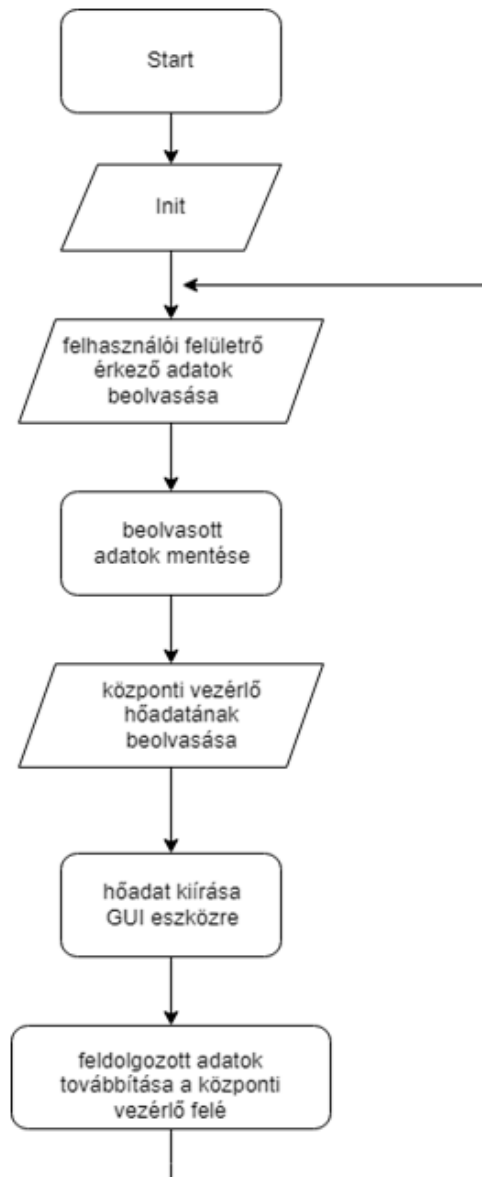
A központi vezérlő egység végzi a beavatkozásokat. A hőmérő modultól kapja meg, hogy adott pillanatban milyen hőmérsékleti viszonyok uralkodnak a gépjármű belsejében, a gépjárművön kívül, valamint a hőtároló rendszerben. Ezután lekéri a felhasználói felület moduljától, hogy mi a felhasználó igénye, és ezek alapján vezérli a keringető szivattyút, hogy mekkora térfogatáramra van szükség, majd ezek után a felhasználói modulra kiküldi, hogy mekkora az utastér hőmérséklete, valamint az előremenő, és a visszatérő hőmérséklet a rendszerben.



3. ábra A központi vezérlő gráfja
forrás: saját szerkesztés

4.5.2. Felhasználói felület illesztő

Ez az egység a felhasználói felületről, azaz a klíma vezérlő panelről érkező információkat digitalizálja, elmenti és a felhasználó által kiadott parancsokat továbbítja a központi vezérlő felé, illetve az onnan érkező információkat kiírja egy folyadékkristályos képernyőre.



4. ábra A felhasználói felület gráfja
forrás: saját szerkesztés

4.5.3. Hőmérő- és feldolgozó

A hőmérő- és feldolgozó központ a jármű és a rendszer különböző pontjain elhelyezett hőmérőkből bejövő adatokat fogadja, és elvégzi a feldolgozásukat. A megfelelő hő adatokat átlagolja, amennyiben bármelyik meghaladja a kritikus értéket azonnal riasztást ad ki. A beérkezett és a számított adatokat menti, és a beavatkozáshoz szükséges adatokat tovább küldi a központi vezérlő felé.



5. ábra A hőmérő- és feldolgozó gráfja
forrás: saját szerkesztés

4.6. A külső egység elektronikai rendszere

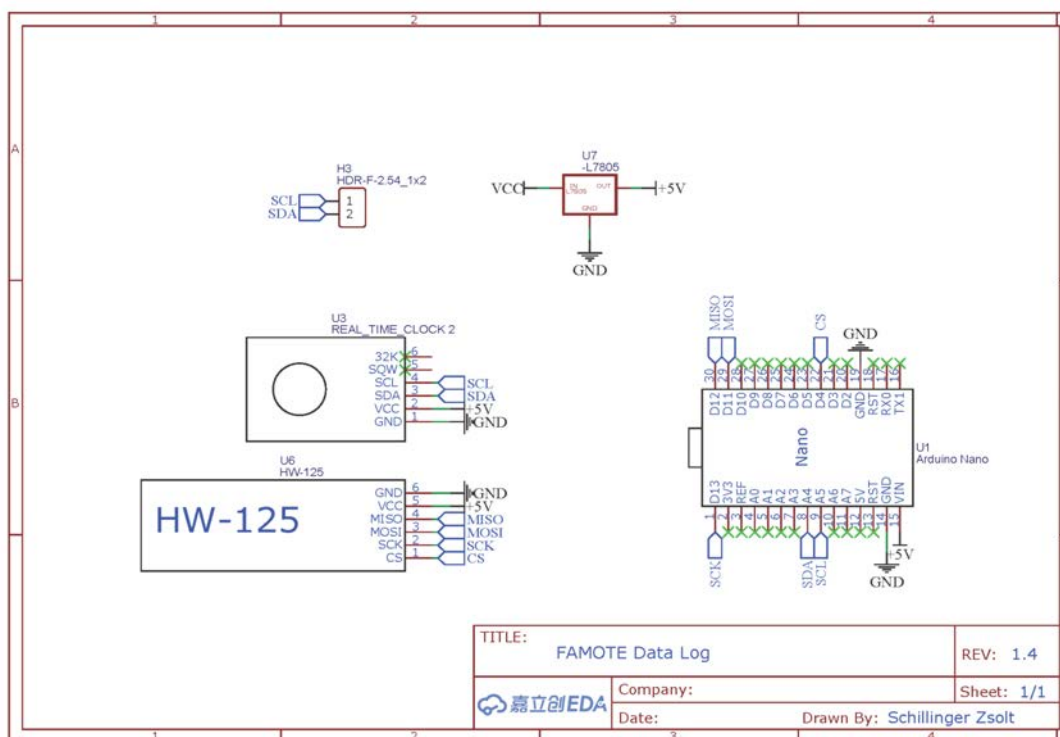
A külső egységen lehet beállítani, hogy éppen hideg vagy meleg energiát szeretnének előállítani, illetve hogy az autó rendszere éppen rá van csatlakoztatva vagy még nincs. A felhasználó az LCD kijelzőn kap visszajelzést az aktuális beállításokról, illetve állapotjelző LED izzókat helyeztem el, az átláthatóság kedvéért. A működtetés egyszerű billenő kapcsolóval és nyomógombokkal történik a könnyű kezelhetőség miatt.

A külső egységbe beépített alkatrészek listáját az alábbi táblázat tartalmazza.

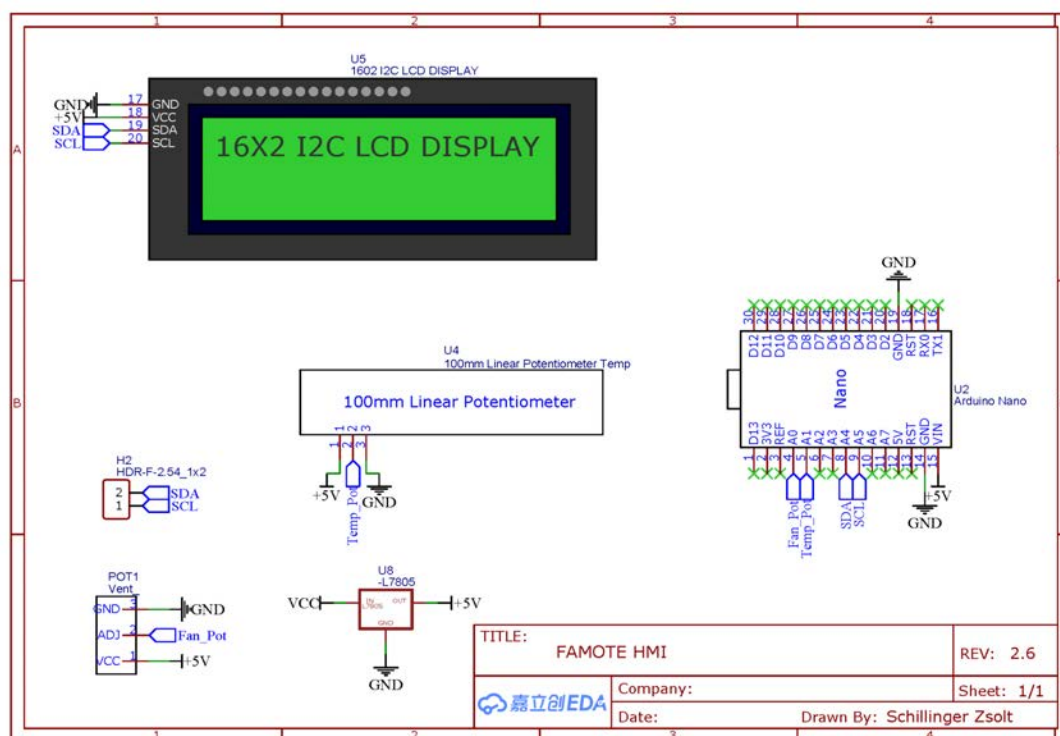
1. táblázat A külső egységbe beépített alkatrészek listája

ID	Megnevezés	Jelölés	Mennyiség
1	K4-6×6_TH Button	KEY1, KEY2, KEY3, KEY4, KEY5, KEY6	6 db
2	LED-TH-5mm_G	LED1, LED2, LED3, LED4, LED5, LED6	6 db
3	470 Resistor	R1, R2, R3, R4, R5, R6	6 db
4	10k Resistor	R7, R8, R9, R10, R11, R12	6 db
5	Pump_Relay	RL1	1 db
6	Heater_Relay	RL2	1 db
7	Climate_Relay	RL3	1 db
8	Valve_Relay	RL4	1 db
9	MRS-101-C3 Switch	SW1	1 db
10	ARDUINO_R3_ICSP	U1	1 db
11	L7805 Voltage regulator	U2, U5	2 db
12	REAL_TIME_CLOCK 2	U3	1 db
13	1602 I2C LCD DISPLAY	U4	1 db
14	HW-125 Card reader	U6	1 db
15	DS18B20 Temp sens	U7	1 db
16	DHT11 Temp sens	U8	1 db
17	YF-S201 Flow sens	U9	1 db

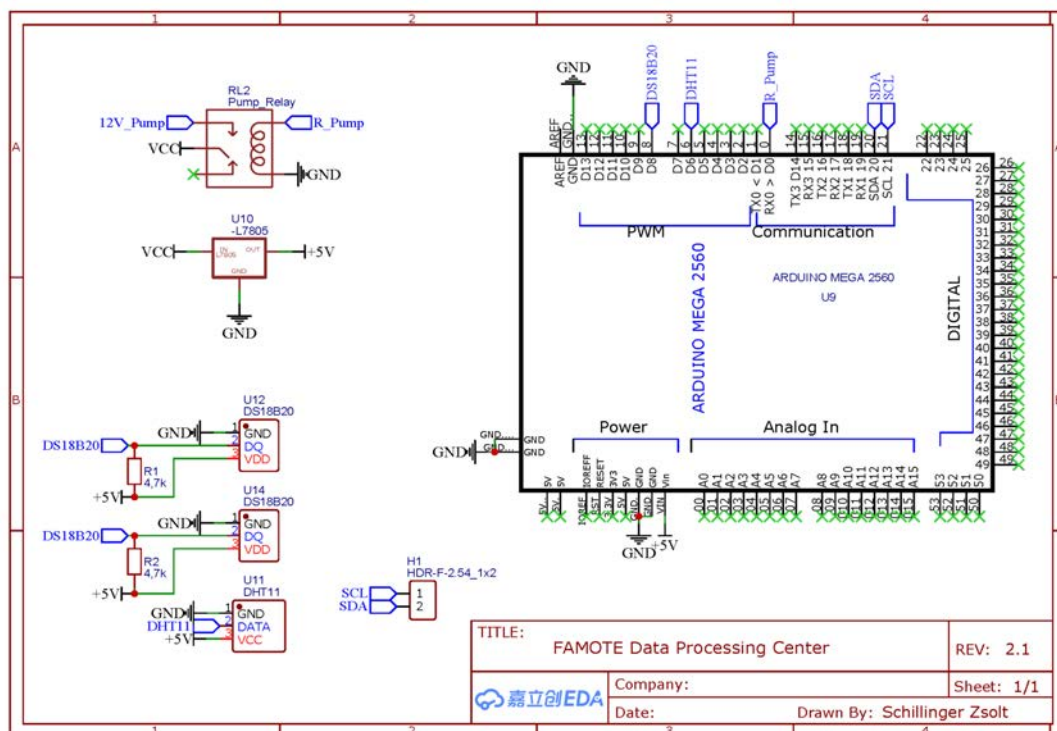
4.7. Az autóban elhelyezett elektronikai egység felépítése



7. ábra A járműben elhelyezett adattároló egység kapcsolási rajza
forrás: saját szerkesztés



8. ábra A járműben elhelyezett Human-Machine Interface egység kapcsolási rajza
forrás: saját szerkesztés



9. ábra A járműben elhelyezett központi egység kapcsolási rajza
forrás: saját szerkesztés

A járműben elhelyezett egységbe beépített alkatrészek listáját az alábbi táblázat tartalmazza.

2. táblázat A külső egységbe beépített alkatrészek listája

ID	Megnevezés	Jelölés	Mennyiség
1	HDR-F-2.54_1x2	H1, H2, H3	3 db
2	Vent_	POT1	1 db
3	4,7k	R1, R2	2 db
4	Pump_Relay	RL2	1 db
5	Arduino Nano	U1, U2	2 db
6	REAL_TIME_CLOCK 2	U3	1 db
7	100mm Linear Potentiometer Temp	U4	1 db
8	1602 I2C LCD DISPLAY	U5	1 db

9	HW-125	U6	1 db
10	ARDUINO MEGA 2560	U9	1 db
11	DHT11	U11	1 db
12	DS18B20	U12, U14	2 db

5. A vezérlés komponenseinek kiválasztási folyamata és eredménye

A FAMOTE rendszer vezérlése a két, a külső és a belső alrendszer vezérlését is magában foglalja. A komplex rendszer vezérlésével szemben támasztott követelmények meghatározását követően meghatározásra kerültek a vezérlés funkciói. Annak érdekében, hogy a vezérlés a lehető legjobban illeszkedjen a rendszerelemekhez, ki kellett dolgoznom a vezérlőrendszert alkotó elemekre vonatkozó döntési szempontrendszert, majd ki kellett választanom a beépítésre kerülő vezérlő elemeket. Tekintettel a rendszer funkcióira kiemelten kellett kezelni a biztonsági kérdéseket, az üzemeltetési kockázatokat és az ezekhez kapcsolódó kockázatkezelést.

5.1. A vezérléssel szemben támasztott követelmények

A vezérlés a rendszer központi eleme. Ez érzékelőkből, beavatkozókból, magából a vezérlő elektronikából és a vezérlési algoritmusból áll össze. Mivel a rendszerben komoly szerepe van, fontos elvárásaim vannak ezzel kapcsolatban, melyek a stabilitás, mivel a vezérlőrendszernek biztosítani kell, hogy a vezérelt rendszer stabil maradjon, és ne mutasson hibás viselkedést vagy rezgéseket. A stabilitás alapvető fontosságú a rendszer megbízható működéséhez. A pontosság, hiszen a vezérlőrendszernek pontos vezérlést kell biztosítani a kezelt rendszer felett. Fenntartja a kívánt beállítási pontot, és minimalizálja a hibákat vagy eltéréseket. A reaktivitás, azaz a gyors reagálás, mivel a vezérlőrendszernek azonnal reagálnia kell a vezérelt rendszer feltételeinek vagy bemeneteinek változásaira. Ez kritikus fontosságú a gyors beállítást igénylő rendszerek esetében. A skálázhatóság azért fontos, mivel a vezérlőrendszernek különböző rendszerméretű, összetettségi szintű vagy jövőbeli bővítési követelményekkel is kompatibilisnek kell lennie. Fontos a megbízhatóság. A vezérlőrendszernek rendkívül megbízhatónak kell lennie, hogy normál és hibás körülmények között is rendeltetésszerűen működjön. A karbantarthatóságra is szükséges figyelmet fordítani. A vezérlőrendszert úgy kell megtervezni, hogy könnyen karbantartható legyen, beleértve a hibák diagnosztizálását és javítását, a szoftver frissítését és az alkatrészek szükség szerinti cseréjét, valamint a kommunikáció is figyelmet érdemel, hogy a többi komponenssel vagy rendszerrel való információcsere zavartalanul tudjon működni.

5.2. A vezérlés funkciói

A vezérlés három részből áll össze. Az első részegység kezeli a HMI (Human Machine Interface) részt, azaz a felhasználói felületet. A gépjárműben elhelyezett egységben ez a klímapanelt jelenti, amelyet külsőleg meghagytam az eredeti kinézetében, viszont a forgó kapcsolók toló potenciométerhez, illetve enkóderhez csatlakoznak, hogy a felhasználó által beállított értékek elektromosan továbbíthatóak és feldolgozhatóak legyenek. A külső egységnél a HMI magában foglalja a gombokat és kapcsolókat, melyekkel az előkészíteni kívánt hőmérséklet tartomány beállítható, valamint egy lcd kijelző melyen keresztül a felhasználó visszajelzést kap a rendszer állapotáról.

A rendszer következő eleme egy adattároló napló, ami dátum és időponthoz kötve folyamatosan menti a rendszer állapotára vonatkozó adat értékeket. Így egy meghibásodás esetén visszakövethető, hogy mi okozhatta azt. Ez mindkét egységben ugyanúgy megtalálható.

A harmadik és egyben legfontosabb része a vezérlésnek a központi elem. Ez dolgozza fel a beérkező jeleket a HMI-ből és a szenzoroktól, végzi a beavatkozásokat a beérkező jelek alapján, és a naplózáshoz továbbítja a mért és számított jellemzőket.

Szenzorok közül többféle hőmérséklet mérőt alkalmaztam, a külső hő- és páratartalom mérésére, valamint a hőszállító közeg aktuális hőmérsékletének mérésére. beszereltem a szivattyú után egy térfogatáram mérőt, aminek segítségével ellenőrizni lehet, hogy a szivattyú valóban bekapcsolt, mivel abban az esetben, ha keringés nélkül működtetjük a fűtőszálát, az akár véglegesen károsodhat. Ezek mellett a rendszerben egy nyomásmérő is kapott helyet. A kiegyenlítő tartály miatt a rendszerben nem lehet túlnyomás, így ennek mindössze biztonsági jelentősége van. Amennyiben a rendszerben túlnyomás alakul ki, valahol hiba lépett fel. Vezérelt alkatrészekből a rendszerben van egy fűtőszál, egy klímakompresszor, és egy elektromosan működtetett 3-utas útváltó szelep.

A kompresszor és a fűtőszál hálózati feszültség forrásból üzemeltethető, így azokat egy-egy relén keresztül vezérelem, míg az útváltó szelepnél a nagy áramfelvétele miatt döntöttem egy relé beépítése mellett. Az útváltó szelep alaphelyzetben a külső egységen belülről kapcsol, így a keringetéssel egy, a külső egységben elhelyezett, hőtárolóba lehet a megtermelt hőenergiát eltárolni, ezzel is meggyorsítva a járműbe történő hőszállítást.

5.3. A vezérlő rendszert alkotó elemekre vonatkozó döntési szempontrendszer

A vezérlőrendszer alkotó elemekre vonatkozó döntés összetett, és tartalmazza a beszerezhetőség, analóg és digitális portok száma, programozhatóság, kompatibilitás másik microcontrollerrel, alaplapi képernyő kimenet, érintőkijelző modul kapcsolható hozzá, külön WiFi/Bluetooth, GSM kompatibilitás szempontjait.

A szempontok meghatározása az alapján történt, hogy egy egységben nem feltétlenül egy mikrovezérlő látja el a teljes vezérlési feladatot. ez lehet azért, mert az algoritmus lett olyan komplex, hogy mellette a számítási feladatok végrehajtását inkább egy alacsonyabb teljesítményű vezérlőre bízta, vagy az áthidalni kívánt távolságokat egyszerűbben és kevesebb vezeték felhasználásával tudta biztosítani. Az egyes mikrovezérlők között I²C-csatornán folyik a kommunikáció. Ez egy multi-master/multi-slave soros kommunikációs busz. Egyszerű kialakítású, és a megvalósítása is egyszerű az egyedi címezések használatával. A felhasználó informálására a legkényelmesebb módszer egy karakteres kijelző, ennek okán a kijelző csatlakoztatása is kulcskérdés a kiválasztás során. Illetve az érzékelők és beavatkozók mennyisége okán a ki- és bemenetek száma sem elhanyagolható.

5.4. Döntési mátrix, rendszerelemek kiválasztása

A vezérlőegység kiválasztásához egy döntési mátrixot készítettem, mely alapján rangsoroltam pontozás alapján a lehetséges vezérlő egységek fő peremfeltételeit, illetve nem utolsó sorban ezen egységek beszerezhetőségét.

3. számú táblázat: Külső egység vezérléséhez kapcsolódó kiválasztási mátrix

	Attiny 2313A	Arduino ATMega328p	Raspberry Pi 4	STM32 Nucleo 64	Banana Pi M5
Beszerezhetőség	4	5	5	4	4
Analóg és digitális portok száma	3	5	4	5	4
Programozhatóság	5	5	2	5	2
Kompatibilitás másik microcontrollerrel	5	5	5	4	4
Alaplapi képernyő kimenet	1	3	4	3	4
Érintőkijelző modul kapcsolható hozzá	1	1	5	1	4
Külön wifi/Bluetooth	5	5	2	5	2
GSM kompatibilitás	2	4	5	4	5
Összesen:	26	33	32	31	29

forrás: saját szerkesztés

A lehetséges vezérlők tulajdonságai alapján megalkotott döntési mátrix a járműben elhelyezett egységekre:

4. számú táblázat: Belső egység vezérléséhez kapcsolódó kiválasztási mátrix

	Attiny 2313A	Arduino ATMega2560	Raspberry Pi 4	STM32 Nucleo 64	Banana Pi M5
Beszerezhetőség	4	5	5	4	4
Analóg és digitális portok száma	3	5	4	5	4
Programozhatóság	5	5	2	5	2
Kompatibilitás másik microcontrollerrel	5	5	5	4	4
Alaplapi képernyő kimenet	1	3	4	3	4
Érintőkijelző modul kapcsolható hozzá	1	3	5	1	4
Külön wifi/Bluetooth	5	5	2	5	2
GSM kompatibilitás	2	4	5	4	5
Összesen:	26	35	32	31	29

forrás: saját szerkesztés

Döntés eredménye: a külső rendszer vezérlésére Atmel ATMega 328p-t, míg a belső rendszer vezérléshez az Atmel ATMega2560-t választottam, mivel a korábban felsorolt szempontoknak az összehasonlított mikrovezérlők közül ez volt ami a leginkább megfelelt.

5.5. Biztonsági kérdések, kockázatok, kockázatkezelés

A fűtési és hűtési rendszerek vezérlőegységei, mint például a termosztátok vagy a központi vezérlőpanelek, döntő szerepet játszanak a hőmérséklet szabályozásában és a rendszer hatékony működésének biztosításában. Ezek azonban nem mentesek a kockázatoktól és a lehetséges problémáktól.

- Meghibásodás vagy meghibásodás: A vezérlőegységek elektronikus eszközök, és mint minden elektronikus alkatrész, idővel meghibásodhatnak különböző tényezők, például kopás, elektromos túlfeszültségek vagy gyártási hibák miatt. Ha egy vezérlőegység meghibásodik, az megzavarhatja az egész fűtési és hűtési rendszert.

- **Kompatibilitási problémák:** A vezérlőegységek cseréje vagy korszerűsítése esetén kompatibilitási problémák merülhetnek fel a meglévő rendszerelemekkel. Ez a vezérlőegység és a fűtő- és hűtőberendezés közötti eltéréshez vezethet, ami működési problémákat okozhat.
- **Szoftverhibák:** Sok modern vezérlőegység beágyazott szoftverrel rendelkezik a fokozott funkcionalitás érdekében. A szoftver hibái vagy hibás működése szabálytalan viselkedéshez, helytelen hőmérséklet-méréshez vagy váratlan rendszerüzemeltetéshez vezethet. A rendszeres szoftverfrissítés és karbantartás elengedhetetlen a kockázat csökkentéséhez.
- **Érzékelő problémák:** A vezérlőegységek különböző érzékelőkre támaszkodnak a hőmérséklet és más környezeti tényezők méréséhez. Ha ezek az érzékelők meghibásodnak vagy pontatlanná válnak, az helytelen hőmérsékleti beállításokhoz és csökkentett energiahatékonyságot eredményezhet.
- **Kommunikációs hibák:** Egyes vezérlőegységek egy nagyobb otthoni automatizálási vagy épületirányítási rendszer részét képezik. A kommunikációs hibák vagy hálózati problémák megzavarhatják a vezérlőegység más rendszerelemekkel való kommunikációs képességét, ami a koordináció és a vezérlés hiányához vezethet.
- **Felhasználói hiba:** A felhasználó általi helytelen beállítások vagy működés befolyásolhatja a rendszer teljesítményét. A felhasználói hiba a vezérlőegység funkcióinak nem megfelelő ismeretéből vagy a rendszer nem megfelelő használatából adódhat.
- **Fizikai sérülés:** A vezérlőegység fizikai sérülése baleset, helytelen kezelés vagy környezeti tényezők, például vízkár vagy szélsőséges hőmérséklet következtében keletkezhet. Az ilyen sérülések miatt a vezérlőegység működésképtelenné válhat.
- **A redundancia hiánya:** Egyes vezérlőegységek nem rendelkeznek redundanciafunkciókkal. Ha egyetlen vezérlőegység felelős a teljes rendszer kezeléséért, egy meghibásodás a fűtés vagy hűtés hiányát eredményezheti, amíg a készüléket meg nem javítják vagy ki nem cserélik.

A kockázatok mérséklése érdekében elengedhetetlen a rendszeres karbantartás, az időszakos ellenőrzések és a felhasználói kézikönyvben leírtak betartása. A robusztus kiberbiztonsági funkciókkal rendelkező vezérlőegységekbe való beruházás és a fűtési és hűtési rendszerrel való kompatibilitás biztosítása szintén segíthet a problémák valószínűségének

csökkentésében. Emellett a kritikus alkalmazásokban a tartalék vagy redundáns vezérlőegységek további biztonsági szintet jelenthetnek meghibásodás esetén.

6. A fejlesztés során használt elektronika létrehozása⁴

A vezérlés alapvetően két, a külső és a belső egységben található részből áll. Ezen részek külön-külön és együttesen is vezérlendőek, aminek megvalósítása komoly műszaki kihívás volt.

6.1. Szükséges anyagok beszerzése

A szükséges anyagok kiválasztása után a beszerzések helyét optimalizáltam olyan szempontból, hogy minél kevesebb helyről kelljen megrendelni az alkatrészeket. A részletes anyaglistát a 2. számú melléklet tartalmazza. A megrendelés és a szállítás során minden gördülékenyen ment, leszámítva, hogy az akkor fennálló félvezető hiány miatt az Atmega2560 mikrokontrollerrel szerelt fejlesztőlapok szállítási ideje hosszabb volt a vártnál, viszont az eladó folyamatosan tájékoztatott.

6.2. Az összeállítás folyamata

A beérkezett elemek tételes ellenőrzése során megbizonyosodtam arról, hogy minden, a vezérlés elkészítéséhez szükséges alap- és kellékanyag rendelkezésre áll. Az egyes rendszerelemek szemrevételes vizsgálatát követően azok működőképességét ellenőriztem annak érdekében, hogy a beépítés során ne jelentsen kockázatot egy esetleges meghibásodás. Az elkészített rendszerterv alapján állítottam össze a külső és a belső egység vezérlését.

6.2.1. A külső egység vezérlésének összeállítása.

1. lépés: A mikrovezérlő használt lábainak csatlakoztatása egy csatlakozó aljzatba a későbbi szerelhetőség megkönnyítése érdekében;
2. lépés: A korábban elkészített kapcsolási rajz alapján kábelköteget készítettem, mely a mikrovezérlő csatlakozójától a szenzor, vagy az aktuátor csatlakozójáig tart;
3. lépés: A szenzorok rögzítése, az előre kialakított helyükre;
4. lépés: A szenzorok és a vezérlő csatlakoztatása a kábelköteggel;
5. lépés: Vezérlési logika elkészítése és a kontrollerre feltöltés;
6. lépés: végső ellenőrzés, tesztelés;

⁴ A 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00071 azonosító számú, "Folyadék alapú moduláris temperáló egység (FAMOTE) kutatás-fejlesztése elektromos meghajtású közúti járművek számára" című projekt kutatás-fejlesztési feladatainak végrehajtása során elért eredmények alapján

6.2.2. A belső egység vezérlésének összeállítása

1. lépés: A mikrovezérlő használt lábainak csatlakoztatása egy csatlakozó aljzatba a későbbi szerelhetőség megkönnyítése érdekében
2. lépés: A korábban elkészített kapcsolási rajz alapján kábelköteget készítettem, mely a mikrovezérlő csatlakozójától a szenzor, vagy az aktuátor csatlakozójáig tart
3. lépés: A szenzorok rögzítése, az előre kialakított helyükre
4. lépés: A szenzorok és a vezérlő csatlakoztatása a kábelköteggel
5. lépés: Vezérlési logika elkészítése és a controllerre feltöltés
6. lépés: végső ellenőrzés, tesztelés

6.3. Beüzemelés és tesztelés (külső és belső egységbe)

Az elkészült rendszerterv alapján összeállított vezérlések beüzemelése a szakma szabályainak megfelelő módon történt. A beüzemelés folyamata⁵:

1. lépés: A klímarendszer feltöltése
2. lépés: A rendszer feltöltése hűszállító folyadékkal
3. lépés: Csatlakoztatás hálózati energiaforráshoz
4. lépés: Rendszer bekapcsolása után a program betölt, innentől használható a felhasználói felület gombjaival, visszajelzést pedig a szintén ezen a felületen elhelyezett lcd kijelzőn és LED fényekkel kap a felhasználó visszajelzést a rendszer állapotáról
5. lépés: Hűtés vagy Fűtés gomb megnyomásával a kiválasztott program elindul és a hőtároló tartályba a rendszer hőenergiát kezd termelni.
6. lépés: A gépjármű csatlakoztatása után az erre a célra dedikált gomb megnyomásával a útváltó szelep átkapcsol és a hőenergiát a járműbe szállítja a keringető szivattyú.

⁵ Az első két lépésre csak a legelső használat előtt volt szükség

6.4. Rendszerintegráció

A mechatronikai rendszerintegráció olyan multidiszciplináris megközelítés, amely a mechanikát, az elektronikát és a számítástechnikát egyesíti, hogy olyan egységes rendszert hozzon létre, melyek együtt dolgoznak egy gép tervezett funkcionalitásának elérése érdekében, hogy az precízen és hatékonyan hajtsa végre a feladatokat. Ez a gyakorlat a modern mérnöki munka középpontjában áll, és számos iparágat átfog, például a robotikát, az automatizálást, az autóiipart, a gyártást és még sok mást. A mechatronikai rendszerintegráció jelentősége többek között a teljesítmény fokozása. A mechanikus alkatrészek, érzékelők és szoftverek harmonikus együttműködésével a rendszer teljesítménye tovább javítható és a pontossága is tovább növelhető. Fontos szempont számunkra a valós idejű adatfeldolgozás. A mechatronikai rendszerek képesek feldolgozni az érzékelőkből származó valós idejű adatokat, lehetővé téve a gyors döntéshozatalt és visszajelzést. Ez felbecsülhetetlen értékű az olyan alkalmazásokban, mint a gyártás minőség ellenőrzés, és az egyéb olyan feladatok, ahol szabályozás történik. A mechatronika biztosítja, hogy a rendszerek nagyfokú pontosságot és precizitást érjenek el, így olyan feladatokra alkalmas, ahol a következetesség és a megbízhatóság kritikus fontosságú. Az integrált vezérlőrendszerek optimalizálhatják az energiafelhasználást, csökkentve ezzel a környezeti hatásokat. Valamint a mechanikus és elektromos alkatrészek integrációjának optimalizálásával csökkenthetjük a gyártási költségeket. Ez a tervezés egyszerűsítésével, és az anyagfelhasználás csökkenését is magával hozza, melyek szintén segítenek abban, hogy környezettudatosabban gyártsunk termékeket. Emellett az alkatrészek megfelelő integrálása növelheti a rendszer általános megbízhatóságát. A megfelelően tervezett és integrált mechanikus és elektromos rendszerek kevésbé hajlamosak az elhasználódásra, és nagyobb valószínűséggel működnek tartósan.

6.4.1. Beépítés a külső egységbe

A vezérlés beépítése a külső egységbe a fizikai beszereléssel kezdtem, azt az elektronikus elemek és szenzorok bekötése követte. A nagyobb alkatrészek kaptak először helyet, mint a hőcserélő tartály, valamint a klímakompresszor. Ezeket egy csőhálózattal kötöttem össze a keringető szivattyúval és a hőcserélő tartály oldalán egy 6/4" csőben elhelyezett fűtőpatronnal. A kompresszort és a tartályt gumialátéttal és csavarrögzítéssel építettem be. A gumialátétre a rezgéscsillapítás miatt volt szükség. A csőhálózatot az illesztéseknél folyékony hidraulikai csőmenet tömítővel illesztettem össze, megelőzve a tömítetlenség kialakulását. A szenzoroknak előre kialakított helyük voltak az egyes elemekben, például a hőmérőknek

mérőhüvely került kialakításra, így azokat utólag be tudtam illeszteni oda. Végül a vezérlés elemeit szereltem be. A szekrény hátsó oldalán egy sínt építettem be az elektronikai komponensek számára. Erre rögzítettem a különböző részeit a vezérlésnek külön-külön egy 3D nyomtatással készített dobozba, majd a vezérlés és a szenzorok, illetve aktuátorok elektromos összekötését valósítottam meg. A vezetékeket kábelsínekben vezettem ahol tudtam, a mechanikai védelem érdekében. A kábelsínt kétoldalú ragasztóval rögzítettem a külső egység szekrényének szerkezetéhez.

6.4.2. Beépítés a járműbe

A projekt fizikai zárásának tervezett időpontja 2024. február 29-e, így a rendszerintegráció a szakdolgozat leadási határidejéig nem készült el, jelenleg is zajlik. Az elvégzett részfeladatok arra engednek következtetni, hogy a vezérlés járműbe történő beépítése a tervezettől nem fog eltérni.

7. Következtetések, további kutatási irányok

A kutatás-fejlesztési projekt során létrehozott elektromos járművek hűtő-fűtő rendszerének vezérlése megtervezhető és létrehozható volt oly módon, hogy annak segítségével a rendszer képes legyen a hideg és meleg közegben raktározott energiát az utas- vagy csomagtér hűtésére vagy fűtésére felhasználni.

7.1. Kitűzött célok elérése

Munkám megkezdésekor a rendszer komplexitásához illeszkedően strukturált célrendszert határoztam meg, az alábbiak szerint:

1. a vezérlési algoritmusok sajátosságainak ismeretében az alkalmazható elektronikai egységek vizsgálatának végrehajtása,
2. a vezérlés rendszervázlatának és rendszertervének elkészítése, és
3. a vezérlőegység integrációjának bemutatása.

A "Folyadék alapú moduláris temperáló egység (FAMOTE) kutatás-fejlesztése elektromos meghajtású közúti járművek számára" munkacímű kutatás-fejlesztési és innovációs projektben végzett feladatok részeként megvizsgáltam a vezérlési algoritmusok sajátosságait és azok ismeretében végrehajtottam, az alkalmazható elektronikai egységek vizsgálatát. Szakdolgozatomban bemutattam, miként állítottam össze a vezérlés rendszervázlatát és ismertettem a rendszertervet is, melyet a vezérlőegység integrációjának bemutatása követett, így a munkám megkezdésekor kitűzött célokat elértem.

7.2. További kutatási irányok meghatározása

Az elektromos autók belső fűtési és hűtési rendszereinek kutatása kiemelkedő fontosságú az elektromos járművek hatékonyabbá, kényelmesebbé és fenntarthatóbbá tételének törekvésében. A további kutatás számos iránya jelentősen hozzájárulhat e rendszerek fejlesztéséhez. Az elektromos autózás mielőbbi elterjedéséhez az energiahatékony klímaberendezési megoldásainak kifejlesztésére van égető szükség, amihez fejlett anyagok és technológiák feltárására van szükség. A fejlesztések során javítani kell a szigetelést és a hőgazdálkodást, és végső soron csökkenteni a fűtő- és hűtőrendszerek energiafogyasztását. Kulcsfontosságú lesz a későbbiekben az intelligens hőmérséklet-szabályozás. Ez magában foglalja az intelligens rendszerek létrehozásának lehetőségeit, amelyek érzékelőket és

előrejelző algoritmusokat használnak a jármű belsejében a kényelmes hőmérséklet fenntartásához. Ezeknek a rendszereknek nemcsak az utasok kényelmét kell fokozniuk, hanem az energiafelhasználást is optimalizálniuk kell, biztosítva a lehető leghatékonyabb működést. Vizsgálni kell a fenntartható hűtési módszereket. Mivel az autóipar keresi a környezeti lábnyom csökkentésének módjait, a környezetbarát és energiahatékony hűtési technológiák feltárása alapvető fontosságú. Ez magában foglalhatja a szilárdtest-hűtési módszerek kutatását, valamint az alacsony globális felmelegedési potenciállal rendelkező fejlett hűtőközegek vizsgálatát, amelyek fenntarthatóbb alternatívákat kínálnak a jelenlegi rendszerekhez képest. A belső alkatrészek korszerű anyagainak kutatása tovább javíthatja a hőszigetelést és csökkentheti a hőátadást, ezáltal fokozva az utastér általános komfortérzetét. Az ilyen anyagok hozzájárulhatnak az elektromos autókban a kellemesebb és energiatakarékosabb környezet kialakításához. A termikus energiatárolási megoldások vizsgálata továbbra is indokolt, mivel az energiatranszformáció nélküli fűtés hatékonysága kiemelkedő. Ezek a rendszerek képesek a jármű működése során keletkező felesleges hőt, például a mechanikus fékezés, az akkumulátor töltés vagy kisülés során termelődő hőt meg lehet kötni és szükség esetén leadni az utastér felmelegítésére, csökkentve ezzel a jármű akkumulátorának energiaigényét.

Az emberközpontú tervezés szintén kritikus szempont már most is, és még inkább így lesz a jövőben. A különböző éghajlati körülmények között a felhasználók preferenciáinak és kényelmének megértése és figyelembevétele kulcsfontosságú az olyan rendszerek létrehozásához, amelyek javítják a vezetési élményt, emellett növelik a közlekedésbiztonságot. Az utasok egyéni igényeinek és kívánságainak figyelembevételével olyan rendszerek tervezhetőek, melyek előnyben részesítik a kényelmet és a könnyű, intuitív használhatóságot. A belső klímaberendezésnek az utasok egészségére és jólétére gyakorolt hatása is nagy lehetőségeket rejtő kutatási terület, ami magában foglalja a levegő minőségének, a páratartalom szabályozásának, valamint a légtisztítók vagy szűrők használatának vizsgálatát az egészségesebb és kényelmesebb utastéri környezet megteremtése érdekében. Jól megválasztott áteresztőképességű (HEPA) szűrők alkalmazásával lehetséges a külső levegőnél jobb minőségű, tisztább belső levegő előállítása. Az ember-gép rendszerek sajátosságaira építve a felhasználó által testre szabható rendszerek egy másik megfontolandó irányt jelenthetnek. Olyan rendszerek modellezése és fejlesztése is indokolt lehet, amelyek lehetővé teszik vezetők számára a kellően stimuláló, ezzel egy időben az utasok számára kényelmes és nyugodt környezet megvalósítását.

Átfogó kutatások végrehajtása során lehetőség nyílna az elektromos járművek fűtési és hűtési rendszereinek fenntarthatóságának és környezeti hatásának vizsgálatára, ami magában foglalhatná a gyártási folyamat és az alkatrészek ártalmatlanításának vizsgálatát, fenntarthatóbb alternatívákat keresve a termék életciklusának minden szakaszában. A műszaki fejlesztéseken kívül vizsgálni és kutatni érdemes az iparágon belüli együttműködés és szabványosítás lehetőségeit is. Különösen igaz ez a különböző elektromos járműmodellekben modulszerűen alkalmazott egységek közötti kompatibilitásra, mellyel nagymértékben hozzá lehet járulni a biztonsági és hatékonysági szempontok érvényre juttatásához. Ez előbbiekkal párhuzamosan nem szabad figyelmen kívül hagyni a szabályozási és politikai környezet iparágra gyakorolt hatását sem.

8. Összefoglalás

Szakedolgozatom alapját a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00071 azonosító számú, “Folyadék alapú moduláris temperáló egység (FAMOTE) kutatás-fejlesztése elektromos meghajtású közúti járművek számára” című kutatás-fejlesztési és innovációs projekt keretében végzett munkám szolgált. Bemutattam a projekt lényeges elemeit, különös tekintettel az általam elvégzett feladatokra, azaz a vezérlőrendszer tervezésére, létrehozására és integrálására egyedileg átalakított elektromos jármű hűtő-fűtő rendszerébe. Ismertettem a fejlesztés által kitűzött célokat és szakdolgozatom célkitűzéseit.

Bemutattam az átfogó szakirodalom feldolgozás eredményeit, különös tekintettel az elektromos autózás térnyerésére és jelentőségére, az elektromos autókban alkalmazott hűtő- és fűtő rendszerekre, az egyes alrendszerre, a jelenlegi kihívásokra és innovációkra, illetve a jövőbeli kihívásokra. Munkám során megállapításokat tettem a hűtési és fűtési rendszerekkel kapcsolatban. A temperáló egység elektronikai felépítésével kapcsolatos feladatok ismertetése során kitértem a vezérlési algoritmusokra, a vezérlésre alkalmas elektronikai egységekre (ATMega 2560 Arduino, Raspberry Pi 4 modell B, ATtiny2313), az adatforrások és adatfolyamok beazonosítására, az alkalmazható vezérlési elvek elemzésére és a vezérlés rendszervázlatának bemutatására is, mely tartalmazza a központi vezérlőt, a felhasználói felület illesztőt és a hőmérő- és feldolgozót. Bemutattam a külső egység és az autóban elhelyezett egység elektronikai felépítését is.

Saját munkám eredményeként bemutattam a vezérlés komponenseinek kiválasztási folyamatát és eredményét, a vezérléssel szemben támasztott követelményeket, a vezérlés funkcióit, a vezérlőrendszert alkotó elemekre vonatkozó döntési szempontrendszert, a döntési mátrixot, rendszerelemek kiválasztását és végül a biztonsági kérdéseket, kockázatokat, kockázatkezelést. Munkám zárásaként ismertettem a fejlesztés során használt elektronika létrehozását, a szükséges anyagok beszerzését, a rendszerek összeállításának folyamatát, majd a beüzemelést és a tesztelést, végül a rendszerintegrációt.

9. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani a témavezetőimnek, Lágymányosi Attilának és Gerda István Zsoltnak, akik észrevételeivel és tanácsaikkal segítették munkámat, valamint rendelkezésemre bocsátották a dolgozat elkészítéséhez szükséges szakirodalmat. Köszönöm kollégáimnak, akikkel együtt dolgoztunk a FAMOTE projekten. Hálával tartozom a Flex-PS 93 Bt.-nek, és az Aloha Informatika Kft.-nek, akik a projekt gazdái voltak és segítették a munkámat.

Köszönöm szüleimnek és testvéreimnek, hogy szeretetükkel támogattak egyetemi tanulmányaim alatt. Köszönöm a barátaimnak, Petinek és Bélának, hogy együtt éltük át az egyetem jó, és néhány nehéz napját.

Végül de nem utolsó sorban szeretném hálásan megköszönni a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Gépészmérnöki Kara valamennyi oktatójának, dolgozójának a lelkiismeretes munkáját, amivel a hallgatók képzését, tanulását és a versenyképes tudás megszerzését támogatja.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Schillinger Zsolt

A Hallgató Neptun kódja: NO2EG3

A dolgozat címe: **Vezérlőrendszer tervezése, létrehozása és integrálása egyedileg átalakított elektromos jármű hűtő-fűtő rendszerébe**

A megjelenés éve: 2023

A tanszék neve: Gépszerkezettani tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év 10 hó 31 nap

Schillinger Zsolt
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Alulírott Schillinger Zsolt, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, mechatronikai mérnök szak nappali tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 10 hó 31 nap

Schillinger Zsolt
Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatos/Szakdolgozatos/Diplomadolgozatos áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatos/Szakdolgozatos/Diplomadolgozatos záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év október hó 31 nap

[Signature]
Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

10. Felhasznált irodalom

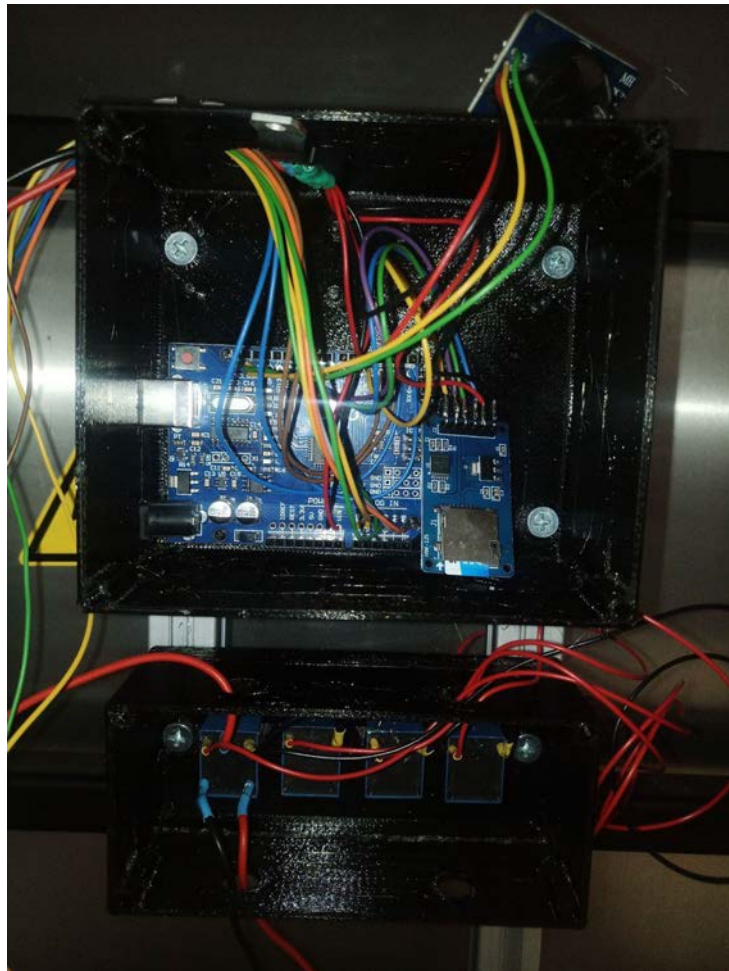
- Balogh B., Gerda I. Zs., Schillinger Zs., Szabó G., Zsámboki P. (2019): Tovább róhatják kilométereket a retró vasak - NEW technology 2019 II. évfolyam 2. szám
- Bártfai Z. et. al., Kurják Z. (szerk): Szemelvények a “Folyadék alapú moduláris temperáló egység (FAMOTE) kutatás-fejlesztése elektromos meghajtású közúti járművek számára” projekt alkalmazott kutatási eredményeiből ISBN 978-615-01-6947-7
- Bártfai Z. et. al. (2022): Egyedi kialakítású klímarendszer fejlesztése átépített elektromos hajtású gépjárműbe I. - Mezőgazdasági Technika LXIII. évfolyam 2022 decemberi szám
- Bártfai Z. et. al. (2023): Egyedi kialakítású klímarendszer fejlesztése átépített elektromos hajtású gépjárműbe II. - Mezőgazdasági Technika LXIV. évfolyam 2023 februári szám
- Bártfai Z. et. al. (2023): Egyedi kialakítású klímarendszer fejlesztése átépített elektromos hajtású gépjárműbe III. - Mezőgazdasági Technika LXIV. évfolyam 2023 májusi szám
- Barbara Torregrosa-Jaime, Filip Bjurling, Jose M. Corber, Fausto Di Sciullo, Jorge Paya (2015): Transient thermal model of a vehicle's cabin validated under variable ambient conditions; Applied Thermal Engineering 75 (2015) 45-53
- Divyanshu Sood, Divya Das, Sana Fatima Ali, Dibakar Rakshit (2020): Numerical Analysis of an Automobile Cabin Thermal Management using Passive Phase Change Material; <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2021.100870>
- Jianghong Wu, Feng Jiang, Hang Song, Chaopeng Liu, Biwang Lu (2017): Analysis and validation of transient thermal model for automobile cabin; Applied Thermal Engineering 122 (2017) 91–102
- Jing Wu, Guoliang Zhou, Mingyu Wang (2020): A comprehensive assessment of refrigerants for cabin heating and cooling on electric vehicles; Applied Thermal Engineering 174 (2020) 115258
- Kiran Kambly, Thomas H. Bradley (2015): Geographical and temporal differences in electric vehicle range due to cabin conditioning energy consumption; Journal of Power Sources 275 (2015) 468-475

- Lukas Küng, Thomas Bütler, Gil Georges, Konstantinos Boulouchos (2019): How much energy does a car need on the road? *Applied Energy* 256 (2019) 113948
- B. Torregrosa-Jaime, J.M. Corberán, J. Payá, J.L. Delamarche (2017): Thermal characterisation of compact heat exchangers for air heating and cooling in electric vehicles; *Applied Thermal Engineering* 115 (2017) 774–781
- Wenhua Li, Jian Sun (2013): Numerical simulation and analysis of transport air conditioning system integrated with passenger compartment; *Applied Thermal Engineering* 50 (2013) 37-45
- Yiyi Mao, Ji Wang, Junming Li (2018): Experimental and numerical study of air flow and temperature variations in an electric vehicle cabin during cooling and heating; *Applied Thermal Engineering* 137 (2018) 356–367
- Zhaogang Q. (2014): Advances on air conditioning and heat pump system in electric vehicles – A review; *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38 (2014) 754–764

11. Mellékletek

1. számú melléklet - A vezérlés építésének bemutatása (fényképek)





2. számú melléklet - A vezérlés létrehozásához szükséges anyagok listája

Megnevezés	Mennyiség	Miért van szükség az adott tételre?	Az adott tételt megfelelőségét milyen módon lehet vizsgálni?
Tápegység	1	a 12V DC műszerek áramellátásához szükséges eszköz	Feszültségmérés, feszültségingadozás vizsgálata
Szivattyú	1	a hőszállító fluidum keringetésére szolgál	Működési tömegáram és nyomás ellenőrzése
CR2032 3V Lítium gombelem	2		Nem szükséges
IRF1010N FET N 84A/55V	2		Nem szükséges
HP005 Hővezető paszta 5g 1W/mK, +200°C	2		Nem szükséges
SK09-20 SA Hűtőborda (TO-220, 15K/W)	2		Nem szükséges
MPX2100AP Nyomásérzékelő, abszolút, 0-100kPa	3	a rendszerben kialakuló nyomások monitorozásához szükséges eszköz	Nyomásmérési vizsgálatok
BB-102 (630/200) Próbapanel 56x165mm 200/630pin	2	a monitorozást végző elektronikai rendszer összeállításához segítség	Működés ellenőrzése
KL 1,5 Hangszóróvezeték, 2	10		Nem szükséges

x 1,5 mm ² , piros-fekete, oxigénmentes tiszta rézsodrat			
DHT11-M Hőmérséklet és páratartalom érzékelő modul, LED-el	3	a külső hőmozgások mérését végzi	Hőmérséklet és páratartalom mérésének vizsgálata, tűréshatár megfelelőségének ellenőrzése
RC-40-20/FF Szalagkábel csatlakozóval, 20cm, 40p, female-female (jumper)	1		Nem szükséges
RC-40-20/MF Szalagkábel csatlakozóval, 20cm, 40p, male-female (jumper)	4		Nem szükséges
RC-40-20/MM Szalagkábel csatlakozóval, 20cm, 40p, male-male (jumper)	2		Nem szükséges
MTK 3 x 0,75 WH 3-eres MTK vezeték, fehér	5		Nem szükséges
AR-MEGA2560-R3 Arduino Mega fejlesztői panel, Revision 3	1		Nem szükséges

MICROSD-M microSD kártya illesztő modul, tápegységgel, szintillesztéssel	1		Működés megfelelőségének ellenőrzése
118-MIX 1x0,14 10m Ónozatlan, 10 x 10m szigetelt vezeték	1		Nem szükséges
DS3231+AT24C32 RTCM Valós idejű memória modul	1		időbeli szinkron és pontosság ellenőrzése
MEGAR3-ACASE Akril (plexi) ház, Arduino Mega 2560 R3 alappanelhez	1		fizikai behatásokkal szembeni ellenállások ellenőrzése
PT 1000-550 Hőmérséklet érzékelő, Pt1000, 1kΩ	10	a rendszerben végbemenő hőmozgások mérését végzi	mérési hibaküszöbök, és pontosság vizsgálata
SLV-650 Rozsdamentes acél szenzor hüvely, 6x50mm (NTC, PT100, DS18B20, TO92)	10	a rendszeren belüli szenzorok védelmét biztosítja	kémiai és fizikai ellenállás vizsgálata
HST-SET530 Zsugorcső készlet (2:1), 530db-os	1		elektromos szigetelés ellenőrzése
8GB microSD CL10	1	a mérési eredmények	kapacitás ellenőrzés

8GB microSD class 10 memóriakártya		erre kerülne mentésre	
WT-16U BIALY Hálózati villásdugó, 16A, 250V AC	1		érintésvédelmi ellenőrzés
NodeMCU-ESP-32S	1	mikroprocesszor a további elvégzendő számítási műveletekhez	számítási kapacitás ellenőrzése, valamint szélsőséges környezeti hőmérséklet esetén működési vizsgálatok
CP2102-M	1		kompatibilitás ellenőrzése, adatsebesség mérése
D096-12864-SPI6	1		
ATMEGA328P-PU	1	mikrokontroller a további kutatások leegyszerűsítése végett	számítási kapacitás ellenőrzése, valamint szélsőséges környezeti hőmérséklet esetén működési vizsgálatok
16Mhz Kvarc kristály	3		Nem szükséges
22pf/50V Kerámia kondenzátor	4		Nem szükséges
100nf/50V Kerámia kondenzátor	4		Nem szükséges
100R 5% Szénréteg ellenállás 0,25W	4		Nem szükséges
L-53 IT LED	4		Működőképesség ellenőrzése