



Neumann János Egyetem
Műszaki és Informatikai
Kar

Hidegháború korabeli R124-es katonai intercom bővítési és helyettesítési lehetőségei

Lopusnyi Pál
ZGD23P

Csík Norbert
egyetemi docens

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	5
1. FELADATBEMUTATÁS	6
2. KÍSÉRLETEK ÉS TERVEZÉS	13
2.1. ELŐERŐSÍTŐ	13
2.2. BŐVÍTÉS	16
2.3. ÚJ RENDSZER MEGTERVEZÉSE.....	17
2.4. ADÓVEVŐ CSATLAKOZTATÁSA AZ ÚJ RENDSZERRE	19
3. AZ ÚJ RENDSZER PROTOTÍPUSÁNAK MEGÉPÍTÉSE	21
3.1. A KÖZPONTI EGYSÉG	21
3.2. SZIMPLA CSATLAKOZÓEGYSÉGEK	27
3.3. RÁDIÓS CSATLAKOZÓEGYSÉG.....	31
4. TESZTELÉS.....	36
ÖSSZEFOGLALÁS	37
ÁBRAJEGYZÉK	38
IRODALOMJEGYZÉK	39

Bevezetés

A harctéren elengedhetetlen a kommunikáció, viszont zajos környezetben gyakran nehéz ezt megvalósítani. Ilyen helyek közé tartoznak a harcjárművek belsőterei, küzdőterei. Kezdetben ezt hangos beszéddel, kézjelekkel vagy akár a másik személy testének megfelelő helyen való meglökésével, nyomásával oldották meg. A technológia fejlődésének köszönhetően idővel, sokkal kifinomultabb megoldások születtek ezeknél. Példaként az R124-es hidegháború korabeli orosz licensz alapján készült beszédrendszer, amivel párnázott, hangszigetelt fülhallgatóval és gégemikrofonokkal ellátott harckocsizó fejtámlán keresztül tette lehetővé a kommunikációt öt személy számára, továbbá két katonai rádió rá csatlakoztatását is lehetővé tette, nevezetesen az R123-as és az R112-es rádiókat.

A dolgozatomban egy ilyen szerepet betölteni képes rendszert szándékozok építeni, azzal a céllal, hogy egy Airsoft harcjárműben biztosítsa mind a belső kommunikációt és mind a rádiós kommunikációt. Alapjait egy hiányos R124-es beszédrendszer és a hozzá tartozó harckocsizó fejtámlák adták. A hiányzó részei miatt, csak két felhasználó tudta a rendszert egyszerre használni. Céljaim egyike volt, hogy hiányzó részek pótlását elkészítsem és több használó is képes legyen beszélgetni a rendszer segítségével. Továbbá modern kézi adó-vevőt is lehessen csatlakoztatni rá, helyettesítve a régi hadi rádiókat.

Másik célom az R124-es beszédrendszer teljes helyettesítése volt úgy, hogy ugyan azt a szerepet legyen képes betölteni, mint az eredeti. Az új rendszernek az eredeti intercom harckocsizó fejtámláit kell, használja és az új beszédrendszernek is és szintén kell, legyen egy lehetőségnek modern adóvevő csatlakoztatására. Az új rendszert korszerű alkatrészek használatával szándékozom megvalósítani.

1. Feladatbemutató

Az R124-es intercom-ot számtalan, a varsói szerződésen belüli ország által készült harcjárműben alkalmazták. Tankoktól kezdve, mint a mai napig magyar hadrendben lévő T72-es harckocsik is, rádiós kocsikon át, csapatszállító harcjárműveken keresztül, például a hazai fejlesztésű PSZH, szinte mindenben, amiben valamilyen módon kommunikáció történt. Mivel haditechnikának egy ilyen beszédrendszere, mint egy mellékes eleme létezik, ezért az idő teltével nem fordítottak akkora figyelmet a megőrzésükre. Továbbá kevés nyilvános információ található róluk, ellentétben például az R123-as rádió, amiről különböző rádió amatőrök nagyon hasznos információval tudnak szolgálni.

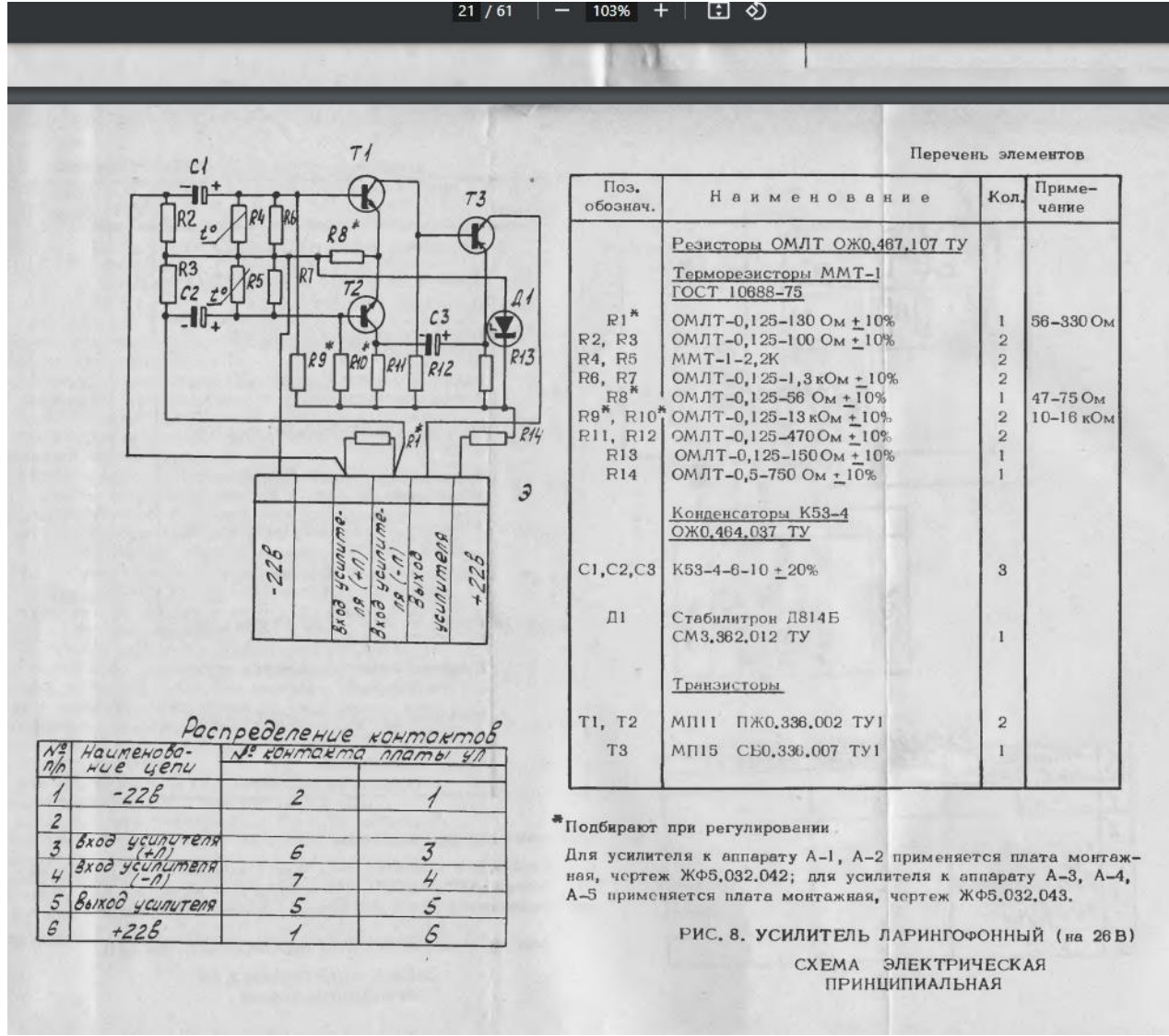
Nekem az R124-es az egyik hobbim miatt vált érdekessé, az Airsoft miatt. Ez egy csapatsport, ahol a felek speciális légfegyverek segítségével küzdenek meg egymással. A mérkőzéseket időnként színesítik a rendezők különböző harcjárművekkel vagy csapatszállító járművekkel. Az élményt fokozandó, és mint haditechnika iránt érdeklődő szereztem be egy ilyen intercom-ot és a hozzá tartozó fejvédőket. Feltehetően a fent említett okok miatt a beszédrendszer hiányos volt és nem rendelkezett minden részegységgel, így csak két személy volt képes használni egyszerre. A meglévő rendszer az 1. ábrán látható.



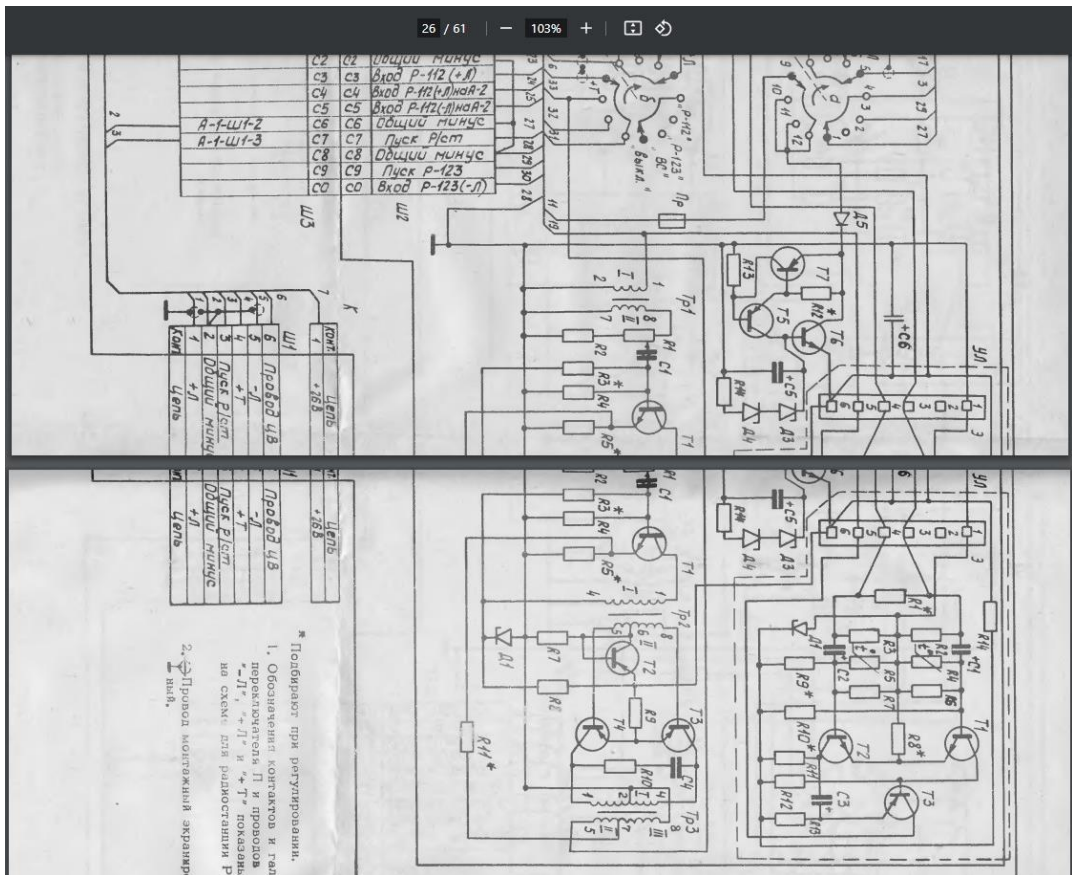
1. Ábra: hiányos R124-es beszédrendszer (saját ábra)

Célom az volt, hogy a rendelkezésemre álló hiányos R124-es beszédrendszert kibővítssem, vagy a helyettesítsem, úgy, hogy az eredeti fejtűvédőket használja a rendszer és modern adó-vevő rácsatlakoztatása is lehetséges legyen.

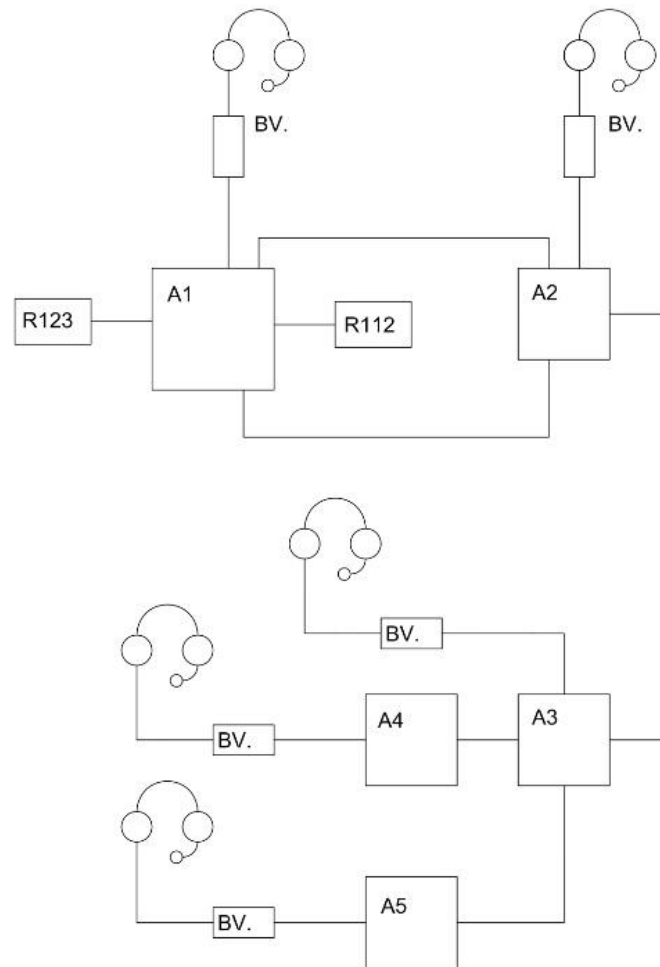
A munkám megkezdéséhez a legnagyobb segítséget az eszköz orosz nyelvű gyári dokumentációja és szerviz utasítása adta, amit hosszas kutatás után PDF formátumban megtaláltam az interneten. Néhány kép erről a 2. 3. és 4. ábrán látható.



2. Ábra: R124-es gyári dokumentációja



Ebben az az egész R124-es összes részegységének kapcsolási rajza megtalálható. A nyelvi gátak miatt nehézkes volt a megfejtésük ráadásul a kapcsolási rajzokban felhasznált alkatrészek elavultak és közforgalomban nem kaphatóak. Az R124-es beszédrendszer részegységei többféleképpen össze építhetőek. Ezeket dokumentáció a részletezi. Minket a következő elrendezés érdekelt:



5. Ábra: R124-es beszédrendszer bekötése (saját ábra)

Az 5. ábrán látható összes „A” jelölésű egység rendelkezik egy gégemikrofon erősítővel, amiknek a jele összegzésre kerül „A1”-es modulban ahol a végfokerősítés is történik, majd ezt a felerősített jelet vezeti vissza a több modulba és küldi tovább a fejhallgatókba.

A rendelkezésemre álló beszédrendszerből hiányzik az „A3” az „A4” és az „A5” modul így kettő személynél több nem képes egyszerre a rendszerre csatlakozni. A bővítési próbálkozásom alatt ezeket a modulokat szándékozom pótolni.

Az 5. ábrán látható BV. (beszédváltó) jelölésű modulok a rádió kezeléshez szükségesek, mivel ezeken található a forgalmazás megkezdéséhez szükséges nyomógomb, továbbá egy másik gomb, ami a fülhallgatókban egy hangos kattanással hivatott a személyzet figyelmét felkelteni.

A beszédváltókban semmilyen elektronika nem kapott helyet, csupán egy három állású kapcsoló. A valós beszédváltóról készült kép a 6. ábrán látható egy harckocsizó sisakra kötve.



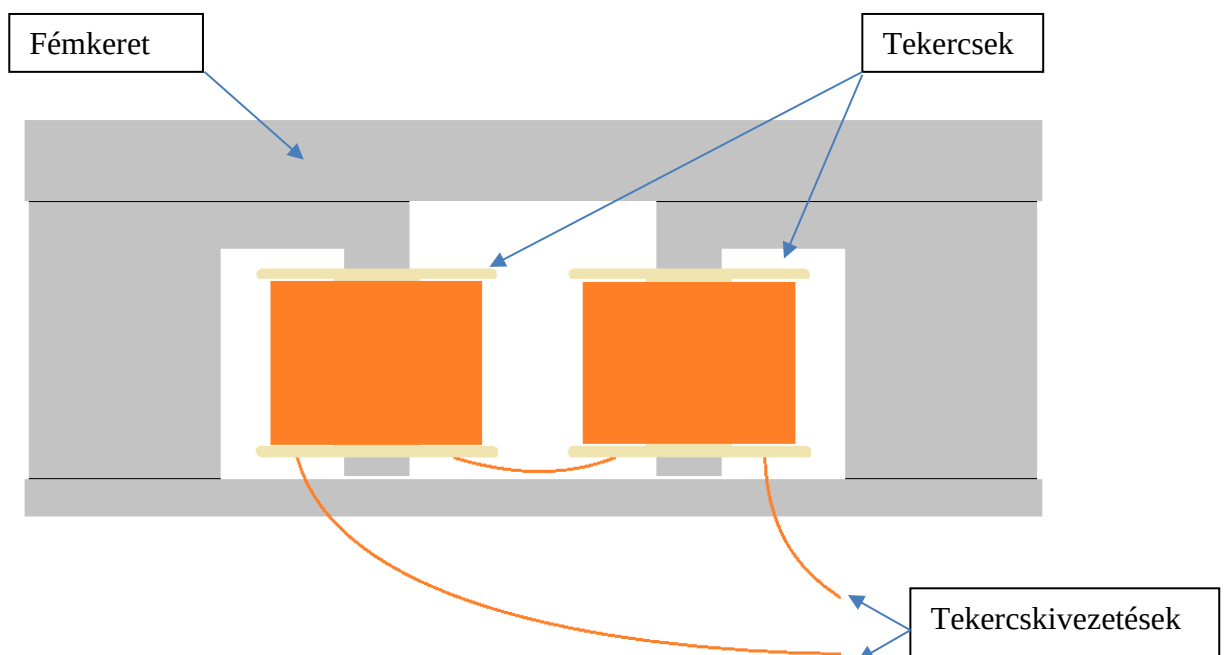
6. Ábra: beszédváltó (saját kép)

Az R124-es beszédrendszer a keletiblokk harckocsizó fejevédőit használja. Kezdetben ezeknek csupán annyi feladatuk volt, hogy a harckocsizó fejét megvédje az esetleges ütésektől, de később a kommunikációhoz szükséges elemek is ebbe kerültek elhelyezésre. A fejevédő egy puha betétekkel párnázott sapka, amibe két fülhallgató két sorba kötött 55 Ohm-os ellenállású hangszóró és szintén két sorba kötött gégemikrofon található.

A gégemikrofonokat egy bőrszík segítségével lehet a gégéhez szorítani a megfelelő érintkezés érdekében. A fejkendő 7. ábrán látható. A harckocsizó fejkendőben található gégemikrofonok felépítése a 8. ábrán látható.



7. Ábra: harckocsizó fejkendő (saját ábra)



8. Ábra: a gégemikrofonok felépítése (saját ábra)

Két tekercset helyeztek el egy fém keretbe, úgy hogy a tekercseken keresztül fut két fém tűske hosszanti irányban. Ezek a tűskék nem érnek hozzá a fém keret ellenkező oldalán lévő lemezhez. A fémkeret a hangbemenet negatívjához van kötve. A gégéhez szorított mikrofonban beszéd hatására a tekercsekkel szemben lévő lemez a beszédnek megfelelően rezegni kezd, aminek köszönhetően változások lépnek fel a tekercsek mágneses terében és a gégemikrofonok erősítője ebből elektromos jelet képez. A gerjesztett jel ellenütemű, ami azt jelenti, hogy hang hatására a két kivezetés egyikén mérhető elektromos potenciál megnő, a másik kivezetésen pedig csökken. Ezt később az előerősítő kapcsolások tervezésekor figyelembe kell venni.

A rendszerre rákötni kívánt adó-vevő rendelkezik külső mikrofon és fülhallgató csatlakoztatási lehetőséggel. Erre gyárilag egy kondenzátor mikrofont és egy 16-32 Ohm-os hangszórót lehet csatlakoztatni.

2. Kísérletek és tervezés

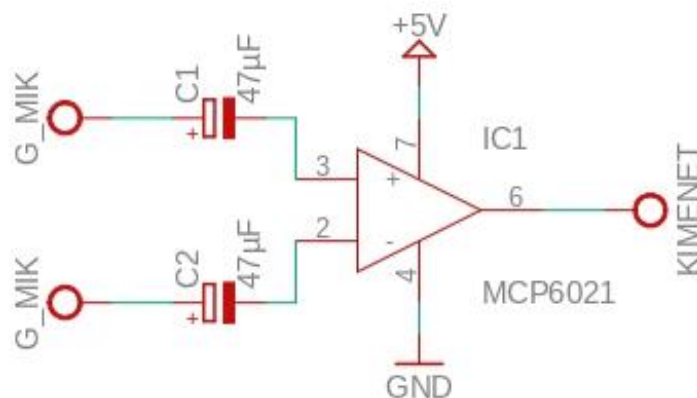
Az R124-es „A1”-es moduljával és a fejevédők gégemikrofonjával kompatibilis előerősítő megépítésével kezdtem. Később ezt a már meglévő gyári hiányos rendszerbe szándékoztam beépíteni.

Maga a folyamat körülbelül bő három év leforgása alatt ment végbe, mivel 2019-es COVID járvány miatt nem tudtam a hallgatói labort használni

2.1. Előerősítő

A folyamatot a gégemikrofonok beszédre kiadott jelének mérésével kezdtem. Ezt úgy tettem, hogy a gégemikrofon két kivezetésének egyikét közvetlen az oszcilloszkóp földpontjára, a másikat pedig a mérő kivezetésére kötöttem. Ez a módszer nem vezetett eredményhez, függetlenül a gégemikrofont érő rezgésektől, a légkörből származó zavarjelen kívül, semmilyen feszültség változás nem volt látható.

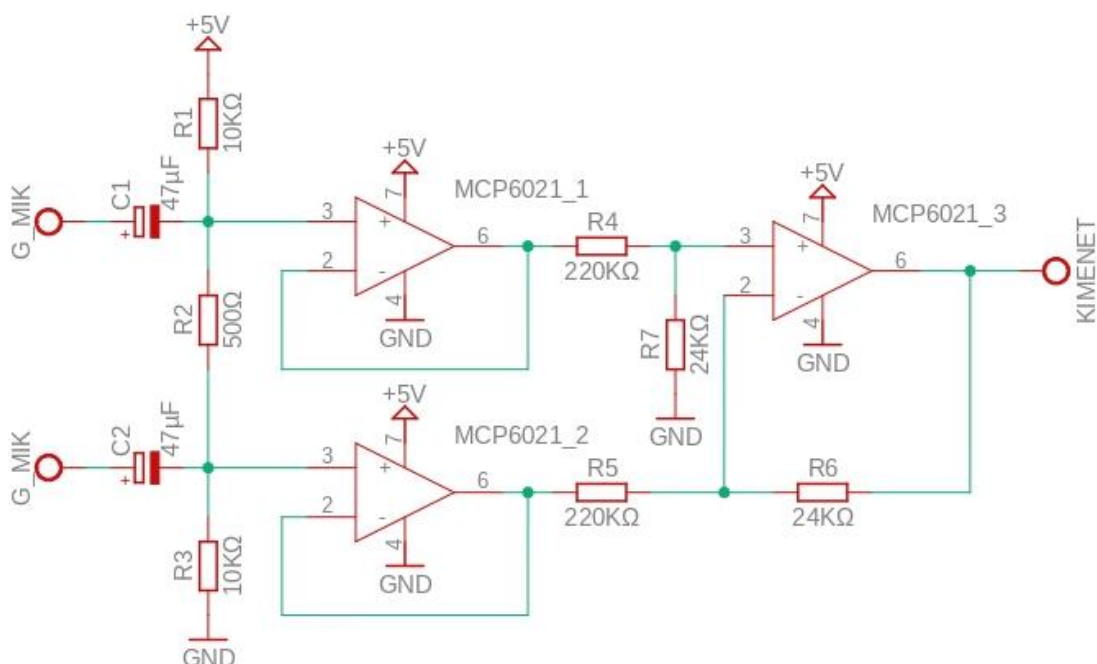
Következőként egy műveletierősítőre kötöttem a gégemikrofon két kivezetését az 9. ábra szerint, amihez egy MCP6021-es művelet erősítőt használtam. Erre a műveleterősítőre azért esett a választás, mert nem igényel szimmetrikus tápfeszültséget, és ezáltal könnyű a felhasználása. Ebben a kapcsolásban a műveleti erősítő, mint komparátor működött, így ha bármilyen feszültségkülönbség keletkezik a gégemikrofon két kivezetése között beszéd hatására, akkor az erősítő kimenetén 5V lesz mérhető.



9. Ábra: műveletierősítő teszt kapcsolás rajza (saját ábra)

Az 9. ábra szerint összeépített kapcsolás segítségével az erősítő kapcsolás kimenetére kötött oszcilloszkópon látható volt az 5V-os tápfeszültségnek megfelelő nagyságú ugrás, a

gégemikrofonok megkocogtatásakor. Ebből azt, következtettem, hogy egy megfelelő nagyságú feszültségerősítésű erősítő kapcsolással elérhető lesz a kívánt erősségű jel.

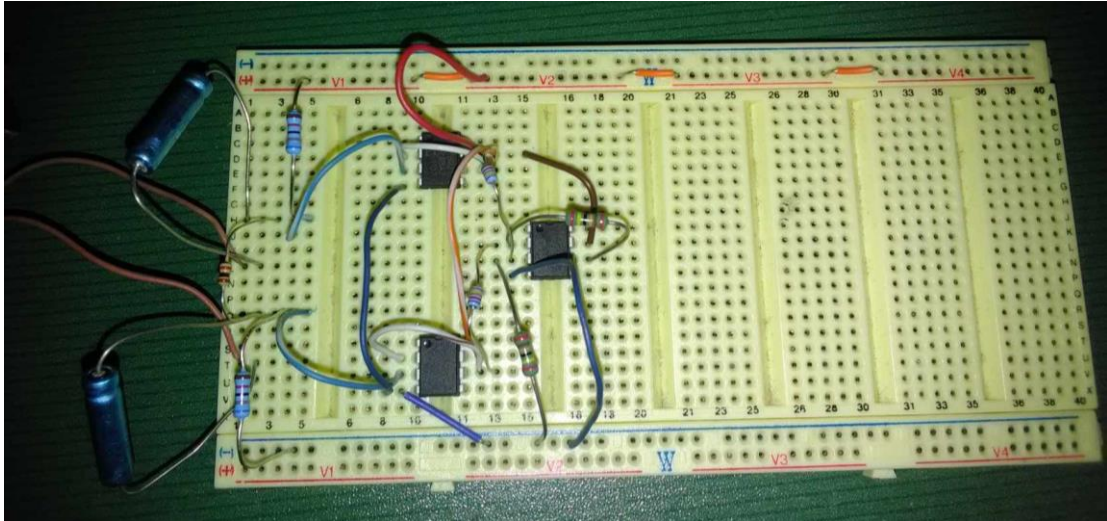


10. Ábra: különbség erősítő kapcsolási rajza (saját ábra)

A feltételezésünk tesztelésére a 10. ábrán látható kapcsolást készítettem el. Továbbra is az MCP6021-es műveleti erősítőt alkalmaztam. Első lépésben egy három ellenállásból álló feszültség osztó középső ellenállásán létrehoztam 0,02 V-nyi feszültségekülönbséget, erre a szimmetrikus táp elkerülése végett volt szükség, ami a gégemikrofonok ellenütemű jellegéből adódik.

Alapvetően ahhoz, hogy kivonni is képes legyen az erősítő, azaz a gégemikrofonokból érkező negatív feszültségű jelet is képes legyen feldolgozni a kapcsolás szimmetrikus tápfeszültségre lenne szükség, de feszültség ellenállás sornak a segítségével ez elkerülhető volt.

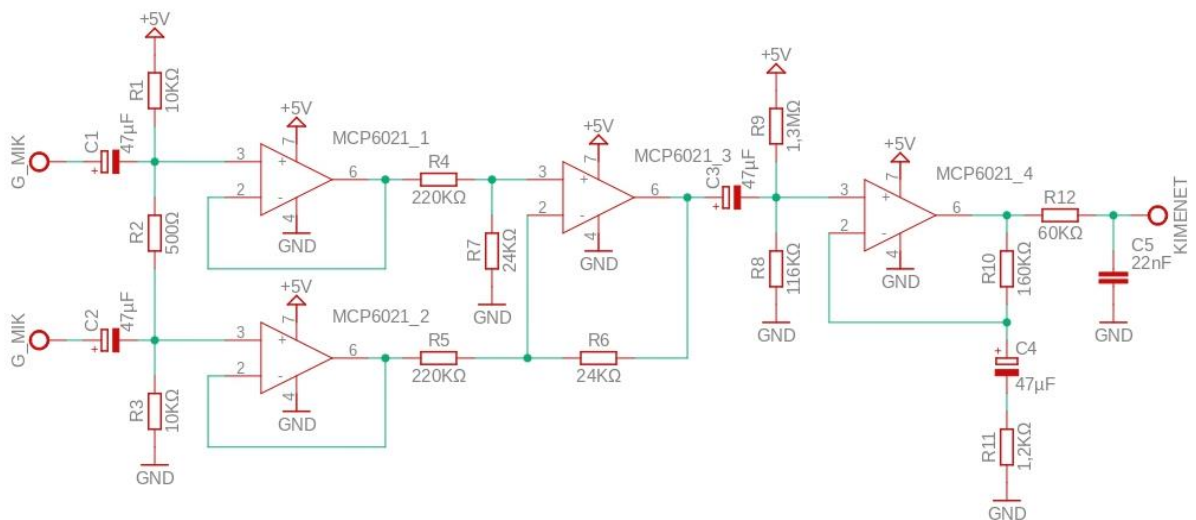
Ehhez a 0,02 V feszültség különbséghez adódik két kondenzátoron keresztül a gégemikrofonok által keltett váltakozó feszültség, előjel szerint. Azért, hogy elkerüljem, a következő erősítő szint bemeneti impedanciája bele zavarjon, a három ellenállásból álló feszültségosztó működésébe két követő erősítőn keresztül csatlakozik rá a tízszeres erősítésű különbség erősítőre. A próbapanelen elkészített kapcsolás a 11. ábrán látható.



11. Ábra: próbapanelen elkészített különbség erősítő teszt kapcsolás (saját ábra)

Ez a kapcsolás a vártaknak megfelelő eredményt hozott. A kimeneten oszcilloszkóppal látható volt már a gégemikrofont gerjesztő hangjelnek megfelelő feszültségingadozás. A jelen továbbá nagy és kis frekvenciás zavar jel is látható volt. A frekvenciaszelektív áteresztőképességét egy telefon segítségével ellenőriztem, úgy hogy a hangszóróját a gégemikrofonoknak nyomtam és különböző frekvenciájú hangokat játszottunk le rajta. Számottevő változást nem tudtam mérni az oszcilloszkóp segítségével.

A jel további erősítését és zavaró jelektől való megtisztítását egy sávszűrővel egybe épített nem invertáló műveleti erősítő kapcsolással oldottam meg. A tesztelés ideje alatt MCP6021-es műveleti erősítőket használtunk, de a prototípusokban már MCP6024-es IC-eket alkalmaztunk, mivel egy tokon belül megtalálható mind a 4 szükséges műveleti erősítő kör. A kibővített kapcsolási rajz a 12. ábrán látható.



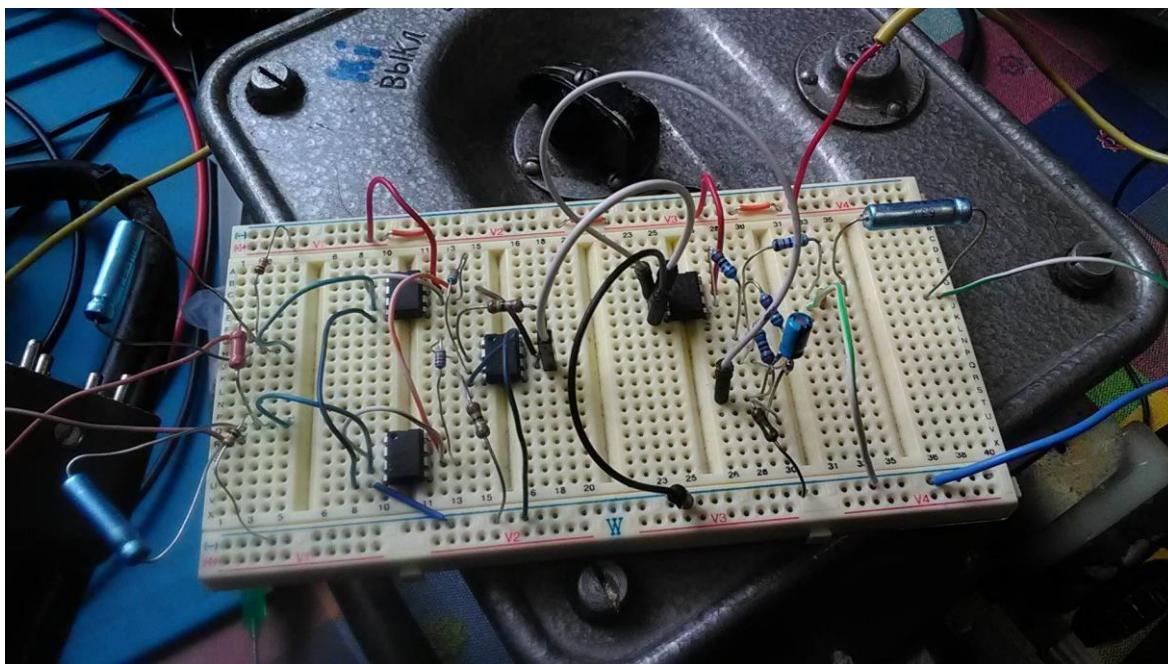
12. Ábra: előerősítő kapcsolási rajza (saját ábra)

A különbség erősítő erősítési fázisból kijövő jel egyenáramú komponensét egy kondenzátor segítségével „eltávolítottam” és az utána lévő feszültségosztó segítségével beállított 0,4 V-os feszültséghez adom, és ez kerül a nem invertáló erősítő részben további 100-szoros erősítésre. Itt az egyenáramú komponens nem kerül erősítésre csak az azon található váltakozó áramú komponens.

Az erősítőhöz hozzá építésre került egy alul és felül áteresztő szűrő. Ennek a feladata a számunkra hasznos 100 Hz és 10 KHz közötti frekvenciás jelek tovább engedés lett volna.

Egy félre számítás miatt a 12. ábrán látható R12-es ellenállás értéke 60 KOhm lett a kívánt sávszűréshez szükséges 600 Ohm helyett. Ennek következtében a felső határ 116 Hz lett. Nemvárt hatása ként így egy olyan karakterisztikájú erősítő jött létre, amit a 2.3-as fejezetben tervezett végfok erősítőkre kötve egy sokkal könnyebben érthető beszédhangot képez, mint az R124-es rendszer.

A későbbiekben ezt az elszámolt értéket használtam. A két erősítő fázis végén egy 0,4 V-os egyenirányú feszültségre helyezett $\pm 0,2$ V-os váltakozó áramú jelet kapunk. A próbapanelen elkészített kapcsolás a 13. ábrán látható.

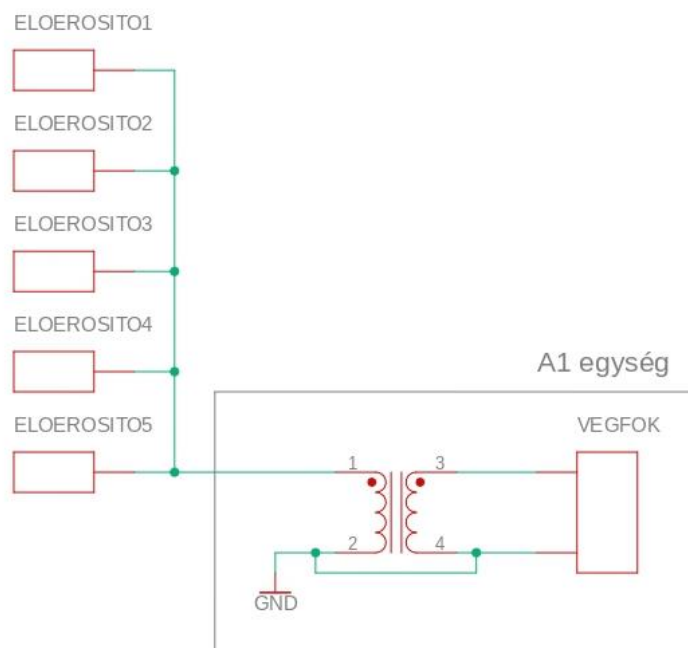


13. Ábra: próbapanelen elkészített előerősítő teszt kapcsolás (saját ábra)

2.2. Bővítés

Az R124-es beszédrendszer gyári kapcsolási rajzát tanulmányozva az előerősítők, mint áramgenerátor funkcionálnak, amik a gégemikrofon által érzékelt rezgéseket áramjellé alakítják. Ezeket az áramjeleket szimplán a tervezők egy vezetékre kötötték, aminek

segítségével egy transzformátor primer tekercsét indukálták. A transzformátor szekunder tekercsére egy erősítő végfok csatlakozik. A kapcsolás leegyszerűsített vázlata a 14. ábrán látható.



14. Ábra: R124 egyszerűsített kapcsolási rajza (saját ábra)

Egy erre a rendszerre rácsatlakozni képes kapcsolás bonyolultsága miatt az R124-es bővítését nem folytattuk, helyette önálló rendszer kidolgozására tértem át.

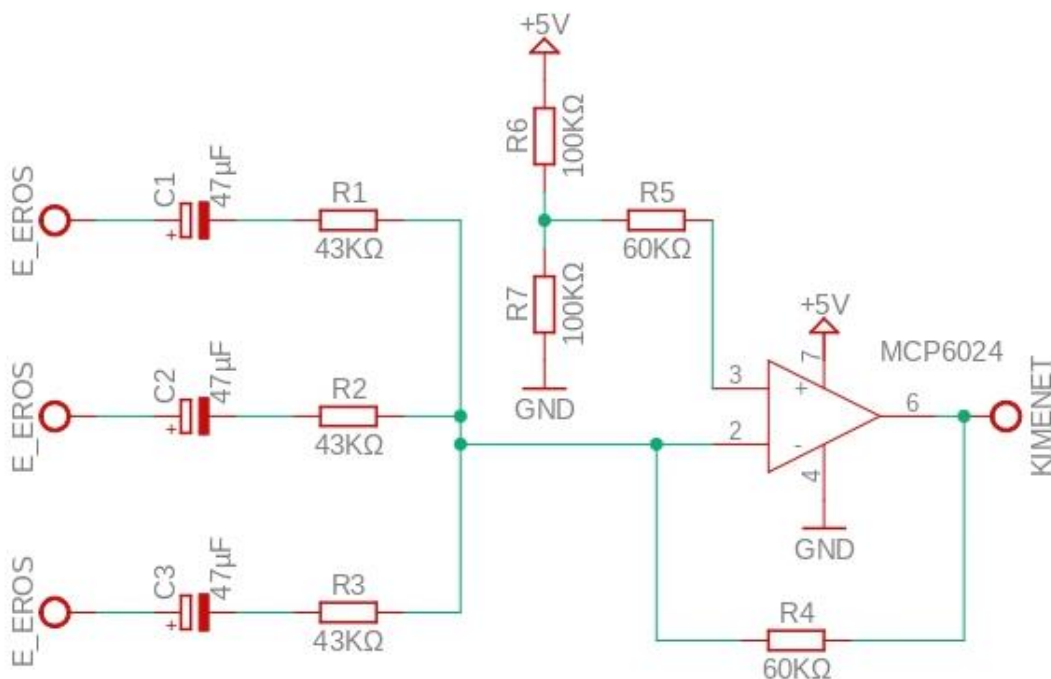
2.3. Új rendszer megtervezése

A következő cél az volt, hogy az R124-es beszédrendszer szerepét betölteni képes rendszert készítsünk, ami továbbra is a gyári fejvédőket használja. Az új beszédrendszer alapjául a már megtervezett előerősítő kapcsolását használtam.

Az előerősítők jelét egy műveleti erősítős összegzőkapcsolással viteleztem ki. Ehhez a már korábbiakban is használt MCP6021-es IC-t használtuk. Az erősítő végfokot a gyári R124-es beszédrendszertől eltérően nem egy központi végfokkal, hanem fejhallgatóként külön végfokokkal láttam el.

A választást az indokolta, hogy így kiküszöbölhető a fülhallgatókon létrejövő hangerőváltozás a rendszert használók számának függvényében, ráadásul egyszerű kivitelezést enged meg arra, hogy a használók saját igényeik szerint külön beállíthassák a nekik megfelelő hangerőt. A célra az LM386-os IC tökéletes választásnak bizonyult az egyszerű kialakítása és használata miatt.

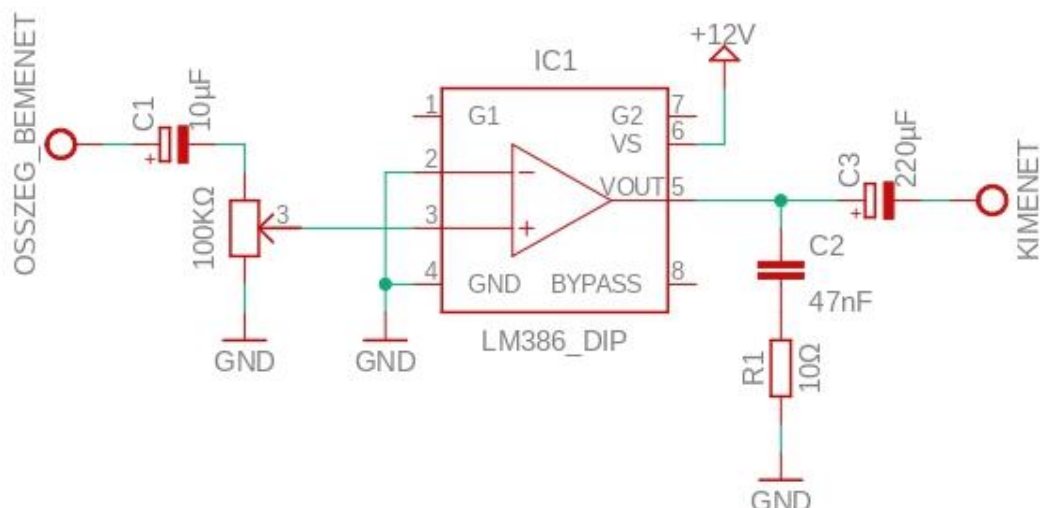
A 15. ábrán látható összegző kapcsolás elméleti határa tizenkét használó. Ez a műveleti erősítő 5 V-os tápfeszültsége miatt ennyi, mivel az összegző referencia feszültsége a tápfeszültség fele és mert az előerősítóből kijövő jel váltakozó áramú komponense $\pm 0,2$ V. A célt az elméleti határ fele is teljesíti, mert az R124-es rendszer négy, extra bővítő elemek segítségével maximum öt használó számára lett kialakítva.



15. Ábra: az összegző kapcsolási rajza (saját ábra)

A végfokokhoz az LM386-os IC adatlapjában szereplő maximálisan hússzoros erősítésre képes kapcsolási rajzát vettem alapul. Ez a 16. ábrán látható. Az LM386-os széles tápfeszültségi tartományban képes üzemelni, nevezetesen 5-12 V.

Először 5 V-ról teszteltük, de a fejhallgatók nem szóltak így megfelelő hangerővel, ez feltehetően a fejhallgatóba sorba épített 55 Ohm-os hangszóróknak volt köszönhető. 10-12V-ról megfelelő volt a hangerő és a potenciométer segítségével egészen hangostól az alig hallhatóig állítható volt a hangerő.



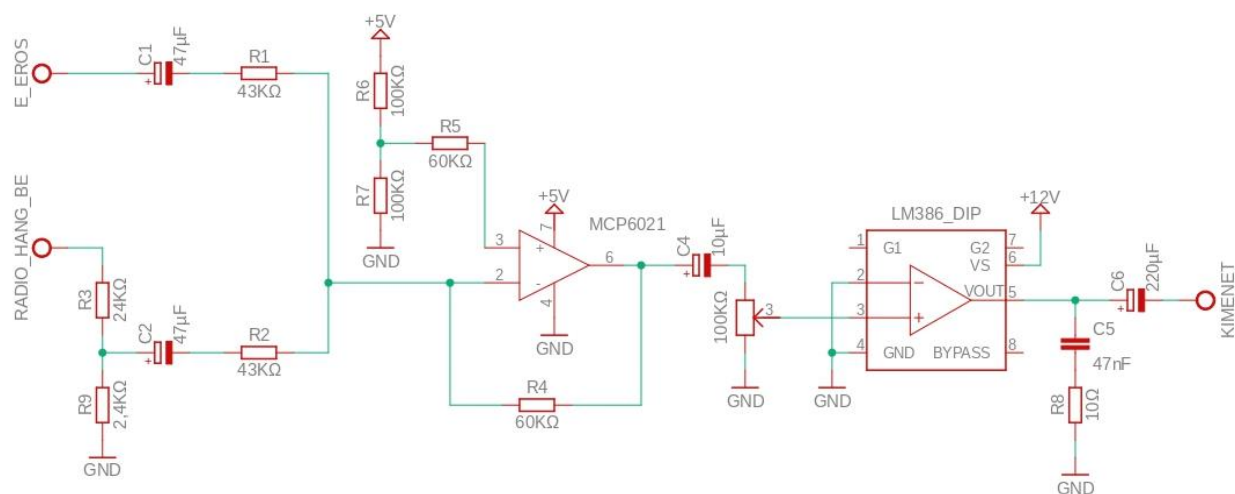
16. Ábra: a végfokok kapcsolási rajza (saját ábra)

2.4. Adóvevő csatlakoztatása az új rendszerre

A beszédrendszerhez egy könnyen elérhető Baofeng 888-as kézi adó-vevőt csatlakoztattam, de más hasonló kialakítású kézi adó-vevők csatlakoztatás is lehetséges. Ez az adóvevő rendelkezik gyárilag külső mikrofon és fülhallgató csatlakoztatási ponttal.

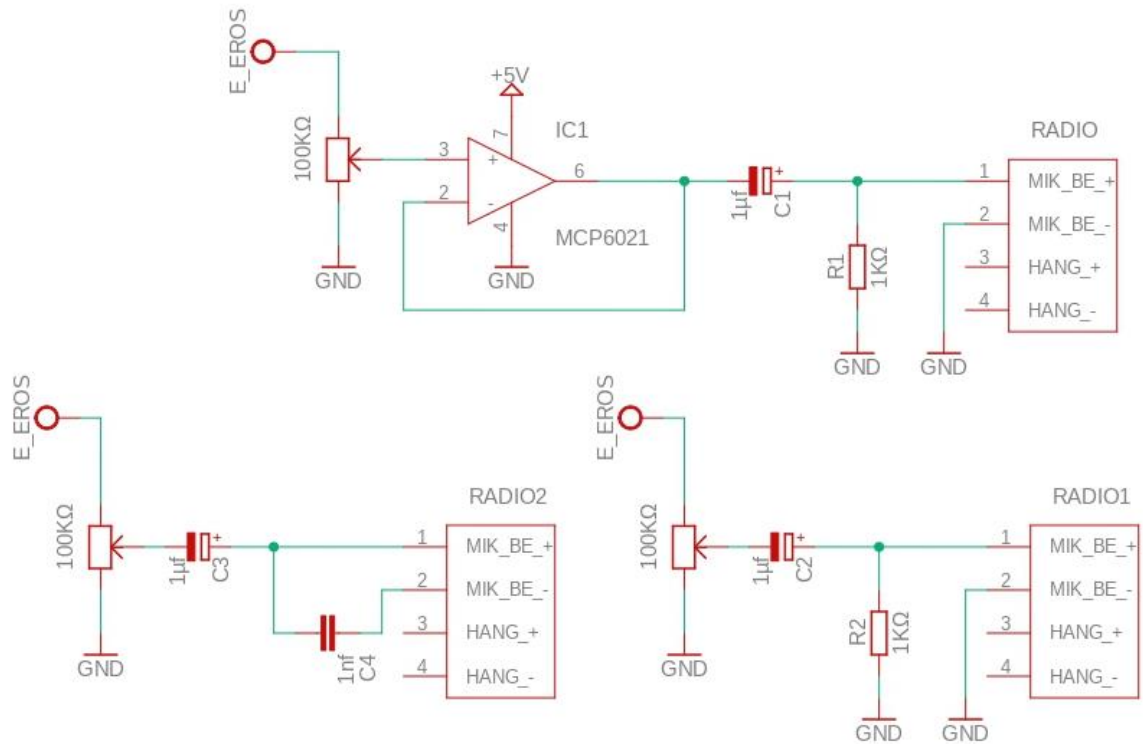
A fülhallgató kimenetre egy 16-32Ohm-os hangszórót lehet kapcsolni. Az adóvevőnek ezt a kimeneti jelét összegeztem a gégemikrofonok összegezett jelével és az egyik végfokba kötöttem.

Kísérleti úton kitapasztaltam, hogy az adóvevőből érkező jelet tíz az egyhez arányú feszültségosztón keresztül, tizedére csökkentve a jel szintjét megfelelő hangerőt biztosít a gégemikrofonokból jövő jelek mellé. A végfokkal egybeépített összegző kapcsolási rajzát a 17. ábrán lehet látni.



17. Ábra: az adó-vevős összegzővel egybekötött végfok (saját ábra)

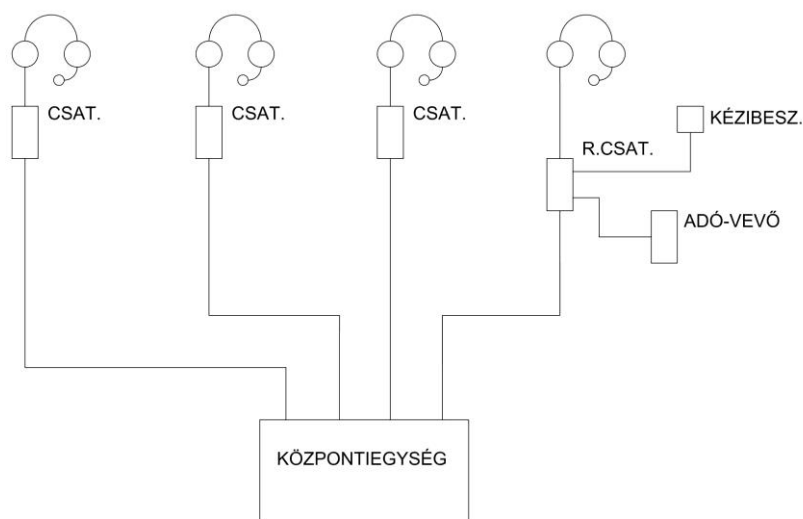
A gégemikrofonok előerősített jelét az adóvevő külső mikrofon bemenetére rácsatlakoztatás nem volt sikeres. Gyárilag egy kondenzátor mikrofon rácsatlakoztatására tervezték. Több megoldást is teszteltem, de különféle interferenciák miatt ezek nem működtek, ezért a végleges rendszerben egy kondenzátor mikrofonos kézibeszélő fogja betölteni ezt a szerepet. A 18. ábrán láthatóak a különböző próbálkozások kapcsolási rajzai.



18. Ábra: az előerősítő illesztési próbálkozásainak kapcsolási rajzai (saját ábra)

3. Az új rendszer prototípusának megépítése

A prototípust az R124-es rendszer felépítésétől eltérően alakítottam ki, így két részre bontható, a központi egységre és a csatlakozókra. A csatlakozóknak még további két változata van, a szimpla és a rádiókezelői. Ez az elrendezés a 19. ábrán látható. Erre az elrendezésre egyszerűsége miatt esett a választás, szemben az R124-es elrendezésével.



19. Ábra: a prototípus elrendezése (saját ábra)

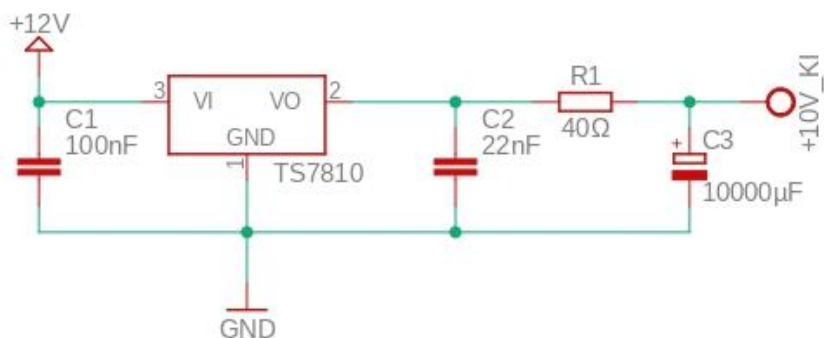
A CSAT. nevű egységek a csatlakozóegységeket, az R.CSAT. egység a rádiós csatlakozó egységet jelöli. Ezek és a többi 19. ábrán szereplő egység szerepe és működése az alábbi alfejezetekben lesz részletezve.

3.1. A központi egység

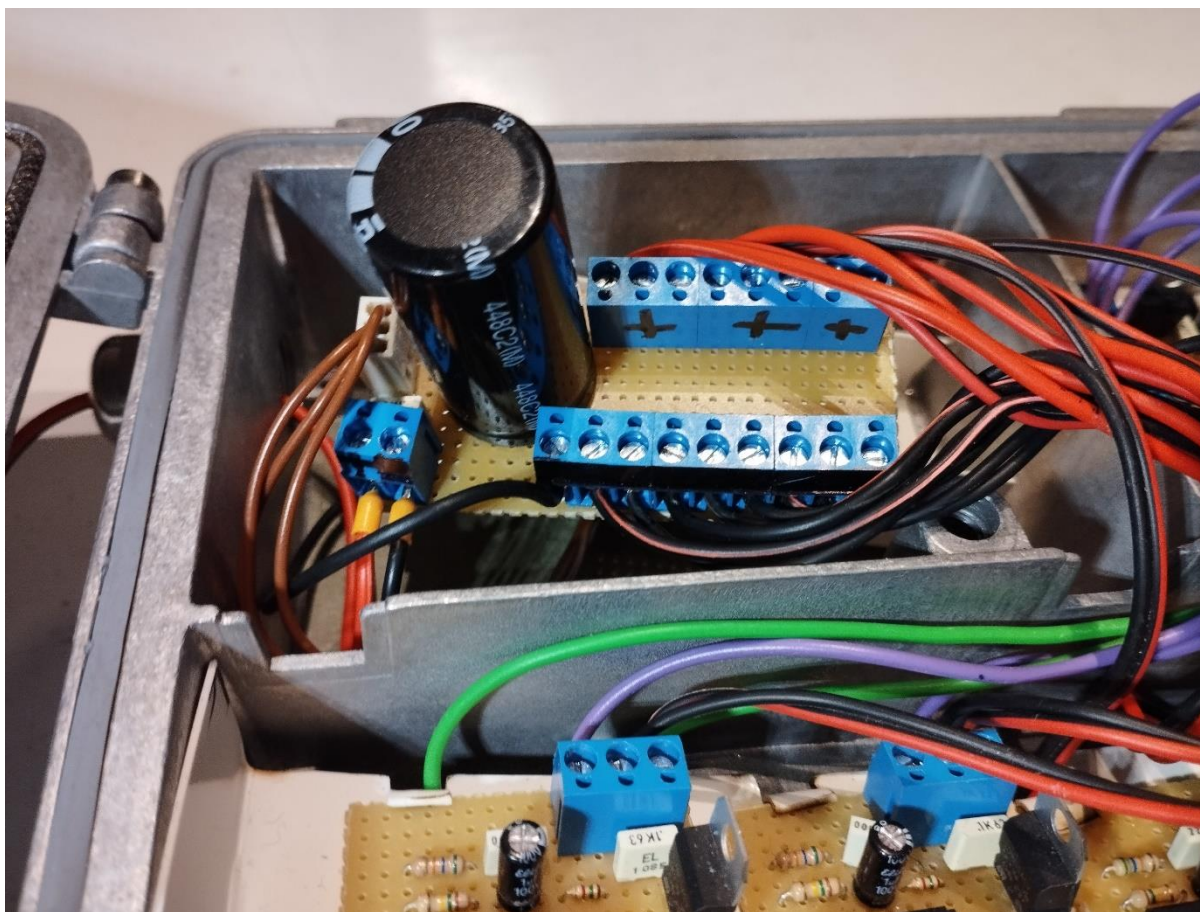
Ennek a szerepe a gégemikrofonok jeleinek előerősítése és azoknak az összegzése, továbbá a tápfeszültség ellátása lett. A tápellátásnál megnéztem, hogy az R124-es milyen körülmények között üzemelt. Főként valamilyen járműben volt használatos általában, ami azt jelentette, hogy annak a járműnek az áramforrásáról üzemelt, 12 V, vagy 24 V-ról. Az R124-es tervezői ezt egy 12 V, illetve egy külön 24 V-os változat készítésével oldották meg.

Mivel a tesztek során az új rendszernek a fogyasztása koránt sem haladta meg a 100 mA-t, ezért egy 10 V-os TS7810-es feszültség stabilizátor IC-t használtam fel a tápellátáshoz a 20. ábra szerint bekötve. Szűrésképp egy 10 Ohm-os ellenállásból és 10000 µF-os kondenzátorból álló alul áteresztő szűrőt építettem be. A 21. ábrán a forrszemes panelen összeforrasztott kapcsolás látható. Panelra forrasztható sorkapcsokkal

csatlakoztattam rá a ki- és bemenő vezetékeket és a feszültség stabilizátor IC-t egy MOLEX stílusú csatlakozóval kötöttük rá, így a fém házra csavarozva javult a hőelvezetés.



20. Ábra: tápellátás kapcsolásirajza (saját ábra)



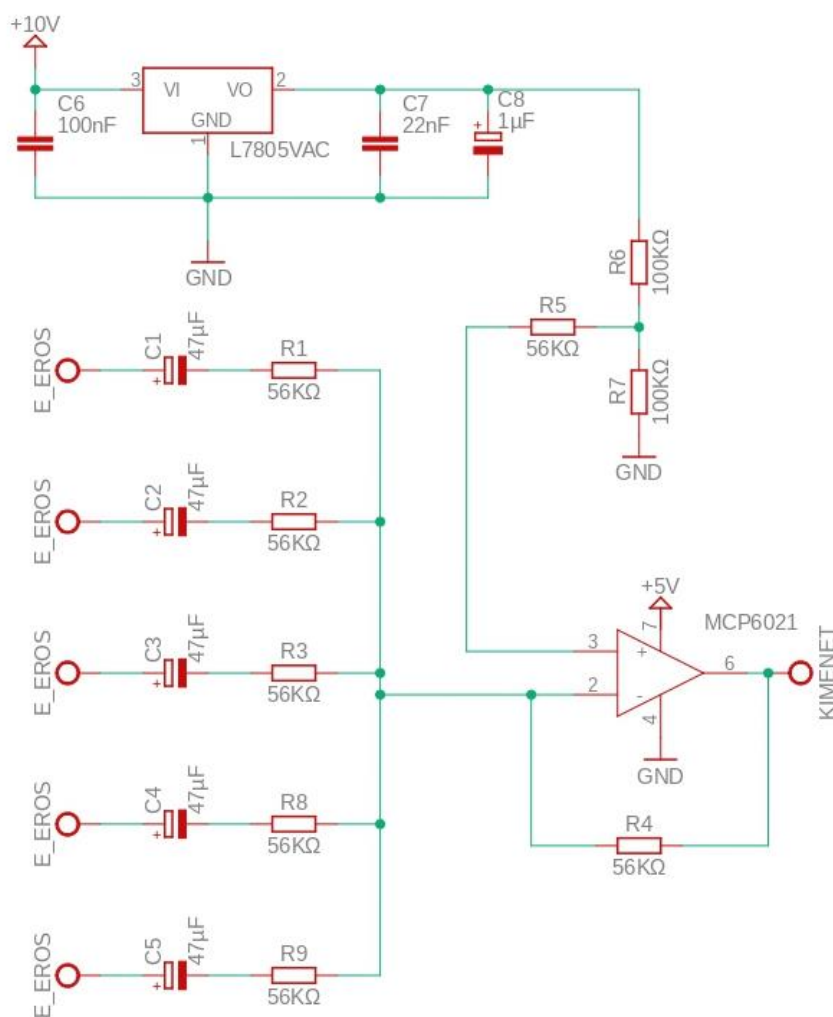
21. Ábra: forrszemes panelen összeépített tápellátó modul (saját ábra)

Ezzel a 10 V-al közvetlen hajtottam meg a végfokokat. Az előerősítő és az összegző kapcsolások 5 V-os tápfeszültségről üzemelnek, ez az MCP6021 és az MCP6024-es IC-k felső tápfeszültség határa.

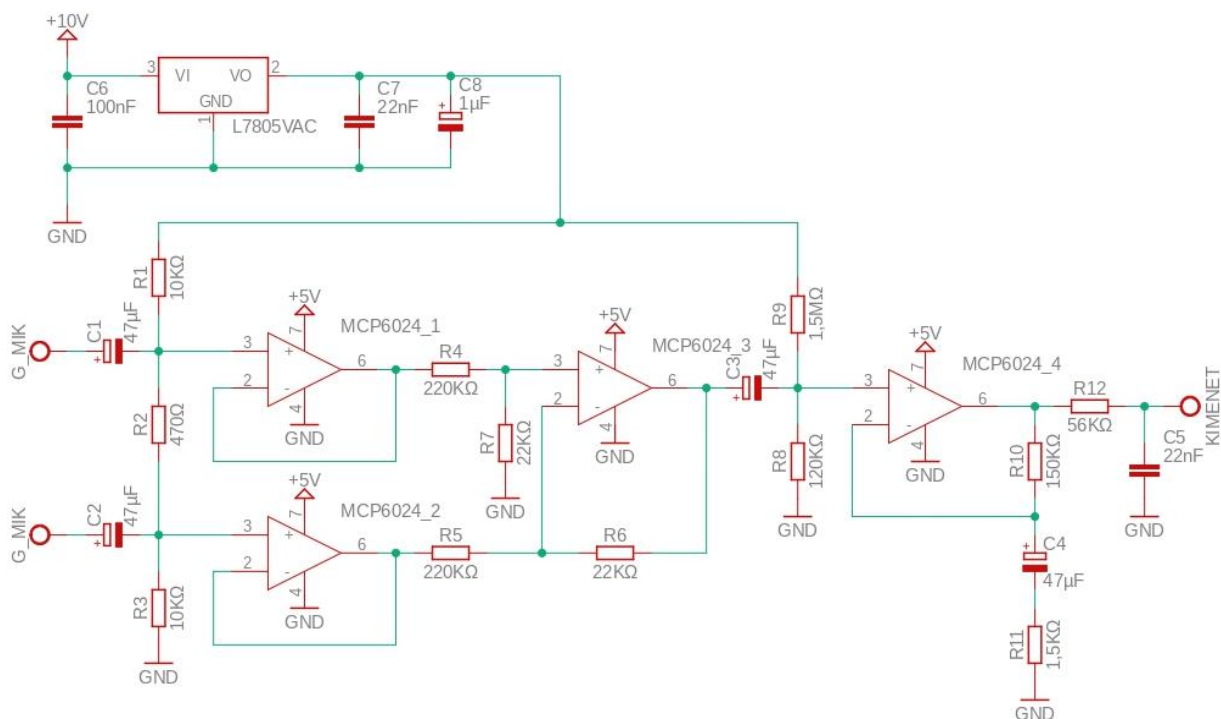
Egy 5V-os L7805ACV feszültségstabilizátor IC-vel épített kiegészítő kapcsolás segítségével állítom elő a szükséges 5V-os tápfeszültséget az összegző és előerősítő

modulokba építve. A panelekként külön 5 V-os feszültség stabilizátorok a tesztelés fázis miatt kerültek bele. Így sokkal könnyebb volt a tesztelés, de egy központi 5 V-os feszültség forrással való kivitelezés hasznosabb lenne egy esetleges kész eszközben.

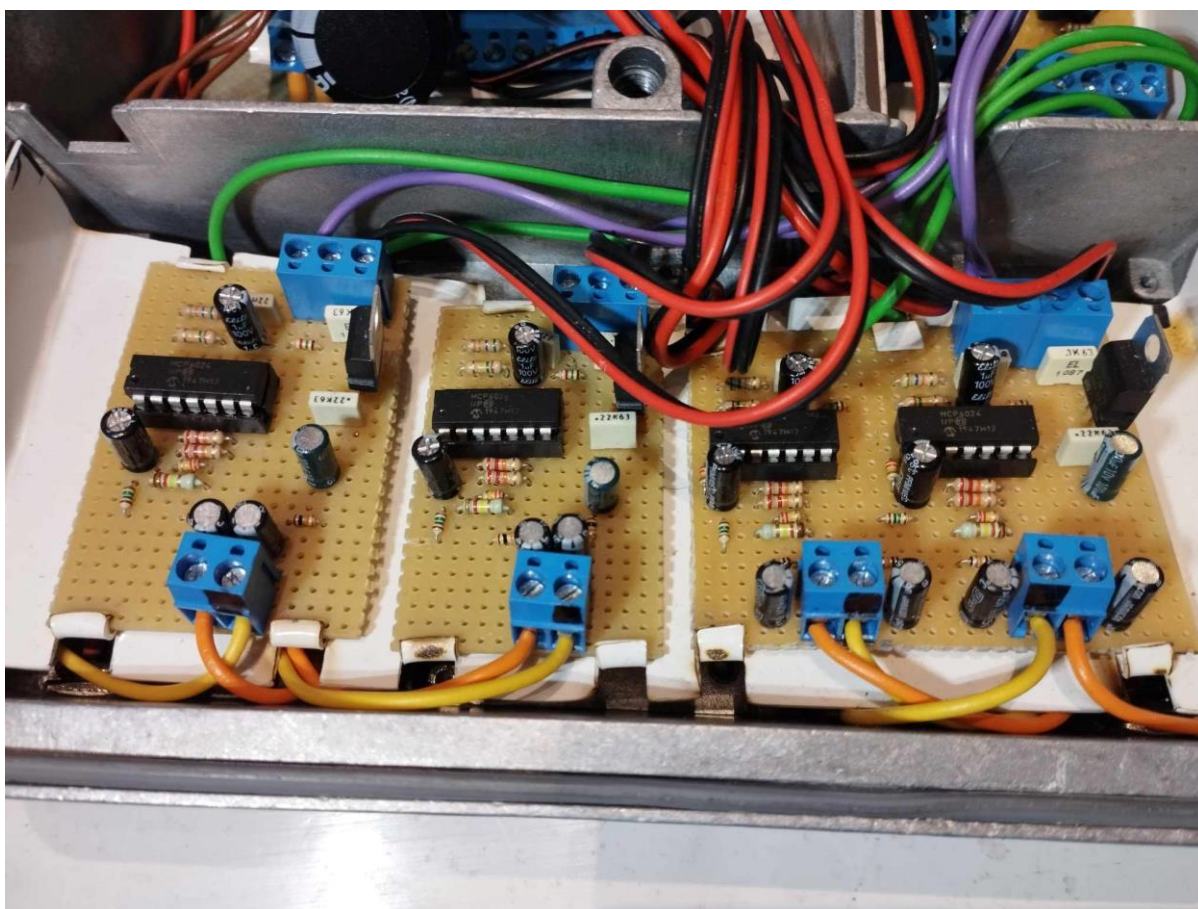
A tesztelés fázistól eltérően előerősítőkhöz, nem MCP6021-es, hanem MCP6024-es IC- ket használtam, ami abban különbözik csak, hogy négy műveletierősítő került egy token belülre az egy helyett, így sokkal kompaktabbá téve a paneleket. Továbbá az előerősítő és az összegző kapcsolások ellenállás értékeiken némi változtatás történt a tesztfázis során használtakhoz képest, mivel itt az E12-es 10% os tűrésű ellenállás táblázatból választott értékeket használtam a prototípusban. A tesztek során az éppen elérhető és a számított értékhez legközelebbi ellenállásokat építettem be. A prototípusba épített összegző a 22. ábrán az előerősítő kapcsolási rajza a 23. ábrán látható. Hasonlóan, mint a tápellátó modul esetén, forrszemes panelen összeépítésre kerültek. Az előerősítő modulok 24. ábrán az összegző pedig 25. ábrán látható.



22. Ábra: a prototípusba épített összegző kapcsolásirajza (saját ábra)



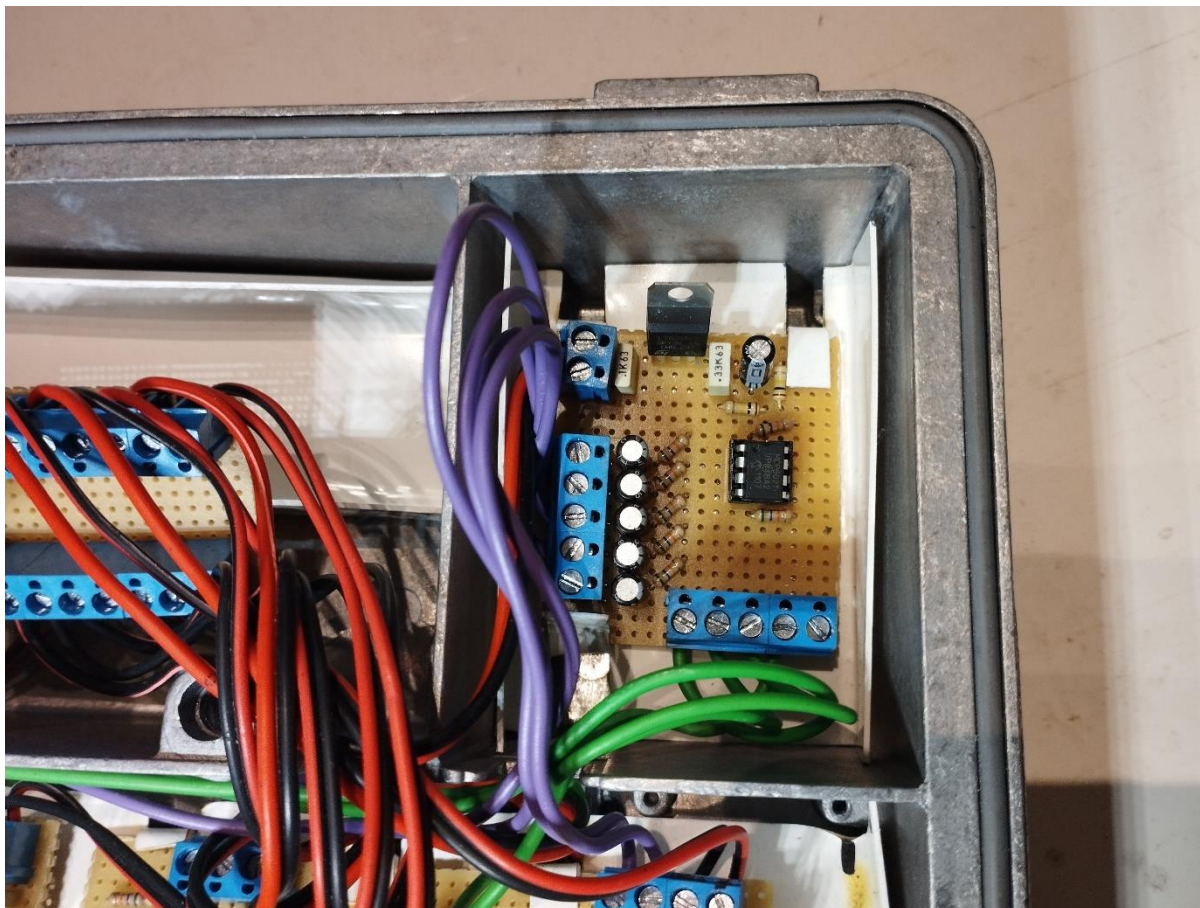
23. Ábra: a prototípusba épített előerősítők kapcsolásirajza (saját ábra)



24. Ábra: forrszemes panelen összeépített előerősítő modulok (saját ábra)

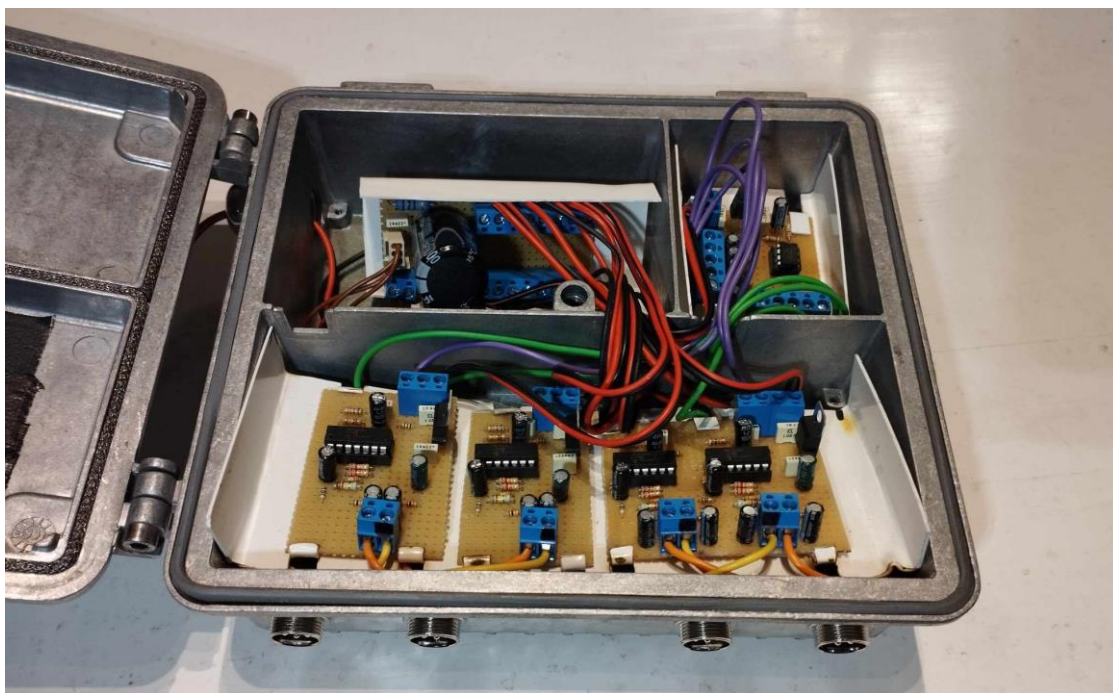
A 24. ábrán három különálló modul látható. Ennek az oka, hogy a teszt fázis során készült két önálló előerősítő, majd miután bizonyos volt a működésük a maradék két előerősítő egy panelen került összeépítésre. Kapcsolási rajz szempontjából azonosak.

Összességében a központi egység prototípusába épített panelek méretét jelentősen kisebb, mint a gyári elektronika. További méret csökkenést lehetne elérni egy kész rendszerben, ha egy panelen kerülne minden részegység összeépítésre, akár SMD alkatrészek felhasználásával, így egy nagyon kompakt egységet kapva.

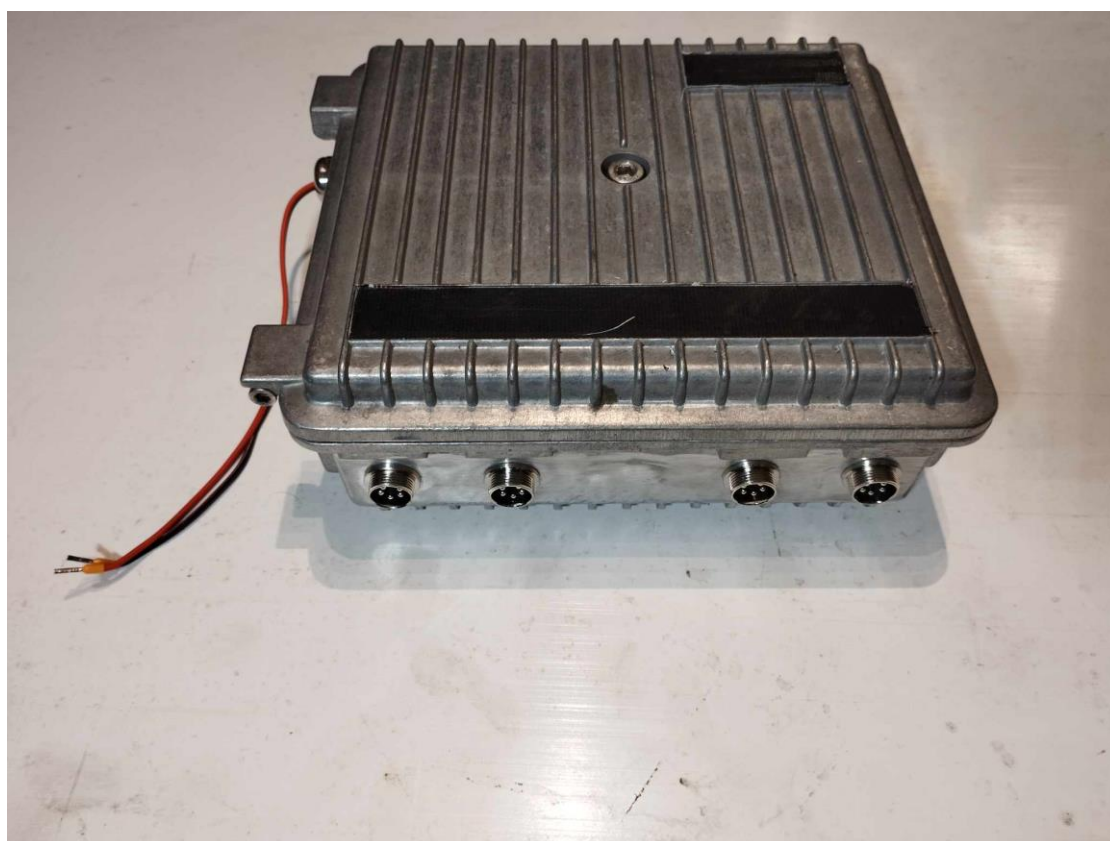


25. Ábra: forrszemes panelen összeépített összegző modul (saját ábra)

A modulok egy robosztus alumínium dobozban kerültek összekötésre. GX típusú ipari csatlakozók segítségével oldottam meg a föld, 10 V és összegzett jel kivezetéseket és a gégemikrofon bemeneteket. A rövidzárlatok elkerülése végett a panelek 1mm vastag PVC síklemez szigetelést kaptak. Ezek 26. és 27. ábránkon láthatóak.



26. Ábra: az alumínium dobozba beszerelt modulok (saját ábra)

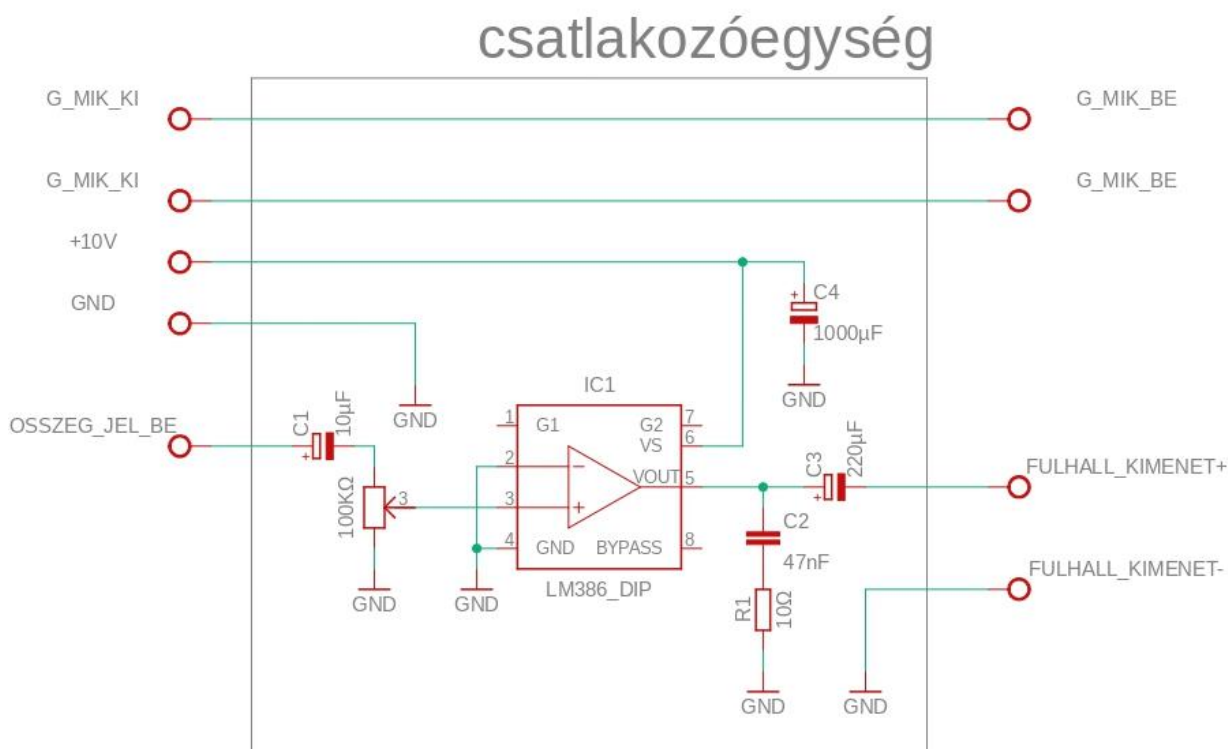


27. Ábra: az alumínium dobozba szerelt GX csatlakozók (saját ábra)

3.2. Szimpla csatlakozóegységek

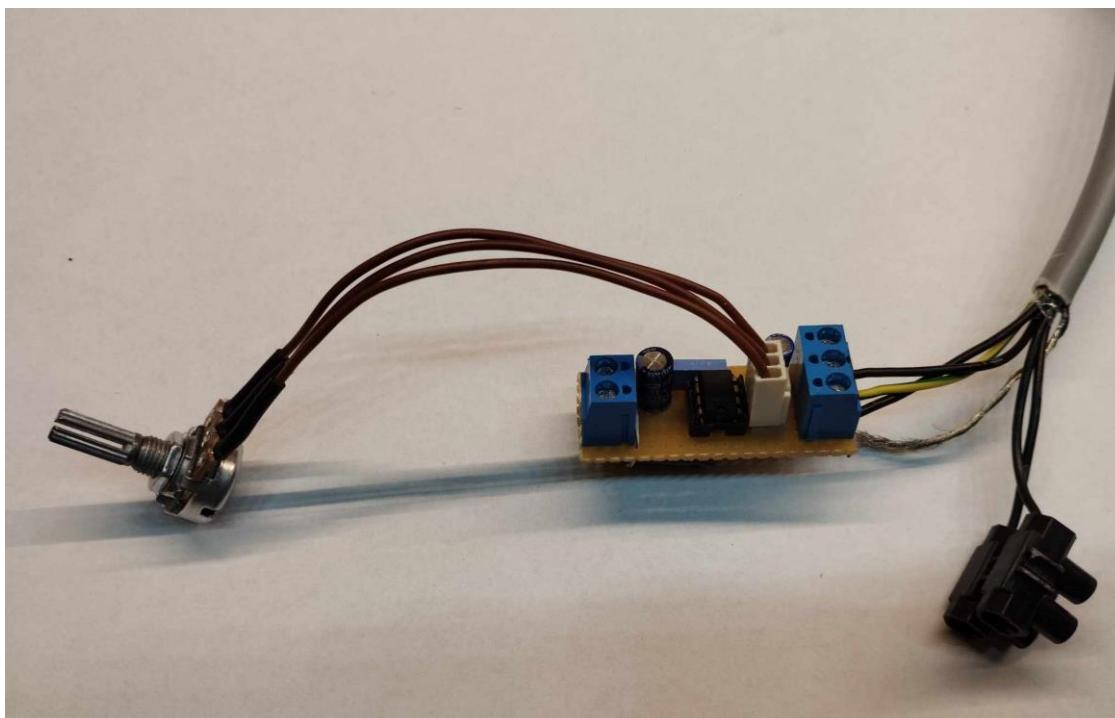
Ezeknek a csatlakozóknak a szerepe az lett, hogy a harcokcsizó fejtávadókat összekösse a központi egységgel, és a végfok erősítők is itt kerültek elhelyezésre, így lehetőséget adva a felhasználóknak az egyéni hangerő állításra.

A 16. ábrán látható tesztekhez használt kapcsolási rajzhoz képest a prototípusba beépített végfok modulok kapcsolási rajza egy 1000 μ F-os kondenzátorral bővült a 28. ábra szerint, amin a teljes csatlakozóegység bekötése is látható. Az extra kondenzátorra azért volt szükség mivel egy méternél hosszabb vezeték esetén interferenciából adódó zajok jelentek meg, amik használhatatlanná tették a rendszert, de a kondenzátor utólagos hozzá adásával ezek a problémák megszűntek.



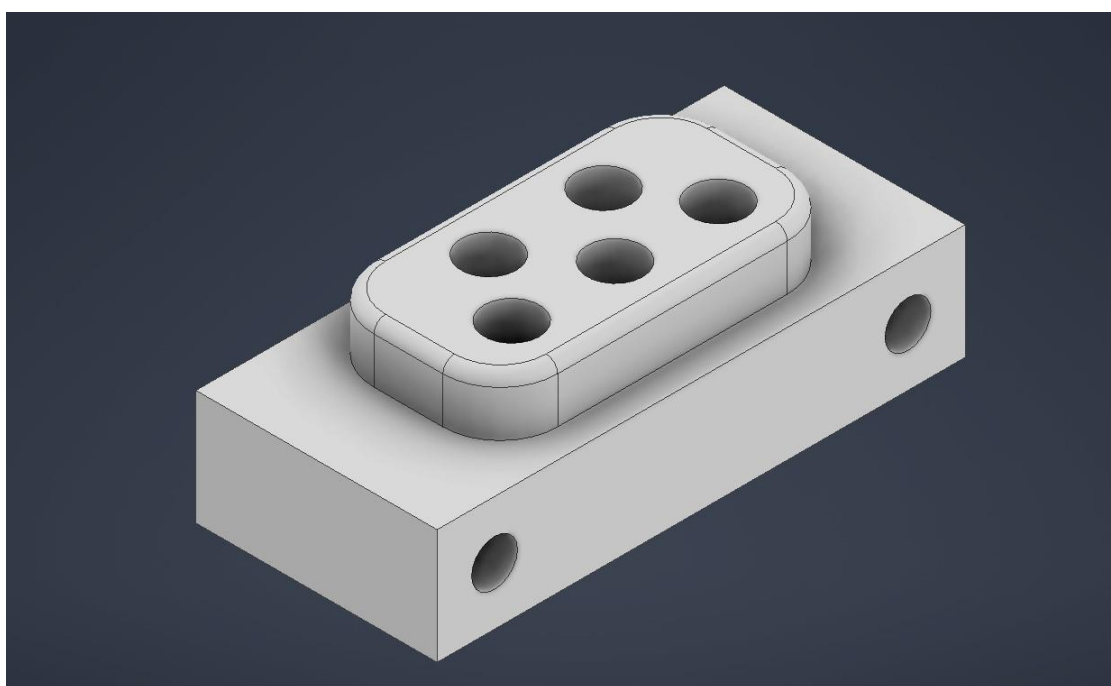
28. Ábra: csatlakozóegység bekötése (saját ábra)

Hasonlóan, mint a központi egységbe beépített modulok ezek is forrszemes panelen lettek összeépítve és a csatlakozásokat panelba forrasztható sorkapcsokkal oldottuk meg. A könnyű összeszerelés érdekében a hangerőállító potenciométer MOLEX stílusú csatlakozóval kapcsolódik a panelhez. A beépítésre kész panel vezetékekkel ellátva a 29. ábrán látható.

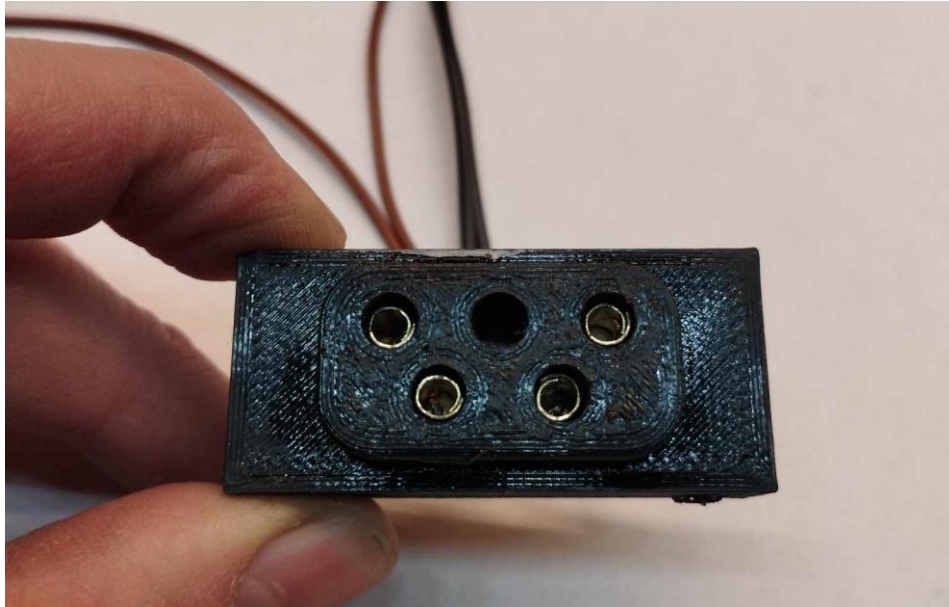


29. Ábra: forrszemes panelen összeépített végfok kapcsolás (saját ábra)

A fejkvédők saját csatlakozójainak ellendarabjaihoz saját tervezésű 3D nyomtatott alkatrészeket készítettem és módosított szabványos tűske csatlakozókat ragasztottam, amik biztosítják a biztos összeköttetést a beszédrendszer és a fejkvédők közt. Az ellendarabokat Autodesk Inventor program segítségével modelleztem le. A CAD modell a 30. ábrán látható a kész ellendarabra a 31. ábrán látható példa.

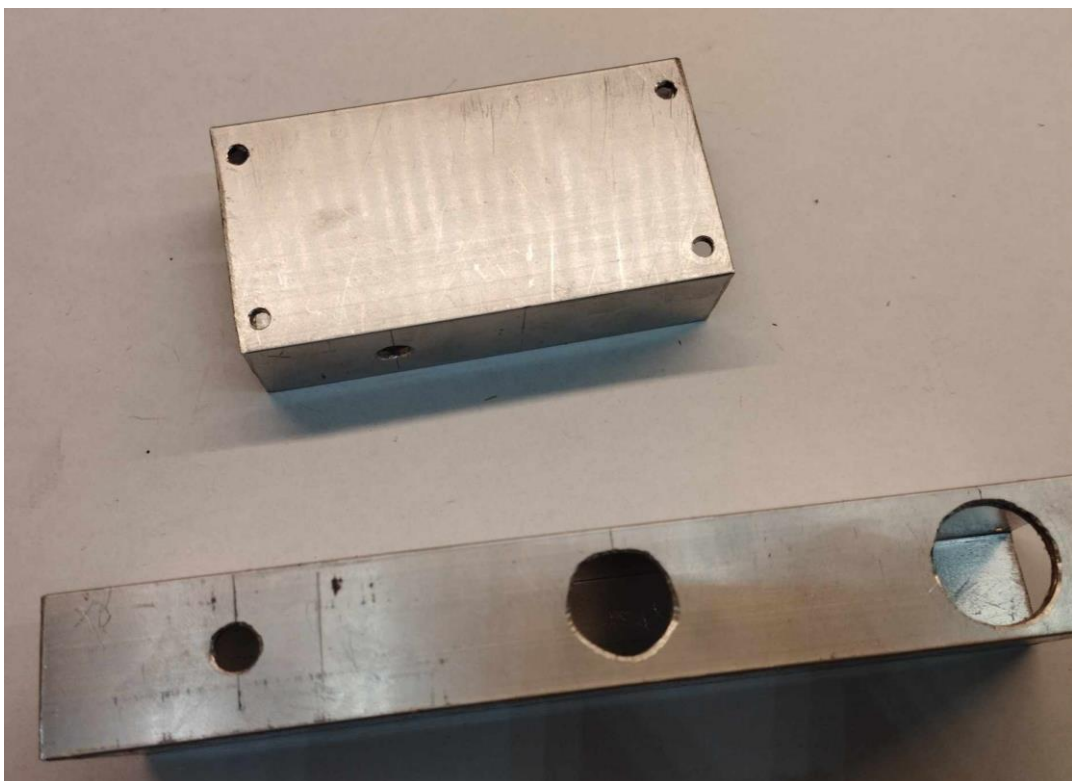


30. Ábra: az ellendarabok CAD modellje (saját ábra)



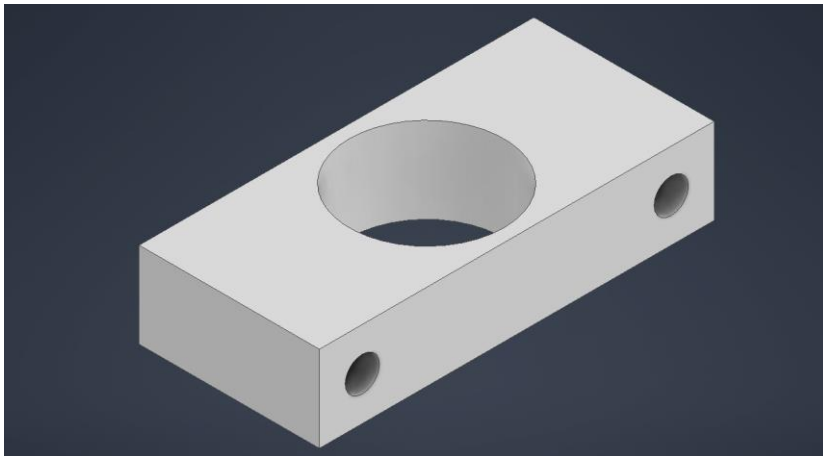
31. Ábra: harckocsizó fejevédő ellendarab (saját ábra)

A kész ellendarabokat és végfok erősítőket alumínium zártszelvényekből készített dobozokba helyeztem. A nyomógomboknak, csatlakozóknak és rögzítő csavaroknak szükséges furatokat oszlopos fúró segítségével készítettem el. A csavarok ellenoldali furatait menetfúró segítségével láttam el menettel. A 32. ábrán egy szimpla csatlakozóegység (kisebb doboz) és a rádiós csatlakozó egység üres doboza látható.



32. Ábra: üres csatlakozóegység dobozok (saját ábra)

A csatlakozóegységek öteres árnyékolt vezetékek és GX típusú ipari csatlakozókkal csatlakoznak a központi egységhez. A vezetékeket 3D nyomtatott közdarabokba beépített tömszelencékkel rögzítettük az alumínium dobozokhoz. A közdarab CAD modellje a 33. ábrán látható.



33. Ábra: közdarab CAD modellje (saját ábra)

Az alumínium dobozok árnyékoltsága érdekében a vezetékek árnyékolását a dobozok falai és a közdarabok közé szorítottam, gondoskodva az összeköttetésről a 34. ábra szerint. Rövidzárlatok elkerülése érdekében a veszélyeztetett helyeken szöveterősítésű ragasztószalagot használtunk szigetelésre. Az egyik összeállított csatlakozóegység a 35. ábrán látható, a vezeték végén, a központi egységen lévő GX csatlakozók egyik ellendarabja van.



34. Ábra: árnyékolások összekötése (saját ábra)

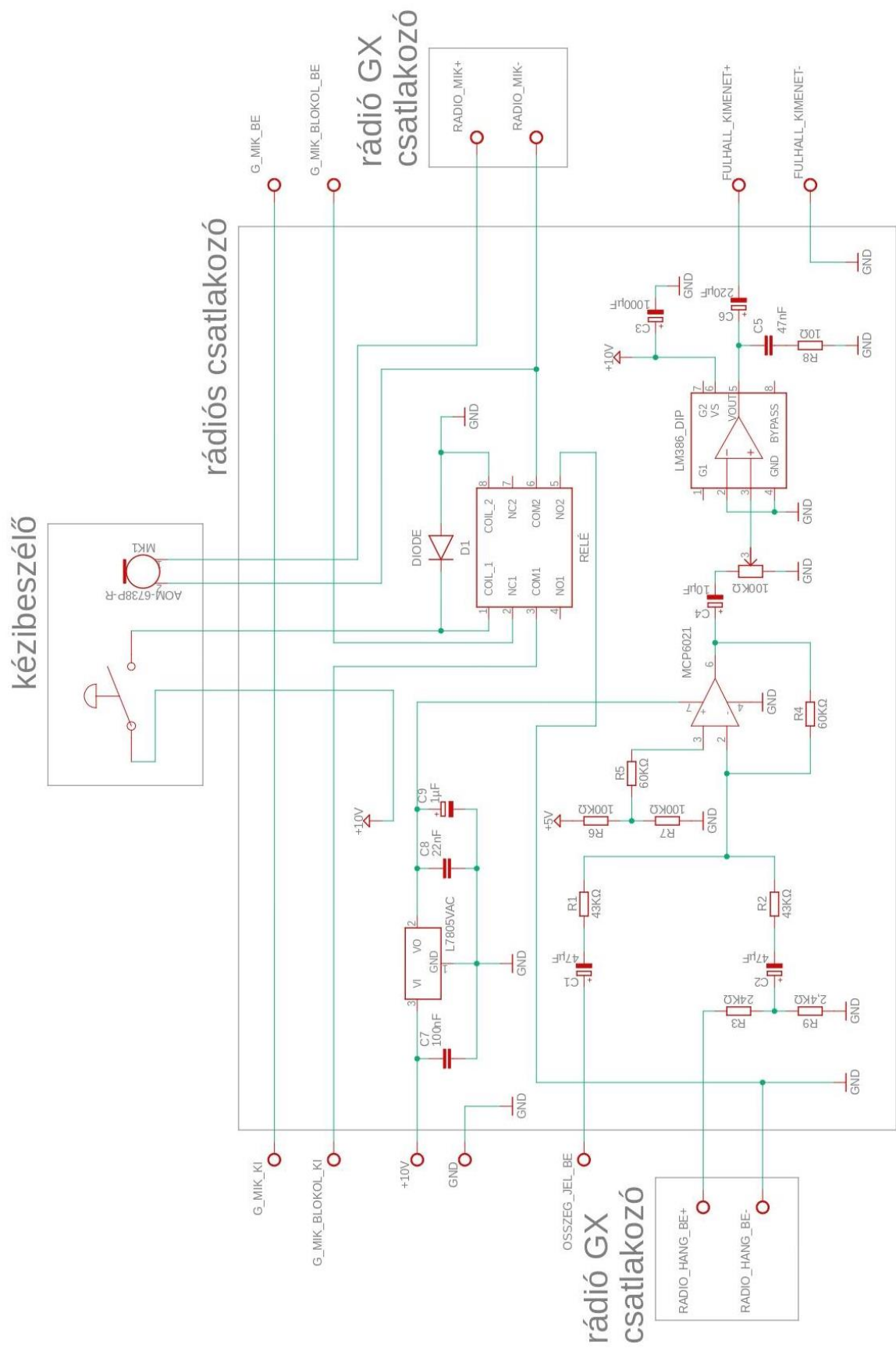


35. Ábra: kész csatlakozóegység (saját ábra)

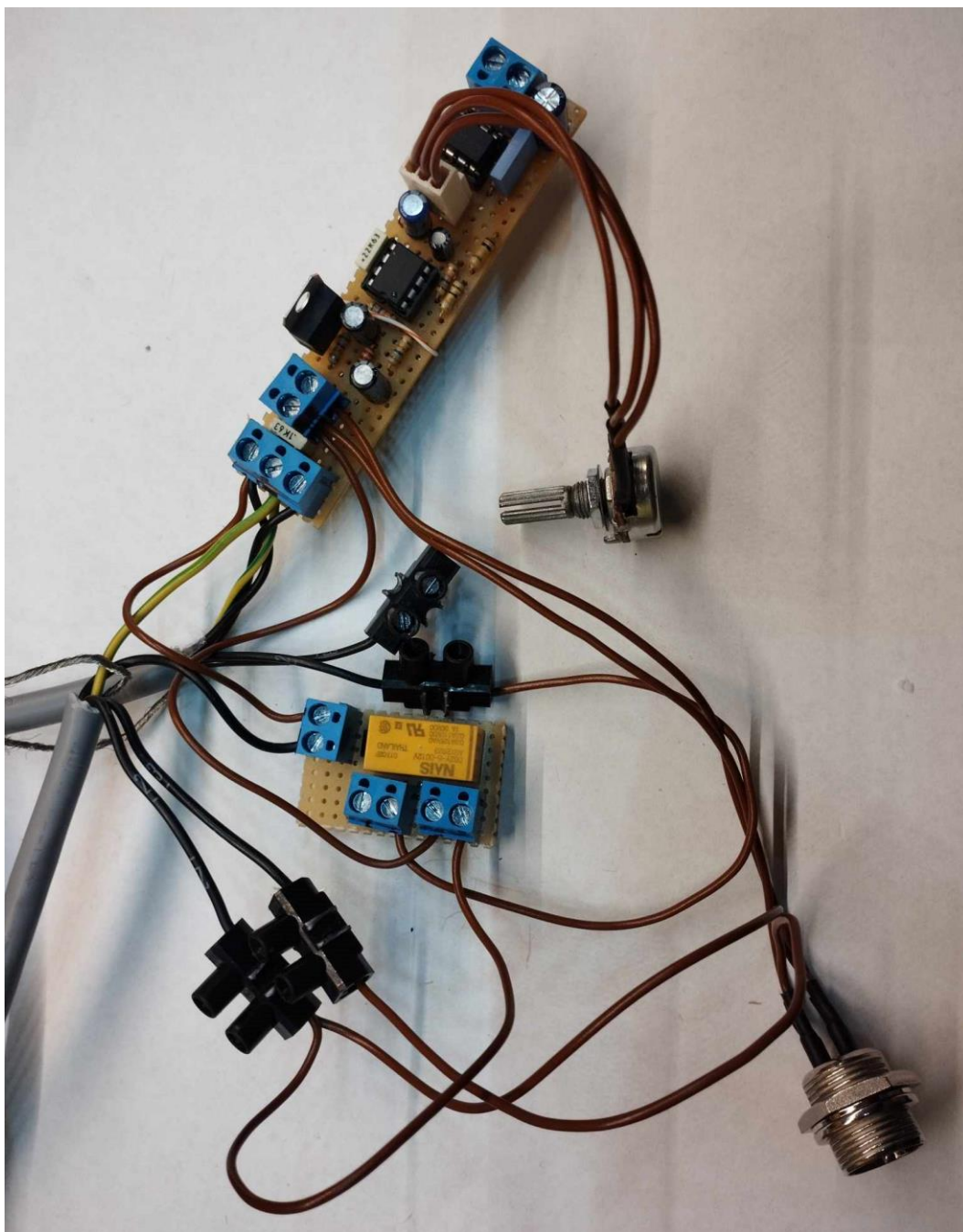
3.3. Rádiós csatlakozóegység

A rádiós csatlakozóegység funkciójában annyiban tér el a szimpla csatlakozóegységtől, hogy a használója hallja a csatlakozóegységre kötött adó-vevőről beérkező rádióforgalmazásokat a fejtűző fülhallgatóin keresztül és képes egy kézibeszélő segítségével saját maga is forgalmazni.

Ehhez a 17. ábrán látható kapcsolási rajzot használtam egy extra 1000 μ F-os kondenzátorral kiegészítve, hasonlóan, mint a szimpla csatlakozó egységeknél, továbbá egy relés kapcsolással is bővült, ami a kézibeszélőn lévő rádióforgalmazás gomb megnyomására blokkolja a gégemikrofon jelét az előerősítő felé valamint zárja az adó-vevő rádióforgalmazás indításához szükséges bemenetét. A kézibeszélőben egy kondenzátor mikrofon is helyet kapott, ami az adóvevő mikrofon bemenetére kapcsolódik. A teljes kapcsolási rajz és bekötés a 36. ábrán, a forrszemes panelen elkészült modul pedig a 37. ábrán látható.



36. Ábra: a beépítésre került rádiós csatlakozóegység kapcsolási rajza és bekötése (saját ábra)

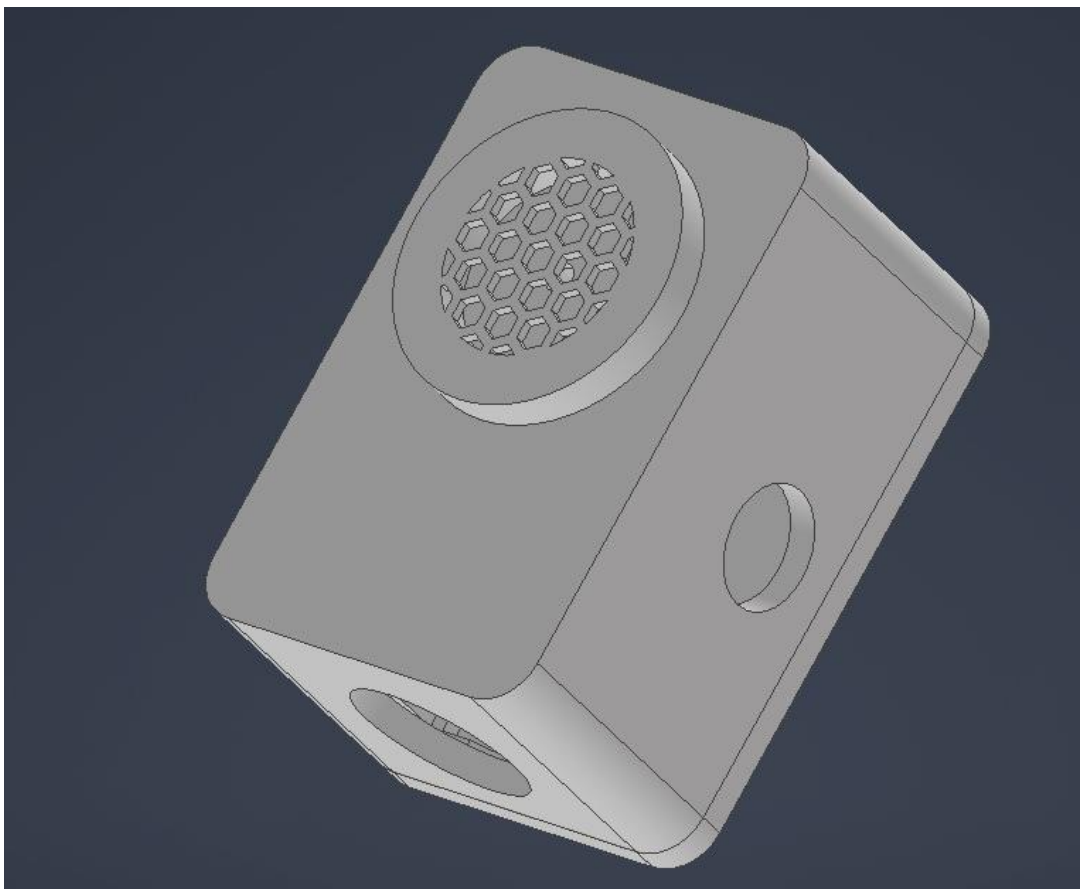


37. Ábra: forrszemes panelen összeszerelt rádiós csatlakozóegység elektronikája

A rádiós csatlakozóegység is egy alumínium dobozba került összeszerelésre, mint a szimpla egységek. A kész egység látható a 38. ábrán. Az adóvevő csatlakoztatásához szükséges vezeték eltávolítható az egységről arra az estere ha az adó-vevő használaton kívül lenne. Erre a célra GX ipari csatlakozót használtunk. Az adóvevőhöz két Jack-csatlakozón keresztül kapcsolódik a csatlakozóegység. A kézibeszélő nyomógombja és a kondenzátor mikrofonja egy saját tervezésű 3D nyomtatott dobozban kapott helyet. A kézibeszélő CAD modellje a 39. ábrán kapott helyet a kész eszköz pedig a 40. ábrán látható.



38. Ábra: rádiós csatlakozóegység (saját ábra)



39. Ábra: Kézibeszélő CAD modellje (saját ábra)



40. Ábra: kézibeszélő (saját ábra)

4. Tesztelés

A tesztek és a megépítés az itthoni saját műhelyben és a GAMF informatikai tanszéken található Elektro Klub laborjában történt.

A dolgozat megírásakor csak három darab csatlakozó egység készült még el, amik a központegységre kötve, rádióval egyben a 41. ábrán látható. A prototípusban felhasznált kapcsolásirajzok tovább fejlesztése potenciált hordoz magában zavar és zajsűrés tekintetében.

Az eredeti R124-es endezzerhez képest sokkal tisztábban érthető beszédhangot képez az új rendszer, ami az előerősítő karakterisztikájának köszönhető az alacsony frekvenciás jelek terén. Csökkent az alap zúgás és sistergés hang ereje is. Rádió forgalmazás esetén, ha a rádió antennája túl közel helyezkedik el a berendezéshez, körülbelül 50 cm távolságon belül akkor zavaró interferencia hangokat lehet hallani a fülhallgatókban. Nagyobb távolságba helyezve már nem számottevő.

Érdekességgépp megemlítve, tesztek során arra a jelenségre lettem figyelmesek, ha az előerősítő kapcsolás megfelelő pontját megérintem Kecskeméten üzemkőzben, nevezetesen 12. ábrán látható R4 és R7 vagy R5 és R6 ellenállás csomópontját, akkor tisztán hallható a Kossuth rádió, ami Kecskeméten 104,9 MHz. Csak emberi érintésre jött elő ez a jelenség, ha egy vesztéket helyeztem oda, mint antenna nem volt ez tapasztalható.



41. Ábra: kép a helyettesítő beszédrendszer prototípusáról (saját ábra)

Összefoglalás

Az alapot adó R124-es beszédrendszer bővítése nem járt sikerrel, viszont a hozzá tartozó fejtűkhöz sikerrel készítettem előerősítő kapcsolást, ami használható erősségű jelet generál a gégemikrofonok jeléből. A gyári dokumentációt tanulmányozva szembesültem, hogy technika akkori állása miatt az R124-es tervezőinek nem álltak a rendelkezésükre a manapság már hétköznapiak számító modern elektronikai alkatrészek. Ezért más módokon, néha sokkal komplikáltabban kellett megoldjanak problémákat, mint ahogy arra a modern elemekkel képesek lennénk. Ilyen része volt az R124-esben az előerősítők jelének összegzése, ugyanis a tervezők áramjellel oldották meg azt. Az általam megtervezett előerősítő rákapcsolása az R124-esre nem lehetetlen, de bonyolult lenne a kivitelezése, emiatt is tértem át egy teljesen új rendszer tervezésére.

Munkám során sikeresen megterveztem és megépítettem egy rendszert, amivel egy Airsoft harcjárműben a belső és rádióskommunikációt le lehet bonyolítani. Az új rendszerben a beszédhang sokkal érthetőbbé vált és szintén a gyári fejtűket használja. Továbbá a felhasználói komfort is növelve lett egyéni hangerő beállítási lehetőséggel. Az adó-vevő csatlakoztatási lehetőséggel modern kézi adóvevők is a rendszerre köthetők.

A dolgozatom bemutatásakor az új beszédrendszer bemutatására is sor kerül.

Ábrajegyzék

1. Ábra: hiányos R124-es beszédrendszer (saját ábra)	6
2. Ábra: R124-es gyári dokumentációja	7
3. Ábra: R124-es gyári dokumentációja	8
4. Ábra: R124-es gyári dokumentációja	8
5. Ábra: R124-es beszédrendszer bekötése (saját ábra)	9
6. Ábra: beszédváltó (saját kép)	10
7. Ábra: harckocsizó fejvédő (saját ábra)	11
8. Ábra: a gégemikrofonok felépítése (saját ábra)	11
9. Ábra: műveletierősítő teszt kapcsolás rajza (saját ábra)	13
10. Ábra: különbség erősítő kapcsolási rajza (saját ábra)	14
11. Ábra: próbapanelen elkészített különbség erősítő teszt kapcsolás (saját ábra)	15
12. Ábra: előerősítő kapcsolási rajza (saját ábra)	15
13. Ábra: próbapanelen elkészített előerősítő teszt kapcsolás (saját ábra)	16
14. Ábra: R124 egyszerűsített kapcsolási rajza (saját ábra)	17
15. Ábra: az összegző kapcsolási rajza (saját ábra)	18
16. Ábra: a végfokok kapcsolási rajza (saját ábra)	19
17. Ábra: az adó-vevős összegzővel egybekötött végfok (saját ábra)	19
18. Ábra: az előerősítő illesztési próbálkozásainak kapcsolási rajzai (saját ábra)	20
19. Ábra: a prototípus elrendezése (saját ábra)	21
20. Ábra: tápellátás kapcsolásirajza (saját ábra)	22
21. Ábra: forrzesemes panelen összeépített tápellátó modul (saját ábra)	22
22. Ábra: a prototípusba épített összegző kapcsolásirajza (saját ábra)	23
23. Ábra: a prototípusba épített előerősítő kapcsolásirajza (saját ábra)	24
24. Ábra: forrzesemes panelen összeépített előerősítő modulok (saját ábra)	24
25. Ábra: forrzesemes panelen összeépített összegző modul (saját ábra)	25
26. Ábra: az alumínium dobozba beszerelt modulok (saját ábra)	26
27. Ábra: az alumínium dobozba szerelt GX csatlakozók (saját ábra)	26
28. Ábra: csatlakozóegység bekötése (saját ábra)	27
29. Ábra: forrzesemes panelen összeépített végfok kapcsolás (saját ábra)	28
30. Ábra: az ellendarabok CAD modellje (saját ábra)	28
31. Ábra: harckocsizó fejvédő ellendarab (saját ábra)	29
32. Ábra: üres csatlakozóegység dobozok (saját ábra)	29
33. Ábra: közdarab CAD modellje (saját ábra)	30
34. Ábra: árnyékolások összekötése (saját ábra)	30
35. Ábra: kész csatlakozóegység (saját ábra)	31
36. Ábra: a beépítésre került rádiós csatlakozóegység kapcsolási rajza és bekötése (saját ábra)	32
37. Ábra: forrzesemes panelen összeszerelt rádiós csatlakozóegység elektronikája	33
38. Ábra: rádiós csatlakozóegység (saját ábra)	34
39. Ábra: Kézipeszlő CAD modellje (saját ábra)	34
40. Ábra: kézipeszlő (saját ábra)	35
41. Ábra: kép a helyettesítő beszédrendszer prototípusáról (saját ábra)	36

Irodalomjegyzék

Ilyen jellegű fejlesztői munkához szakirodalom nehezen található. A katonai lejjege miatt, ez még nehezebb. Egyedül egy orosz nyelvű használatiutasítást és dokumentációt találtam az eszköztől, aminek a szerzője és a keletkezésének dátuma ismeretlen.