

Техничко решење

РАЗВОЈ GIVA IPC ПАМЕТНОГ МОДУЛАРНОГ АУДИО ПОЈАЧАЛА ЗАСНОВАНОГ НА DSP ПРОЦЕСОРУ ALLWINNER H2+ И ОПЕРАТИВНОМ СИСТЕМУ LINUX

Аутори:

Владислав Миленковић, Иван Годоровић, Вукашин Ристић,
Наталија Кокић, Ива Салом, Анастасија Перић

Година: 2020.

Корисник:

Entrodev BVBA, Белгија

Начин коришћења:

Уређај је намењен употреби у стамбеним и пословним објектима за озвучењем које подржава аудио појачала класе Д.

Рецензенти:

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Развој GIVA IPC паметног модуларног аудио појачала заснованог на DSP процесору Allwinner H2+ и оперативном систему Linux
Аутори	Владислав Миленковић, Иван Тодоровић, Вукашин Ристић, Наталија Кокић, Ива Салом, Анастасија Перић Институт „Михајло Пупин“, Београд
Категорија	Ново техничко решење примењено на међународном нивоу (M81) Доказ: Уговор
Кључне речи	Internet of Things, Cloud, web интерфејс, сервер, websocket протокол, UDP протокол, HTTP протокол, DHCP, Wi-Fi hotspot, Linux, аудио DSP

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):
Техничко решење је рађено за белгијску компанију „Entrodev BVBA”.
Година када је решење комплетирано:
2020.
Година када је почело да се примењује и од кога:
Примена техничког решења је почела у 2020. години испоруком прелиминарне верзије уређаја дистрибутивној мрежи партнера компаније Entrodev BVBA на америчком и западноевропским тржиштима. Корисник: Entrodev BVBA, Белгија
Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:
Техничко-технолошке науке, електроника, телекомуникације, информационе-технологије
Рецензенти техничког решења:

Технички елаборат:

- Проблем који се техничким решењем решава
- Стање решености тог проблема у свету
- Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже
- Референце
- Рецензије техничког решења

Развој GIVA IPC паметног модуларног аудио појачала заснованог на DSP процесору Allwinner H2+ и оперативном систему Linux

ТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

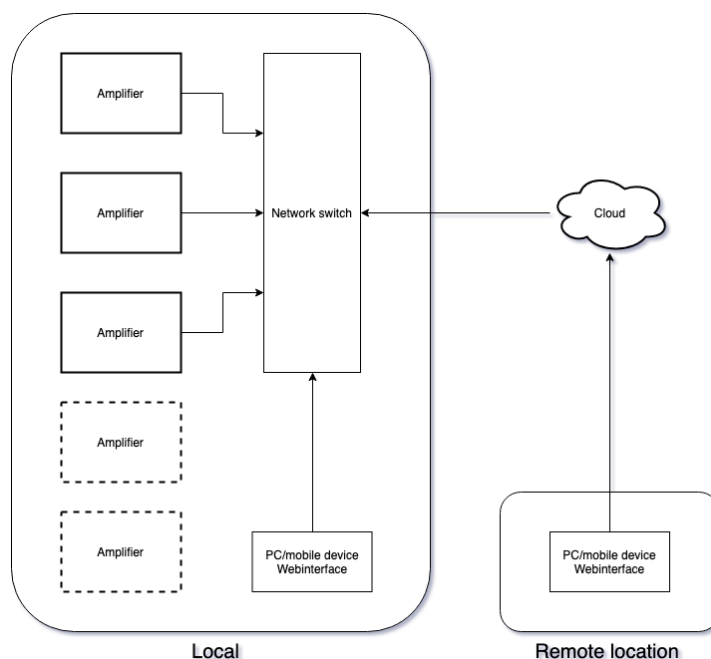
Проблем који се техничким решењем решава:

Развојем паметног модуларног аудио појачала са обрадом звука [1], које има техничке особине описане у овом решењу, решава се више проблема који постоје у употреби овог типа уређаја у пословним зградама, а нарочито у окружењу са ригидним правилима када је у питању приступ инсталираној опреми ван компанијске мреже.

Поред ограничене могућности управљања уређајем путем корисничког интерфејса презентованог на уграђеном екрану, свака инсталација овог аудио појачала на себи има подигнут HTTP сервер на коме се извршава web апликација са богатим корисничким интерфејсом, а која обезбеђује комплетно праћење и контролу свих аспеката уређаја. Због тога оператер не мора да буде физички присутан у просторији у којој је опрема инсталирана.

Пошто у оквиру исте компанијске мреже може бити инсталирано више оваквих појачала, фирмвер имплементира UDP сервер и периодични UDP broadcasting са специјално формулисаним индентификационим пакетима. Сваки уређај одржава листу свих препознатих и (не)активних уређаја у локалној мрежи. Имплементација управљачког протокола омогућава извршавање команди како на уређају који је примио команду, тако и прослеђивање на било које појачало унутар локалне мреже (виђено из перспективе уређаја који је примио команду) и враћање одговора пошљаоцу команде. Тиме се постиже потпуна симетрија скупа оваквих уређаја у локалној мрежи и могућност да само једно појачало мора да буде повезано на спољни “cloud” сервер, а да оператер са спољне локације преко јединственог корисничког интерфејса web апликације тог уређаја има потпуну контролу и праћење статуса свих околних појачала у истој компанијској мрежи.

Сваки уређај на себи има подигнут Wi-Fi hotspot, чиме је могућ приступ и контрола појачала преко бежичних клијената као што су лаптоп рачунари и мобилни телефони (који притом могу да користе и компанијску Интернет конекцију, ако локална мрежа на коју је оно повезано то омогућује). Ради безбедности, клијенти који се повезују на Wi-Fi hotspot добијају адресу из приватног опсега класе Ц са 24-битном нетмаском [2], а онда се техником NAT-овања (“network address translation”) [3] повезују на локалну мрежу на коју је повезано само појачало, али се портови не прослеђују ка приватном опсегу чиме је Wi-Fi клијентима онемогућено да примају долазне конекције и изнутра компромитују безбедност компанијске мреже.



Слика 1 – Мрежно управљање појачалом

Уређај представља и професионално четвороканално појачало са интерном обрадом звука које се реализује у четири варијанте зависно од потреба клијента (четири канала по 300, 750, 1500 или 3000 W), где се на сваки канал може повезати један или више звучника и постој засебан скуп подешавања по каналу (филтри, лимитери, кашњење, поларитет, појачање) чиме се излаз прилагођава одговарајућим типовима звучника унутар клијентске аудио инсталације. Параметри канала се могу снимати у произвољно именоване конфигурацијске скупове (кориснику презентоване кроз виртуелни систем фајлова и директоријума), учитавати за један или више канала или мигрирати са уређаја на уређај. Осим тога, у раду уређаја више канала (на једном или више појачала у мрежи) се може придружити логичким групама, чиме се постиже истовремено мењање параметара више канала преко корисничког интерфејса.

У одабиру технологија за имплементацију фирмвера, употреба оперативног система Linux уместо класичног микроконтролерског софтвера омогућила је интеграцију НТТР сервера Apache [4] који подржава све актуелне web стандарде, затим доказани IP стек индустријског нивоа квалитета и богату контролу мрежних аспеката путем DHCP сервера [5], „access point“ сервера/аутентификатора [6] и уграђеног firewall-а за реализацију технике NAT-овања између Ethernet и Wi-Fi интерфејса на уређају. Сам фирмвер подржава надоградњу како комплетног садржаја интерног складишта (оперативног система и сервисног софтвера) са спољне USB меморије, тако и надоградњу појединачних компоненти без искључивања и у току рада уређаја преко мреже, чиме се елиминише потреба за физичким приступом оператера у просторијама у којима је опрема инсталирана.

Стање решености тог проблема у свету:

Аудио појачавачка опрема представља тржишну нишу у свету којом доминира мањи број компанија, а произвођачи не експериментишу ван примарне зоне делатности па је готово сва опрема у лошијем случају предвиђена за сценарио употребе који изискује физичко присуство оператера и мануелно управљање уређајем, а у нешто бољем случају потребно је инсталирати наменски софтвер на рачунар оператера и повезати се на уређај наменском конекцијом кратког домета.

У светлу експанзије концепта међусобног умрежавања електронских уређаја ради лакшег и аутоматизованог управљања (тзв. “Internet of Things”), корисник овог техничког решења, који у свом програму има неколико производа за обраду звука, током година је прикупио искуства на терену и препознао нарасле потребе клијената за производом који комбинује професионалну обраду звука и начин управљања карактеристичан за актуелно доба које подразумева даљински приступ и богат кориснички интерфејс без потребе за инсталирањем наменских апликација, јер се управљачки софтвер сервера преко HTTP протокола директно са појачала.

Опис техничког решења:

Хардверска реализација система:

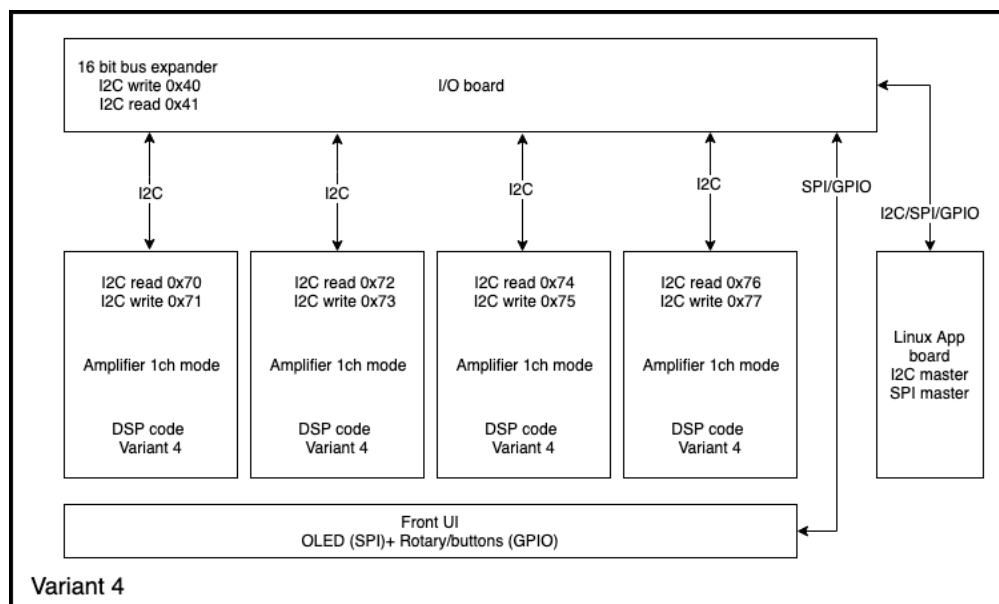
Уређај је састављен од четири хардверска модула:

- Главна контролерска плоча на којој се налази процесор Allwinner H2+, 256 MB RAM меморије, складиштена меморија и периферијски контролери са конекторима (SPI, I²C, USB, Wi-Fi антена и Ethernet),
- Плоча са екраном у боји и ротационим прекидачем (rotary switch), за реализацију локалног корисничког интерфејса,
- Експанзиона плоча која повезује контролерску плочу, једну или више појачавачких плоча и плочу за улазом и излазом корисничког интерфејса,
- Појачавачка плоча (једна, две или четири) која садржи процесор дигиталног аудио сигнала (DSP) и појачавачку логику.

У зависности од потребне излазне снаге, у уређај се уграђује најмање једна појачавачка плоча која избацује четири аудио канала, а највише четири плоче где свака избацује по један излазни канал.

Главна контролерска плоча служи за покретање уређаја и иницијализацију свих периферија, укључујући појачавачке плоче. На процесору Allwinner H2+ [7] извршава се *bootloader* који иницијализује локални екран, приказује пригодну индикацију подизања система, опционо проверава да ли постоји потреба за опоравком главне складиштене меморије, а затим покреће оперативни систем Linux који иницијализује остатак хардвера и покреће локалну апликацију и управљачке сервисе.

Складиштени простор на контролерској плочи чини фиксна флеш меморија капацитета 4 мегабајта, повезана на процесор преко SPI интерфејса, као и изменљива флеш меморија у формату меморијске картице преко MMC/SD интерфејса, с тим што MMC/SD конектор није директно доступан кориснику и не може му се прићи без отварања уређаја. На фиксној флеш меморији налази се програмиран *bootloader* (може се надоградити из оперативног система), а на SD картици налази се Linux језгро и *root* фајл-систем потребан за покретање локалне апликације и управљачких сервиса.



Слика 2 – Блок шема уређаја у пуној конфигурацији

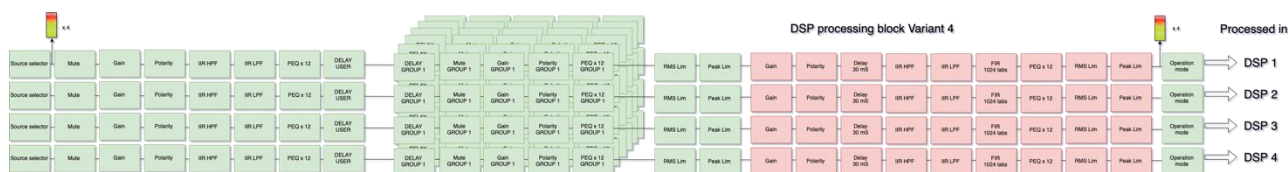
Мрежни интерфејс на контролерској плочи реализују Ethernet контролер са интегрисаним 10/100 Mbit PHY колом унутар процесора H2+, и спољни Wi-Fi контролер XR819 који подржава IEEE 802.11 b/g/n WLAN стандард, а којим се управља преко SDIO интерфејса. Ethernet интерфејс се може конфигурисати статички или дохватати ИП адресу са DHCP сервера мреже.

USB интерфејс на контролерској плочи повезан је на контролер унутар H2+ процесора конфигуриран у *host* режиму, чија је основна намена могућност опоравка садржаја интерне SD картице у случају оштећења њеног садржаја или потребе за комплетном заменом оперативног система.

Плоча којом се обезбеђује локални кориснички интерфејс садржи 18-bitни колор екран SSD1351 (у овом систему ради у 16-битној RGB-565 конфигурацији) којим се управља преко SPI интерфејса и две GPIO линије (*reset* и *data/control*). Локални улаз обезбеђује ротациони прекидач повезан преко три GPIO линије, од којих две служе за одређивање смера окретања на основу фазног помераја генерисаних пулсних поворки, а трећи представља класичан бинарни тастер.

Најзначајније коло на појачавачкој плочи је процесор дигиталног аудио сигнала Analog Devices ADAU1451 [8] на који је доведено четири аналогна и четири дигитална улаза, а изведено четири аналогна излаза која се прослеђују на појачавачку логику.

Фирмвер аудио процесора реализован је у виду адресабилних логичких блокова чији се параметри могу мењати током обраде уписом у одговарајуће регистре, односно читањем регистара за потребе приказа нивоа канала у корисничком интерфејсу.



Слика 3 – Пут обраде сигнала у процесору дигиталног сигнала

Фирмвер покрива следеће аудио функције:

- Подешавање нивоа појачања и укључивања/искључивања звука (*mute*) по каналу,
- Избор улаза по каналу,
- Подешавање кашњења улаза и поларитета по каналу,
- Подешавање операционог рада по каналу зависно од оптерећења (за *LowZ*, 70V и 100V типове звучника),
- Филтри (IIR high-pass и low-pass, parametric EQ, FIR) и лимитери (RMS, peak).

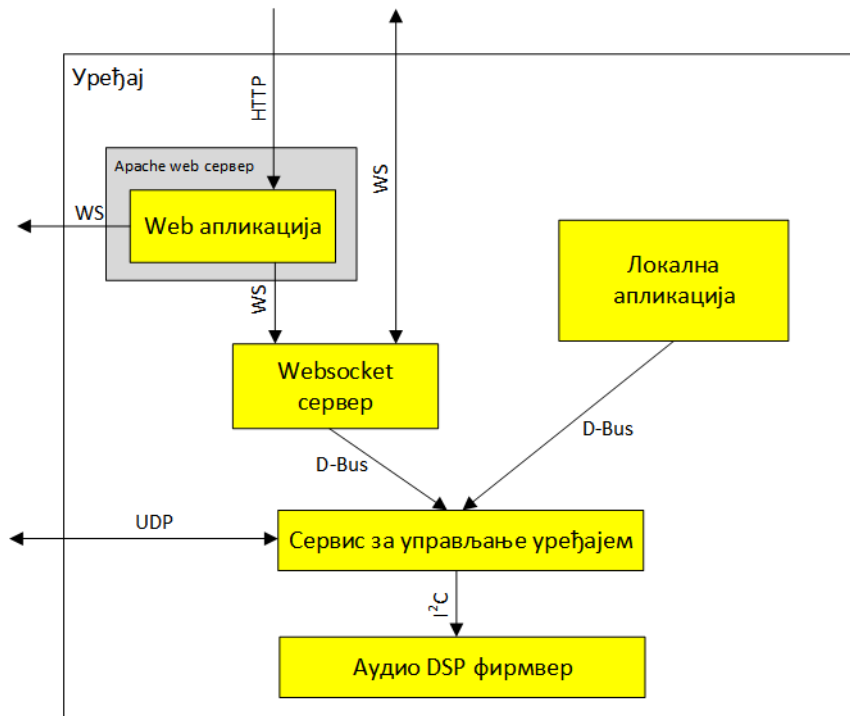
Софтверска реализација система:

Софтвер развијен за потребе уређаја укључује следеће компоненте (слика 4):

- Сервис за управљање уређајем и комуникацију са аудио процесором,
- Локална апликација,
- Локално хостована динамичка web апликација (под Apache HTTP сервером),
- Websocket сервер,
- Фирмвер за процесор дигиталног аудио сигнала.

Сервис за управљање уређајем и комуникацију са аудио процесором развијен је на платформи Python 3.6 и има централну софтверску улогу у систему:

- Управља мрежним интерфејсима и конфигурацијом појачала, укључујући глобалну конфигурацију, пресете за појединачне канале и асоцирање канала у логичке групе,
- Комуницира са другим могућим уређајима у локалној мрежи преко UDP бродкаста у сврху међусобног препознавања,
- Имплементира и објављује D-Bus објекат [9] чије методе други D-Bus клијенти на уређају могу да позивају користећи технику *remote procedure call*,
- Имплементира систем надоградње појединачних компоненти софтвера на уређају тако што их зауставља, мења и поново покреће (укључујући самог себе).

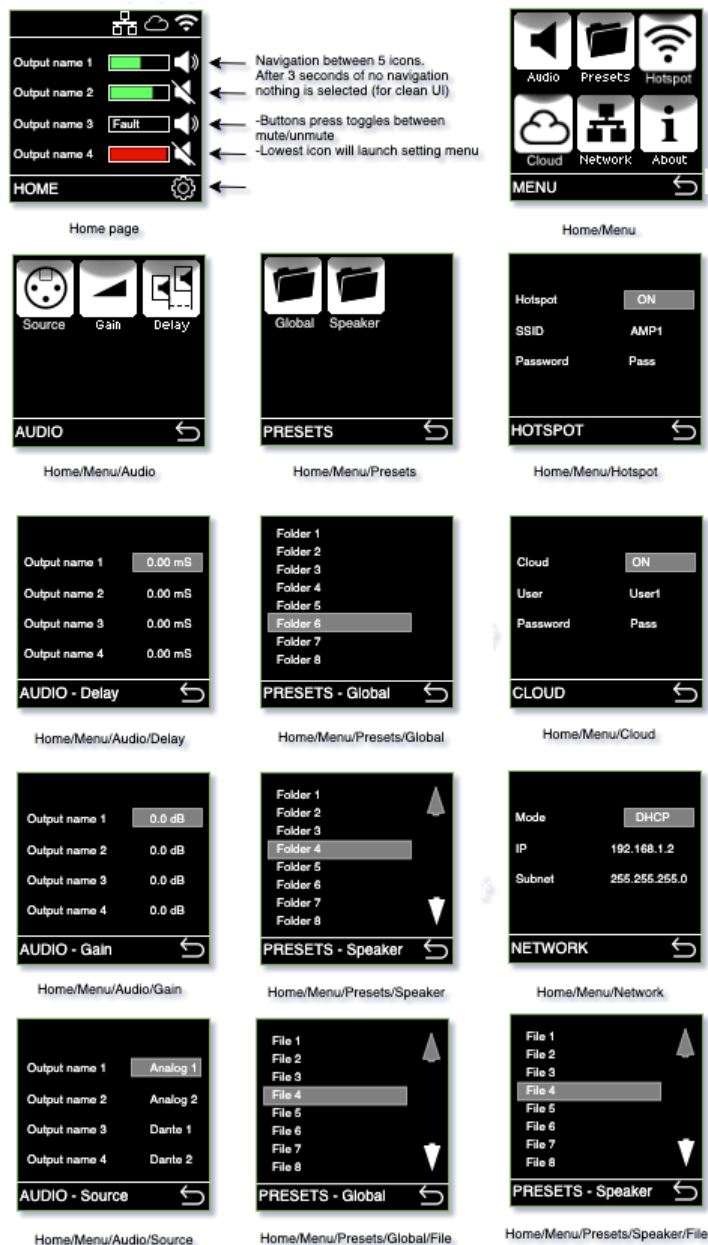


Слика 4 – Шема комуникације међу софтверским компонентама

Локална апликација развијена је на платформи Python 3.6 и реализује кориснички интерфејс (слика 5) тако што приказује навигационе меније на уграђеном екрану и прима улаз са ротационог прекидача, а по потреби позива услуге сервиса за управљање уређајем преко софтверске магистрале D-Bus. Апликација нуди ограничену контролу мрежних параметара појачала, могућност чувања и учитавања глобалне конфигурације и појединачних пресета (слике 7-9), као и неколицине параметара аудио процесора (избор извора, појачања и кашњења по каналу).

Локално хостована динамичка web апликација (писана у JavaScript-у) презентује се преко Apache HTTP сервера на уређају и обезбеђује кориснички интерфејс доступан из web прегледача (слика 6). Улога апликације је да, у комуникацији са websocket сервером на овом или околним уређајима, обезбеди приступ контроли свих аудио и системских параметара појачала у истој локалној мрежи.

Websocket сервер развијен је на платформи Python 3.6 и прима конекције отворене из web апликације (локално хостоване или са другог појачала), или од других websocket сервера са околних уређаја. Протокол за комуникацију омогућава навођење уређаја (у форми индекса елемента листе, почев од 0) на коме треба извршити неку команду или прочитати статус. Индекс 0 третира се као локални уређај и у том случају websocket сервер преводи добијени захтев у позив методе D-Bus објекта у сервису за управљање уређајем, чека на извршење и потом враћа резултат позиваоцу. За индекс N већи од нуле, websocket сервер дохвата листу адреса околних појачала од локалног сервиса за управљање уређајем, а онда отвара websocket конекцију ка N-том појачалу и прослеђује му истоветан пакет (само са индексом промењеним на 0), који би на циљном појачалу требало да се изврши локално.

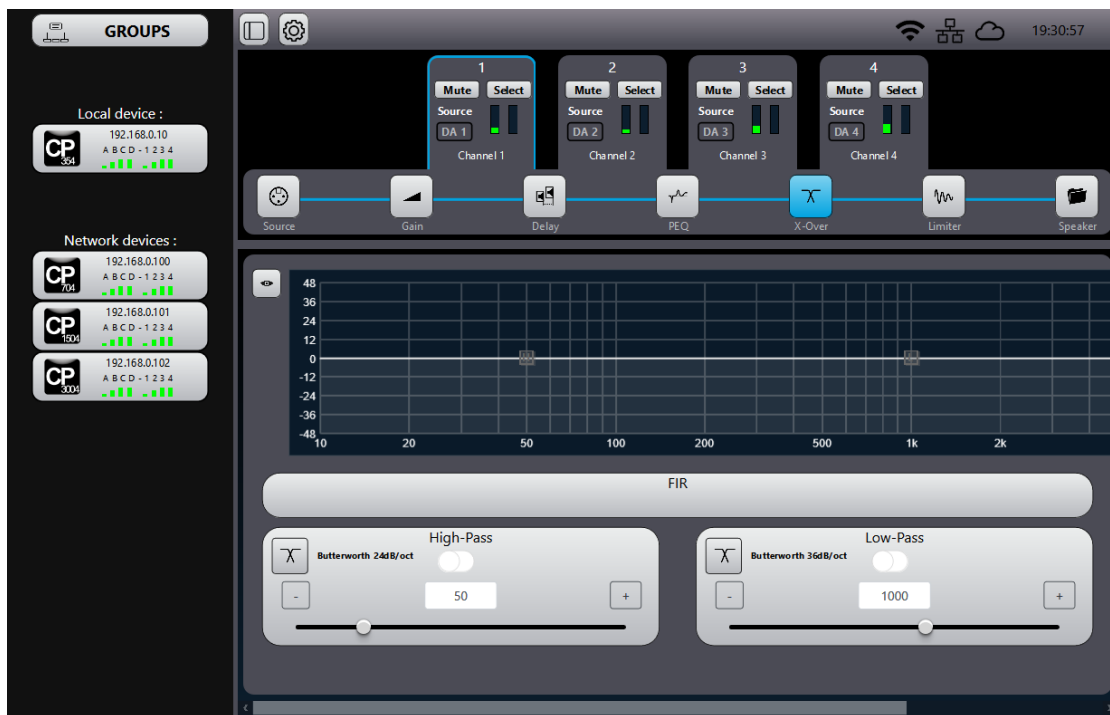


Слика 5 – Кориснички интерфејс локалне апликације

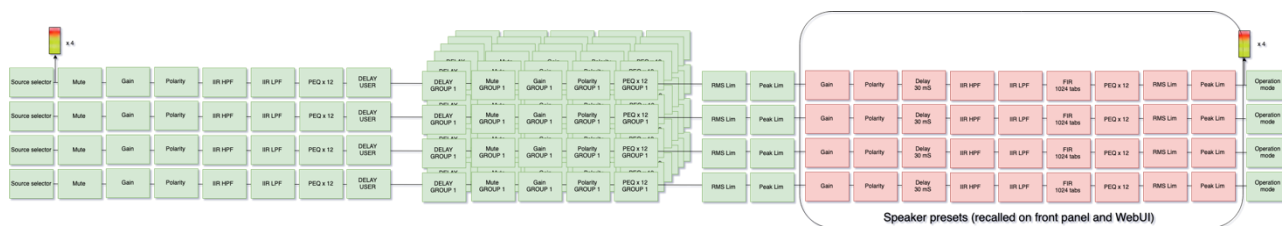
Фирмвер за процесор дигиталног аудио сигнала развијен је у графичком алату Analog Devices SigmaStudio (слике 10-11). Поред бинарног фајла за програмирање у аудио процесор, један од излаза овог алата је и списак адреса блокова и регистара (у облику заглавља за програмски језик Ц), који се за потребе сервиса за управљање уређајем конвертује у Python синтаксу. Адресе регистара користи сервис за управљање уређајем када се обраћа аудио процесору преко I²C магистрале.

Већина компонената система развијена је на платформи Python 3.6, која се показала као одлично решење за брзу израду прототипа који се потом једноставно надограђује у коначно решење. Python 3.6 програми се при покретању не интерпретирају, већ се превode у тзв. *byte-code*, слично платформи Јава, што значи да су перформансе боље од интерпретерских скрипт језика, али најмање за ред величине лошије од директно преведеног машинског кода процесора. С обзиром да се већина математичких функција обраде звука обавља на наменском процесору дигиталног сигнала (осим конверзије појачања у децибелима у линеарну скалу за приказ на графичком интерфејсу), за контролерску плочу тај ниво

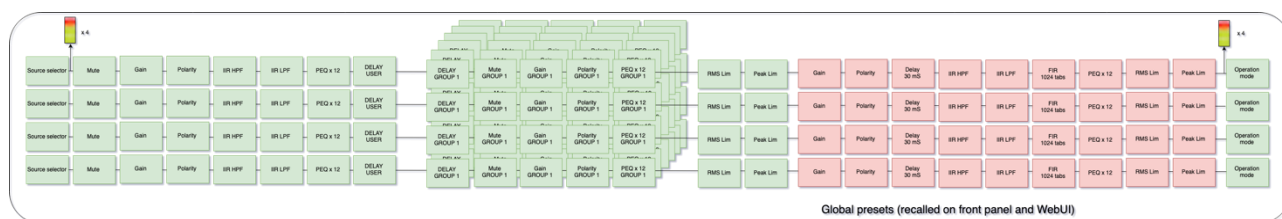
перформанси је више него довољан, а тзв. *profiling* у току развоја показао је да су употреба процесорског времена и RAM меморије далеко од критичног, чиме постоји простор за даљу допуну функционалности у следећој ревизији.



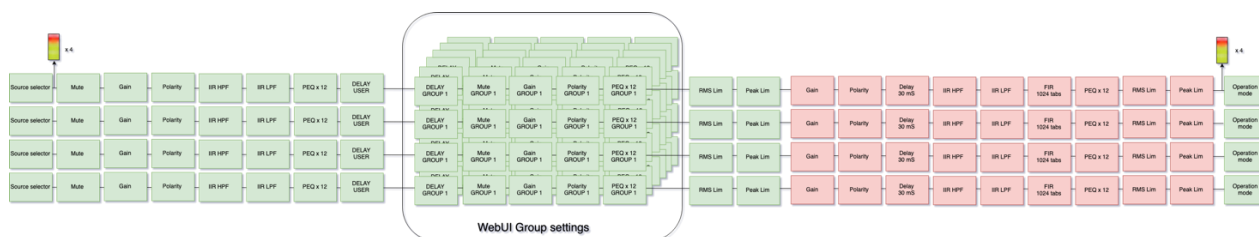
Слика 6 – Графички интерфејс локално хостоване web апликације



Слика 7 – Скуп подешавања који се чува у пресетима канала

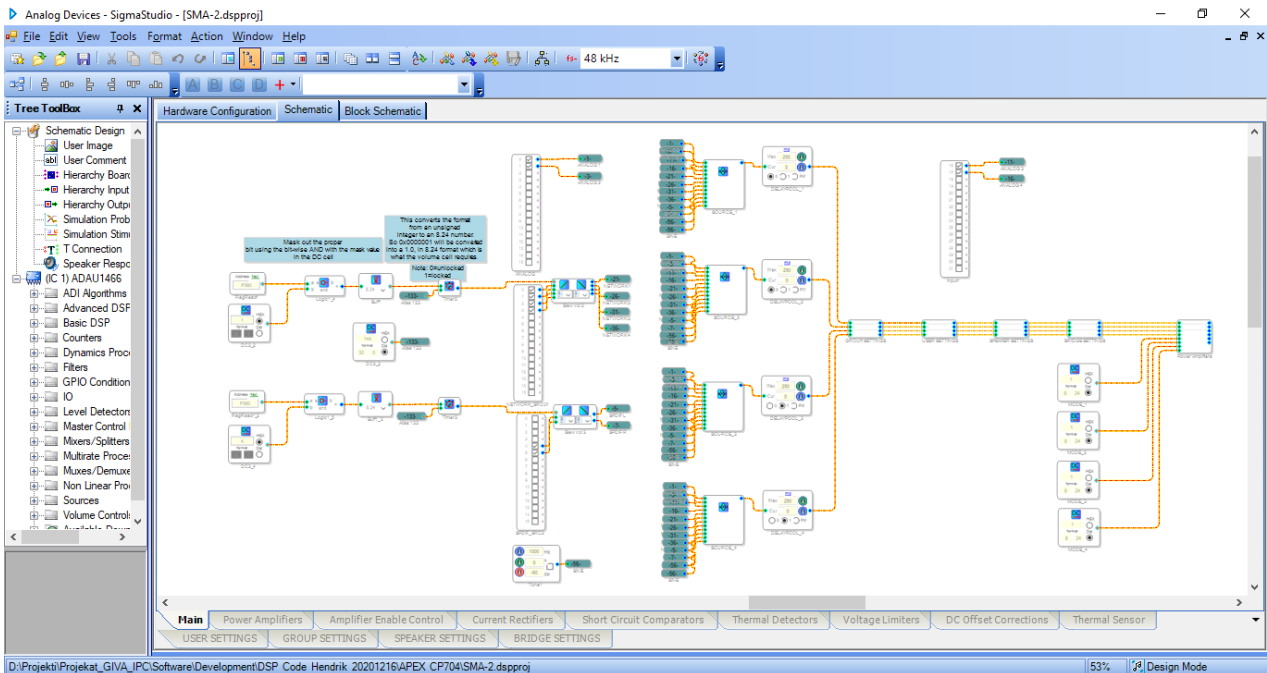


Слика 8 – Скуп подешавања који се чува у глобалним пресетима

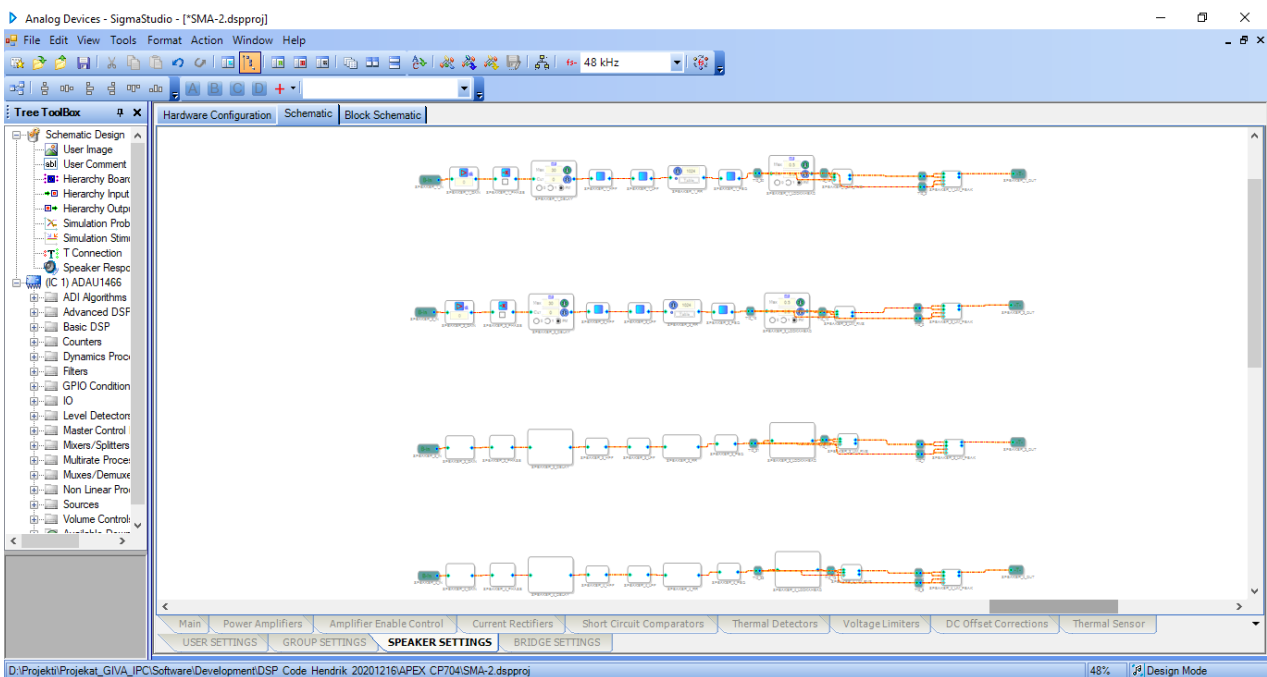


Слика 9 – Логичке групе параметара које се могу чувати и учитавати у току рада из корисничког интерфејса

Поред ових компоненти које су испочетка развијене за потребе појачала, *bootloader* U-Boot v2020.04 (доступан под GPL open-source лиценцом) модификован је додавањем функција за управљање уграђеним екраном где се током покретања уређаја смењује одговарајућа графика и статусни текст (покретање уређаја, неуспешно подизање, покушај опоравка, опоравак у току итд) као и логиком за опоравак фајл-система на уграђеној SD картици користећи архиву за опоравак или надоградњу оперативног система. Да би се процедура опоравка иницирала, ова архива треба да се налази на одређеној локацији на USB флеш меморији коју оператер може уметнути у конектор на уређају.



Слика 10 – Дизајн аудио DSP фирмвера у Analog Devices SigmaStudio



Слика 11 – Блокови који имплементирају групна подешавања у аудио DSP фирмверу

Закључак:

У Елаборату је приказана реализација паметног, мрежног и модуларног аудио појачала са интерном обрадом звука заснованог на оперативном систему Linux и DSP процесору, чија је спецификација резултат вишегодишње анализе корисника решења на основу теренских искустава клијената и општег тренда умрежавања уређаја и њиховог управљања web интерфејсом преко ИП мреже и из „клауда“. Дати су хардверска и софтверска архитектура, детаљи имплементације и стратегија решавања међусобног препознавања и контроле уређаја, применљива и у развоју друге опреме уклопиве у концепт „Internet of Things“.

Референце:

- [1] Маркетиншка презентација уређаја: <https://cloudpower.apex-audio.be/>
- [2] Приватни опсези ИП адреса:
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSSHRK_4.2.0/disco/concept/dsc_private_addr_ranges.html
- [3] Превођење мрежних адреса:
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSSHRK_4.2.0/disco/concept/dsc_nat_ov.htm
- [4] Apache HTTP сервер: <https://httpd.apache.org/>
- [5] DHCP сервер: <https://linux.die.net/man/8/dhcpd>
- [6] Access point сервер: <http://w1.fi/hostapd/>
- [7] Техничка документација процесора Allwinner H2+:
http://wiki.friendlyarm.com/wiki/index.php/File:Allwinner_H2%2B_Datasheet_V1.2.pdf
- [8] Техничка презентација процесора дигиталног аудио сигнала Analog Devices ADAU1541: <https://www.analog.com/en/products/adau1451.html>
- [9] Софтверска магистрала D-Bus и употреба у платформи Python:
<https://dbus.freedesktop.org/doc/dbus-python/tutorial.html>

Допринос аутора:

Руковођење тимом: Иван Тодоровић

Реализација сервиса за управљање уређајем: Иван Тодоровић, Владислав Миленковић

Реализација локалне интерфејсне апликације: Наталија Кокић, Владислав Миленковић

Реализација вебсокет сервера: Иван Тодоровић

Надоградња и верификација DSP *firmware*-а: Вукашин Ристић

Проширење *bootloader*-а: Иван Тодоровић

Тестирање система: Ива Салом, Анастасија Перић

Листа раније прихваћених
техничких решења
по ауторима

ВЛАДИСЛАВ МИЛЕНКОВИЋ

2018.

1. Братислав Планић, Вељко Јанић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Горан Димић, Владислав Миленковић, Лазар Бербаков, “Побољшање квалитета аудио сигнала самосталног Bluetooth микрофона МИКМЕ студијског квалитета” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A2.pdf

2017.

1. Владислав Миленковић, Владимир Челебић, Братислав Планић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “Реализација уређаја за тестирање и анализу рада система за пренос сигнала телезаштите” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-TTZ.pdf>
2. Марјан Ђурић, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, Владислав Миленковић, Ина Масникоса, “Модификован регистрофонски систем за потребе железнице” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-REG-ZEL.pdf>
3. Вукашин Ристић, Братислав Планић, Ива Салом, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МИКМЕ” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-МИКМЕ.pdf>
4. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Владислав Миленковић, Ненад Антонић, Вукашин Ристић, Братислав Планић, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Иван Кокић, “Окружење за аутоматско тестирање система за аквизицију и обраду података” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III44003-2017-M84-ATE.pdf>

ИВАН ТОДОРОВИЋ

2016.

1. Милан Оклобција, Марко Ралић, Иван Тодоровић, “Прилагођење оперативног система Android верзије 5 за рачунарску платформу у области Home Automation решења” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A4.pdf>
2. Милан Оклобција, Марко Ралић, Иван Тодоровић, Марјан Ђурић, “Софтверско хардверска платформа за аутоматско тестирање у производњи Home Automation рачунарског система” – М82
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A5.pdf>
3. Милан Оклобција, Иван Тодоровић, Марко Ралић, Марко Оклобција, Вукашин Ристић, Владимир Ћатић, Иван Кокић, “Мултимедијални уређај за управљање аудио/видео садржајем и осветљењем у контролним собама и салама за састанке” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III44003-2016-M83-IMP-LIVIAU_S.pdf

2015.

1. Иван Тодоровић, Милош Милутиновић, Бојан Косић, Вукашин Ристић, Ненад Антонић, Богдан Павковић, Горан Димић, “Firmware уређаја за управљање светлосним ефектима у мултимедијалним просторима” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32043-2015-IMP-fw-light-show.pdf>

ВУКАШИН РИСТИЋ

2019.

1. Вељко Јанић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Ива Салом, Иван Кокић, Владимир Ћатић, Братислав Планић, Вукашин Ристић, “МІКМЕ Pocket – бежични аудио снимач” – М83.
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/III44003-2019-M83-MIKME_Pocket.pdf

2018.

1. Братислав Планић, Вељко Јанић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Горан Димић, Владислав Миленковић, Лазар Бербаков, “Побољшање квалитета аудио сигнала самосталног Bluetooth микрофона МІКМЕ студијског квалитета” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A2.pdf
2. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Јелена Васиљевић, Милован Марић, “Оптимизација перформанси Docker контејнерски-базиране виртуелизације и примена на ИС ЛПА апликацију” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/Tehnicko_resenje_2018_III_3002_Docker.pdf.pdf

2017.

1. Владислав Миленковић, Владимир Челебић, Братислав Планић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “Реализација уређаја за тестирање и анализу рада система за пренос сигнала телешаштите” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-TTZ.pdf>
2. Марјан Ђурић, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, Владислав Миленковић, Ина Масникоса, “Модификован регистрофонски систем за потребе железнице” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-REG-ZEL.pdf>
3. Вукашин Ристић, Братислав Планић, Ива Салом, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МІКМЕ” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-MIKME.pdf>
4. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Владислав Миленковић, Ненад Антонић, Вукашин Ристић, Братислав Планић, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Иван Кокић, “Окружење за аутоматско тестирање система за аквизицију и обраду података” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III44003-2017-M84-ATE.pdf>
5. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Јелена Васиљевић, “Портирање Geoserver-а на рачунарство у облаку (*Cloud Computing*) за случај хипервизора типа-1” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III43002-2017-IMP-M85-PortGeoCl.pdf>

2016.

1. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић,

Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, “Систем за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње” – М81

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M81-IMP-MIKMEATE.pdf>

2. Ива Салом, Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вукашин Ристић, Јованка Гајица, Марко Оклобција, Ненад Карталовић, Миомир Мијић, “Решење проблема нелинеарности напонски контролисаног појачавача са JFET транзистором” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32038-2016A1.pdf>
3. Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Владимир Челебић, Жељко Стојковић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Лазар Бербаков, Бојан Косић, “Алгоритамска компензација разлике компоненти JFET-а за контролу појачања у напонски контролисаном појачавачу” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M85-IMP-JFET.pdf>
4. Милан Оклобција, Иван Тодоровић, Марко Ралић, Марко Оклобција, Вукашин Ристић, Владимир Ћатић, Иван Кокић, “Мултимедијални уређај за управљање аудио/видео садржајем и осветљењем у контролним собама и салама за састанке” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III44003-2016-M83-IMP-LIVIAU_S.pdf
5. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Никола Зоговић, Милован Марић, “Одређивање оптималног 64-битног фајл система на Linux оперативном систему и примена на ЛПА апликацију” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III43002-2016-IMP-OPT64FSLPA.pdf>

2015.

1. Иван Тодоровић, Милош Милутиновић, Бојан Косић, Вукашин Ристић, Ненад Антонић, Богдан Павковић, Горан Димић, “Firmware уређаја за управљање светлосним ефектима у мултимедијалним просторима” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32043-2015-IMP-fw-light-show.pdf>
2. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, “Одређивање оптималног типа система датотека са становишта гостујућег оперативног система за случај КВМ хипервизора и примена на ЛПА апликацију у виртуелном окружењу” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/III43002-2015-OptFS.pdf>

НАТАЛИЈА КОКИЋ (ЛУКИЋ)

2019.

1. Владимир Ћатић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Тодоровић, Јована Новаковић, Братислав Планић, Вељко Јанић, Марко Ралић, Ивана Николић, Наталија Кокић, “Унапређена акустичка камера за посебне намене” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32038_2019A1.pdf

2018.

1. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Братислав Планић, Горан Димић, Иван Кокић, “Унапређење система за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње са проширењем примене на нове верзије уређаја и са додавањем нових опција” – М83
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/III44003-2018A1.pdf>
2. Владимир Ћатић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Тодоровић, Наталија Лукић, Ивана Николић, “Софтверска симулација акустичке камере са beamforming алгоритмом” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32038_2018A2.pdf

2017.

1. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Владислав Миленковић, Ненад Антонић, Вукашин Ристић, Братислав Планић, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Иван Кокић, “Окружење за аутоматско тестирање система за аквизицију и обраду података” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III44003-2017-M84-ATE.pdf>

2016.

1. Ива Салом, Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вукашин Ристић, Јованка Гајица, Марко Оклобција, Ненад Карталовић, Миомир Мијић, “Решење проблема нелинеарности напонски контролисаног појачавача са JFET транзистором” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32038-2016A1.pdf>
2. Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Владимир Челебић, Жељко Стојковић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Лазар Бербаков, Бојан Косић, “Алгоритамска компензација разлике компоненти JFET-а за контролу појачања у напонски контролисаном појачавачу” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M85-IMP-JFET.pdf>
3. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, “Систем за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M81-IMP-MIKMEATE.pdf>

ИВА САЛОМ

2019.

1. Вељко Јанић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Ива Салом, Иван Кокић, Владимир Ћатић, Братислав Планић, Вукашин Ристић, “МІКМЕ Pocket – бежични аудио снимач” – М83.
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/III44003-2019-M83-MIKME_Pocket.pdf
2. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Сервер за централизовано надгледање и синхронизацију времена телезаштитних терминала у мрежи ЕМС АД” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A1.pdf
3. Владимир Челебић, Ива Салом, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Јованка Гајица, “Мерне методе за одређивање тачности процеса синхронизације времена на уређају за пренос сигнала телезаштите” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A2.pdf
4. Владимир Ћатић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Годоровић, Јована Новаковић, Братислав Планић, Вељко Јанић, Марко Ралић, Ивана Николић, Наталија Кокић, “Унапређена акустичка камера за посебне намене” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32038_2019A1.pdf

2018.

1. Јована Новаковић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Годоровић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Братислав Планић, “Акустичка камера за посебне намене” – М82
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32038_2018A1.pdf
2. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, Братислав Планић, “Унапређени телезаштитни терминал TZ-600 за повећање расположивости и убрзање преноса сигнала дистантне заштите за потребе ЈП ЕПС, огранак ХЕ Ђердап” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A2.pdf
3. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Братислав Планић, Горан Димић, Иван Кокић, “Унапређење система за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МІКМЕ у процесу производње са проширењем примене на нове верзије уређаја и са додавањем нових опција” – М83
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/III44003-2018A1.pdf>
4. Владимир Ћатић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Годоровић, Наталија Лукић, Ивана Николић, “Софтверска симулација акустичке камере са beamforming алгоритмом” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32038_2018A2.pdf
5. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Надоградња система за пренос сигнала телезаштите у мрежи преноса ЕМС АД имплементацијом синхронизације тачног времена” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A1.pdf
6. Братислав Планић, Вељко Јанић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Горан Димић, Владислав Миленковић, Лазар Бербаков, “Побољшање квалитета аудио сигнала самосталног Bluetooth микрофона МІКМЕ студијског квалитета” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A2.pdf

2017.

1. Владислав Миленковић, Владимир Челебић, Братислав Планић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “Реализација уређаја за тестирање и анализу рада система за пренос сигнала телешащитите” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-TTZ.pdf>
2. Вукашин Ристић, Братислав Планић, Ива Салом, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МИКМЕ” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-МИКМЕ.pdf>

2016.

1. Владимир Челебић, Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Ива Салом, Јелена Васиљевић, Драгослав Мијић, “Повезивање телешащитног терминала на резервни преносни пут преко Етернет интерфејса у мрежи EMC-а” – М84;
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A2.pdf>
2. Ива Салом, Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вукашин Ристић, Јованка Гајица, Марко Оклобција, Ненад Карталовић, Миомир Мијић, “Решење проблема нелинеарности напонски контролисаног појачавача са JFET транзистором” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32038-2016A1.pdf>
3. Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Владимир Челебић, Жељко Стојковић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Лазар Бербаков, Бојан Косић, “Алгоритамска компензација разлике компоненти JFET-а за контролу појачања у напонски контролисаном појачавачу” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M85-IMP-JFET.pdf>
4. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, “Систем за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M81-IMP-МИКМЕАТЕ.pdf>

2015.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Оптички интерфејс ИМП терминала за телешащититу са мултиплексерском опремом” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A1.pdf>
2. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јелена Васиљевић, Ива Салом, Владимир Челебић, Јованка Гајица, “Софтвер за симулацију размене GOOSE поруке између заштитног релеа и телешащитног уређаја у подстаници” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A2.pdf>

Анастасија Перић

нема техничких решења

CUSTOM SOFTWARE DEVELOPMENT AGREEMENT

This Custom Software Development Agreement (the "Agreement") is made and effective on August 7th, 2020,

BETWEEN: Entrodev BVBA (the "Customer"), a corporation organized and existing under the laws of Belgium, with its head office located at: Demer 8, 2230 Herselt, Belgium, VAT: BE 0822500711

AND: IMP-Telekomunikacije d.o.o. Beograd (the "Developer"), a corporation organized and existing under the laws of the Serbia, with its head office located at: Volgina 15, 11060 Belgrade, Republic of Serbia, VAT: RS 100008352

RECITALS

WHEREAS Customer wishes to develop custom Apex IPC software, and;

WHEREAS Developer desires to develop this custom Apex IPC software for Customer:

NOW, THEREFORE, in consideration of the mutual covenants and agreements herein contained, the parties hereto, intending, to be legally bound, agree as follows:


Apex IPC – Software for audio power amplifier with internal DSP


Page 1/9

1. PURPOSE OF AGREEMENT

Customer desires to retain Developer as an independent contractor to do the following works (the "Works") according to Apex IPC Specification 0.1 (dated 09.09.2019, author HJ Gielis): Apex IPC software (the "Software") for Orange PI Zero LTS (Allwinner H2+) platform. Developer is ready, willing and able to undertake the development of the Works and agrees to do so under the terms and conditions set forth in this Agreement.

2. DEVELOPMENT PLAN

Developer has prepared a development plan ("Development Plan") for the Works provided in Annex 1. The Development plan includes all planned activities.

3. DELIVERABLES

Developer agreed to provide following deliverables:

1. Source code of all components of the Software
2. Pre-build executive images of the Software

Developer shall regularly publish source codes changes of the Software which will be accessible by Customer.



16. NOTICES

All notices and other communications given in connection with this Agreement shall be in writing and shall be deemed given as follows:

- A. When delivered personally to the recipient's address as appearing in the introductory paragraph to this Agreement;
- B. Three days after being deposited via registered mail, postage prepaid, to the recipient's address as appearing in the introductory paragraph to this Agreement, or
- C. When sent by fax or telex to the last fax or telex number of the recipient known to the party giving notice. Notice is effective upon receipt provided that a duplicate copy of the notice is promptly given by first-class or certified mail or the recipient delivers a written confirmation of receipt.

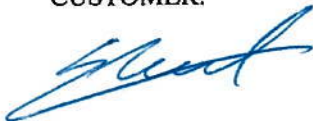
Any party may change its address appearing in the introductory paragraph to this Agreement by giving notice of the change in accordance with this paragraph.

17. SIGNATURES

Each party represents and warrants that on this date they are duly authorized to bind their respective principals by their signatures below.

IN WITNESS WHEREOF, the parties have executed this Agreement on the dates set forth first above, with full knowledge of its content and significance and intending to be legally bound by the terms hereof.

CUSTOMER:



Nand Eeckhout
Owner

07/08/2020

Entrodev BVBA

DEVELOPER:



Željko Stojković
Managing Director

7.8.2020

IMP-Telekomunikacije d.o.o. Beograd