



Техничко решење

**УНАПРЕЂЕЊЕ МРЕЖНИХ ИНТЕРФЕЈСА
ЦЕНТРАЛНОГ МОДУЛА
ЗА ТЕЛЕЗАШТИТНИ ТЕРМИНАЛ**

Аутори:

Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом,
Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић

Година: 2021.

Корисник:

Crnogorski elektroprenosni sistem AD
Електро mreжа Србије – EMC АД Београд

Начин коришћења:

У телезаштитном терминалу TZ-600

Рецензенти:



ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	УНАПРЂЕЊЕ МРЕЖНИХ ИНТЕРФЕЈСА ЦЕНТРАЛНОГ МОДУЛА ЗА ТЕЛЕЗАШТИТНИ ТЕРМИНАЛ
Аутори	Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић Институт „Михајло Пупин“ Београд
Категорија	Битно побољшано техничко решење на међународном нивоу (M83) Доказ: Прихваћена понуда, записник о извршеној услузи и техничкој исправности (стављање уређаја у исправан рад)
Кључне речи	Телезаштита, Етернет, ИЕС 61850

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):
Техничко решење је рађено за EFUSION, Друштво за inženjering, konsalting i usluge doo, Nikšić
Година када је решење компетирано:
2021.
Година када је почело да се примењује и од кога:
Примена техничког решења је почела у 2021. години, Корисник: Crnogorski elektroprenosni sistem АД, EMC АД Београд
Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:
Техничко-технолошке науке; електроника, информационо-комуникационе 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

УНАПРЕЂЕЊЕ МРЕЖНИХ ИНТЕРФЕЈСА ЦЕНТРАЛНОГ МОДУЛА ЗА ТЕЛЕЗАШТИТНИ ТЕРМИНАЛ ТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

Проблем који се техничким решењем решава:

У периоду од 2008. до 2021. године у Републици Србији (ЕМС АД), као и земљама из региона (Северна Македонија, Босна и Херцеговина и Црна Гора) Институт „Михајло Пупин“ је произвео и пустио у рад преко 100 уређаја типа TZ-600 намењених за пренос сигнала релејне заштите (по стандарду IEC 60834-1 [1]) са једне стране штићеног далековода (напонске равни 400 kV, 220 kV и 110 kV) на другу и то: сигнала за рад дистантне и усмерене земљоспојне заштите, заштите сабриница, отказа прекидача и слично. Одређеном броју инсталираних телезаштитних уређаја TZ-600 истиче или је истекао амортизациони период. Иако уређаји и даље раде поуздано, чињеница је да је појединим компонентама и склоповима у уређају TZ-600 престала производња и да истиче или је већ истекао период добављивости. Замена таквих компонента захтева преправке на појединим склоповима уређаја, као и неопходно тестирање поузданости рада уређаја. Ревитализацијом уређаја којима је истекао амортизациони век, заменом критичних модула, омогућен је поуздан рад постојећих уређаја (тестирањем комплетног система), лака добављивост компоненти током одређеног периода времена, као и проширење и побољшање досадашњих карактеристика уређаја захваљујући коришћењу нових компоненти.

Планирано је да се унапређење телезаштитног уређаја реализује у неколико фаза, а са циљем реализације потпуно новог и унапређеног телезаштитног уређаја. Прва фаза подразумевала је реализацију нове централне јединице (CPU) која мора да буде компатибилна са постојећом архитектуром уређаја TZ-600, а такође и да омогући нове функционалности и буде основа новог, унапређеног уређаја. Обезбеђивање нових функционалности се, пре свега, односи на повећање броја Етернет мрежних прикључака да би се обезбедили нови комуникациони протоколи који се захтевају од модерних телезаштитних уређаја. Једна од најважнијих нових могућности односи се на рад по стандарду IEC 61850 [2].

Стање решености тог проблема у свету:

Развој телекомуникационих мрежа у електропривреди нужно прате и мултиплексерски уређаји за телезаштиту. С обзиром на све већу разноврсност телекомуникационих система који се примењују у електропривреди, савремени телезаштитни уређаји су прилагодљиви

тако да омогућавају брз и сигуран пренос телештитних команди преко различитих медија преноса и комуникационих технологија (OPGW, E12 (G.703-2 Mb/s) жичани интерфејс, ВФ везе по водовима високог напона, радио везе, Етернет...). У новије време се све више повећава потреба за већим бројем Етернет прикључака за различите комуникационе намене, тако да новије варијанте телештитних уређаја садрже посебне модуле који омогућавају више прикључака како за оптичку тако и за жичану Етернет везу. Уређаји треба да су у потпуности програмибилни, тако да се једноставно могу прилагодити свим типовима комуникационих платформи и да се могу користити за различите шеме заштите: са блокадом искључења (*blocking*), са директним искључењем (*direct tripping*) или са условљеним даљинским искључењем (*permissive tripping*). Осим тога, треба да омогуће, поред основног, и коришћење резервног пута за пренос сигнала телештите [3].

Функционални и технички захтеви који се постављају пред овакав тип уређаја су јасни и стандардизовани. Основни стандард за овакав тип уређаја је IEC 60834-1 [1]. Поред основног стандарда за телештитне уређаје, у новије време се користи и IEC 61850-90-1 [2], док се за временску синхронизацију уређаја све више користи IEEE 1588 (PTP - *Precision Time Protocol*) протокол [4].

Постоји више познатих произвођача телекомуникационе опреме за пренос сигнала телештите, као што су ABB (NSD 700), RFI (*Guard* 8000), *Siemens* (SWT 3000), DIMAT (TPU-1), *General Electric* (*Gridcom* DIP) итд. Сви уређаји су модуларног типа, што омогућава флексибилност уређаја у зависности од потреба корисника. Већина уређаја подржава и додатне сервисе поред телештите, као што су пренос говора и података, могућност преноса сигнала диференцијалне заштите. Правци развоја у електропривредама у свету показују последњих година интезивну примену Етернет технологије, посебно у контексту аутоматизације подстаница и примене стандарда IEC 61850, па се од нове генерације телештитних уређаја захтева да буде подржан и овај стандард за комуникацију уређаја у подстаници, као и ван ње. Поред тога, пожељно је да буду подржани и SNMP (*Simple Management Network Protocol*) протокол за надгледање рада уређаја у пакетској мрежи, С37.94 интерфејс (мултимодни и мономодни), итд.

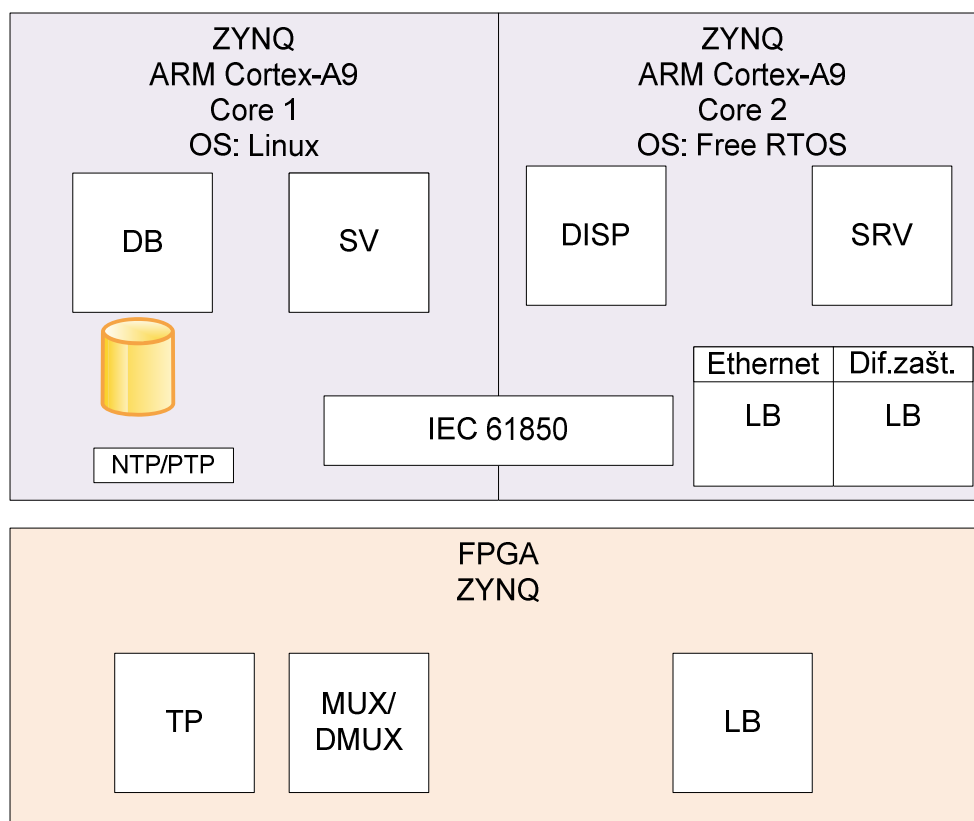
Опис техничког решења:

Нова централна јединица је заснована на савременим хардверским и софтверским решењима, која треба да омогуће реализацију нових функција уређаја, а да истовремено остане компатибилна са постојећом архитектуром уређаја TZ-600. Основу нове централне јединице чини *Xilinx Zynq-7000 SoC (System on Chip)*, који се састоји од програмибилне логике (FPGA) и дуалног ARM Cortex-A9 микропроцесора [5].

Спецификација функција

Функције основног модула централне јединице са *Xilinx Zynq-7000* компонентом у новој платформи су расподељене на програмилну логику и дуални Cortex-A9 микропроцесор. Распоред реализације функционалних блокова унутар централне јединице, на нивоу расположивих процесора и програмабилне логике, приказан је на слици 1, где су означени поједини блокови:

- TP – функција телезаштите,
- MUX/DMUX – мултиплексирање и демултиплексирање сигнала ка/од линијског блока,
- LB – линијски блок,
- DB – база података,
- SV – надгледање и конфигурација,
- DSIP – дисплеј,
- SRV – сервисни говорни канал.



Слика 1 – Распоред реализације функционалних блокова унутар централне јединице

Функције програмибилне логике

- Обраде улазних и излазних каналских и линијских сигнала које се извршавају на DSP језгру CPU модула и FPGA компоненти LNU модула постојећег уређаја TZ-600 (блокови TP и MUX/DMUX на слици 1).
- Могућност додавања нових и унапређења постојећих функција (а самим тим и обрада сигнала).

Функције ARM Cortex-A9 микропроцесора са 2 језгра

Једно језгро ARM Cortex-A9 ради под *Linux* оперативним системом. Друго језгро Cortex-A9, на коме се реализују *real-time* сервиси, ради под *Free RTOS* оперативним системом. Функције које су подржане на ARM Cortex-A9 микропроцесору су:

- смештање свих релевантних података у базу и приступ бази као што је био случај са постојећим ARM микропроцесором на CPU модулу (DB блок на слици 1);
- надгледање уређаја преко Етернет порта – повезивање на централизован систем надгледања и локално (интернет прегледач) надгледање (SV блок на слици 1);
- конфигурација уређаја преко Етернет интерфејса која треба да задовољи безбедносне критеријуме (SV блок на слици 1);
- конфигурација Етернет *switch*-а;
- синхронизација тачног времена: NTP или PTP;
- реализација Етернет интерфејса за резервни преносни пут (уз проширење на 2 канала, LB блок на слици 1);
- реализација нових *real-time* сервиса, уз коришћење програмибилне логике (на пример, преноса сигнала диференцијалне заштите – LB блок на слици 1)
- реализација сервисног говорног канала (SRV блок на слици 1);
- подршка за рад са графичким, *touch screen* дисплејом (MIPI DSI интерфејс, DISP блок на слици 1);
- имплементација комуникације по стандарду IEC 61850 (IEC 61850 блок на слици 1).

Савремени телезаштитни уређаји поред високе поузданости, сигурности и расположивости, уз кратко време преноса порука, треба да буду веома флексибилни да би могли да задовоље сложене захтеве како по могућности коришћења једног уређаја за различите преносне путеве и телекомуникационе мреже (уз могућност коришћења алтернативних путева), тако и да задовоље савремене стандарде по питању надгледања и одржавања.

Широко коришћење Етернет комуникационе технологије, довело је до неопходности коришћења савремених процесорских технологија у телезаштитним уређајима. Такође је било неопходно повећати број Етернет прикључака за различите намене и обезбедити све захтеве за стандард IEC 61850.

Основни захтеви за повећањем броја Етернет прикључака

Поред надгледања и конфигурисања уређаја које може да се обавља преко Етернет порта, у новије време се све чешће користи Етернет канал као резервни канал за пренос команди, а

уз то постоји могућност повезивања на SCADA систем коришћењем интерфејса IEC 60870-5-101 [6], који такође захтева Етернет порт. Осим тога, коришћење IEC 61850 комуникационог стандарда захтева минимално два Етернет порта.

Због свега наведеног потребно је да постоји минимално 6 Етернет портова у савременом телезаштитном уређају:

- 1 за централизовано надгледање,
- 2 за комуникацију по стандарду IEC 61850,
- 2 за реализацију (главног или резервног) преносног пута сигнала телезаштите,
- 1 као универзални/вишенаменски нпр. за:
 - локално (*web*) надгледање и конфигурацију уређаја,
 - повезивање са другим уређајима у истом орману, релејној кућици, објекту – локално (*web*) или централизовано надгледање и конфигурирање из једне тачке,
 - интерфејс IEC 60870-5-101 ка SCADA систему.

Омогућавање реализације стандарда IEC 61850

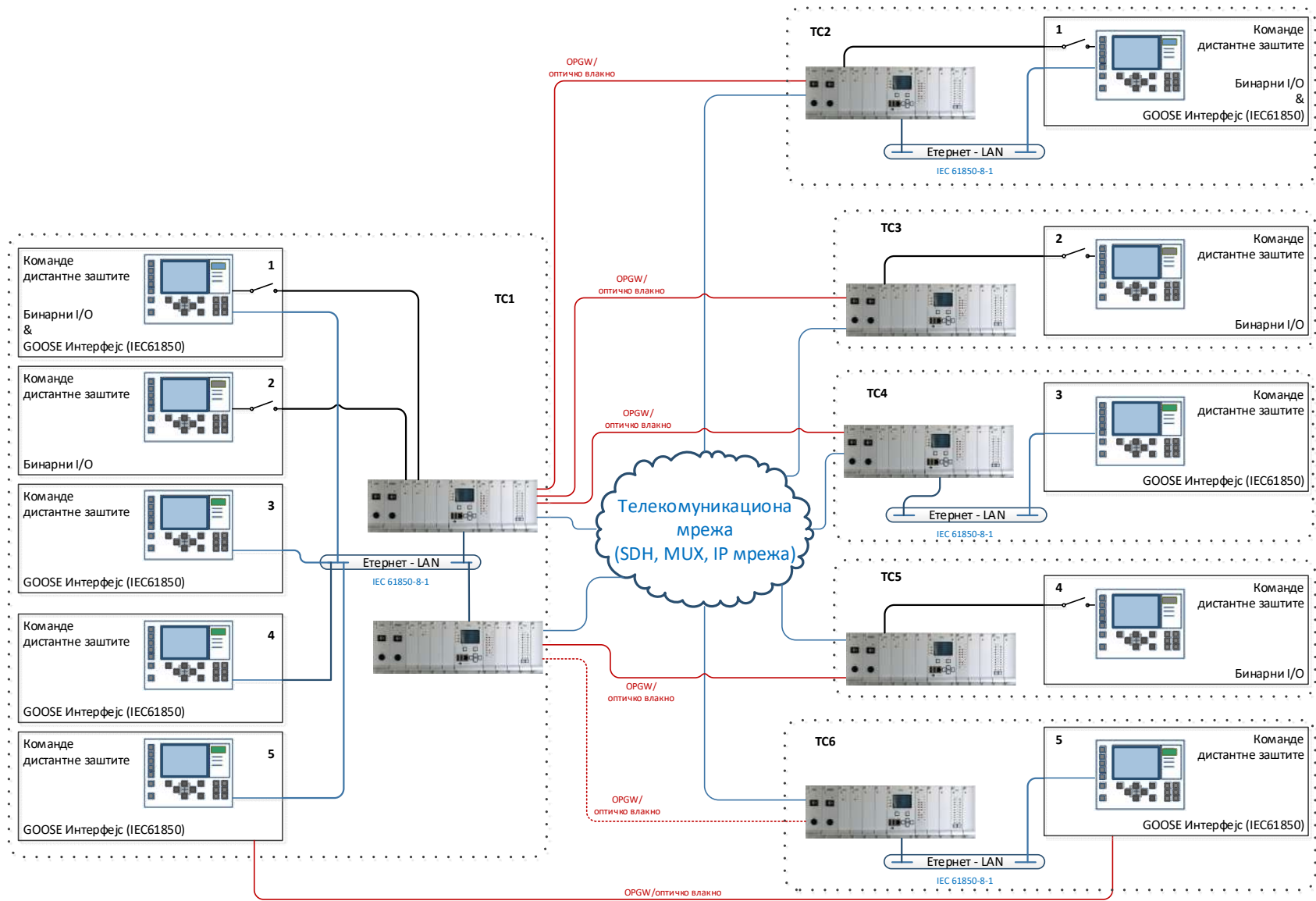
Заснован на *Utility Communications Architecture* (UCA) протоколима, IEC 61850 комуникациони стандард је у сталној експанзији са додатком нових делова, и стекао је популарност у пројектима за аутоматизацију трафостаница. IEC 61850 дефинише све аспекте комуникације између IED уређаја који учествују у процесу заштите, надгледања, мерења и управљања електроенергетским системом, комуникације између трафостаница, као и комуникације са системима за надзор и управљање (SCADA). Овим стандардом су описани различити протоколи за размену информација, као што су GOOSE и SV који се користе за комуникацију између IED, као и MMS протокол који се користи за повезивање IED уређаја са SCADA системом. Популарност IEC 61850 стандарда последица је могућности умрежавања уређаја Етернет мрежом, чиме се смањује ожичење, као и стандардизоване структуре порука која омогућава интероперабилност.

Стандард IEC 61850 [2] предвиђа за пренос GOOSE телезаштитних порука коришћење телезаштитног уређаја као капије (*gateway*), која филтрира и кодује информацију за пренос преко одређеног медијума (могућност избора аналогног, дигиталног, оптичког или Етернет интерфејса) до удаљене трафостанице (ЕЕ објекта) у којој се врши инверзни поступак.

Подршка за IEC 61850 и конвенционалне бинарне интерфејсе повећава флексибилност повезивања телезаштитних уређаја, као што је приказано на слици 2, и омогућава:

- само бинарни мод,
- само GOOSE мод,
- измењивачки мод – када једна трафостаница има IEC 61850 интерфејс, а друга има бинарни интерфејс,
- мешовити мод – када GOOSE и бинарни интерфејс раде паралелно.

На тај начин се омогућава флексибилна интеграција у различите телекомуникационе мреже корисника.



Слика 2 - Блок шема рада унапређених уређаја TZ 600 опремљених интерфејсом за комуникацију по стандарду IEC 61850

Омогућавање реализације редундантних протокола

Редундантни протоколи се у индустријским комуникационим мрежама користе за превазилажење једне тачке прекида у комуникацији. С друге стране основни захтев код Етернет мрежа је избегавање прављења петљи. Код ове мреже у сваком тренутку мора да постоји само један пут између извора поруке и одговарајућег пријемника. Било која петља може да резултује да пакети бесконачно циркулишу и евентуално преоптерете мрежу, због чега Етернет не дозвољава алтернативне активне путеве до својих уређаја. Због тога редундантни Етернет протокол мора да гарантује да у једном временском тренутку може да постоји само један логички пут до сваког уређаја, чак и у случају постојања више различитих физичких путева.

Редундантне мреже нису погодне за пренос GOOSE порука због тога што детекција квара на мрежи и пребацивање на другу може да потраје и неколико секунди. Да би се обезбедило нулто време опоравка мреже без губитка пакета, стандард IEC 61850 предвиђа коришћење стандарда IEC 62439-3-Clause4, који се односи на паралелни редундантни протокол PRP (*Parallel Redundancy Protocol*), и IEC 62439-3-Clause5 који се односи на HSR (*High-availability Seamless Redundancy*) протокол. Ова два протокола су једине стандардне методе које обезбеђују пренос GOOSE порука без додатних кашњења у случају квара на мрежи.

Основни концепт на коме се заснива PRP протокол је да је уређај повезан на две независне мреже. Било која порука коју пошаље уређај се шаље ка обе мреже. Уређаји који примају поруку такође су повезани на обе мреже и прихватиће прву верзију поруке коју приме, док ће другу одбацили. Ако се једна веза поквари, порука ће стићи преко друге мреже. Две мреже не морају да буду идентичне, али не смеју бити међусобно повезане.

Основни концепт на коме се заснива HSR протокол је да су сви уређаји повезани у топологију прстена без постојања Етернет прекидача (*switch*). Уређај који шаље поруку прослеђује је на обе стране око прстена. Уређај који прима поруку прихвата прву верзију примљене поруке, а одбацује другу верзију. Ако се мрежа на неком месту поквари, користиће се порука стигла са друге стране прстена.

С обзиром да стандард IEC 61850 предвиђа могућност коришћења оба типа протокола неопходно је да у централној јединици телезаштитног уређаја постоји прекидачки елемент (Етернет *switch*) који ће моћи да подржи оба протокола.

Омогућавање реализације РТР протокола за синхронизацију времена

Електроенергетски системи користе прецизно одређивање времена за надгледање мреже, за координацију рада и интеграцију различитих делова мреже, као и за заштиту мреже, тј. да би се анализирали настали поремећаји и спречио евентуални распад система. Због географске удаљености компонента електроенергетског система пожељно је имати заједнички извор тачног времена. На тај начин се обезбеђује да се информација о времену користи за разумевање како се односи и услови мењају током времена, и омогућава идентификација и разумевање појединих прелазних догађаја у мрежи.

Иако је NTP протокол широко распрострањен и његова прецизност омогућава основне потребе за синхронизацијом телезаштитних уређаја, у новије време се све више препоручује RTP протокол [4] при пројектовању интелигентних трафостаница, који омогућава тачност испод 1 μ s. Тако, на пример, прво издање стандарда IEC 62439-3 није се бавило методама синхронизације времена, док друго издање има додатак о коришћењу RTP протокола. Такође, коришћење RTP синхронизације отвара могућност преноса сигнала диференцијалне заштите преко телезаштитног уређаја.

Омогућавање реализације надгледања

Стандард IEC 61850 за надгледање и конфигурацију IED користи MMS протокол. MMS протокол је мапиран на TCP/IP протокол и омогућава приступ серверу на основу IP адресе, при чему клијент има могућност да чита и уписује податке, чита конфигурацију и размењује фајлове. Поред тога, данас се за комуникацију и контролу у IEC 61850 системима све више употребљавају мрежни IT уређаји (као што су Етернет *switch*-еви и наменски *embedded* рачунари), који користе протокол SNMP (*Simple Management Network Protocol*), потпуно различит од MMS протокола.

Повећање броја Етернет прикључака коришћењем Етернет *switch-a*

Да би се омогућио рад свих наведених прикључака и осигурало коришћење захтеваних комуникационих протокола неопходно је да у оквиру архитектуре централне јединице постоји Етернет *switch*.

Централна јединица „самостално“ може да обезбеди неколико телекомуникационих интерфејса за реализацију преносног пута сигнала телезаштите, а у комбинацији са једним или више линијских модула број телекомуникационих интерфејса (и преносних путева) се увећава. У постојећем уређају TZ-600 предвиђено је да нова редизајнирана централна јединица подржава рад са једним линијском модулом, док у будућем потпуно новом уређају би требало да подржи рад са два или више линијских модула.

Флексибилни телекомуникациони интерфејс на предњој страни централне јединице, уз уградњу одговарајућег наменског додатног модула (надплочице), омогућава повезивање на оптичко мономодно и мултимодно влакно, жичани Етернет, реализацију E12 интерфејса, као и C.37.94 интерфејса. Флексибилни телекомуникациони интерфејс се реализује различитим надплочицама које се монтирају на наменски конектор централне јединице. Примарно се реализује Етернет интерфејс за потребе резервног пута телезаштитног сигнала. Надплочице за ТК интерфејс могу бити разноврсне: Етернет, USB, RS232, E12, оптички за мономодно или мултимодно влакно, аналогни ВФ, кодирекциони, C37.94. На ове надплоче се може монтирати и SFP+ конектор (са механиком) [8] и на тај начин омогућити шира палета интерфејса.

Етернет жичани и SFP конектори изведени на предњој маски централне јединице омогућавају повезивање на Етернет преносни пут, комуникацију по стандарду IEC 61850,

реализацију резервног преносног пута сигнала телезаштите или повезивање уређаја по стандарду C.37.94.

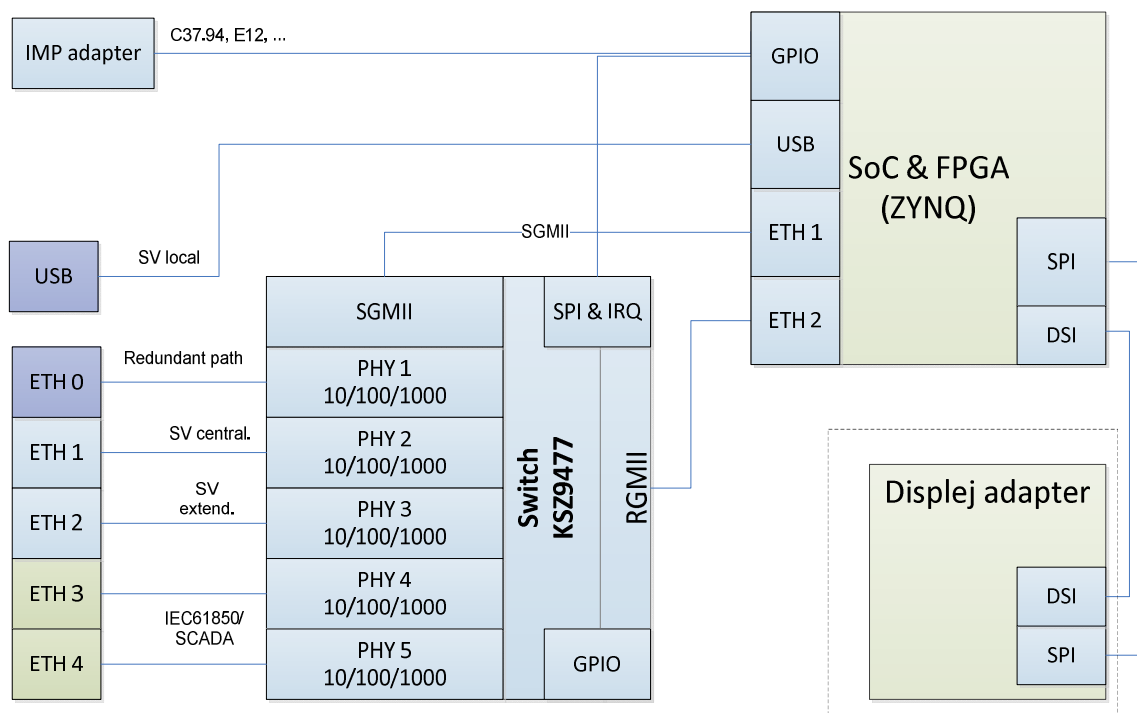
Слика 3 приказује распоред повезивања екстерних интерфејса на програмибилну логику и ARM процесоре централне јединице.

За остваривање централизованог и локалног надгледања намењени су један Етернет и један USB порт на предњем панелу уређаја. Други Етернет порт омогућава међусобно повезивање више уређаја који се налазе на једној локацији (на пример, у једном орману).

За реализацију преносног пута преко Етернет мреже намењен је један Етернет порт.

Реализација разних линијских интерфејса се остварује преко IMP адаптерског модула (могуће је реализовати оптички интерфејс за мономодно или мултимодно влакно, Етернет интерфејс, C37.94, E12, интерфејс за диференцијалну заштиту итд.).

Опциони Етернет интерфејс је првенствено намењен за подршку комуникацији са SCADA системом, са или без IEC 61850 (IEC 60870-5-104 *slave*).

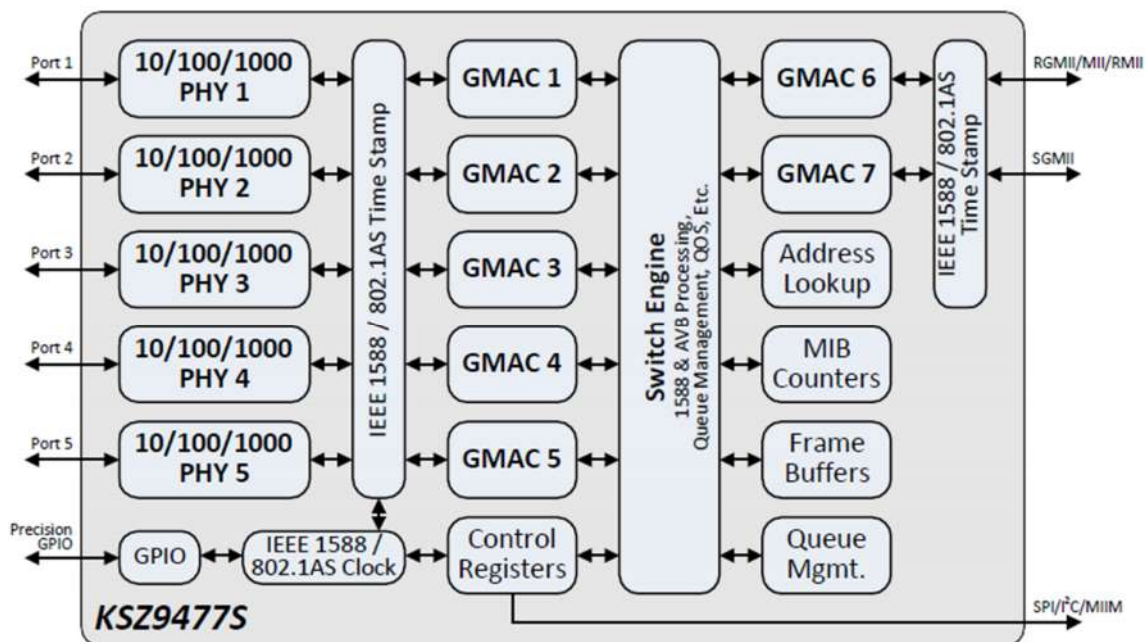


Слика 3 – Функционални блок дијаграм екстерних интерфејса централне јединице

Са слике 3 се види да је улога Етернет *switch-a* намењена компоненти KSZ9477S.

Основне техничке карактеристике Етернет *switch*-а KSZ9477S

KSZ9477S је високо интегрисана мрежна компонента која у складу са стандардом IEEE802.3 врши функцију гигабитног Етернет *switch*-а. Састоји се од 5 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T мрежних трансивера (PHY), са придруженим MAC јединицама, и два засебно конфигурабилна MAC порта (SGMII интерфејс и RGMII/MII/RMII интерфејс), који служе за директно повезивање са главним процесором, другим Етернет *switch*-ем, или Етернет PHY трансивером. SGMII порт се може конфигурисати за два начина рада: SerDes мод за рад са 1000BASE-X оптичким влакном, као и SGMII мод. Прекидач поседује потпуну контролу прослеђивања и филтрирања пакета, укључујући филтрирање листе контроле приступа (ACL) засноване на портovima, затим подршку за VLAN и QoS, поседује могућност одређивања приоритета саобраћаја помоћу улазно/излазних редова на портovima и класификацијом саобраћаја. Даље, KSZ9477S има подршку за *Spanning Tree* протокол, контролу приступа у складу са IEEE 801.1X стандардом, AVB (*Audio Video Bridging*) стандарде и IEEE 1588v2 PTP протокол. Такође омогућава једноставну примену DLR и HSR редундантних протокола. Хост процесор може приступити свим регистрима прекидача за контролу свих PHY, MAC и прекидачких функција. Приступ регистрима је омогућен помоћу SPI интерфејса прекидача или коришћењем *in-band* управљања преко портova. У литератури [9] се налази детаљан опис свих поменутих карактеристика *switch*-а KSZ9477S. На слици 4 приказан је његов блок дијаграм.



Слика 4 – Блок дијаграм интегрисаног Етернет *switch*-а KSZ9477

Софтверску подршку за рад *switch-a* чине драјверски фајлови у оквиру *Linux* оперативног система. На једном језгру ARM Cortex-A9 *Xilinx Zynq 7000 SoC CPU* модула уређаја TZ-600 инсталиран је оперативни систем *Ubuntu 20.04* са кернелом базираним на верзији 5.4, развијеним у *Xilinx PetaLinux* окружењу верзије 2020.2. Поред одговарајуће верзије драјвера за *KSZ9477 switch*, потребне измене су унете и у стабло уређаја (*device tree*) чији се конфигурациони фајлови налазе у оквиру *PetaLinux* развојног окружења (део који садржи корисничка подешавања – фајл *system-user.dtsi*). Измене у оквиру стабла уређаја обухватају хардверска подешавања *KSZ9477 switch-a*, као и подешавања његове конфигурације. *KSZ9477 switch* може да буде конфигурисан за рад у једном од следећа 3 мода рада:

- 1) основни мод рада када је дефинисан само један Етернет интерфејс *eth0* и када нису укључене додатне специјалне функције,
- 2) мод рада у коме је могуће креирати више мрежних интерфејса – обично се конфигурише два или три интерфејса којима су придружени одређени портови,
- 3) мод рада у коме постоји један Етернет интерфејс *eth0* и неколико VLAN уређаја (*eth0.101 – eth0.105*).

Мод рада као и протоколи, придруживање портова мрежним интерфејсима дефинишу се помоћу променљивих из *U-boot* окружења. На слици 5 приказан је део *system-user.dtsi* фајла у коме су приказане дефиниције променљивих окружења које се тичу *KSZ9477 switch-a*.

```

/include/ "system-conf.dtsi"
/ {
    _drvname="spi-ksz9897";
    eth1_ports="0x00";
    eth1_vlan="0";
    eth2_ports="0x00";
    eth2_vlan="0";
    eth3_ports="0x00";
    eth3_vlan="0";
    avb="0";
    iba="1";
    multi_dev="0";
    stp="1";
    authen="0";
    sw_host_port="0";
    dev1_ports="${_drvname}.eth1_ports=${eth1_ports}";
    dev1_proto="${_drvname}.eth1_proto=${eth1_proto}";
    dev1_vlan="${_drvname}.eth1_vlan=${eth1_vlan}";
    dev2_ports="${_drvname}.eth2_ports=${eth2_ports}";
    dev2_proto="${_drvname}.eth2_proto=${eth2_proto}";
    dev2_vlan="${_drvname}.eth2_vlan=${eth2_vlan}";
    dev3_ports="${_drvname}.eth3_ports=${eth3_ports}";
    dev3_proto="${_drvname}.eth3_proto=${eth3_proto}";
    dev3_vlan="${_drvname}.eth3_vlan=${eth3_vlan}";
    param1="${_drvname}.authen=${authen}";
    param2="${_drvname}.multi_dev=${multi_dev}";
    param3="${_drvname}.avb=${avb}";
    param4="${_drvname}.iba=${iba}";
    param5="${_drvname}.stp=${stp}";
    param6="${dev1_ports} ${dev1_vlan} ${dev1_proto}";
    param7="${dev2_ports} ${dev2_vlan} ${dev2_proto}";
    param8="${dev3_ports} ${dev3_vlan} ${dev3_proto}";
    param9="${_drvname}.sw_host_port=${sw_host_port}";
    extra_param="${param1} ${param2} {param3} {param4} {param5} {param6} {param7} {param8} {param9} {param10} {param11}";
    bootargs = "console=ttyPS0,115200 earlyprintk uio_pdrv_genirq.of_id=generic-uio root=/dev/mmcblk0p2 rw rootwait ${extra_param}";
};

```

Слика 5 – Део *system-user.dtsi* фајла у коме је сетовањем променљивих окружења извршена основна конфигурација *switch-a*

Конфигурација KSZ9477 switch-a

Као што је приказано на слици 5, у делу *system-user.dtsi* фајла који служи за корисничко прилагођавање стабла уређаја, а које се даље користи за конфигурацију и подешавање драјвера у језгру оперативног система CPU модула, извршено је сетовање *bootargs* променљиве помоћу додатних параметара који се користе за конфигурацију KSZ9477 switch-a. Улоге појединих променљивих које су приказане на слици у конфигурацији switch-a су следеће [9]:

multi_dev – конфигурација режима – мода рада *switch-a*

eth1_ports, eth2_ports, eth3_ports – служе за спецификацију портова који су груписани у оквиру одређеног конфигурисаног мрежног интерфејса на *switch-у*. Променљива *eth1_ports* се користи на пример за груписање портова који су придружени мрежном интрфејсу *eth0*, *eth2_ports* је за груписање портова који су придружени мрежном интрфејсу *eth1* итд.

eth1_vlan, eth2_vlan, eth3_vlan – служе за идентификацију VLAN-ова који су придружени поменутиm конфигурисаним мрежним интерфејсима *switch-a*.

eth1_proto, eth2_proto, eth3_proto – служе за дефиницију протокола и користе се само у случају када су DLR или HSR протокол придружени портovima. У случају примене ових протокола, број портова који се придружује одређеном мрежном интрфејсу мора бити 2.

iba – служи за искључивање или укључивање *in-band* управљања за конфигурацију *switch-a*.

avb – служи за укључивање и искључивање опције *Audio Video Bridging*. Ова опција је у основном моду рада искључена, док је је у моду 2 обавезно укључена.

stp – служи за укључивање или искључивање *rapid spanning tree* протокола.

authen – користи се за укључивање 802.1X аутентикације, подразумевана вредност је искључена аутентикација за портове.

За подешавања *switch-a* на CPU модулу користи се SPI интерфејс. SPI1 контролер *Xilinx Zynq-7000* процесора искоришћен је за повезивање са SPI интерфејсом KSZ9477 *switch-a*, који се користи за приступ регистрима и конфигурисање *switch-a*. Поред почетне конфигурације KSZ9477 *switch-a*, која се користи код покретања драјвера, накнадне конфигурације за одређене модове рада могу се вршити помоћу наменских скрипт фајлова. Скрипт фајлови су прилагођени конфигурисаном моду рада *switch-a* и могу се користити за дефинисање VLAN табеле, за дефинисање карактеристика портова итд. Генерално, помоћу скрипт фајлова врши се подешавање променљивих драјвера *switch-a* које се у фајл систему оперативног система CPU модула налазе на каталогу */sys/bus/spi/devices/spi1.0/sw*.

Изглед реализованог централног модула

Изглед реализованог централног модула приказан је на слици 6.



Слика 6 – Реализовани централни модул

Нови централни модул, уклопљен у постојећи телезаштитни уређај TZ-600, приказан је на слици 7, на којој се могу видети ново придодати Етернет прикључци.



Слика 7 – Нова централна јединица у уређају TZ-600

Основна испитивања Етернет *switch*-а

Као што је већ речено, KSZ9477 *switch* је могуће конфигурисати за рад у 3 основна режима рада, где су прва два: 1) основни мод рада где је могућа конфигурација само једног Етернет интерфејса; 2) мод рада 1 у коме драјверски софтвер *switch*-а креира онолико мрежних интерфејса колико има портова (уобичајено је, међутим, да се портови групишу тако да припадају једном мрежном интерфејсу и чине један VLAN; одређени протоколи као што су DLR и HSR подржавају само 2 порта *switch*-а у групи); 3) мод рада 2 у коме је конфигуриран само један Етернет интерфејс и неколико VLAN интерфејса који подржавају комуникацију преко одређеног порта. Мод рада *switch*-а, као и вредности других конфигурационих променљивих се постављају у оквиру системског фајла стабла уређаја (*device tree*), а који се користи за конфигурисање драјвера у току покретања кернела *Linux* оперативног система.

Додатна конфигурација портова KSZ9477 *switch*-а и Етернет интерфејса вршена је помоћу скрипт фајлова након стартовања оперативног система CPU TZ-600 модула. Тестирање поменутих конфигурација *switch*-а је вршено помоћу наменски направљеног апликативног софтвера за предају и пријем VLAN или обичних пакета. Било како да су генерисани пакети, када су слати на неки порт који припада истом VLAN-у као и порт са кога се пакет шаље, они су исправно примани. Провера слања и пријема пакета је вршена и помоћу *Wireshark* апликације. Поред провере комуникације са порта на порт прекидача у оквиру конфигурираних VLAN-ова, вршена је и провера комуникације преко RGMII порта који представља тзв. *host* порт *switch*-а којим је он повезан на један од два Етернет интерфејса *Xilinx Zynq-7000* процесорског система. Овде је такође коришћен наменски софтвер за предају и пријем пакета који је инсталиран у оквиру оперативног система CPU TZ-600 модула.

Референце:

- [1] IEC 60834-1: “Teleprotection Equipment of Power Systems - Performance and Testing - Part 1: Command Systems,” 2nd edition, October 1999
- [2] IEC/TR 61850-90-1: “Communication networks and systems for power utility automation - Part 90-1: Use of IEC 61850 for the communication between substations,” March 2010
- [3] CIGRE TB 521: “Line and System Protection using Digital Circuit and Packet Communications,” Study Committee B5, D2, 2012
- [4] IEEE 1588-2019 - IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
- [5] XILINX: „Zynq-7000 SoC Technical Reference Manual”, UG585, July, 2018
- [6] Gordon R. Clarke, Deon Reynders, Edwin Wright “Practical modern SCADA protocols: DNP3, 60870.5 and related systems”
- [7] Use of IEC 61850 for the communication between substations, 61850-90-1/DTR, International Electrotechnical Commission
- [8] SFF Committee SFF-8431: “Specification for SFP+ High Speed Electrical Interface”, Rev 4.1 Addendum September 15, 2013.
- [9] KSZ9477S datasheet: „7 – Port Gigabit Ethernet Switch with Ring Redundancy, SGMII and RGMII/MII/RMII Interfaces“, 2017-2019 Microchip Technology Inc.

Допринос аутора:

Руковођење пројектом: Владимир Челебић

Дизајн архитектуре и спецификација функција: Владимир Челебић, Миленко Кабовић

Реализација хардвера: Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Јована Новаковић, Ива Салом

Реализација софтвера: Анка Кабовић, Јована Новаковић, Ива Салом, Горан Димић

Тестирање система: Ива Салом, Анка Кабовић, Горан Димић

Листа претходних
техничких решења
по ауторима

ВЛАДИМИР ЧЕЛЕБИЋ

2020.

1. Владимир Челебић, Ива Салом, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Јованка Гајица, Миливоје Ралевић, “Обједињени систем за централизовано надгледање и синхронизацију тачног времена телештитних терминала” – М84
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-1-M84.pdf>
2. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић, “Нови централни модул за телештитни терминал” – М85
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-2-M85.pdf>

2019.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Сервер за централизовано надгледање и синхронизацију времена телештитних терминала у мрежи ЕМС АД” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A1.pdf
2. Владимир Челебић, Ива Салом, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Јованка Гајица, “Мерне методе за одређивање тачности процеса синхронизације времена на уређају за пренос сигнала телештите” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A2.pdf
3. 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. Јована Новаковић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Тодоровић, 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 телештитни 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, 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
4. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Надоградња система за пренос сигнала телештите у мрежи преноса ЕМС АД имплементацијом синхронизације тачног времена” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A1.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 телештите” – 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>
3. Наталија Лукић, Владимир Татић, 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. Владимир Челебић, Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Ива Салом, Јелена Васиљевић, Драгослав Мијић, “Повезивање телештитног терминала на резервни преносни пут преко Етернет интерфејса у мрежи ЕМС-а” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A2.pdf>
2. Ива Салом, Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Наталија Лукић, Владимир Татић, 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 Татић, 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>

2015.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Оптички интерфејс ИМП терминала за телештитну 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 телештитног уређаја у подстаници” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A2.pdf>

МИЛЕНКО КАБОВИЋ

2020.

1. Владимир Челебић, Ива Салом, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Јованка Гајица, Миливоје Ралевић, “Обједињени систем за централизовано надгледање и синхронизацију тачног времена телезаштитних терминала” – М84
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-1-M84.pdf>
2. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић, “Нови централни модул за телезаштитни терминал” – М85
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-2-M85.pdf>
3. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Иван Кокић, Ненад Антонић, Славица Боштјанчич Ракас, Валентина Тимченко, „Систем за динамичко праћење сигурносног растојања проводника на далеководу 110kV бр. 176/3“ – М84
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-3-M84.pdf>

2019.

1. 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
2. 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
3. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Славица Боштјанчич Ракас, Валентина Тимченко “Софтвер за краткорочно предвиђање максималног дозвољеног струјног оптерећења далековода” – М85.
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A3.pdf

2018.

1. 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
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

2017.

1. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, “Апликација за прорачун максималног дозвољеног струјног оптерећења далековода” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A3.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 ЕМС-а” – М84;
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A2.pdf>
2. 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 МІКМЕ у процесу производње” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M81-IMP-MIKMEATE.pdf>
3. 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>
4. 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>

2015.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Оптички интерфејс ИМП терминала за телешащиту 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>

ИВА САЛОМ

2020.

1. Владимир Челебић, Ива Салом, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Јованка Гајица, Миливоје Ралевић, “Обједињени систем за централизовано надгледање и синхронизацију тачног времена телезащитних терминала” – М84
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-1-M84.pdf>
2. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић, “Нови централни модул за телезащитни терминал” – М85
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-2-M85.pdf>
3. Владислав Миленковић, Иван Тодоровић, Вукашин Ристић, Наталија Кокић, Ива Салом, Анастасија Перић, „Развој GIVA IPC паметног модуларног аудио појачала заснованог на DSP процесору Allwinner H2+ и оперативном систему Linux“, М81
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-5-M81.pdf>
4. Дејан Тодоровић, Ива Салом, Братислав Планић, Горан Димић, Владимир Ћатић, Мина Косић (Радивојевић), „Мерни систем за in situ мерење акустичких карактеристика звучних баријера према стандардима EN 1793-5 и EN 1793-6“, М82
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-6-M82.pdf>

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 телезащитних 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 телезащитите” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A2.pdf
4. 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. Јована Новаковић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Тодоровић, 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 телезащитни 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 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>

4. 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

5. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Надоградња система за пренос сигнала телешаштите 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 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 телешаштите” – 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-MIKME.pdf>

2016.

1. Владимир Челебић, Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Ива Салом, Јелена Васиљевић, Драгослав Мијић, “Повезивање телешаштитног терминала на резервни преносни пут преко Етернет интерфејса у мрежи ЕМС-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 Оклобџија, 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 ЈФЕТ-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-MIKMEATE.pdf>

2015.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Оптички интерфејс ИМП терминала за телешащиту 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>

АНКА КАБОВИЋ

2020.

1. Владимир Челебић, Ива Салом, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Јованка Гајица, Миливоје Ралевић, “Обједињени систем за централизовано надгледање и синхронизацију тачног времена телезащитних терминала” – М84
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-1-M84.pdf>
2. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић, “Нови централни модул за телезащитни терминал” – М85
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-2-M85.pdf>
3. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Иван Кокић, Ненад Антонић, Славица Боштјанчич Ракас, Валентина Тимченко, „Систем за динамичко праћење сигурносног растојања проводника на далеководу 110kV бр. 176/3“ – М84
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-3-M84.pdf>

2019.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Сервер за централизовано надгледање и синхронизацију времена телезащитних терминала у мрежи ЕМС АД” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A1.pdf
2. Владимир Челебић, Ива Салом, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Јованка Гајица, “Мерне методе за одређивање тачности процеса синхронизације времена на уређају за пренос сигнала телезащите” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A2.pdf
3. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Славица Боштјанчич Ракас, Валентина Тимченко “Софтвер за краткорочно предвиђање максималног дозвољеног струјног оптерећења далековода” – М85.
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A3.pdf

2018.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, “Надоградња система за пренос сигнала телезащите у мрежи преноса ЕМС АД имплементацијом синхронизације тачног времена” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A1.pdf
2. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Анка Кабовић, Ива Салом, Јованка Гајица, Братислав Планић, “Унапређени телезащитни 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

2017.

1. Анка Кабовић, Иван Кокић, Јованка Гајица, Славица Боштјанчич Ракас, Валентина Тимченко, “Апликација за пријем података са метео-ролошких станица реализована у оквиру система за праћење температуре проводника далековода у мрежи ЕМС-а” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A4.pdf

2. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, “Апликација за прорачун максималног дозвољеног струјног оптерећења далековода” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A3.pdf

2016.

1. Владимир Челебић, Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јованка Гајица, Ива Салом, Јелена Васиљевић, Драгослав Мијић, “Повезивање телештитног терминала на резервни преносни пут преко Етернет интерфејса у мрежи ЕМС-а” – М84;
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A2.pdf>

2015.

1. Анка Кабовић, Миленко Кабовић, Јелена Васиљевић, Ива Салом, Владимир Челебић, Јованка Гајица, “Софтвер за симулацију размене GOOSE поруке између заштитног релеа и телештитног уређаја у подстаници” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A2.pdf>

ЈОВАНА НОВАКОВИЋ

2020.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић, “Нови централни модул за телештитни терминал” – М85
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-2-M85.pdf>

2019.

1. Ивана Николић, Бојан Косић, Мина Радивојевић, Јована Новаковић, “Успостављање комуникације између процесорских јединица у асиметричним вишепроцесорским системима” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32037_2019A4.pdf
2. 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. Јована Новаковић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Тодоровић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Братислав Планић, “Акустичка камера за посебне намене” – М82
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32038_2018A1.pdf

ГОРАН ДИМИЋ

2020.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић, “Нови централни модул за телештитни терминал” – М85
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-2-M85.pdf>
1. Дејан Тодоровић, Ива Салом, Братислав Планић, Горан Димић, Владимир Ћатић, Мина Косић (Радивојевић), „Мерни систем за in situ мерење акустичких карактеристика звучних баријера према стандардима EN 1793-5 и EN 1793-6“, М82
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-6-M82.pdf>

2019.

1. Лазар Бербаков, Чарна Јовановић, Марина Светел, Јелена Васиљевић, Горан Димић, Ненад Радуловић, “Систем за мерење тремора главе коришћењем инерцијалних сензора” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32043-2019-M81-tremor.pdf>

2018.

1. Б. 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
2. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, 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-M83-МИКМЕ-АТЕ.pdf>
3. Ивана Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Бојан Косић, Марко Николић, Ина Масникоса, Горан Димић, “Унапређење железничке сигналне светиљке у ЛЕД технологији за употребу у електронској поставници” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A1.pdf

2017.

1. В. Ристић, Б. Планић, И. Салом, Ж. Стојковић, Владимир Челебић, Г. Димић, Н. Антонић, Б. Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МИКМЕ”
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-МИКМЕ.pdf>
2. 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-АТЕ.pdf>

3. 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>
4. 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>

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-МИКМЕАТЕ.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>

Naziv i adresa korisnika:

EFusion doo

IV crnogorske 4c

81400 Nikšić

Montenegro

G-din Damir Manojlović

Tel: +382 40 687 855, +382 40 230 873

**ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН
ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ Д.О.О.
БЕОГРАД**

Број 1839/1-20

Датум: 07 AUG 2020 год.

Na osnovu Vašeg zahteva od 24.7.2020. god. dostavljamo Vam:

PONUĐU ZA ISPORUKU UREĐAJA TZ-600

1. Predmet ponude i cene

Predmet ove ponude je isporuka telezaštitnog uređaja TZ-600 koji je potrebno ugraditi u TS Pljevlja na vodu 220kV Bistrica (postojeća Požega), a prema specifikaciji i cenama datim u narednoj Tabeli:

R.br.	Opis	Količina kom/set	Cena/kom (EUR)	Ukupno (EUR)
1.	Telezaštitni uređaj TZ-600 proizvođač IMP-Telekomunikacije doo Beograd, za prenos 8 komandi (direct tripping, permissive tripping or blocking), sa optičkim (1550nm) i Ethernet komunikacionim interfejsom, sa udvojenom jedinicom za napajanje, (prema konfiguraciji u tabeli 2)	1		
2.	Nadzor nad finalnom konfiguracijom i stavljanjem 2 komada telezaštitnih uređaja TZ- 600 u ispravan rad, sa isporukom prateće dokumentacije: protokola merenja, konfiguracije i podešenja telezaštite.	1		
3.	TOTAL:			

Tabela 1

#	TIP MODULA (ŠIFRA)	OPIS	BROJ MODULA PO UREĐAJU
1.	PWR	Jedinica za napajanje: 48V DC	2
2.	CHU	Univerzalna ulazno-izlazna jedinica	4
3.	TPO	Telezaštitni izlazni interfejsni modul	2
4.	TPI	Telezaštitni ulazni interfejsni modul	2
5.	CPU	Centralna procesorska jedinica	1
6.	CPU-AL	Alarmna interfejsna jedinica (zajednički alarm)	1
7.	LNU	Linijaska jedinica sa <i>Ethernet</i> interfejsom	1
8.	OSC_EI	Optički interfejsni modul	1
9.	TDU	Telezaštitna dijagnostička jedinica	1
10.		19" rek sa priključnim regletama i kablovima	1

Tabela 2

2. **Cena ukupno (slovima):** [REDACTED]
3. **Rok isporuke uređaja:** 4 meseca od dana obostranog potpisivanja ugovora.
4. **Rokovi za puštanje u pogon uređaja TZ-600:** Prema dogovoru sa Naručiocem.
5. **Garantni rok:** Garantni rok za isporučenu opremu iznosi 24 meseca od dana puštanja u pogon opreme, ali ne duže od 36 meseca od dana isporuke opreme.
6. **Rok važnosti ponude:** 90 dana od dostavljanja ponude.

S poštovanjem,



Direktor
IMP TELEKOMUNIKACIJE DOO
BEOGRAD
 Д.О.О.
 БЕОГРАД

Željko Stojković, dipl.inž.

IMP-TELEKOMUNIKACIJE DOO
BEOGRAD

Volgina 15
11060 Beograd
Srbija

Vaš znak: 1339/1-20
Naš znak: 47
Ime: Biljana Manojlović
Tel.: +382 40 687 855
Mob. Tel.: +382 69 558 964
Fax: +382 40 230 873
E-mail: biljana.manojlovic@efusion.me
Datum: 29.09.2020.

Predmet: Narudžba

Poštovani,

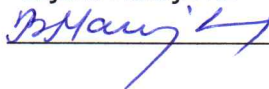
Obavještavamo vas da prihvatamo vašu Ponudu broj 1339/1-20 od 07.08.2020. za isporuku telezaštitnog uređaja TZ-600.

Nama je prihvatljivo plaćanje 30 dana po isporuci uređaja za stavku 1 u Ponudi i 30 dana po izvršenoj usluzi i zapisniku o puštanju u rad za stavku 2 u Ponudi.

S poštovanjem,

EFusion doo Nikšić

Izvršni direktor,
Biljana Manojlović



EFusion d.o.o.
IV crnogorske 4c
81400 Nikšić
Crna Gora

ZAPISNIK O IZVRŠENOJ USLUZI I TEHNIČKOJ ISPRAVNOSTI

Na osnovu zahteva EFusion d.o.o. od 24.07.2020. godine, izvršene su usluge definisane tačkom 2. Ponude broj 1839/1-20 od 07.08.2020. (IMP - Telekomunikacije d.o.o.), odnosno 47/20 od 29.09.2020. godine (EFusion d.o.o.) - Nabavka telezaštitnih uređaja. **Izvršen je nadzor nad finalnom konfiguracijom i stavljanje telezaštitnih uređaja TZ-600 u ispravan rad, a takođe je isporučena i prateća dokumentacija (protokoli merenja, konfiguracije i podešavanja telezaštite).**

Na lokaciji:

TS Pljevlja 2 – TS Bistrica (DV 266/2)

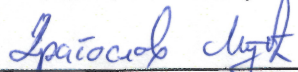
izvršene su sledeće aktivnosti:

- konfigurisanje i povezivanje uređaja;
- funkcionalno testiranje uređaja, uključujući slanje i prijem komandi sa obe strane štićene deonice;
- provera upisa u baze statusa i statuse događaja, statusa procesa na CPU modulu (dijagnostika uređaja);

Uređaj TZ-600 na lokaciji **TS Pljevlja 2**, nakon testiranja, ostavljen u ispravnom stanju. Sve usluge su izvršene kvalitetno i u roku koji je definisan ponudom.

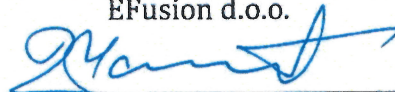
Dana 20.08.2021. godine

Za Isporučioca
IMP – Telekomunikacije d.o.o.



Dragoslav Mijić, inž.el.

Za Naručioca
EFusion d.o.o.



Damir Manojlović, dipl.inž.el.