



Техничко решење

УНАПРЕЂЕЊЕ LED СИГНАЛА У ЦИЉУ СЕРТИФИКАЦИЈЕ ПРОИЗВОДА СА НИВООМ СИГУРНОСТИ SIL4

Аутори:

Бојан Косић, Ненад Антонић, Марко Николић,
Иван Кокић, Ивана Николић, Вељко Јанић

Година: 2020.

Корисник:

Инфраструктура железнице Србије а.д.
Србија воз а.д.

Начин коришћења:

Уређај се користи у железничкој сигнализацији
Инфраструктура железнице Србије

Рецензенти:

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Унапређење LED сигнала у циљу сертификације производа са нивоом сигурности SIL4
Аутори	Бојан Косић, Ненад Антонић, Марко Николић, Иван Кокић, Ивана Николић, Вељко Јанић Институт „Михајло Пупин“, Београд
Категорија	Битно побољшано техничко решење на националном нивоу (M84) Доказ: Уговор
Кључне речи	Железнички сигнал, ЛЕД, струјна петља, безбедност, SIL4

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):

Техничко решење је рађено за потребе Железница Србије

Година када је решење комплетирано:

2020.

Година када је почело да се примењује и од кога:

Примена техничког решења је почела у почела у 2020. години испоруком и пуштањем у рад на делу брзе пруге Београд – Будимпешта, а наставља се у станици ТПС Земун.

Корисник: Инфраструктура железнице Србије а.д., Србија воз а.д.

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

Унапређење LED сигнала у циљу сертификације производа са нивоом сигурности SIL4

ТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

Проблем који се техничким решењем решава:

Развој електронских полупроводничких технологија довео је и до развоја електронских сигнално-сигурносних уређаја намењених железницама. Из године у годину је све јача тежња да се релејни сигнално-сигурносни уређаји замене електронским јер они могу знатно смањити трошкове експлоатације кроз већу модуларност, мању производну цену или дужи животни век појединих компоненти. Међутим, од њих се захтева да одрже бар исти ниво безбедности као релејни системи.

Једне од компоненти са најкраћим животним веком у железничким сигнално-сигурносним уређајима су сијалице са ужареним влакном које се користе као светлосни извори у пружним сигнаlima. Сходно томе, природно је да прелазак на електронске сигнално-сигурносне системе доводи до потребе да се, уместо сијалица са ужареним влакнима, светлосни извори у LED технологији користе као светлосни сигнали дуж железничке пруге. Осим знатно продуженог животног века, употреба LED светлосних извора омогућава да се читав систем усклади у погледу електричних интерфејса.

LED уређаји предвиђени за употребу у електронским поставницама данас се махом развијају у складу са европским CENELEC [1] стандардима. Ови стандарди прописују захтеве које различити електронски сигнално-сигурносни уређаји, па самим тим и LED уређаји, треба да задовоље како би пружили највиши, SIL (Safety Integrity Level) 4 [2] ниво безбедности.

Предмет овог техничког решења је унапређење уређаја приказаног у техничком решењу TR 32043_2018A1 – „Унапређење железничке сигналне светиљке у LED технологији за употребу у електронској поставници“. Унапређење се односи на измењену системску архитектуру која је омогућила да LED уређај описан у овом техничком решењу буде сертификован у складу са стандардима [1] и [2] према захтевима за SIL 4 ниво безбедности. Осим тога, овај уређај нуди и већу конфигурабилност, тј. прилагодљивост различитим типовима поставница, уз могућност повезивања и са неким релејним сигнално-сигурносним системима.

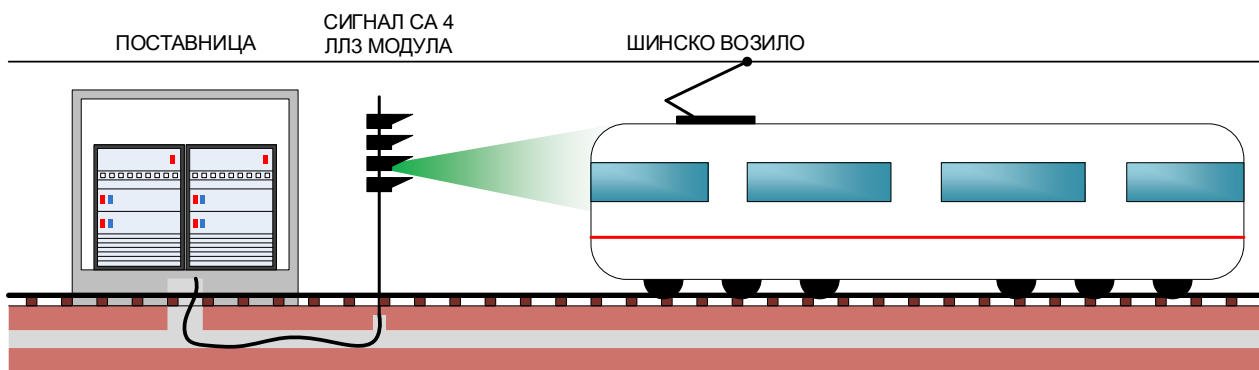
Стање решености тог проблема у свету:

У Европи постоји неколико произвођача железничких сигнала у LED технологији са SIL 4 нивоом безбедности, као што су *Siemens*, *AŽD Praha*, *BBR Verkehrstechnik*, *ECM*, *Zelisko*, и др. Основне разлике њихових решења су у подржаном електричном интерфејсу према поставници – постоје решења која користе комуникациони протокол и која су најчешће пројектована за рад са конкретном поставницом, али и решења која користе струјну петљу.

Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже:

Опис уређаја:

Железнички ЛЕД сигнал LL-000-m верзије 3 (ЛЛЗ) је електронски уређај (модул) са светлосним извором у ЛЕД технологији намењен употреби у железничкој сигнализацији. ЛЛЗ производи једнобојно светло које може бити црвено, жуто, зелено, бело или плаво. ЛЛЗ модул се мора монтирати у одговарајуће кућиште ради механичке заштите и заштите од утицаја околине, будући да су железнички сигнали спољашњи уређаји. Осим тога, кућиште треба да обезбеди и оптички систем који основни светлосни лик који производи ЛЛЗ модул, мора да прилагоди светлосном лику захтеваном важећим правилницима на месту уградње сигнала. ЛЛЗ модул је намењен употреби са поставницама које контролишу сваки светлосни извор појединачно. Поставница контролише ЛЛЗ модул довођењем напона на улазне прикључке модула – уколико је улазни напон унутар дефинисаног опсега, модул ће произвести светлосни сигнал. С друге стране, модул ће такође и поставити сопствену излазну струју на дефинисану вредност, преко које ће поставница добити информацију о тренутном стању контролисаниог ЛЛЗ модула – другим речима, стање модула је спрегнуто са интензитетом напојне струјне петље модула. Ова особина омогућава употребу ЛЛЗ модула и у неким релејним сигнално-сигурносним уређајима. ЛЛЗ модул поседује бројне конфигурабилне карактеристике попут подршке за дневни и ноћни радни режим, „жарење“ помоћног влакна, једносмерно и наизменично напајање, итд. На Слици 1 приказан је поједностављени железнички сигнални систем у коме поставница контролише један сигнал са четири сигналне светиљке (нпр. црвена, зелена и две жуте светиљке) које користе ЛЛЗ модуле као светлосне изворе.

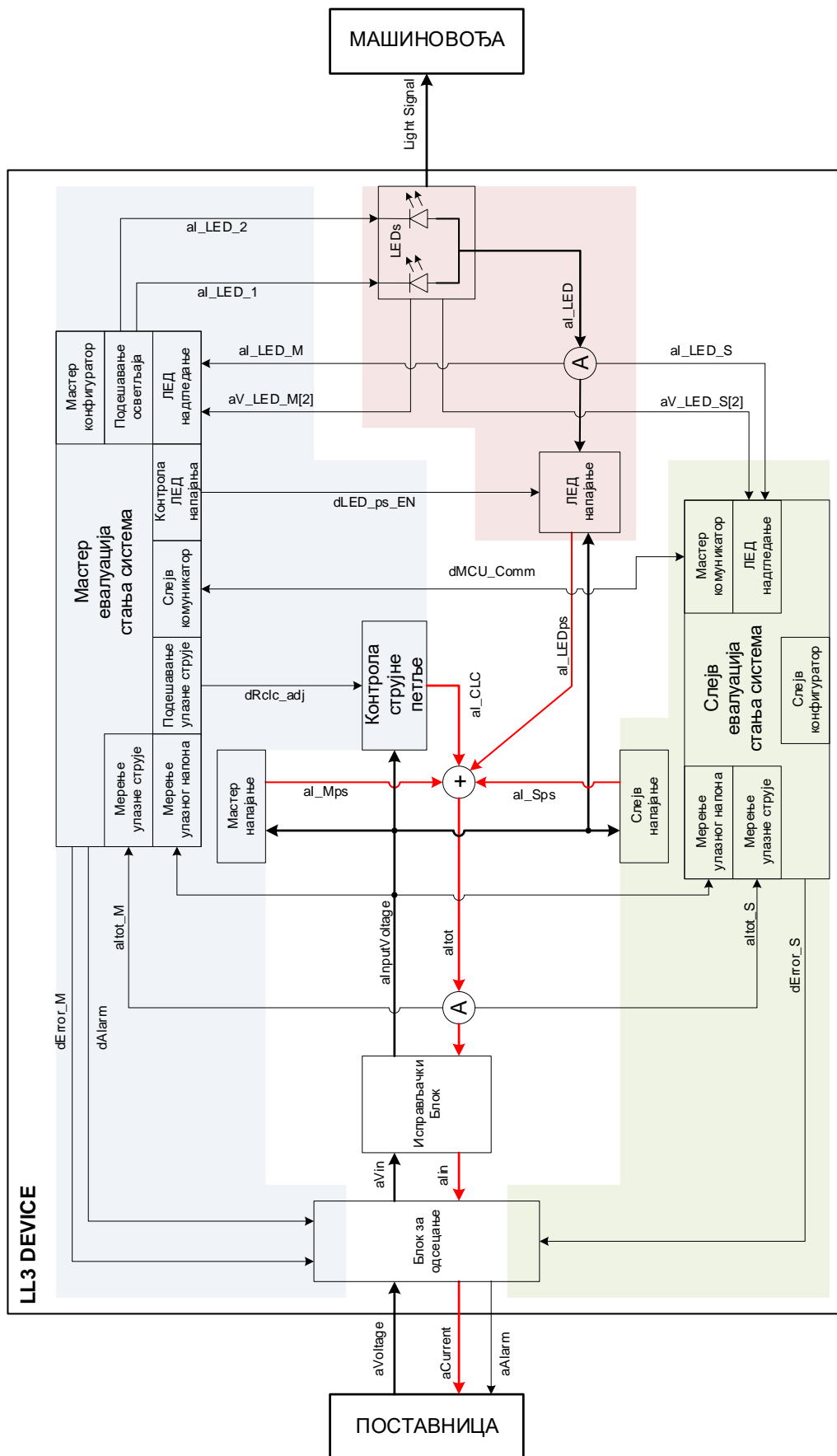


Слика 1 – Поједностављен приказ железничког сигналног система

Интерфејси ЛЛЗ модула:

На Слици 2 приказана је системска архитектура ЛЛЗ модула.

За уређај су дефинисана два спољашња интерфејса: електрични и оптички. Електрични интерфејс служи за повезивање ЛЛЗ модула и поставнице, док оптички интерфејс заправо представља светлосни сигнал који производи ЛЛЗ модул.



Слика 2 – Системска архитектура ЛЛ3 модула

Електричним интерфејсом преносе се три информације:

- *aVoltage*

Улазна информација у ЛЛЗ модул. Осим што омогућава напајање модула, путем овог напона поставница задаје жељени радни режим модула (дневно или ноћно светло). Уколико је интензитет напона у дефинисаном опсегу, а ЛЛЗ модул је у исправном стању, модул ће производити светлосни сигнал (чији интензитет одговара интензитету улазног напона) и регулисаће своју струју тако да буде дефинисаног интензитета који одговара нормалном радном стању. Уколико је ЛЛЗ модул у стању грешке, неће производити светлосни сигнал нити ће интензитет струје бити већи од минималне активне вредности, без обзира на интензитет улазног напона. Интензитет напона на улазним прикључцима модула у принципу зависи од струје модула. Ова зависност је карактеристика конкретног сигнално-сигурносног уређаја у коме се ЛЛЗ модул користи и имплицитно је задата кроз конкретну конфигурацију испорученог модула.

- *aCurrent*

Основна излазна информација ЛЛЗ модула према поставници. Представља укупну електричну струју уређаја (логички гледано, ради се о излазној информацији, али будући да је у питању укупна електрична струја, свеједно је да ли се назива улазном или излазном). Ову струју надгледа и мери поставница да би утврдила радно стање ЛЛЗ модула. Уколико је интензитет ове струје већи од минималне дефинисане активне вредности, поставница сматра да је ЛЛЗ модул исправан и да производи светлосни сигнал. Уколико је интензитет мањи од минималне дефинисане активне вредности, сматра се да је ЛЛЗ модул у квару и да не производи светлосни сигнал.

- *aAlarm*

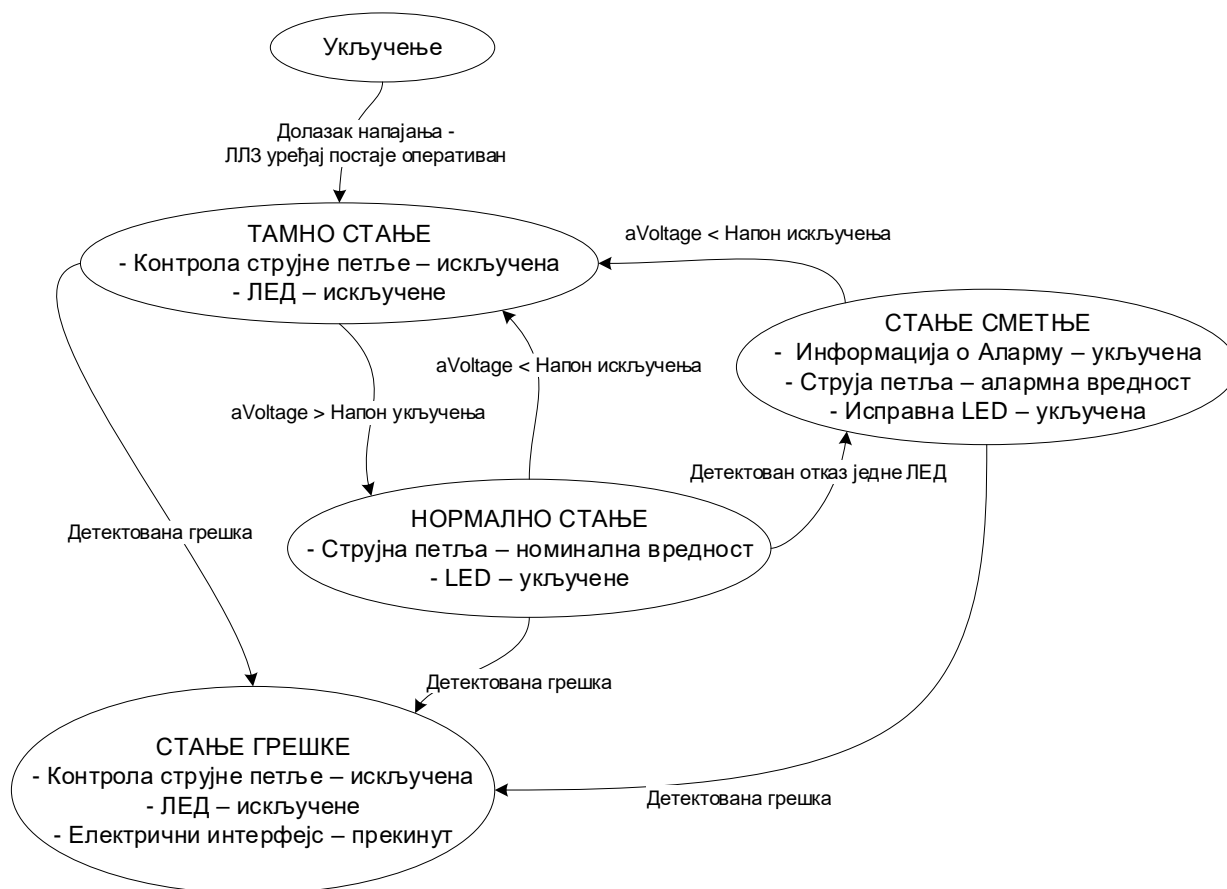
Опционална излазна информација о стању сметње (аларма) која није критична за безбедност. Пријава сметње може се користити на сигналима за које се захтева висока расположивост, као рано упозорење да је ЛЕД светлосни извор делимично неисправан, те да ЛЛЗ модул треба заменити (при чему ЛЛЗ модул наставља да обавља своју функцију). Ова информација се поставници може пријавити путем напојне струјне петље (користећи умањени интензитет у односу на нормални радни режим), или путем безнапонског релејног контакта (било мирног или радног).

Уређај се може конфигурисати за рад по једној или две линије за напајање, што одговара класичним сијалицама са једним или два ужарена влакна. У случају једнолинијске конфигурације, електрични интерфејс је реализован двожишно, кроз једну струјну петљу. У случају дволинијске конфигурације, интерфејс је реализован 4-жишно, кроз две, галвански одвојене струјне петље. У овом случају, стање сметње се пријављује поставници прекидањем главне струјне петље (што одговара прегоревачу главног влакна сијалице). Као и у случају сијалице, дволинијски ЛЛЗ уређај подржава тзв. жарене помоћног влакна, као и пуну функционалност по помоћној линији за напајање.

Што се оптичког интерфејса тиче, као што је већ поменуто, ЛЛЗ уређај производи светлосни сигнал у једној од пет могућих боја – црвеној, зеленој, жутој, белој или плавој. Светлосни извор састоји се од две дискретне светлеће диоде (ЛЕД) у одговарајућој боји, тако да спољашњи оптички филтер није потребан. Диоде су постављене блиско једна другој у оптичком центру модула, тако да симулирају тачкасти извор светла. ЛЛЗ модул не садржи друге оптичке елементе осим основне механичке заштите за ЛЕД која не ремети светлосни лик. Прилагођење светлосног лика захтеваним просторним карактеристикама врши се помоћу оптичког система у кућишту модула.

Принцип рада и софтверска архитектура:

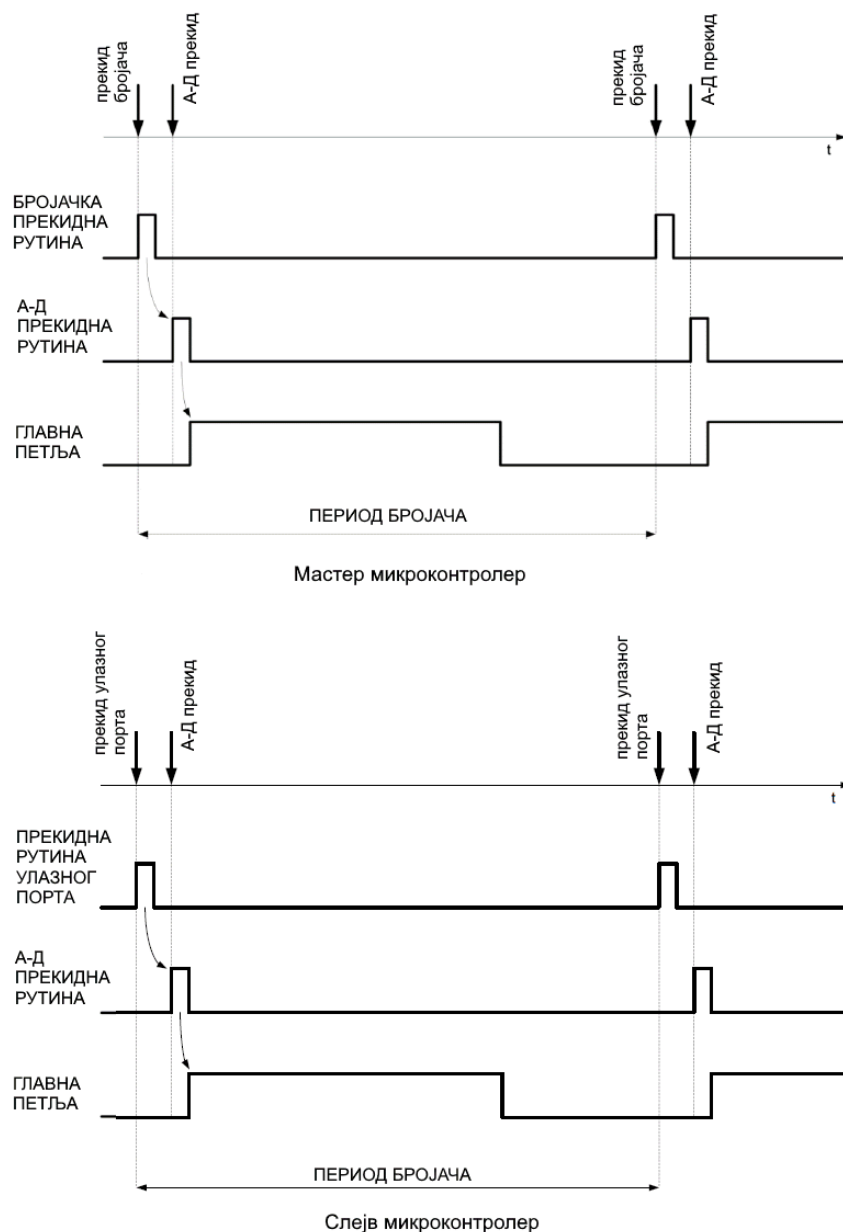
Основна безбедносна функција ЛЛЗ уређаја је производи светлосни сигнал и да одржава своју укупну струју у дефинисаном опсегу ако и само ако је напајан напонам дефинисаног интензитета. Уколико ова еквиваленција није испуњена, модул не сме производити светлосни сигнал и не сме имати укупну струју већу од дефинисане минималне активне струје. Ова функција ЛЛЗ модула имплементирана је у Мастер елементу, који је означен плавом бојом на Слици 2. Друга безбедносна функција – надгледање система, имплементирана је у оба елемента – и Мастер и Слејв елементу (Слејв је означен зеленом бојом на Слици 2). Функција надгледања система заснива се на провери да је основна безбедносна функција испуњена. У случају Мастер елемента, функција надгледања представља део основне безбедносне функције. На Слици 3 приказана је коначна машина стања



Слика 3 – Коначна машина стања

Мастер и Слејв елемент користе по један безбедносни микроконтролер TMS570LS0432 (произвођача „Texas Instruments“) који је сам по себи сертификован за SIL3 ниво безбедности. Софтвер је развијен у „C“ и „C++“ програмским језицима, док су неки мањи делови писани у асемблерском језику. Одбрамбени програмски механизми су коришћени за безбедносне софтверске компоненте. За компајлирање програма и програмирање Мастер и Слејв микроконтролера коришћена су два различита окружења да би се обезбедила независност у случају грешке.

Софтверска архитектура базирана је на алгоритму кружног додељивања (round-robin) са прекидима, тако да се ургентни задаци обављају унутар прекидних рутина. Након завршетка прекидне рутине, софтвер наставља са извршавањем главне петље. Софтверска организација састоји се од једне главне петље са временским окидањем, у којој се извршава неколико задатака. Задаци се извршавају циклично, у предефинисаном поретку. Број задатака је непроменљив и такође предефинисан. На Слици 4 приказане су секвенце извршавања програма у Мастер и Слејв микроконтролерима које ће бити детаљније описане у даљем тексту.



Слика 4 – Секвенце извршавања софтверских рутина

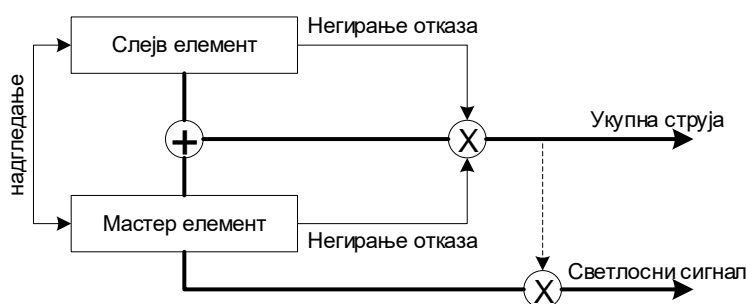
У Мастер микроконтролеру, хардверски бројач изазива периодичне прекиде који се користе за иницијализацију читавања свих тренутних аналогних улазних сигнала. Заправо, бројачка прекидна рутина користи се за стартовање аналого-дигиталне (А-Д) конверзије свих аналогних улаза. Када се А-Д конверзија оконча, А-Д конвертор изазива свој прекид који

означава да је нови скуп одбирака улазних сигнала спреман за процесирање. Прекидна рутина А-Д конвертора врши базичну обраду улазних одбирака и дозвољава наставак извршавања главне петље. Задаци унутар главне петље користе скуп улазних одбирака за доношење одлука, и као резултат њихове обраде постављају излазне сигнале микроконтролера на одговарајуће вредности.

Бројачка прекидна рутина Мастер микроконтролера такође генерише и синхронизациони хардверски сигнал који са стране Слејв микроконтролера изазива прекид на дигиталном улазу опште намене. Код Слејв микроконтролера, ова прекидна рутина започиње А-Д конверзију свих аналогних улаза, тако да су А-Д конверзије у оба контролера практично истовремене. Даља обрада улазних података је иста као у случају Мастер алгоритма. Хардверски бројач Слејв микроконтролера проверава период јављања прекида са улаза опште намене, како би се правовремено детектовао отказ Мастер контролера.

Доказ безбедности:

У складу са стандардом [2], ЛЛЗ уређај је пројектован као систем 2-од-2, са квази-реактивном сигурношћу на отказе, као што је приказано на Слици 5. Мастер елемент контролише светлосни сигнал и интензитет струјне петље. Слејв елемент доприноси струјној петљи својом струјом напајања. Оба елемента се међусобно проверавају и оба могу прекинути електрични интерфејс и на тај начин негирати излазну информацију у случају детекције грешке. Иако Слејв елемент не може директно негирати и светлосни сигнал, прекидањем електричног интерфејса комплетан ЛЛЗ модул остаје без напајања, те ни светлосни сигнал не може бити генерисан



Слика 5 – ЛЛЗ сигурност на отказе

И Мастер и Слејв елемент независно надгледају системске параметре преко својих блокова за мерења. Осим тога, они и континуирано размењују своја мерења како би могли да их упореде и провере. Уколико бар један елемент детектује разлику у мерењима, он ће прогласити грешку и систем ће ући у безбедно стање. Оба елемента имају независне механизме за детекцију грешке и негирање отказа. Оба елемента суделују у контроли Блока за одсецање преко сопствених контролних линија. Активација Блока за одсецање обезбеђује безбедно стање, а оба елемента могу га активирати независно.

Независност Мастер и Слејв елемента доказана је путем FMEA [3] и FTA [4] анализа. Њихови резултати показују да, под условом да су испуњени безбедносни услови употребе (Safety-Related Application Conditions - SRAC), ни један појединачни отказ у систему не води у небезбедно стање. Осим тога, спроведена је и квантитативна анализа латентних и вишеструких отказа која је показала да је вероватноћа појаве таквих отказа током експлоатационог периода уређаја прихватљива.

Техничке карактеристике:

- Модул је конфигурабилан и може се користити за рад по два влакна или једним влакном
- Модул се може конфигурисати за рад са једносмерним или наизменичним напајањем фреквенције 50 Hz
- Напонски опсег напајања: од 10 V до 50 V
- Минимална радна струја: 0.3 A
- Максимална радна струја: 1.4 A
- Максимална струја модула у стању квара: 0.3 A
- Максимална потрошња модула: 30 W
- Температурни радни опсег: од -30°C до +70°C
- Максимална фреквенција „блинкованог“ напона: 1 Hz +10%
- Подржан рад са дневним и ноћним напоном
- Максимално време детекције грешке: 100 ms
- Минимални светлосни флуks: 5 lm
- Максимални светлосни флуks: 80 lm
- Могуће боје светлосног сигнала: zelena, crvena, bela, žuta, plava
- Хроматичност боје светлосног сигнала: према JŽS S2.003 или EN 12368
- Номинална фреквенција освежавања ЛЕД: 200 Hz

На Слици 6 приказан је ЛЛЗ модул монтиран у кућишту.



Слика 6 – ЛЛЗ модул монтиран у кућишту

Референце:

- [1] EN 50126-1:2017, The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Part 1: Generic RAMS Process, CENELEC, 2017
- [2] EN 50129:2018, Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling, CENELEC, 2018
- [3] IEC 60812, Failure mode and effects analysis (FMEA)
- [4] IEC 61025, Fault tree analysis (FTA)

Допринос аутора:

Архитектура система: Бојан Косић, Ненад Антонић

Дизајн хардвера: Иван Кокић

Дизајн софтвера: Марко Николић

Schematics и РСВ дизајн: Вељко Јанић

Тестирање и верификација система: Ивана Николић

Листа раније прихваћених
техничких решења
по ауторима

БОЈАН КОСИЋ

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

2018.

1. Иван Кокић, Марко Николић, Жељко Стојковић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Милан Оклобдија, “Унапређење евалуаторске јединице бројача осовина за потребе постизања SIL4 нивоа интегритета безбедности” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A3.pdf
2. Ивана Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Бојан Косић, Марко Николић, Ина Масникоса, Горан Димић, “Унапређење железничке сигналне светилке у ЛЕД технологији за употребу у електронској поставници” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_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 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-MIKME.pdf>
4. Бојан Косић, Ненад Антонић, Марко Николић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Железничка сигнална светилка у ЛЕД технологији за употребу у релејној поставници” – М81
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A2.pdf

2016.

1. 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>
2. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “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. 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. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Евалуаторска јединица бројача осовина за потребе фазног унапређења железничке сигнализације у Железницама Србије” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A3.pdf>
3. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Уређај за аутоматско тестирање евалуаторске јединице бројача осовина на железници” – М83
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A4.pdf>

НЕНАД АНТОНИЋ

2018.

1. Иван Кокић, Марко Николић, Жељко Стојковић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Милан Оклобџија, “Унапређење евалуаторске јединице бројача осовина за потребе постизања SIL4 нивоа интегритета безбедности” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A3.pdf
2. 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. 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-MIKME.pdf>
4. Бојан Косић, Ненад Антонић, Марко Николић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Железничка сигнална светиљка у ЛЕД технологији за употребу у релејној поставници” – М81
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A2.pdf
5. 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. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “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. 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. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Евалуаторска јединица бројача осовина за потребе фазног унапређења железничке сигнализације у Железницама Србије” – М81

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A3.pdf>

3. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Уређај за аутоматско тестирање евалуаторске јединице бројача осовина на железници” – М83

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A4.pdf>

МАРКО НИКОЛИЋ

2018.

1. Иван Кокић, Марко Николић, Жељко Стојковић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Милан Оклобџија, “Унапређење евалуаторске јединице бројача осовина за потребе постизања SIL4 нивоа интегритета безбедности” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A3.pdf
2. 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
3. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Марко Николић, Милан Оклобџија, “Имплементација диск (storage) мрежних протокола iSCSI/CIFS за ИС ЛПА апликацију” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/Tehnicko_resenje_32025_11.pdf

2017.

1. Бојан Косић, Ненад Антонић, Марко Николић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Железничка сигнална светиљка у ЛЕД технологији за употребу у релејној поставници” – М81
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A2.pdf

2015.

1. Марко Николић, Милан Оклобџија, Жељко Стојковић, Никола Ненадић, “Omnisight: Реализација сервера са елементима Web сервера за формирање приватних информационих мултимедијалних канала” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32025_Omnisight_M85_2015.pdf
2. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Евалуаторска јединица бројача осовина за потребе фазног унапређења железничке сигнализације у Железницама Србије” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A3.pdf>
3. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Уређај за аутоматско тестирање евалуаторске јединице бројача осовина на железници” – М83
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A4.pdf>

ИВАН КОКИЋ

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. Иван Кокић, Марко Николић, Жељко Стојковић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Милан Оклобција, “Унапређење евалуаторске јединице бројача осовина за потребе постизања SIL4 нивоа интегритета безбедности” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A3.pdf
2. 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
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>

2017.

1. Анка Кабовић, Иван Кокић, Јованка Гајица, Славица Боштјанчич Ракас, Валентина Тимченко, “Апликација за пријем података са метеоролошких 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. Бојан Косић, Ненад Антонић, Марко Николић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Железничка сигнална светиљка у ЛЕД технологији за употребу у релејној поставници” – М81
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A2.pdf
3. 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. Милан Оклобција, Иван Годоровић, 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. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић,

Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Евалуаторска јединица бројача осовина за потребе фазног унапређења железничке сигнализације у Железницама Србије” – М81

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A3.pdf>

2. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Уређај за аутоматско тестирање евалуаторске јединице бројача осовина на железници” – М83

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A4.pdf>

ИВАНА НИКОЛИЋ

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 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. 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
2. 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

ВЕЉКО ЈАНИЋ

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 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. 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. 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>

Бр. 1799/1-20Br. 1371

UGOVOR O IZVOĐENJU RADOVA

03-08-2020 20____ god.
BEOGRAD03 AUG 2020

ГОД.

БЕОГРАД

zaključen dana 03.08. 2020. godine, u Beogradu, između:

ENERGOPROJEKT OPREMA A.D. BEOGRAD, 11070 Beograd, Bulevar Mihaila Pupina br. 12, Mat. broj: 07073186, PIB: 100001492, koga zastupaju direktor Branko Čeleketić i Finansijski direktor Svetlana Krstić (u daljem tekstu: "Izvođač")

i

INSTITUT MIHAJLO PUPIN DOO. BEOGRAD, 11060 Beograd, Zvezdara, ul. Volgina br. 15, Mat. broj: 07014694, PIB: 100008310, koga zastupa direktor Prof. dr Sanja Vraneš, dipl.inž. (u daljem tekstu: "Podizvođač")

UVODNE ODREDBE

Član 1.

1.1. Ugovorne strane saglasno konstatuju:

- 1.1.1. da su dana 04.06.2019. godine Srbija Voz a.d. u svojstvu Naručioca i konzorcijum koji čine: ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA AD BEOGRAD, ENERGOPROJEKT OPREMA A.D. BEOGRAD i COLAS RAIL S.A.S, u svojstvu Izvođača (u daljem tekstu: **Konzorcijum**) zaključili Ugovor o izvođenju radova (u daljem tekstu: **Osnovni ugovor**) na modernizaciji tehničko-putničke železničke stanice Zemun (u daljem tekstu: **Projekat**);
- 1.1.2. da su radovi koji su predmet ovog Ugovora predviđeni i Osnovnim ugovorom te da, radi realizacije istih, ugovorne strane zaključuju ovaj podizvođački ugovor.

DEFINICIJE

Član 2.

U ovom Ugovoru, sledeći izrazi i reči imaju značenje koje im je u daljem tekstu definisano, izuzev gde kontekst drugačije zahteva:

- 2.1. **OSNOVNI UGOVOR** – Ugovor o izvođenju radova na modernizaciji tehničko-putničke železničke stanice Zemun od 04.06.2019. godine;
- 2.2. **UGOVOR O IZVOĐENJU RADOVA I/ILI OVAJ UGOVOR** – ovaj Ugovor sa svim dokumentima koji čine njegov sastavni deo;
- 2.3. **NARUČILAC** – Srbija Voz a.d, ul. Nemanjina br. 6, 11000 Beograd;
- 2.4. **OBJEKAT** – tehničko-putnička železničke stanica Zemun;
- 2.5. **RADOVI** – Izrada montažnog projekta; isporuka i ugradnja Materijala - Isporuka unutrašnje i spoljašnje opreme, kao i kablova svih tipova; Usluge montaže unutrašnje i spoljašnje opreme; Polaganje i povezivanje kablova na oba kraja, montaža uzemljenja opreme; Ispitivanje kablova uz dostavljanje izveštaja o ispitivanju; Ispitivanje i testiranje ugrađene unutrašnje i spoljašnje opreme uz izdavanje izveštaja; Ispitivanje sistema elektronske postavnice i SCADA sistema za grejanje skretnica; Ispitivanje puteva vožnji; Ispitivanje međuzavisnosti puteva vožnji; Puštanje u rad i primopredaja SS sistema; Izrada atestno tehničke dokumentacije i uputstava za rukovanje i održavanje; Elaborat sigurnosti o specifičnoj primeni aplikativnog softvera elektronskog uređaja i dobijanje saglasnosti od strane nezavisne institucije (Safety case) na isti; Izrada projekta izvedenog stanja za SS sistem; Građevinski radovi, u svemu u skladu sa Ponudom, Osnovnim ugovorom i ovim Ugovorom.



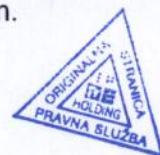
Handwritten initials or signature.

- 2.6. **MATERIJALI** – materijali i/ili oprema koji se ugrađuju na Objektu, a koje isporučuje Podizvođač;
- 2.7. **NADZORNI ORGAN NARUČIOCA** – SAOBRAĆAJNI INSTITUT CIP DOO, BEOGRAD (SAVSKI VENAC) i BEOGRADČVOR DOO, BEOGRAD, u svojstvu lica koja vrše nadzor nad izvođenjem Radova u ime Naručioca;
- 2.8. **NADZORNI ORGAN IZVOĐAČA** – lice koje u ime Izvođača vrši nadzor nad izvođenjem Radova;
- 2.9. **FIDIC INŽENJER** - Egis d.o.o., Trg Nikole Pašića 2, 11000 Beograd
- 2.10. **GRADILIŠTE** - ograđeni prostor građevinske parcele koji je u funkciji izvođenja radova na Objektu; na adresi: Milana Rešetara, b.b., Zemun, Beograd.
- 2.11. **PONUĐA** – usvojena Ponuda Podizvođača broj 1148/1-20 od 18.05.2020.. godine koja kao Prilog br. 1 čini sastavni deo ovog Ugovora.

PRINCIP "BACK TO BACK"

Član 3.

- 3.1. Podizvođač će izvesti sve Radove i izvršiti sve obaveze u pogledu kvaliteta, količina i rokova prema uslovima iz Osnovnog ugovora. U ovom smislu, Podizvođač preuzima, za Radove koji su predmet ovog Ugovora, sve rizike, odgovornosti i obaveze koje je Izvođač preuzeo prema Osnovnom ugovoru. Ova situacija se primenjuje čak i u slučaju da takve obaveze nisu izričito navedene u ovom Ugovoru, a u vezi su sa izvršenjem ovog Ugovora.
- 3.2. Osim ukoliko je drugačije predviđeno u ovom Ugovoru, Ugovorne strane su saglasne: (i) da će Izvođač imati ista prava prema Podizvođaču kao što ih ima Naručilac / Nadzorni organ prema Izvođaču, (ii) da će Podizvođač imati ista prava, obaveze i odgovornosti koje Izvođač ima prema Naručiocu za Radove koji su predmet ovog Ugovora.
- 3.3. Podizvođač prihvata da sve obaveze koje su za Izvođača predviđene u Osnovnom ugovoru (uključujući i moguće izmene istih) a koji je sastavni deo ovog Ugovora, a koje su shodno primenljive na ovaj Ugovor, izvrši za cene određene određene u ovom Ugovoru, a sve u skladu sa članom 12 ovog Ugovora.
- 3.4. Gde god Izvođač ima obavezu prema Osnovnom ugovoru da sačini i/ili dostavi izveštaj o napredovanju Radova, tehničku dokumentaciju i/ili drugu dokumentaciju i/ili da dostavi određen dopis Naručiocu i/ili Nadzornom organu i/ili FIDIC Inženjeru u određenom roku Podizvođač će sačiniti ovu dokumentaciju, i dostaviti i/ili podneti iste Izvođaču na pregled blagovremeno, ali u svakom slučaju ne kasnije od 3 (tri) dana pre roka predviđenog za obaveze Izvođača po Osnovnom ugovoru.
- 3.5. Izvođač će vršiti direktnu pisanu komunikaciju i korespondenciju sa Naručiocem. Podizvođač neće komunicirati direktno sa Naručiocem i/ili Nadzornim organom i/ili FIDIC Inženjerom bez prethodne pismene saglasnosti Izvođača. Izvođač će blagovremeno obavestavati Podizvođača o eventualnim nalogima, primedbama (koji se odnose na Radove koji su predmet ovog Ugovora) dobijenim od Naručioća/Nadzornog organa i/ili FIDIC Inženjera na način kako je to predviđeno Osnovnim ugovorom.
- 3.6. U skladu sa prethodnim stavovima, osim ukoliko nije u ovom Ugovoru drugačije predviđeno, svi uslovi i zahtevi iz Osnovnog ugovora se primenjuju „mutatis mutandis” (shodnom primenom) i na ovaj Ugovor.
- 3.7. Podizvođač u potpunosti snosi sve rizike za izvršenje kompletnih Radova i obaveza koji su predmet ovog Ugovora a koje je Izvođač preuzeo po Osnovnom ugovoru. Ovi rizici traju do momenta potpunog izvršenja obaveze prema ovom Ugovoru i Osnovnom ugovoru i Podizvođač se oslobađa istih kada se ugasi pravo Naručioća i/ili Nadzornog organa i/ili FIDIC Inženjera organa na bilo kakve zahteve koji imaju osnova po ovom i/ili Osnovnom Ugovoru.
- 3.8. Podizvođač će izvršiti sve obaveze u vezi sa Radovima uz najviši stepen pažnje i u potpunosti u skladu sa odgovarajućim odredbama navedenim u ovom Ugovoru. Radovi koje izvrši Podizvođač moraju biti u potpunosti u skladu sa ovim Ugovorom.



Jm