

Нови индустријски прототип: **Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1**

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: др Милољуб Д. Луковић

Аутори: Милољуб Д. Луковић, Станко О. Алексић, Снежана Г. Луковић,
Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београд
Нелу Блаж, Љиљана Живанов, Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2017 - 2018.

Примена: децембар 2018.

КРАТАК ОПИС

Техничко решење је настало у току научноистраживачког рада на пројекту: ТР 32016 - "Иновативне електронске компоненте и системи базирани на неорганским и органским технологијама уграђеним у робе и производе широке потрошње" које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Техничке карактеристике JSBV-1:

Врста сензора - дебелослојни сегментирани NTC термистори

Опсег мерења температуре ваздуха -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$

Опсег мерења брзине ветра 0-30 [m/s]

Струја термистора 10-20 mA

Напон напајања од 6-28 V dc

Потрошња енергије 0,1-0,6 W

Режим рада дисконтинуалан: 30 s/5 min пауза

Детекција смера дувања ветра

Димензије канала-цеви са сензором $\phi = 20\text{mm}/100\text{mm}$

Термоизолационо кућиште 100 x 80 x 50 mm

Несигурност мерења 3 %.

- Температура T_v се рачуна из електричне отпорности, а брзина ветра v на бази губитка топлоте тј. пада струје самозагревања NTC термистора при константном напону напајања.

Техничке могућности:

Намена JSBV-1 сензора је мерење брзине ветра v [m/s] на отвореном простору при различитим температурама ваздуха T_v као параметра. JSBV-1 сензор је предвиђен да се примењује у метеорологији, биологији, екологији, пољопривреди, електропривреди, саобраћају итд.

Корисници:

Catena net d.o.o, Београд

Факултет техничких наука – ФТН, Нови Сад

Институт за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ а.д. Београд, Београд

Подтип решења:

Нови индустријски прототип (M82)

ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Полазна идеја је била да се са новим дебелослојним сегментираним NTC термистором штампаним као хибридно коло од нове наменске пасте реализује сензор брзине ветра (протока ваздуха кроз цев или канал). Оптимизовани дебелослојни сегментирани NTC термистор који се самозагрева при константном напону у струји ваздуха (ветар) губи топлоту, а због тога има пад струје самозагревања. Та струја самозагревања термистора је директна функција од брзине ветра, а зависи још и од следећих параметара: температуре ваздуха, влаге, затим од попречног пресека цеви, термоизолације кућишта, угла дувања итд. Радна тачка сензора је изабрана тако да струја замозагревања износи од 10-20 mA, при одређеном константном напону напајања, који се мења на сваких 10 °C промене температуре ваздуха (RCV). Правац ветра се детектује на основу подужног пада напона на сегментима дебелослојног термистора (аксијални градијент отпорности и температуре на сензору).

Полазни захтев је био да нови сензор нема покретних делова, да троши мало енергије (мање од 1 W), да не троши енергију кад не мери, да може да се везује на аквизициону карту, да се не леди на ниским температурама, да буде минијатуран, технолошки једноставан и јефтин, да буде малих димнзија и да нема одржавање. Сви ови захтеви су испоштовани при реализацији индустријског прототипа као основног модула за даљу доградњу у сензорски систем са пратећом дигиталном електроником и обрадом података.

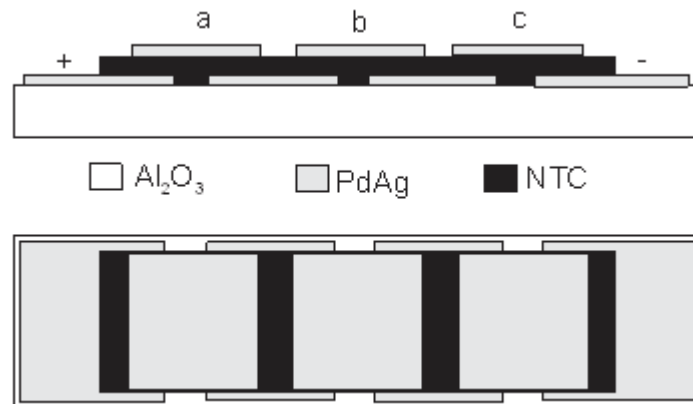
Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1 има своје криве баждарења по температури ваздуха на сваких 2 °C, а за остале вредности могу се интерполирати друге криве (на сваких 0,1 °C, на пример). Мерен је и утицај влаге на сензор али је увршћен опционо као параметар другог реда величине у односу на температуру ваздуха.

Конструкција дебелослојног сегментираног термистора за JSBV-1

Дебелослојни сегментирани термистори су нова конструкција која се састоји од два реда PdAg електрода и NTC-термисторског слоја постављеног између њих као на слици 1. Проводни и термисторски слојеви (микронске дебљине) се штампају металним ситом на Al₂O₃ керамичкој подлози (алумина) дебљине 0,5 mm, суше се на 150 °C/15 min и синтерују у конвејерској пећи на 850 °C /10 min.

Дебелослојни сегментирани термистори са редукованим димензијама реализовани су хибридном технологијом (сито-штампом) на алумина плочицама. Њихова конструкција приказана је на слици 1: попречни пресек и поглед одозго. На попречном пресеку се види 7 дебелослојних PdAg електрода квадратног облика (три изнад и четири испод NTC термисторског слоја). Електроде су у односу на NTC слој распоређене у цик-цак распореду (редно паралелна веза). Спољашње електроде обележене су са + и - а унутрашње електроде обележене са a, b и c и служе за мерење градијента температуре (отпорности, напона). NTC

дебелослојна паста за сегментирани термистор је развијена у Институту за мултидисциплинарна истраживања. Паста има 5 % везивног стакла, наноси се ситотехником и синтерује на 850 °C/10min у ваздуху.



Слика 1. Конструкција дебелослојних сегментираних термистора: попречни пресек (горе) и поглед одозго (доле): PdAg-проводна паста, NTC-термисторска паста, Al_2O_3 -керамичка подлога (25,4 x 6,35 x 0,5 mm); a,b,c-унутрашње електроде

Вредности R сегментираних термистора са редукованим димензијама дужине 25,4 x 6,35 x 0,5 mm, као на горњој слици су реда 3-5 k Ω за пасту од праха чистог никл манганита $NiMn_2O_4$ док за сегментиране термисторе и пасту од модификованог праха и модификованог састава $Cu_{0.4}Ni_{0.5}Mn_{2.1}O_4$ отпорности су реда 500-1000 Ω .

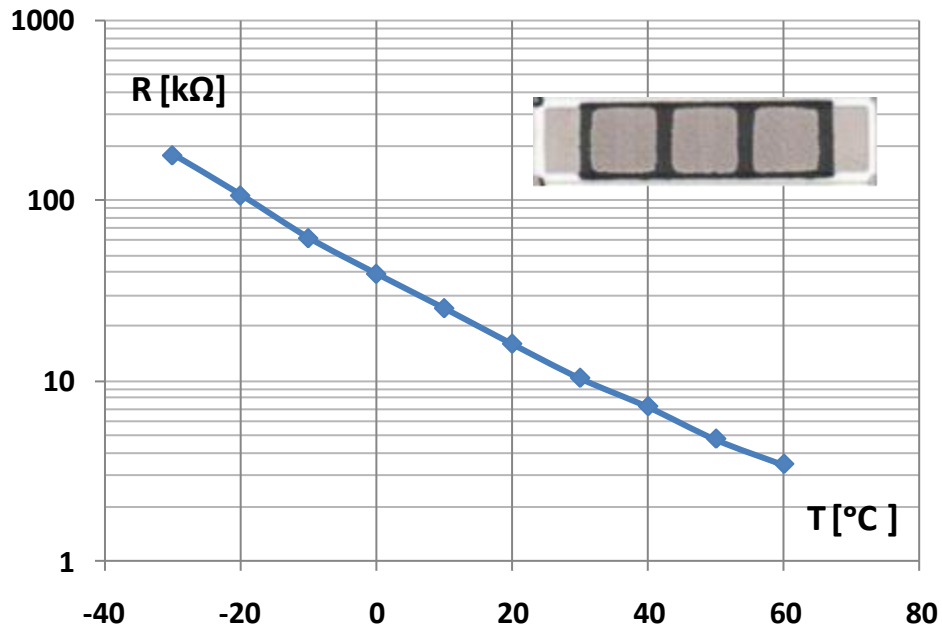
Мерење температуре ваздуха (ветра)

Једноосни сензор брзине ветра **JSBV-1** прво мери температуру долазног ваздуха (ветра). Мерење температуре ваздуха врши се преко отпорности $R(T)$ сегментираног термистора непосредно пре укључења напајања тј. после паузе у мерењу од 5 min током које се термистор враћа у почетно (охлађено стање). На слици 2 дата је промена електричне отпорности R у функцији од температуре ваздуха T (тзв. NTC-крива) .

Електрична отпорност NTC термистора R мења се експонецијално/логаритамски са температуром T према Steinhart-Hart формули:

$$R(t) = A \exp\left(\frac{B}{T} + \frac{C}{T^2} + \frac{D}{T^3}\right) \quad \text{или} \quad \frac{1}{T} = A + B(\ln R) + C(\ln R)^3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

где су A, B и C константе које се експериментално одређују.



Слика 2. Типичне вредности електричне отпорности R за NTC сегментиране термисторе са редукованим димензијама у функцији од температуре T

За мерење температуре у ваздуху, помоћу дебелослојног сегментираног термистора потребно је баждарење отпорности R_0 на собној температури $T_0=293,16$ K (≈ 20 °C), мерење отпорности R_1 на температури T_1 и зависност $R(T)$ тј. претходни израз (1) у првој апроксимацији:

$$R_1 = R_0 \exp \left[\frac{B(T_0 - T_1)}{T_1 T_0} \right]$$

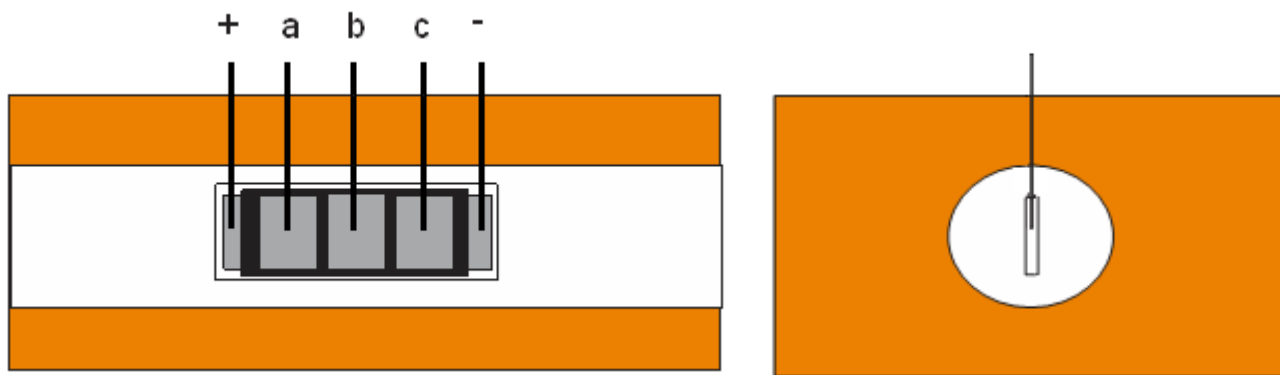
одакле је тражена температура термистора дата формулом:

$$T_1 = \left[\left(B \cdot T_0 / (B + T_0 \ln \frac{R_1}{R_0}) \right) \right] \dots \dots \dots (2)$$

Осетљивост дебелослојног NTC сегментираног термистора је велика и он реагује на промене температуре од 1 mK мењајући отпорност на пример неколико mΩ. Дебелослојни сегментерина NTC термистор је основни сензорски елемент за JSBV-1 сензор, који ради на принципу губитка топлоте и надаље је детаљно приказан у овом техничком решењу.

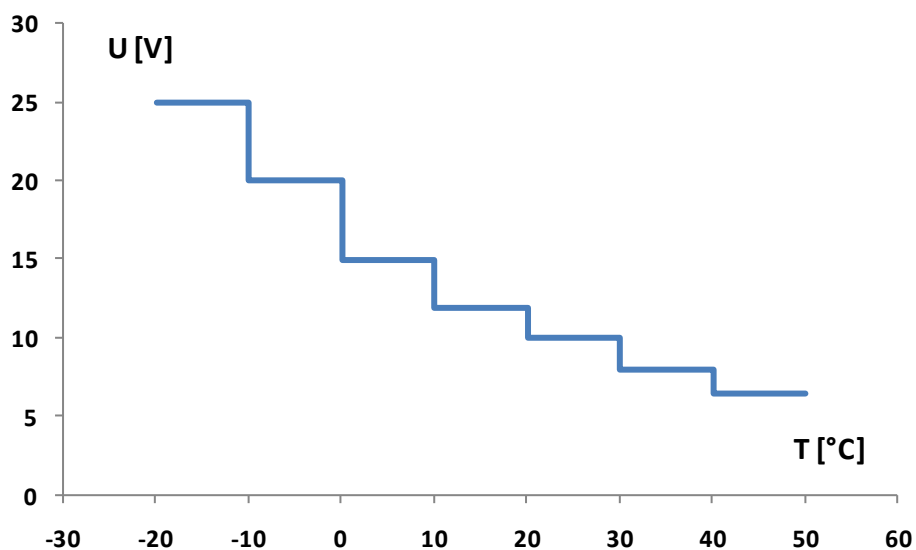
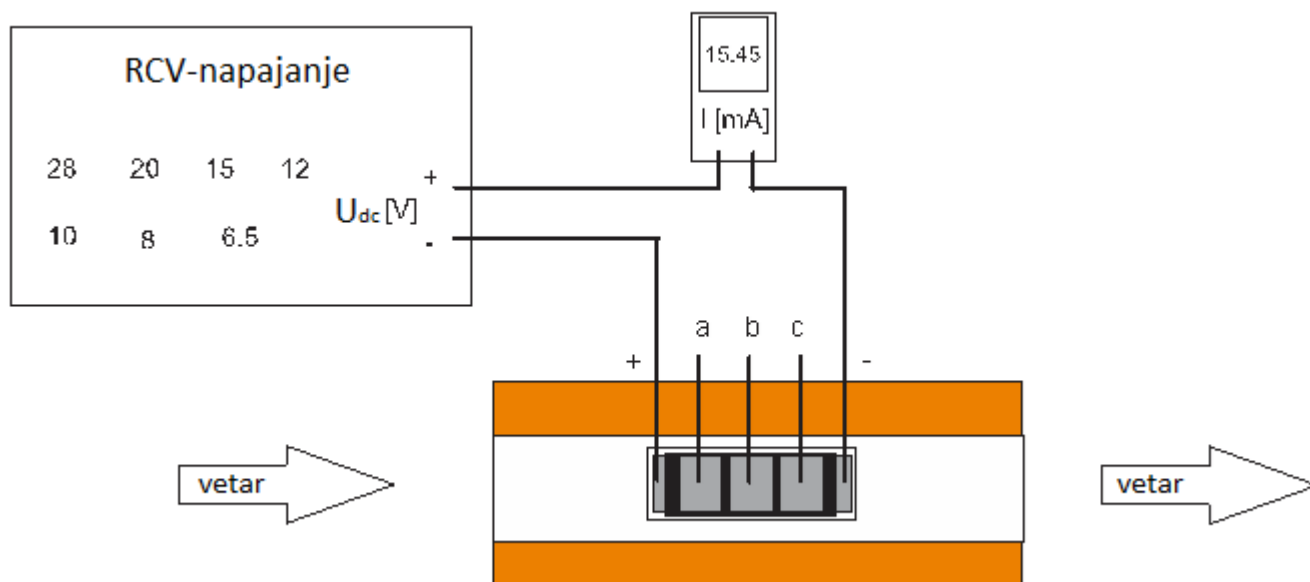
АНАЛИЗА И МЕРЕЊА КАРАКТЕРИСТИКА JSBV-1

Конструкција JSBV-1 сензора се састоји од NTC дебелослојног сензора и термоизолационог кућишта приказана је на слици 3. Сегментирани термистор је смештен у кућиште са каналом у облику цеви $\phi=20\text{ mm}$ и дужине 100 mm (постављен аксијално у средишњем делу цеви), слика 3.



Слика 3. Конструкција једноосног сензора брзине ветра JSBV-1 (подужни пресек-лево и попречни пресек-десно)

Све електроде сегментираног термистора везане су на конектор, а даље на једносмерно напајање RCV-DC извор и мултиметар за мерење струје I (слика 4). Струја термистора I је његова струја замозагревања, док је напон напајања U константан и мења се само у скоковима на сваких $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ температуре ваздуха. Пошто R отпорност NTC термистора опада са порастом температуре ваздуха T_v а струја самозагревања термистора I расте онда се напон U мора смањивати по неколико волти за нови виши опсег температуре ваздуха. Напон је константан унутар поменутог опсега од $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (види дијаграм за RCV напон на слици 4).

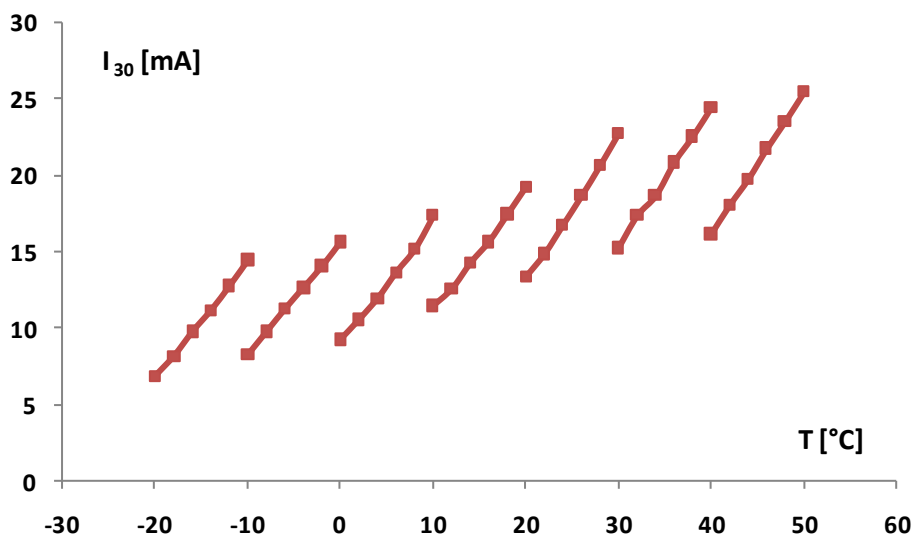


Слика 4. Електрична шема JSBV-1 сензора - конфигурација (горе) и дијаграм RCV извора једносмерног напона U за напајање сензора у функцији од температуре ваздуха T_v (доле)

На овај начин обезбеђено је да статичка радна тачка унутар свих RCV опсега са повећањем температуре ваздуха T опадне највише 50 %, тј. струја термистора I на крају опсега не порасте више од 50 % од струје на почетку подопсега од 10 °C.

Статички одзив JSBV-1 сензора

Статички одзив **JSBV-1** мерен је у клима комори без ветра где је на сваких 10 °C мењан напон напајања термистора U који је дат на слици 4. Као одзив мерена је струја самозагревања дебелослојног термистора I после 30 секунди од укључења па RCV напон. Одзив је дат на слици 5 на свака 2 °C од -20 до +40 °C температуре ваздуха T_v у клима комори.



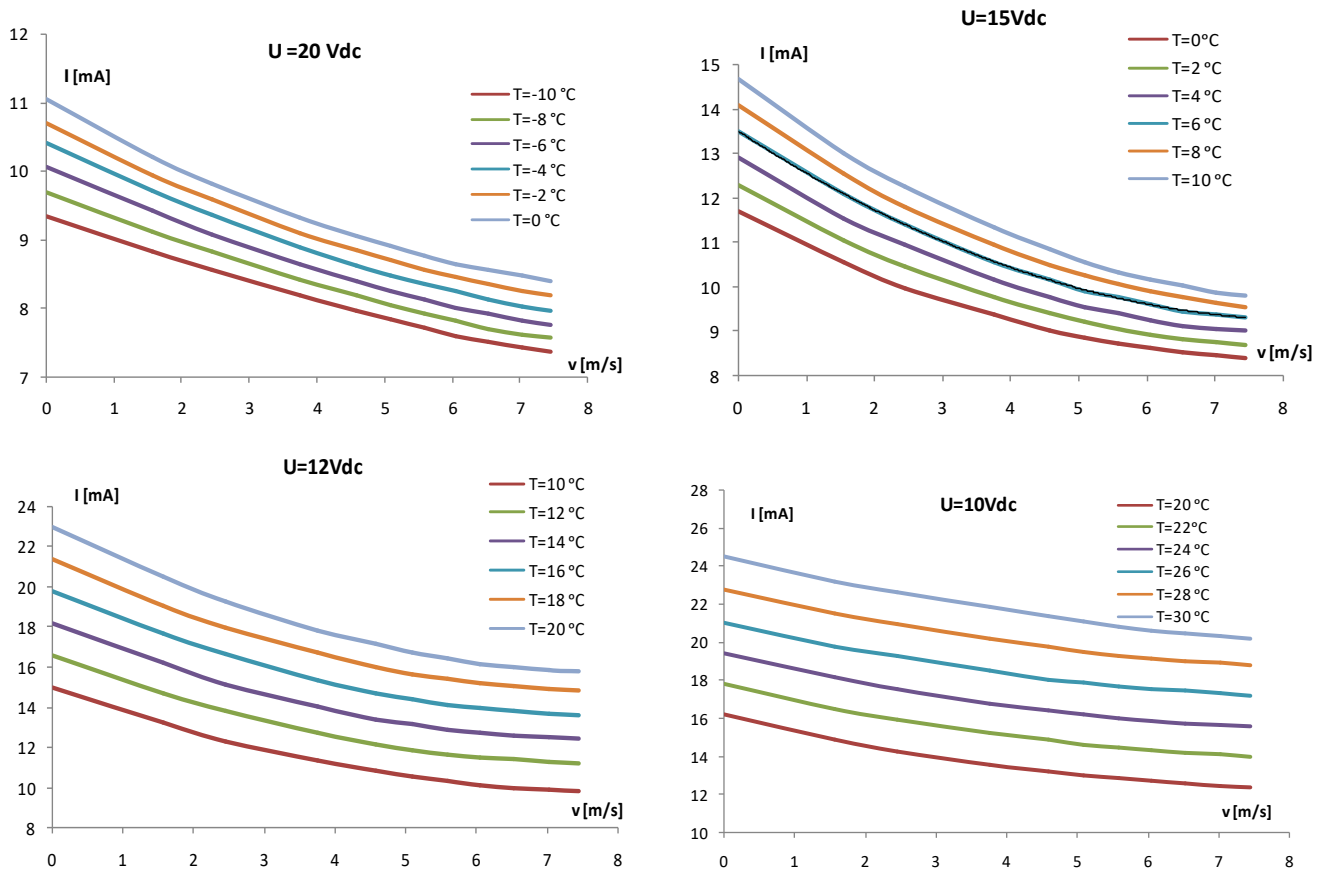
Слика 5. Промена струје самозагревања термистора I_{30} у функцији од температуре ваздуха T . На термистор је укључен RCV - једносмерни напон као на слици 4. Мерење струје I после 30 s у одсуству ветра

Струје термистора I_{30} се експоненцијално смањује услед дувања ветра јер се термистор хлади пропорционално брзини ветра, а то представља динамички одзив анемометра тј. JSBV-1 сензора. Статички одзив (кад нема дувања ветра) користи се за одређивање максималне струје термистора I_{30} за сваки напон у RCV подопсегу при промени температуре од 10 °C, односно минималне и максималне струје за тај температурни подопсег.

Динамички одзив JSBV-1 сензора

Динамички одзив анемометра мерен је у клима комори у опсегу температура ваздуха -10 до +30 °C на сваких 2 °C у каналу (дрвено кућиште) приказаном на слици 3, а при углу од 0° у односу на правац ветра и при брзинама ветра од 0-7.5 m/s. Ветар различите брзине је произведен малим вентилатором смештеним у клима комори, чији се напон мењао варијаком. Калибрација вентилатора је изведена комерцијалним анемометром са пропелером EA 3010 Technoline несигурности 3 %. При томе је мењан напон напајања U дебелослојног термистора који се самозагрева струјом I (користећи RCV дијаграм дат на слици 4). Добијени динамички одзиви

при овим условима дати су на слици 6. Одзив је поново струја термистора после 30 s од укључења на RCV напона (I_{30}), у функцији од брзине ветра v [m/s] и температуре ваздуха T као параметра.

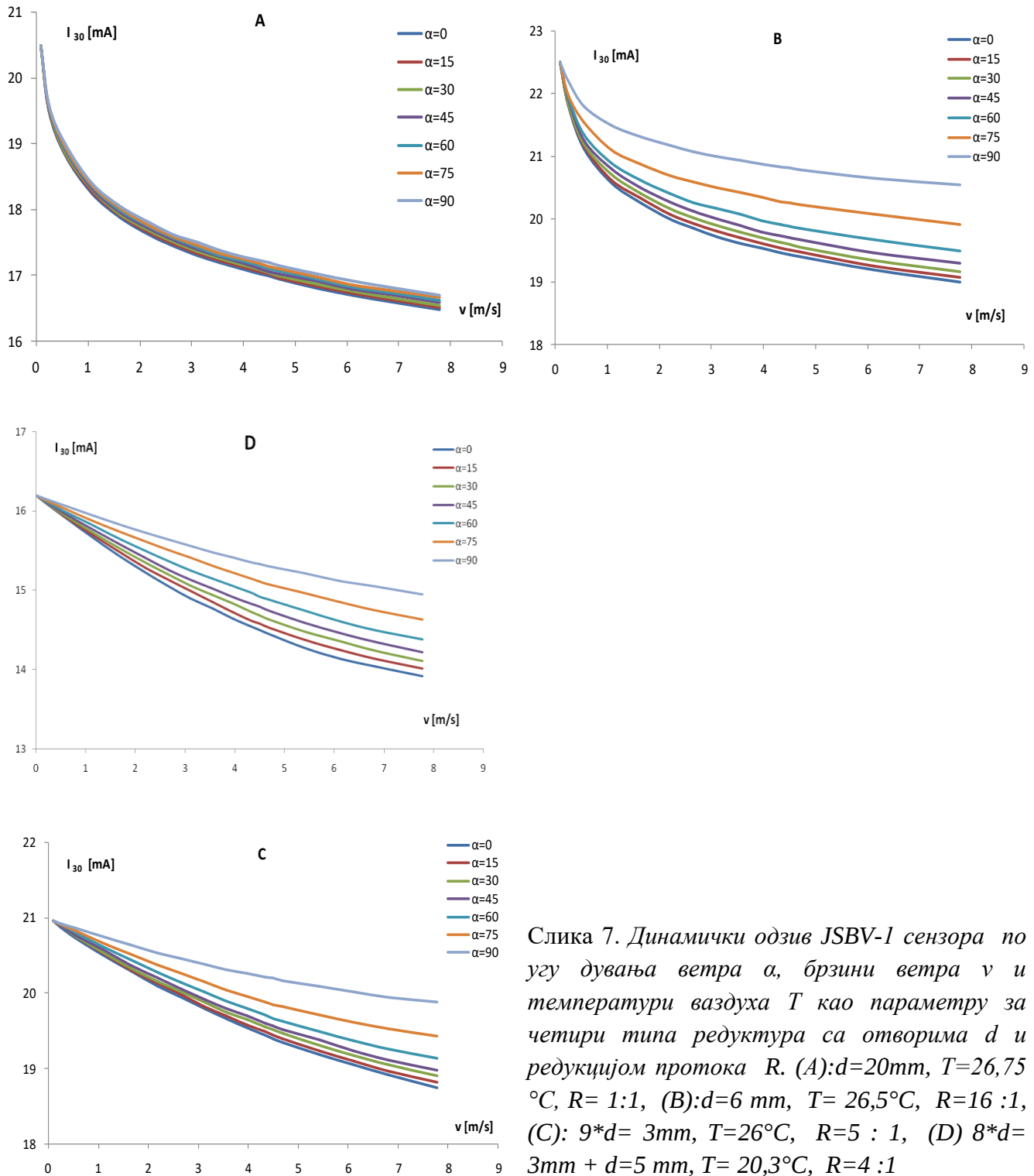


Слика 6. Динамички одзив JSBV-1 сензора : струја термистора I_{30} у функцији од брзине ветра v и температуре ваздуха T као параметра.

У реалним условима ван клима коморе угао α под којима дува ветар у односу на осу једносног сензора брзине ветра може бити од $0-90^\circ$ па се одзив мења и од угла под којим дува ветар. Осим тога на канал се може ставити редуктор протока ваздуха (чеп са рупицом или више рупица) па се термистор мање и другачије хлади при промени брзине ветра у истом опсегу.

Нагиб криве динамичког одзива на слици 7 је скоро логаритамски без редуктора (А), а разлика по углу дувања је релативно мала јер је отвор велики, па ваздух који струји на том отвору се савија и улази у канал са термистором готово при свим угловима. Крива одзива је експоненцијално логаритамска, осетљивоат $\Delta I / \Delta v$ је највећа. При отвору на редуктору од 6 mm (В) ветар је слабији у каналу, али дува управо по средини термистора дуж главне осе а разлика по углу је знатно већа. За редуктор са 9 рупица по 3 mm (С) и 8 рупица по 3 mm и једном од 5 mm у средини (D) раздвајање кривих по углу под којима ветар дува је такође доста изражено, али је проток ваздуха мањи, осетљивост мања, а криве одзива су ближе благој квадратној функцији. Редуктор омогућава редукцију протока ваздуха R-пута тј. мерење и неколико пута

већих брзина ветра јер се са редуктором термистор мање хлади. Међутим при коришћењу редуктора због одзива по углу треба JSVB-1 постављати увек што ближе углу од $\alpha=0$ степени у односу на правац ветра.



Унутрашње електроде сензора а,б,с одређују смер дувања ветра преко градијента напона на термистору који се самозагрева односно градијента температуре на термистору. Мање рупице на редуктору узрокују слабије хлађење термистора и веће савијање струје ваздуха (ветра на отворима) - већу дифракцију по углу α (В,С,Д примери на слици 7).

Постављање JSBV-1 сензора

Сензор брзине ветра JSBV-1 се поставља на отвореном простору на сталак од 2 m висине (слика 8). Затим се повезују електроде +, -, а,б,с, према шеми на слици 4. Температура ваздуха мери се помоћу истог термистора кад се скине RCV извор напајања и измери његова електрична отпорност R . Затим се помоћу криве на слици 1 и једначине (2) израчуна температура ваздуха T , а према дијаграму RCV на слици 4 изабере U_{dc} напон напајања. Канал у коме се налази дебелослојни термистор-сензор се окреће на сталку у правцу дувања ветра што ближе углу $\alpha=0$ (треба користити и ветроказ у облику стрелице, која показује правац дувања ветра). Затим се мери струја термистора I_{30} и са дијаграма на слици 6 одређује брзина ветра.

Калибрационе криве на слици 7 се могу фитовати и изразити аналитички, па се између мерених кривих може унети више помоћних интерполираних кривих баждарења за сваку температуру T коју смо измерили (на сваких 0,1 °C или мање). После мерења наступа период од 5 min када се сензор природно хлади и враћа у почетно незагревано стање. Након тога сензор се може укључити било када и по потреби мерити струју I_{30} односно брзина ветра.



Слика 8. Постављање JSBV-1 сензора на сталак на отвореном простору у правцу дувања ветра: сензор без редуктора протока ваздуха (лево) и са редуктором D типа са више рупица постављеним на канал у термоизолационом кућишту (десно доле)

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Помоћу JSBV-1 сензора који ради на бази губитка топлоте решава се проблем мерења брзине ветра на отвореном простору (поља, њиве, планине). Полазна идеја је била да уређај ради без покретних делова, предпојачавача или компликоване електронике, да буде малих димезија и да има малу потрошњу енергије, да ради повремено по потреби, да брзо даје одзив и да у мирном стању не троши никакву енергију. Напред приказана основна верзија техничког решења без аутоматике и са само једним дигиталним мултиметром прецизно и ефикасно мери брзину ветра на отвореном простору. Уређај је пасиван и има дебелослојни термистор и малу потрошњу 0,1-0,6 W, јефтин и лак за израду. Основни модул JSBV-1 може да се дограђује по потреби електроником (DAC, Labview Blue tooth, PC, итд).

Намењен је да мери брзину ветра локално на отвореном простору по једној оси која се поставља у правцу дувања ветра а служи за потребе агрикултуре, биологије, метеорологије, производње енергије из ветра.

Техничке карактеристике JSBV-1 су следеће: Врста сензора - дебелослојни NTC термистори; Опсег мерења температуре се креће од $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$; ради на бази губитка топлоте дебелослојног термистора који се загрева при константном напону а хлади се пропорционално брзини ветра. Напон RCV од 6,5-28 V а струја дебелослојног сегментираног NTC термистора од 10-20 mA унутар температурног опсега од $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Димензије термоизолационог кућишта 100 x 80 x 60 mm, канал на средини дуж главне осе кућишта $\phi=20\text{mm}/100\text{ mm}$.

Дебелослојни термистор-мерни сензор димензија 25,4 x 6,35 x 0,5 mm смештен на средини канала подужно. DC отпорност R термистора на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ је номинална отпорност $R=839\text{ }\Omega$, на пример, а експонецијални фактор B мерен у клима комори у околини собне температуре износи $B=3356$.

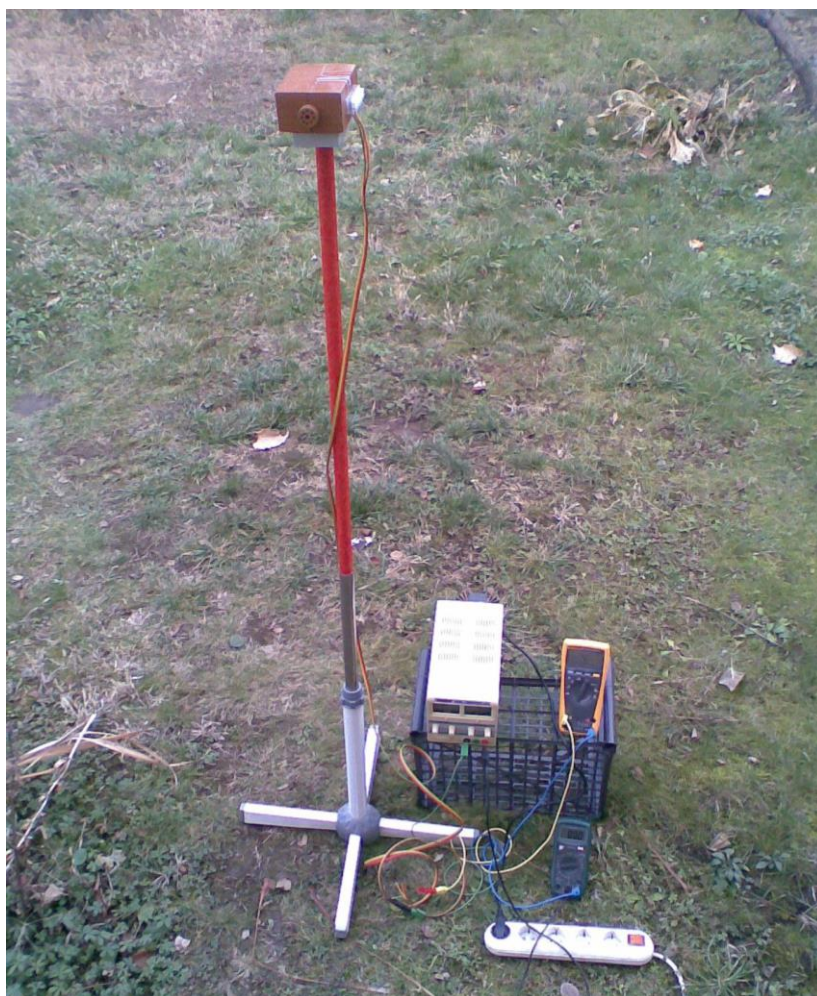
Несигурност мерења температуре T овог сензора је $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура се рачуна из електричне отпорности R. Несигурност мерења брзине ветра v је мања од 3 %.

ИНДУСТРИЈСКА ПРИМЕНА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Основни сензорски елемент дебелослојни сегментирани NTC термистор као наменска компонента има редуковане димензије 25,4 x 6,35 x 0,5 mm, као на слици 1, може масовно да се производи на линијама за хибридну микроелектронику штампањем дебелослојних пасти на алумина подлогама. Термисторска NTC паста је наменска на бази модификованог никл манганита $\text{Cu}_{0.4}\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{2.1}\text{O}_4$ а производи је институт IMSI Београд. Номинална отпорност термистора-сензора који се самозагрева је 500-1000 Ω .

Дебели слојеви се штампају на танким керамичким Al_2O_3 -alumina подлогама помоћу ликована на ситима: електроде се штампају од проводне PdAg пасте док се NTC слој штампа, суши и синтерује бар три пута узастопно. Синтеровање одштампаних и осушених дебелих слојева се обавља у конвејерској пећи на 850 °C/10 мин. Дебелослојни термистори се могу штампањем довести до толеранције отпорности од неколико % док се додатним абразивним тримовањем могу довести до 0,1 % од номиналне вредности.

На проводне стопице дебелослојни сегментираних термистора (слика 1) се затим леме изводи од изоловане жице, а тако припремљени сензорски елемент се поставља у канал избушен кроз дрвено (термоизолационо) кућиште подужно дуж главне осе (слика 3). Свих 5 електрода се изводе жично на конектор (5 двостраних клема) монтиран бочно на кућишту (слика 8). Мерење брзине ветра на отвореном простору уз минималну конфигурацију инструмената је приказано на слици 9.



Слика 9. Тестирање једноосног сензора брзине ветра JSBV-1 на отвореном простору

После монтаже JSBV-1 сензора следи калибрација у функцији брзине ветра онако како је напред описано у одељку II (Опис техничког решења), за сваки комад сензора посебно бар за неколико температура по RCV дијаграму приказаном на слици 4. Несигурност мерења је као код мерења брзине ветра електромеханичком методом око 3 %, али додатним калибрацијама и рекалибрацијама несигурност мерења ових сензора може да се сведе на мање од 1,5 % .

Напомена: Због штедног режима рада и мале потрошње (0,1-0,6 W) током 30 секунди JSBV-1 може да се напаја из батерије или акумулатора. Као сензор би могао да се постави и на удаљеним местима, и да повремено бежично пренесе вредност струје I_{30} до рачунара. Из програма у Еxселу после уношења струје врло брзо се израчуна брзина ветра.

Нови индустријски прототип - Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1 развијен је у ИМСИ-у и ФТН-у у оквиру текућег технолошког пројекта бр. ТР-32016 код Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАНИ ОД:



Наш број: _____
Ваш број: _____
Датум: 2018-11-08

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 4. редовној седници одржаној дана 31.10.2018. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 12.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензента

Тачка 12.1.2: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

- Др Катарина Радуловић, научни саветник, „Институт за хемију, технологију и металургију“, Београд
- Др Душан Нешић, научни саветник, „Институт за хемију, технологију и металургију“, Београд

Назив техничког решења:

„JSBV-1 ЈЕДНООСНИ СЕНЗОР БРЗИНЕ ВЕТРА“

Аутори техничког решења: Милољуб Луковић, Станко О. Алексић, Нелу Блаж, Снежана Луковић, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Радe Дорословачки

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за писање техничког решења

Нови индустријски прототип:

Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1

Број пројекта: ТР-32016

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: др Милољуб Д. Луковић

Аутори: Милољуб Д. Луковић, Станко О. Алексић, Снежана Г. Луковић,
Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београд,
Нелу Блаж, Љиљана Живанов, Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2017-2018

Примена: децембар 2018

Реализатори: Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београд
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Корисници: Catena net d.o.o, Београд

Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад,

Институт за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ а.д. Београд, Београд

Подтип решења: Нови индустријски прототип – М82

Мишљење рецензента

Техничко решење је настало у току научно истраживачког рада на пројекту ТР-32016 **“Иновативне електронске компоненте и системи базирани на неорганским и органским технологијама уграђени у робе и производе широке потрошње”** које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Уређај је произведен и тестиран у Институту за мултидисциплинарна истраживања у Београду у сарадњи са институтом Ирител, Београд и Факултетом техничких наука, Нови Сад у току 2017. и 2018. године.

Предложено техничко решење под насловом: **“Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1”**, аутора: Милољуб Д. Луковић, Станко О. Алексић, Снежана Г. Луковић, Нелу Блаж и Љиљана Живанов урађено је на основу Упутства о начину састављања пријаве за заштиту проналаска и садржи све елементе захтеване од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије тако да се може сагледати и научно-истраживачки допринос.

У првом поглављу дате су неопходне информације о техничком решењу, односно општи подаци. Друго поглавље разматра опис техничког решења. У трећем поглављу је урађена детаљна анализа и дата мерења карактеристика сензора за мерење брзине ветра. Намена новог уређаја JSBV-1 је да се користи у метеорологији,

биологији, екологији, пољопривреди, електропривреди, саобраћају итд. за мерење брзине ветра v [m/s] на отвореном простору при различитим температурама ваздуха T_v [°C] као параметра. Полазна идеја је била да уређај ради без покретних делова, предпојачавача или компликоване електронике, да буде малих димезија и да има малу потрошњу енергије, да брзо даје одзив и да у мирном стању не троши никакву енергију, да буде минијатуран, технолошки једноставан и јефтин, и да није потребно одржавање. Приказана верзија JSBV-1 реализована је по овим захтевима, тако да ефикасно мери брзину ветра на отвореном простору. Уређај је пасиван и има дебелослојни термистор и малу потрошњу 0.1-0.6 W, јефтин и лак за израду: основни модул JSBV-1 може да се дограђује по потреби електроником (DAC, Labview Blue tooth, PC, итд). Имајући све ово у виду ауторима техничког решења предлажем да поднесу и патентни захтев JSBV-1.

JSBV-1 сензор је формиран коришћењем наменског дебелослојног сегментираног NTC термистора са редукованим димензијама постављеног подужно у канал кућишта од термоизолационог материјала. Термистор се самозагрева сопственом струјом I_{dc} при константном напону $U_{dc}(RCV)$. При струји ваздуха (ветар) губи топлоту, а због тога има пад струје самозагревања I_{dc} . Струја самозагревања термистора која се мери је директна функција брзине ветра.

На основу приложене документације и резултата истраживања, сматрам да техничко решење: **"Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1"** спада у групу резултата **M82 – нови индустријски прототип**, по Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Сл. Гласник, РС 38/2008.

Нови индустријски прототип - Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1 развијен је у ИМСИ-у и ФТН-у у оквиру текућег технолошког пројекта бр. ТР-32016 код Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

У Београду,
10.12.2018.

Рецензент:

Катарина Радуловић

Др Катарина Радуловић,
научни саветник
Институт за хемију, технологију
и металургију, Београд

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за писање техничког решења

Нови индустријски прототип:

Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1

Број пројекта: TP-32016

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: др Милољуб Д. Луковић

Аутори: Милољуб Д. Луковић, Станко О. Алексић, Снежана Г. Луковић,
Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београд,
Нелу Блаж, Љиљана Живанов, Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TP-32016

Година: 2017-2018

Примена: децембар 2018

Реализатори: Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београд
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Корисници: Catena net d.o.o, Београд

Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Институт за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ а.д., Београд

Подтип решења: Нови индустријски прототип – M82

Мишљење рецензента

Техничко решење је настало у току научноистраживачког рада на пројекту TP-32016 “Иновативне електронске компоненте и системи базирани на неорганским и органским технологијама уграђени у робе и производе широке потрошње” које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

JSBV-1 намењен је да мери брзину ветра локално на отвореном простору по једној оси која се поставља у правцу дувања ветра а служи за потребе агрокултуре, биологије, метеорологије, производње енергије из ветра.

Техничке карактеристике JSBV-1 су следеће: Врста сензора - дебелослојни NTC термистори, опсег мерења температуре се креће од -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$, ради на бази губитка топлоте дебелослојног термистора који се загрева при константном напону а хлади се пропорционално брзини ветра. Напон RCV од 6.5-28 V а струја дебелослојног сегментираног NTC термистора од 10-20 mA унутар температурног опсега од 10°C . Димензије термоизолационог кућишта 100x80x60 mm, канал на средини дуж главне осе кућишта $\phi=20\text{mm}/100\text{mm}$.

Врло значајне предности прототипа сензора JSBV-1 су једноставност израде, одсуство појачавачке електронике, мала потрошња енергије док се мери, лако одржавање и баждање, лако постављање и дуготрајност сензора. Валидност овог техничког решења се огледа у томе што су корисници овог индустријског прототипа Институт за мултидисциплинарна истраживања, Институт за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ а.д., Београд и ФТН Нови Сад, а резултати испитивања овог индустријског прототипа допринели су објављивању више научних радова у врхунским међународним научним часописима (M21).

Прототип овог сензора баждрен је у клима комори у лабораторији за климомеханичка испитивања а тестиран је у реалним условима у Београду на Вождовцу, две године (2017 и 2018) на травњаку.

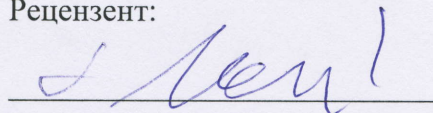
Предложено техничко решење представља оригинални научно-истраживачки допринос с обзиром да је ово нови индустријски прототип мерача брзине ветра на бази дебелослојних сегментираних термистора (градијентни сензор).

Документација садржи све тражене податке из Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Сл. Гласник, РС 38/2008, тако да се техничко решење: **"Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1"** може сврстати у групу резултата **M82 – нови индустријски прототип** према поменутом Правилнику.

Нови индустријски прототип - Једноосни сензор брзине ветра JSBV-1 развијен је у ИМСИ-у и ФТН-у у оквиру текућег технолошког пројекта бр. TP-32016 код Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

У Београду,
10.12.2018.

Рецензент:



Др Душан Нешић,
виши научни сарадник
Институт за хемију, технологију
и металургију, Београд



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: fndecan@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАЏМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Račun br. 022-2907/2018

Datum računa: 25.12.2018.

Mesto izdavanja: Novi Sad.

Datum prometa dobara/usluga: 25.12.2018.

Mesto prometa dobara/usluga: Novi Sad.

Datum valute: 25.12.2018.

CATENA NET DOO
11070 Novi Beograd
GANDIJEVA 72

PIB: 103914559

(083)

Osnov za fakturisanje: Uplata od : 24.12.2018 po P 022-2794/2018

Rbr.	Opis stavke	Kol.	Jed.cena	Vrednost	Rabat		Iznos bez rabata
					%	Iznos	
1	Jednosobni senzor brzine vetra - JSVB-1	1	4.916,67	4.916,67	0,00	0,00	4.916,67
Ukupno usluge:							4.916,67
(V.32) Porez na dodatu vrednost			20,00%	poreska osnovica:		4.916,67	983,33
Ukupan porez:							983,33
Ukupan iznos:							5.900,00
1	Avansna uplata 24.12.2018. (osnovica = 4916.67, porez 20.00% = 983.33)						5.900,00
Ukupno avansno plaćanje:							5.900,00
Za plaćanje ukupno:							0,00

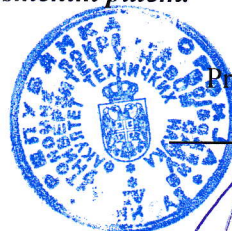
Slovima: nula dinara i 00/100 para

Uplatu od 0,00 dinara izvršiti na tekući račun Fakulteta tehničkih nauka Novi Sad, broj: 840-1710666-12, sa pozivom na broj 97 39022290718100724720.

Napomena o poreskom oslobođenju: nema poreskog oslobođenja.

Za neblagovremeno plaćanje zaračunava se zatezna kamata po članu 277 ZOO.

Reklamacije se uvažavaju u roku od 8 dana i podnose se pismenim putem.



Dekan:
Prof. dr Rade Doroslovački

Za sve sporove nastale u vezi ovog dokumenta nadležan je Privredni sud u Novom Sadu

PIB: 100724720; Mat.br. 08067104; Reg.br. 22308067104; Šif.del. 8542; EPPDV: 132678415; Nalog: 220-2-201



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централна: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАНО ОД:



Наш број: 01.сл
Ваш број:
Датум: 2019-01-10

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 9. редовној седници одржаној дана 26.12.2018. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 12.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензената

Тачка 12.1.1.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (M82) под називом:

Назив техничког решења:

„JSBV-1 ЈЕДНООСНИ СЕНЗОР БРЗИНЕ ВЕТРА“

Аутори техничког решења: Милољуб Луковић, Станко О. Алексић, Нелу Блаж, Снежана Луковић, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки