

# INTEGRIRANI MJERNI SUSTAV ZA NEOVISNA MJERENJA TEMPERATURE I STANJA AKTUATORA U INTELIGENTNOJ ODJEĆI

**Prof.dr.sc. Dubravko Rogale<sup>1</sup>, Prof. dr. sc. Snježana Firšt Rogale<sup>2</sup>**

redoviti član HATZ-a<sup>1</sup>, član suradnik HATZ-a<sup>2</sup>, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet,  
dubravko.rogale@ttf.hr, sfrogale@ttf.hr

**Sažetak:** Za potrebe neovisnog istraživanja funkcionalnog rada i karakteristika inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom razvijen je potpuno nov i neovisan mjeriteljski sustav. Sustav je zamišljen, konstruiran i realiziran tako da može obavljati neovisna mjerenja koja su potpuno odvojena od rada podsustava za mjerenja parametara inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom i odvojen od sustava aktuatora. Osim toga, sustav je i potpuno fizički odvojen od inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom, ima svoje zasebno električno napajanje te mjeriteljski sustav s računalom koji je također potpuno autonoman i u cijelosti odvojen od bilo kojeg sustava u inteligentnom odjevnom predmetu s aktivnom termičkom zaštitom. Razvojem i realizacijom neovisnog sustava za istraživanja funkcionalnog rada i karakteristika inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom ispunjena je težnja za nepristranim i neovisnom sustavom objektivnog vrednovanja svih tehničkih sustava.

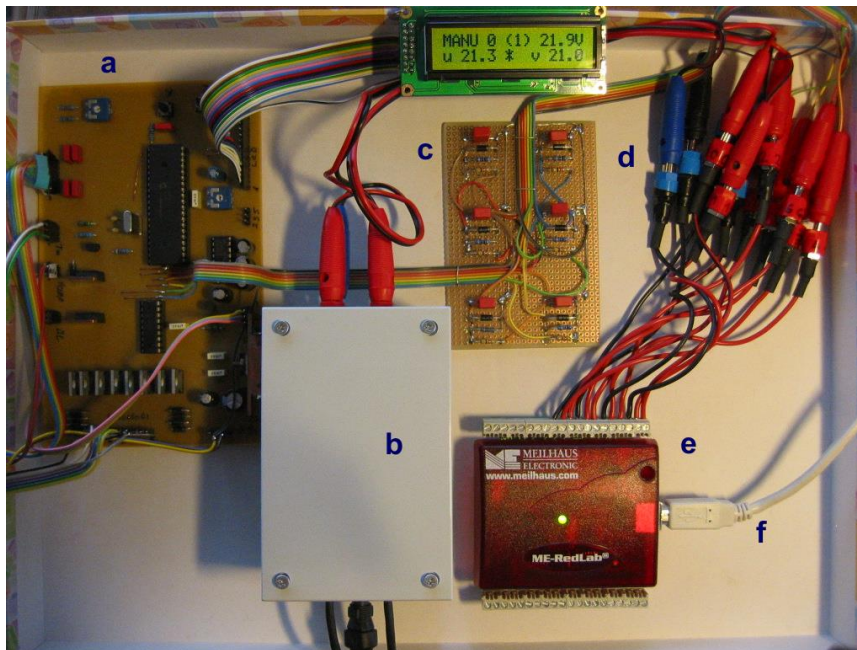
## 1. Uvod

Da bi se neovisno i objektivno izmjerili i utvrdili svi parametri funkcioniranja inteligentne odjeće nužno je konstruirati nezavisan mjeriteljski sustav za akviziciju stanja i funkcioniranja svih komponenti gradbenih sustava inteligentne odjeće.

## 2. Opis inovacije

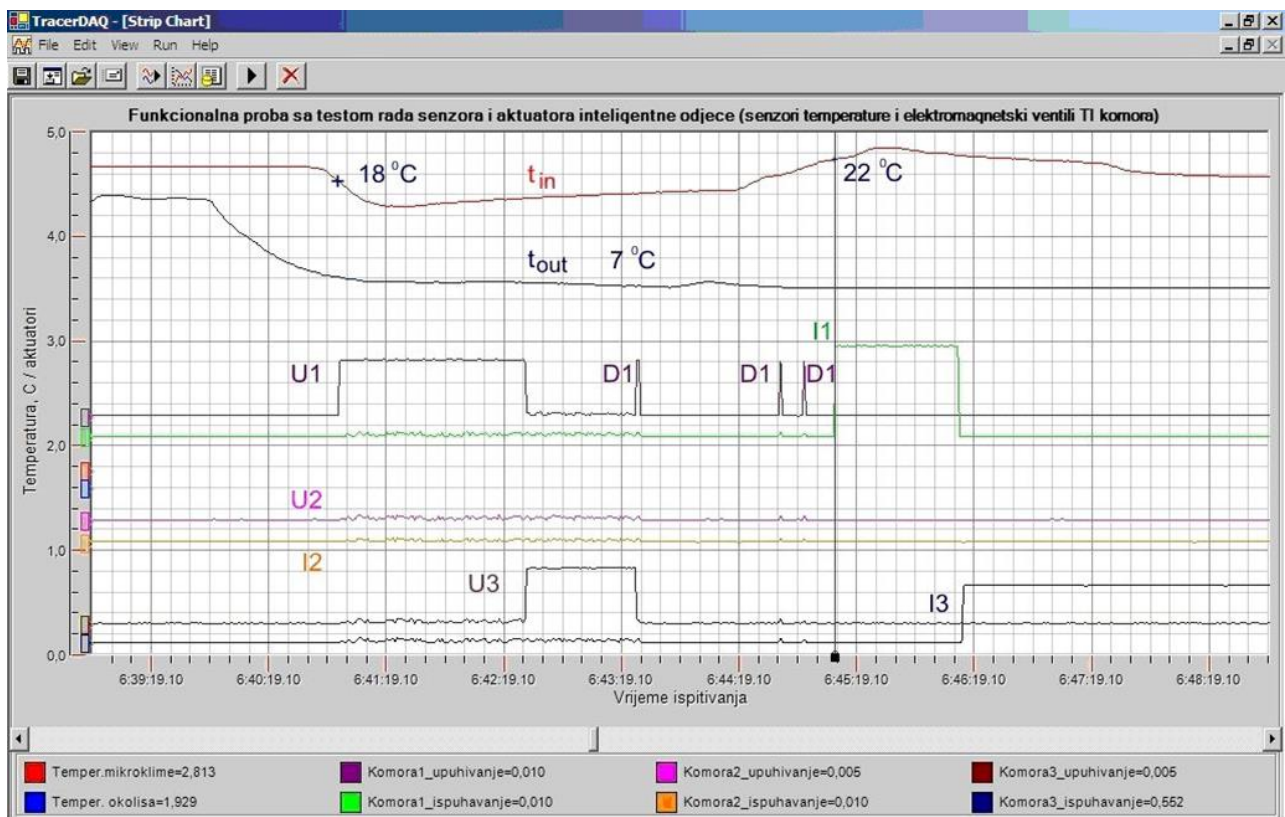
Sustav za neovisna mjerenja temperature mikroklimе i okoliša, sustav za neovisno mjerenje stanja aktuatora i računalni mjeriteljski sustav PMD-1208FS povezani su u jednu cjelinu čime je načinjen cjeloviti mjerni sustav za neovisna istraživanja funkcionalnog rada i karakteristika inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom.

Integrirani sustav prikazan je na sl. 1. Lijevo na spomenutoj slici prikazan je mikrokontrolerski sustav sa zaslonom (a), kutija s mjernim pojačalima (b), eksperimentalna pločica s atenuatorima i filtrima (c), priključnice za povezivanje neovisnih sustava mjerenja temperature i stanja aktuator (d) i mjeriteljski sustav PMD-1208FS (f), povezan s neovisnim vanjskim računalom za prikaz i pohranu mjernih podataka. Iz sl. 11 razvidan je način integracije mjernog sustava za neovisna mjerenja i istraživanja. Na mjerna pojačala senzora temperature smještena u zaštitnu kutiju (b) s donje strane priključeni su senzori temperature i naponski pretvornik, a s gornje strane odvođe se pojačani mjerni signali temperature do skupine priključnica (d). Eksperimentalna pločica, šest atenuatora i filtrima spojena je na aktuatorsku sabirnicu mikrokontrolerskog sustava (a), a izlazi također na skupinu priključnica (d). Svi signali, odnosno dva mjerna signala temperatura i šest signala stanja aktuatora, dovode se na ulaze A/D pretvornika mjeriteljskog sustava PMD-1208FS (e). Pretvoreni analogni signali se u digitalnom obliku preko USB priključka prenose na vanjsko računalo, gdje se odvija grafička prezentacija snimljenih podataka i njihovo trajno pohranjivanje za naknadne detaljne analize [1]. Integracijom svih opisanih elemenata ostvaren je sustav za objektivna i neovisna mjerenja stanja svih tehničkih sustava u inteligentnom odjevnom predmetu s aktivnom termičkom zaštitom i analizu njihova rada kao i rada cjelokupnog istraživanja inteligentnog odjevnog predmeta čime je stvorena podloga realnog znanstvenog vrednovanja rezultata istraživanja. Opisanim neovisnim mjeriteljskim sustavom izvedena su istraživanja funkcionalnog rada u ručnom i automatskom načinu rada inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom. Pri tome je korišten sustav za neovisna mjerenja temperature mikroklimе i okoliša čiji su signali prikupljeni pomoću A/D pretvornika i prikazivani u prva dva dijagrama zaslonskog prikaza, kao i sustav za neovisna mjerenja stanja aktuatora čiji su signali također prikupljeni pomoću A/D pretvornika i prikazivani u narednih šest dijagrama zaslonskog prikaza. Zaslonski prikaz uređen je pomoću programskog paketa TracerDAQ tako da su svi mjerni signali prikazani na jednom dijagramu, kojemu je zajednička apscisa u vidu vremenske osi. Na taj način mogu se promatrati promjene temperature mikroklimе i okoliša, kao i stanja aktuatora, koja su nastala kao rezultat odvijanja algoritma inteligentnog ponašanja i drugih postavki u programu mikrokontrolera koji upravlja radom inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom.



Sl. 1 Integrirani mjerni sustav za neovisna mjerenja temperature i stanja aktuatora u inteligentnoj odjeći [1]

Pomoću opisanog mjeriteljskog sustava izvedeno je mjerenje tijekom aktivacije ručnog načina rada inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom kada je aktiviran najviši nivo termičke zaštite uz aktivaciju sve tri termoizolacijske komore. Na sl. 2 prikazana je reakcija prikazana je reakcija inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom kada je razlika između željene temperature mikroklimе i temperature okoliša veća od 10 °C, a manja od 15 °C.



Sl. 2 Dijagram reakcija inteligentnog odjevnog predmeta s aktivnom termičkom zaštitom kada je razlika između željene temperature mikroklimе i temperature okoliša bila veća od 10 °C i manja od 15 °C [1]

U provedenom eksperimentu, odnosno mjerenju, željena temperatura mikroklimе je bila 20 °C, a temperatura okoliša

7 °C tako da je razlika iznosila 13 °C. Nakon naglog pada temperature okoliša, istekom određenog vremena, započeo je i pad temperature mikroklimе. Nakon što je temperatura mikroklimе pala ispod 18 °C sustav je aktivirao mikrokompressor i elektromagnetski ventil za upuhivanje zraka u ramenu komoru (U1), a nakon punjenja komore započeo je s punjenjem pojasne komore (U3). Nakon punjenja obje komore završio je s aktivnim radom postigavši nivo zaštite 3, kada su aktivirane ramena i pojasna termoizolacijska komora. U tom vremenu temperatura mikroklimе je počela lagano rasti, a sustav je za to vrijeme tri puta nadopunjavao ramenu komoru (D1). Tijekom eksperimenata pokazalo se da su česta nadopunjavanja ramene i pojasne komore uzrokovana konstrukcijskom složenosti tih komora i potrebe da se tlak zraka rasporedi u njima zbog složenih putova distribucije stlačenog zraka. Nakon što je dostignuta gornja granica temperature ugone mikroklimе od 22 °C sustav je reagirao ispuštanjem zraka iz ramene komore (I1), a budući da ni nakon toga nije došlo do smanjenja temperature mikroklimе, sustav je za još jedan nivo spustio stupanj termičke zaštite. Provedenim eksperimentom također je potvrđen ispravan rad mikrokontrolerskog programa i algoritma inteligentnog ponašanja u slučaju kada je razlika između željene temperature mikroklimе (20 °C) i temperature okoliša (7 °C) bila veća od 10 °C i manja od 15 °C (u promatranom slučaju razlika je bila 13 °C). Sustav je i u ovom slučaju reagirao ispravno, aktivirajući treći nivo termičke zaštite, nakon postizanja toplinske ugone zadržavao je postojeće stanje termičke zaštite (nivo 3), da bi nakon prekoračenja granica ugone smanjio stupanj termičke zaštite za jedan nivo (nivo 2), a budući da ni to nije bilo dovoljno nastavio je sa spuštanjem nivoa termičke zaštite na nivo 1.

#### 4. Zaključak

Prikazani integrirani mjerni sustav za neovisna mjerenja temperature i stanja aktuatora u inteligentnoj odjeći koristi se u nastavi na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u sklopu kolegija Inteligentna odjeća. Također će biti korišten za neovisna mjerenja temperature i stanja aktuatora u inteligentnoj odjeći u sklopu istraživačkog projekta IP-2018-01-6363 Razvoj i toplinska svojstva inteligentne odjeće (ThermIC) financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost.

#### Zahvala



Rad je izrađen u sklopu istraživačkog projekta IP-2018-01-6363 Razvoj i toplinska svojstva inteligentne odjeće (ThermIC) financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost.

#### 5. Literatura

[1] Firšt Rogale S., Rogale D., Nikolić G., Dragčević Z.: Inteligentna odjeća, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, (2014.) ISBN 978-953-7105-52-5, 383