

## SUSTAV ZA AUTOMATSKA MJERENJA PROCESNIH PARAMETARA I STRUKTURA TEHNOLOŠKIH OPERACIJA PROIZVODNJE ODJEĆE

Prof.dr.sc. **Dubravko Rogale**, prof. dr. sc. **Zvonko Dragčević**, redoviti članovi HATZ-a, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, [dubravko.rogale@ttf.hr](mailto:dubravko.rogale@ttf.hr), [zvonko.dragcevic@ttf.hr](mailto:zvonko.dragcevic@ttf.hr)

**Sažetak:** Izum se odnosi na uređaj za mjerenja procesnih parametara i određivanje struktura tehnoloških operacija koji se sastoji od računala za sinkronizaciju rada elemenata sustava, automatsko vođenje mjerenja, pohranjivanje, obradu i prikaz rezultata, A/D pretvornika, mjernog pojačala, infracrvenog refleksnog pretvornika za bezkontaktna mjerenja brzine vrtnje glavnog vratila stroja, mjernog pretvornika položaja gazila za regulaciju brzine rada stroja, aktivnog mikrovalnog ili pasivnog infracrvenog detektora pokreta, jednog dodatnog ulaza za prihvatanje podataka iz drugih mjernih sustava i sustava nadzora s pomoću barem dvije video kamere za tlocrtno i bokocrtno snimanje radnog mjesta.

### 1. Uvod

Do pojave ovog izuma, na području procesa proizvodnje odjeće, su se za određivanje struktura tehnoloških operacija koristile uglavnom ručne metode za snimanje vremena s pomoću mehaničkih ili elektroničkih kronometara i elektromagnetske zapisne naprave. Problem pri mjerenjima ručnim metodama bila je greška zbog usporene reakcije snimača koja je unosila značajnu mjernu pogrešku kod snimanja vremena trajanja svih elemenata strukture tehnoloških operacija proizvodnje odjeće (tehnoloških zahvata). Zajednički nedostatak obje vrste uređaja je da mogu mjeriti samo parametre ovisne o vremenu, a nije moguće mjeriti i druge temeljne vrste procesnih parametara. Stoga je cilj izuma da se poboljšaju metode i dosadašnji uređaji za mjerenja procesnih parametara i određivanje struktura tehnoloških operacija u odjevnoj tehnologiji, poboljša točnost, ubrza postupak određivanja vrijednosti procesnih parametara i struktura tehnoloških operacija, da se potpuno automatiziraju svi postupci mjerenja, obrade i određivanja vrijednosti procesnih parametara i struktura tehnoloških operacija te da se omogući mjerenje novih vrsta procesnih parametara koji se dosad nisu mogli mjeriti, osobito onih koji su povezani uz vrijeme i brzinu rada strojeva te onih koji su povezani uz duljinu spojenih dijelova šavova. Nadalje, izumom je osigurana minijaturizacija elemenata mjernog sustava, njegova prenosivost i mogućnost lagane uporabe pri industrijskim mjerenjima, te brzi i jednostavan priključak na istraživanom radnom mjestu u realnim industrijskim uvjetima što će omogućiti istraživanja i mjerenja tehničko-tehnoloških čimbenika te jednog dijela i ergonomske čimbenika. Za izum je 2001. godine zatražen, a potom je odobren konsenzualni patent pod autorstvom Rogale D., Dragčević Z.: **Sustav za automatska mjerenja procesnih parametara i struktura tehnoloških operacija proizvodnje odjeće**, od Državnog zavoda za intelektualno vlasništvo dana 30. 4. 2003. pod oznakom **PK20010694**.

### 2. Opis mjeriteljskog sustava

Uređaj za automatska mjerenja procesnih parametara i struktura tehnoloških operacija u procesima proizvodnje odjeće po ovom izumu obuhvaća sustav u čijem središtu je elektroničko računalo za sinkronizaciju rada svih elemenata sustava, automatsko vođenje mjerenja, pohranjivanje, obradu i prikaz rezultata na koje je spojen višekanalni analogno-digitalni pretvornik; mjerno pojačalo ili uređaj za kondicioniranje signala na koji se priključuju signali ostalih perifernih uređaja ili sklopova i to: konzolnog infracrvenog refleksnog pretvornika za bezkontaktna mjerenja brzine vrtnje glavnog vratila stroja, mjernog pretvornika položaja gazila za regulaciju brzine rada stroja i ostalih pomoćnih funkcija stroja i uređaja, aktivnog mikrovalnog ili pasivnog infracrvenog detektora pokreta kojim se detektira početak uzimanja izratka čime se obilježava početak tehnološke operacije, aktivnog mikrovalnog ili pasivnog infracrvenog detektora pokreta kojim se detektira završetak odlaganja izratka čime se obilježava završetak izvođenja tehnološke operacije i barem jednog dodatnog ulaza koji služi za prihvatanje podataka iz drugih mjernih sustava, kao i sustava nadzora s pomoću barem dvije video kamere za tlocrtno i bokocrtno snimanje radnog mjesta kojima se može dodati i kamera za frontalno snimanje u cilju olakšane interpretacije izmjerenih procesnih parametara i struktura tehnoloških operacija.

Prema ovom izumu se na podesivom vrhu konzole, nalazi se IC mjerni pretvornik kojim se beskontaktno mjeri brzina rotacije remenice glavnog vratila stroja. Na remenicu glavnog vratila stroja se lijepi komplet od četiri ili osam naljepnica pod kutem od 90° ili 45°. Naljepnice moraju imati svojstvo refleksije IC zračenja.

Mjerni pretvornik položaja gazila može raditi na principu bilo kojeg mjernog pretvornika pomaka, a zadaća mu je da se prikupljaju podaci o pomaku gazila u cilju regulacije brzine rada stroja i aktiviranja dodatnih naprava na stroju koje se aktiviraju položajem gazila, da bi se na taj način omogućila ergonomska analiza rada nogu i stopala radnika tijekom

izvođenja tehnološke operacije kao i momenti uključanja dodatnih naprava i uređaja na stroju koji se ne mogu izmjeriti drugim metodama mjerenja, a utječu na strukturu tehnološke operacije.

Aktivni mikrovalni i pasivni infracrveni detektori pomaka se prema ovom izumu postavljaju neposredno u radne zone uzimanja i odlaganja izradaka tako da se automatski aktiviraju kad ruka radnika ili izradak uđu u zonu aktiviranja detektora čime se postiže automatska detekcija i bilježenje trenutka početka i završetka tehnološke operacije. Njihovom primjenom u ovom izumu omogućava se vrlo točno automatsko mjerenje podataka bitnih za strukturu i procesne parametre tehnološke operacije što do sada, prema drugim poznatim rješenjima, nije bilo moguće.

Prema ovom izumu postoji barem jedan rezervni ulaz za mjerne podatke iz drugih mjeriteljskih sustava kako bi se ti podaci sinkronizirano prikupljali i dovodili u korelaciju s temeljnim podacima. Drugi mjeriteljski sustav je sustav za određivanje mikroklima radnog mjesta i odjeće radnika, mjeriteljski sustavi povezani uz fizikalne promjene izratka i slično.



Sl. 1. Sustav za automatska mjerenja procesnih parametara i struktura tehnoloških operacija proizvodnje odjeće spojen za prihvat procesnih parametara s industrijskog šivaćeg stroja

Uz ovaj izum, prema opisanim elementima, postoji i sustav sinkroniziranih video kamera za istovremeno snimanje iz najmanje tlocrtnog i bokocrtnog položaja, a moguća je i primjena kamere za frontalno snimanje ili snimanje nekog određenog detalja. Sustav kamera vrlo je bitan za kasniju ispravnu interpretaciju mjernih rezultata, a može se koristiti i za potrebe analiza s područja studija rada, oblikovanja radnih mjesta, ergonomskih i drugih analiza koreliranih s vrijednostima izmerenih procesnih parametara i utvrđenih struktura tehnoloških operacija.

Mjerni softver načinjen je tako da se prikaz na zaslonu monitora može ostvariti na tri načina: procesni prozor, on-line prozor i analitički prozor. U gornjem dijelu procesnog prozora su prikazani osnovni mjerni instrumenti, koji izmjerene veličine (uzimanje izratka, položaj gazila, brzina šivanja, odlaganje izratka i td.) prikazuju u računalnom prikazu analognih instrumenata, digitalnih instrumenata ili instrumenata koji mjerenu vrijednost prikazuju u obliku stupca. U donjem dijelu ekrana prikazuju se dijagrami koji su najvažniji za postupak mjerenja. Glavna svrha procesnog prozora je da se prije serije mjerenja prekontrolira ispravnost mjernog sustava i da se provjeri točnost pokazivanja svakog od instrumenata, odnosno mjernog kanala. On-line prozor služi za praćenje tijeka mjerenja i akvizicije mjernih podataka i na njemu se simultano prati promjena svih procesnih mjernih veličina koje se na zaslonu monitora iscrtavaju u obliku dijagrama. Analitički prozor služi za naknadne analize rezultata izvedenog mjerenja. Nakon iscrtavanja izvornog dijagrama ovisnosti brzine rada stroja o vremenu izvođenja tehnološke operacije, primjenom metoda numeričke analize, izvodi se numeričko integriranje i deriviranje izmjerene funkcije brzine rada stroja o vremenu, pri čemu se koriste poznati algoritmi numeričke analize. Dobiveni podaci smještaju se u višedimenzijaska polja i koriste se pri izradi dijagrama funkcijskih ovisnosti više procesnih parametara o vremenu i duljini spojenih dijelova šava. Programskom podrškom mogu se utvrditi i prikazati sljedeći dijagrami ovisnosti:

- brzine rada stroja o vremenu izvođenja tehnološke operacije. Ovaj dijagram dobiva se iscrtavanjem izmjerenih podataka ubodne brzine šivanja o vremenu i služi kao polazni izvorni dijagram za dobivanje ostalih funkcijskih ovisnosti procesnih parametara tehnoloških operacija šivanja odjeće.

- ubrzavanja i usporavanja glavnog vratila ili radnog dijela stroja o vremenu izvođenja tehnološke operacije. Dijagram se dobiva numeričkim deriviranjem funkcije brzine rada stroja o vremenu.
- ubrzavanja i usporavanja izratka o vremenu. Ovaj dijagram se dobiva iz derivirane funkcije brzine rada u ovisnosti o vremenu i množenjem s vrijednošću duljine posmika stroja.
- broja ostvarenih radnih elemenata o vremenu izvođenja tehnološke operacije. Dijagram se dobiva numeričkom integracijom funkcije brzine rada o vremenu izvođenja tehnološke operacije.
- duljine spojene konture o vremenu izvođenja tehnološke operacije. Dijagram se dobiva numeričkom integracijom funkcije brzine rada stroja o vremenu izvođenja tehnološke operacije i množenjem s vrijednošću posmika stroja.
- brzine šivanja o konturi spojenog dijela šava. Pri konstrukciji ovog dijagrama za vrijednosti apscisa točaka koriste se podaci vrijednosti ordinata funkcijske ovisnosti duljine spojenog dijela šava (dobiveni preslikavanjem preko simetrale prvog kvadranta) dok se za vrijednosti ordinata koriste vrijednosti ordinata funkcijske ovisnosti ubodne brzine šivanja.
- ubrzavanja i usporavanja rada stroja ovisne o konturi spojenog dijela šava. Za konstrukciju ovog dijagrama rabe se za vrijednosti ordinata podaci derivirane funkcije ubodne brzine šivanja, a za apscise podaci duljine spojene konture šava.
- ubrzavanja i usporavanja izratka o konturi spojenog dijela šava. Za konstrukciju ovog dijagrama rabe se za vrijednosti ordinata podaci derivirane funkcije ubodne brzine šivanja pomnoženi s vrijednošću posmika stroja, a za apscise podaci duljine spojene konture šava.

Ostali programski paketi omogućavaju pohranjivanje svih izračunatih podataka u posebne datoteke koje se mogu trajno pohraniti za potrebe naknadne statističke obrade, kao što se izravno mogu izračunati vrijednosti oko četrdesetak procesnih parametara.

#### **4. Zaključak**

Opisani izum je praktično realiziran i montiran je u Laboratoriju za procesne parametre Zavoda za odjevnu tehnologiju, Tekstilno tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Korišten je pri izradi brojnih studija za gospodarstvo, izradi nekoliko doktorskih disertacija i pri objavi brojnih izvornih znanstvenih radova. Omogućio je znanstveni pristup istraživanju procesnih parametara u području tekstilnih i odjevnih tehnologija kao i definiranje niza novih procesnih parametara važnih za tehnološke procese, metode studija rada i ergonomije.

#### **5. Literatura**

[1] Rogale, Dubravko; Dragčević, Zvonko: Portable computer measuring systems for automatic process parameter acquisition in garment sewing processes, *International journal of clothing science and technology* **10** (1998) , 3/4; 283-292