

# Krmilni sistem naprave za natezne preizkuse z uporabo cenovno ugodne strojne opreme in odprtokodnega programja

Matej Kranjec\* – Jernej Korinšek – Miha Ambrož – Robert Kunc  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Vsakodnevni izziv raziskovalcev je izvajanje eksperimentov z omejenimi sredstvi, zato stremimo k temu, da uporabljamo čimbolj cenovno ugodno opremo, ki je vseeno dovolj zanesljiva, da zagotavlja dovolj natančne in hitre meritve, kot jih zahtevajo protokoli. S predstavljenimi raziskavo smo želeli preveriti, ali je možno razviti in izdelati cenovno ugoden sistem za zajemanje podatkov in krmiljenje kompleksnega sistema že obstoječe naprave za natezne preizkuse. Za nadgradnjo krmilnega sistema smo se odločili zaradi starosti in nepravilnega delovanja obstoječe krmilne opreme in opreme za zajemanje podatkov. Kot cenovno ugodno nadomestilo dragim komercialnim krmilnikom smo uporabili kartični računalnik Raspberry Pi 3B+. Na podlagi predhodnega nezanesljivega krmilnega sistema smo postavili seznam minimalnih zahtev, da bi zagotovili enako raven merilne natančnosti za dostopno ceno. Predlagana nadgradnja mora natančno krmiliti koračni motor ter zajemati podatke iz linearnega magnetnega enkoderja in natezne merilne celice.

Za povezavo vse potrebne opreme smo razvili povezovalno ploščo, dokupili pa smo tudi dodatno strojno opremo za zagotavljanje pravilnega delovanja celotnega krmilnega sistema. Za prenosnost krmilnega sistema smo poskrbeli tako, da smo vse njegove komponente postavili v ohišje s priključki za opremo naprave za natezne preizkuse. Programski del krmilne naprave vsebuje tri ključne funkcije: branje signala enkoderja, branje signala analogno digitalnega pretvornika in krmiljenje motorja. Vsaka od funkcij se, za izboljšanje zmogljivosti sistema, izvaja v svoji niti procesorja. Program za natezne preizkuse je spisan v programskem jeziku C++ z uporabo knjižnice PiGPIO in je sestavljen iz več različnih protokolov. Vsa razvita programska oprema je odprta in prosto dostopna na svetovnem spletu.

Razviti krmilni sistem smo preverili s pomočjo nateznih preizkusov kovinskih vzmeti, rezultate meritev pa primerjali s komercialno dostopno napravo Instron 8802. Primerjava rezultatov je pokazala, da naša nadgrajena oprema zagotavlja primerljive rezultate meritev glede na komercialno dostopne naprave in je hkrati dovolj natančna, da jo lahko uporabimo v raziskovalne namene na področju karakterizacije materialnih lastnosti mehkih tkiv in drugih materialov.

Nadgradnja sistema je dobro uravnotežen kompromis med vloženi viri in kakovostjo nastalega izdelka, saj smo drago in nezanesljivo obstoječo komercialno opremo zamenjali z rešitvijo, ki je približno 80 % cenovno ugodnejša, kot če bi kupili namenski komercialni krmilni sistem. Uporaba našega razvitega sistema je tako dostopna večini raziskovalcev na področju maloserijskega izvajanja nekomercialnih nateznih preizkusov. Čeprav je trenutni krmilni sistem omejen le za en namen, ga je mogoče enostavno preurediti za drugačne meritve ali pa ga prenesti v drug mehanski sistem.

V primerjavi s komercialnimi rešitvami na ključ smo za načrtovanje in razvoj naše rešitve porabili več časa, vendar je nadgradnja zato bolj vsestransko uporabna, cenejša in lahko prilagodljiva, hkrati pa ohranja primerljivo raven natančnosti. Razvoj te naprave je obogatil naše strokovno znanje na tem področju, kar nas je spodbudilo k razmišljanju o nadgradnji ali razvoju prihodnjih merilnih sistemov na podoben način.

**Ključne besede:** Raspberry Pi, krmilni sistem, merilna oprema, natezna naprava, odprtokodno, nizkocenovna strojna oprema.