

Uporovne mostične metode in njihova priključitev na DAQ NI-USB 6008

David Jug, Vojko Matko

Fakulteta za elektrotehniko računalništvo in informatiko

Smetanova ul. 17, Maribor

david.jug@uni-mb.si, vojko.matko@uni-mb.si

Resistance bridge methods and their connectivity to DAQ NI-6008

In order to automate the measurements and for general applicability, we have set ourselves the aim of creating a computer interface that would be generally applicable for measuring deformation. Therefore, we have made general graphical interface in LabVIEW which allows typical measurement using several different methods of bridging that we change it in the program. By creating a graphical interface we have managed a system for appropriate bridge circuit method that measure bending and axial strain. Graphical user interface allows in addition of static also dynamic monitoring measurements.

Kratek pregled prispevka

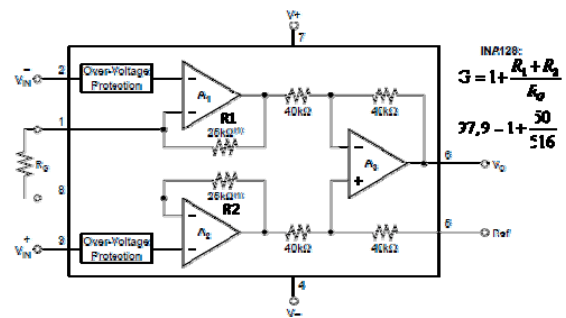
Zaradi avtomatiziranja meritev in splošne uporabnosti smo si zadali cilj ustvariti računalniški vmesnik, ki bi bil splošno uporaben za meritve deformacij. Zato smo v tej nalogi izdelali univerzalni grafični vmesnik v LabVIEWu, s katerim lahko za eno značilno meritev uporabimo več različnih mostičnih metod, ki jih menjamo programsko. Z izdelavo grafičnega vmesnika smo za ustrezna mostična vezja uspeli izdelati sistem za merjenje deformacij upogibov in raztezkov oziroma stiskov. Grafični vmesnik omogoča poleg statičnega tudi dinamično spremljanje meritev.

1 Uvod

V članku je opisan sistem za merjenje deformacij (aksialnih in upogibnih) z grafičnim vmesnikom LabVIEW in modulom za zajemanje analognih signalov podjetja National Instruments. Za vhodno veličino se uporabita dva napetostna signala, dobljena iz mostičnega vezja na katerega so priključeni merilniki deformacije (merilni lističi). Mostič je ojačan z instrumentacijskim ojačevalnikom proizvajalca Texas Instruments, INA 128.

2 Instrumentacijski ojačevalnik INA 128

Ker s samo mostično vezavo dobimo zelo majhne spremembe diagonalne napetosti na izhodu mostiča, uporabimo za ojačanje signala kvaliteten instrumentacijski ojačevalnik za točnejše meritve. V njem so realizirani trije operacijski ojačevalniki in več uporov kot prikazuje shema na sliki 1. Ima 2 sponki za enosmerno napetost, s katero napajamo sam ojačevalnik, 2 priključni sponki za povezavo diagonalne napetosti z mostiča, ter 2 sponki za izhodno ojačano napetost mostiča z faktorjem ojačitve G . Ti sponki priključimo na DAQ modul. V našem primeru je bil čip napajan z ± 12 V enosmerne napetosti (DC – direct current). Omogoča precizne meritve. Izmerjena je bila napetost na kratko sklenjenih priključnih sponkah - offset napetost (vrednost izhoda ob ničelnem vhodu) $0,1$ mV. Vrednost temperaturnega premika (drift) znaša $0,5$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Napajamo ga lahko že z $2,25\text{V}$, namenjen pa je za -40 do 85 stopinjsko temperaturno območje [1].



Slika 1: INA 128

3 Merilni modul NI USB – 6008

Merilni modul se poveže z računalnikom z USB vodilom, kar omogoča njegovo preprosto uporabo s prenosnimi računalniki. Ima 8 analognih 12-bitnih vhodov hitrosti 10 kS/s, 2 analogna 12-bitna izhoda s 150 S/s in 12 digitalnih vhodov in izhodov ter 32-bitni števec. Deluje v operacijskih okoljih Windows, Linux, Mac OS, Pocket PC. Uvrščen je v B serijo družine DAQ modulov. Merilni tip je napetostni in je v rangu -10 V do 10 V. Sicer še ima 5V analogni izhod, ampak mi potrebujemo le 2 analogna vhoda. Namenjen je za uporabo v notranjih prostorih, v delovanju pri $0^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C}$ in $10 - 90\%$ vlažnosti. Uporaben je do 2000 m nadmorske višine pri 25°C . Njegova ločljivost (resolution):

$$\text{Res} = \frac{\text{napetostni rang}}{2^{\text{bit}}} = \frac{20}{2^{12}} = 4,88 \text{ mV} \quad (1)$$

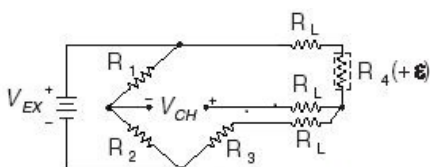
Modul na sliki 2, ki je bil v naši uporabi, ni med najhitrejšimi v svoji družini, ampak je zadostoval za naše potrebe. Za bolj precizne meritve bi potrebovali natančnejši DAQ modul z večjim bitnim številom [2].



Slika 2: DAQ NI USB – 6008

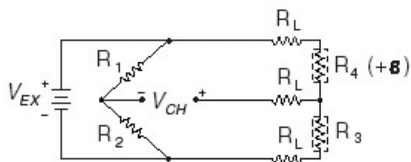
4 Tipi mostičnih vazav

V splošnem obstaja sedem značilnih tipov uporovnih mostičev. Pri vsaki mostični vezavi je potrebno upoštevati tipične formule za izračunavanje pred in med samo meritvijo. Vsakemu mostiču pripada enačba iz katere dobimo ustraine, ki upošteva odstopajoče napetostne razmere in neenakost vrednosti merilnih lističev. Več: [2]



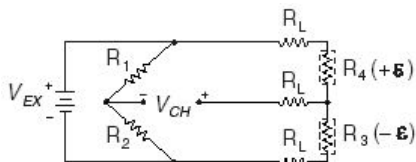
$$\varepsilon = \frac{-4V_r}{GF(1+2V_r)} \times \left(1 + \frac{RL}{R_g}\right) \quad (2)$$

Slika 3: Četrtnski mostič 1



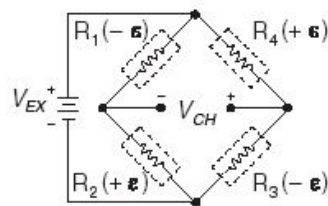
$$\varepsilon = \frac{-4V_r}{GF(1+2V_r)} \times \left(1 + \frac{RL}{R_g}\right) \quad (3)$$

Slika 4: Četrtnski mostič 2



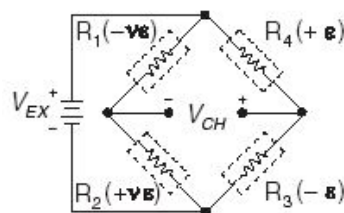
$$\varepsilon = \frac{-2V_r}{GF} \times \left(1 + \frac{RL}{R_g}\right) \quad (4)$$

Slika 5: Polovični mostič



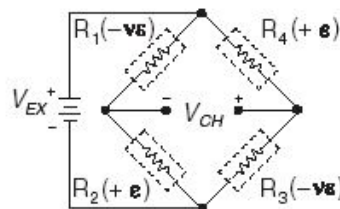
$$\varepsilon = \frac{-V_r}{GF} \quad (5)$$

Slika 6: Polni mostič 1



$$\varepsilon = \frac{-2V_r}{GF(1+\nu)} \quad (6)$$

Slika 7: Polni mostič 2



$$\varepsilon = \frac{-2V_r}{GF[(\nu+1)-V_r(\nu-1)]} \quad (7)$$

Slika 8: Polni mostič 3

5 Grafični vmesnik LabVIEW

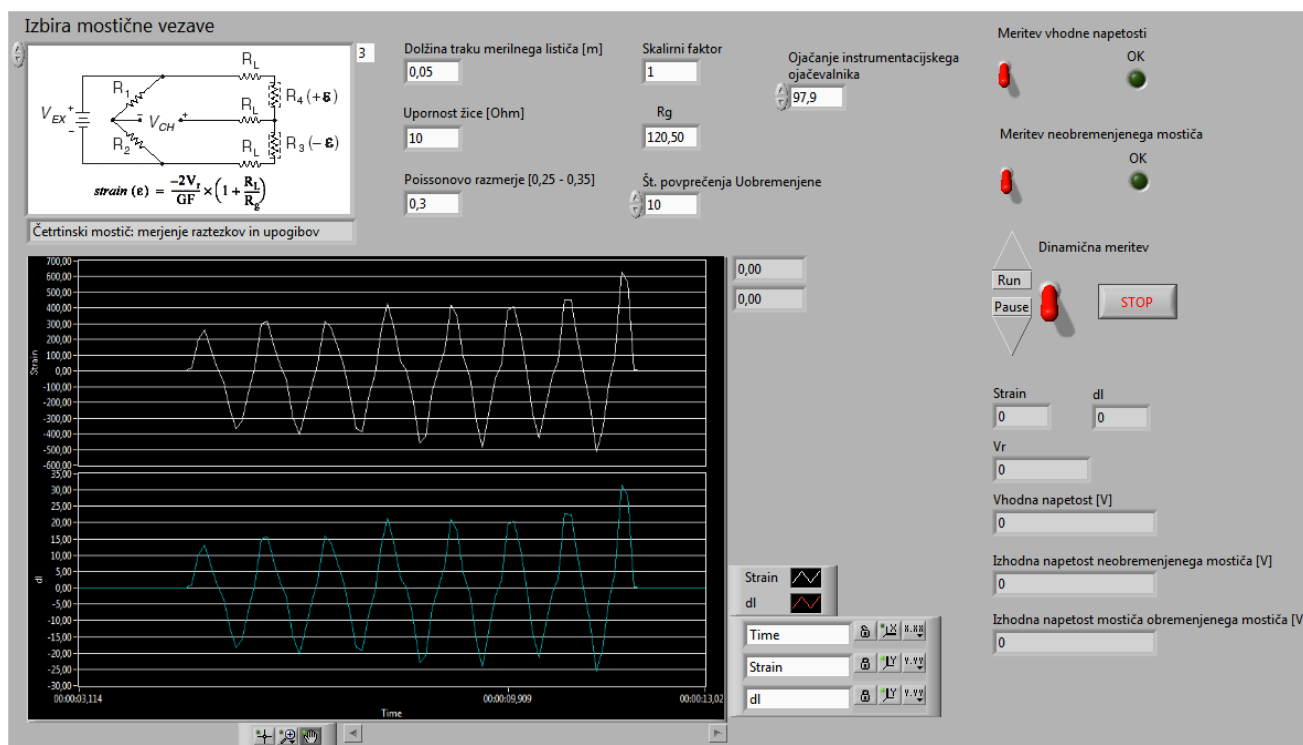
Izgled končne čelne plošče programa prikazuje slika 9. V levem delu plošče je slikovno polje z opisom vsebine za izbiranje enega izmed izbranih tipov mostičnih vezav. Izbiramo lahko med vsemi predstavljenimi tipi mostičnih vezav, predstavljenih v poglavju 3. Pod slikovnim poljem za izbiranje

je postavljen graf za izrisovanje podatkov, tako da meritve sproti spremljamo na grafu. Zraven okna za izbiro mostičev so vnosna polja za podatke, ki jih moramo poznati pred samo meritvijo. Te podatke imajo določeni vsi materiali oziroma inventar, ki ga za meritve izberemo. Skrajna desna stran čelne plošče programa je namenjena upravljanju oziroma spremljanju meritve. Na vrhu so stikala z indikatorji. V spodnjem delu programa pa so prikazovalna polja, v katerih se izpisujejo podatki ob meritvah.

6 Potek meritvev

Opis meritvev lahko spremljamo s pomočjo slike 9. Poženemo program z Operate → Run, ali preprosto s stiskom na gumb Run v orodni vrstici. Prvi pomemben korak do izvajanja meritve je vpis vseh potrebnih parametrov, kot so: dolžina traku merilnega lističa, upornost žice, poissonovo razmerje, skalirni

faktor, upornost nedeformiranega merilnega lističa, št. povprečenja napetosti obremenjenega mostiča (deformiranega merjenca) in pa ojačanje instrumentacijskega ojačevalnika. Izberemo vrsto mostične vezave. Izberamo med dvema četrtnskima mostičema, polovičnim in tremi polnimi mostiči. Z vsako izbiro vrste mostiča se programsko prilagodijo ustrezne formule. Polje prikazuje shemo mostiča s formulo za »strain« z imenom mostiča in kaj lahko s takšno metodo merimo (raztezek, upogib ali oboje). Če imamo izpolnjene te pogoje, je treba samo še preveriti, ali imamo priključen DAQ modul z USB vodilom na računalnik in ali deluje. Na A0 analogni vhod kartice priključimo izhodno napetost iz instrumentacijskega ojačevalnika (+,-), na A1 analogni vhod pa napajalno napetost mostiča (+,-). Priključitev na omenjene vhode je prikazana na sliki 2.



Slika 9: Gonilnik LABVIEW

Z aktiviranjem virtualnega stikala »Meritev vhodne napetosti« se izmeri napajalna napetost na mostiču. Z aktiviranjem stikala »Meritev neobremenjenega mostiča« se izmeri izhodna ojačana napetost mostiča pri neobremenjenem merjencu (posledično mostiču) s povprečno vrednostjo (ta je prednastavljena na 10 odtipkov). Ker sta vrednosti za izračun V_r shranjeni v programu, lahko začnemo z izvajanjem meritve. Kot je določeno, se meritev izvaja na vsakih 0,1 sekunde, da se porabi manj procesorske moči in pomnilnika. Sproti se na grafu izrisuje vrednost za »strain« in »dl« (deformacija merjenca in sprememba dolžine traku na merilnem lističu). Z izklopom stikala lahko meritev začasno zaustavimo. S pritiskom na gumb »stop« prekinemo celotno izvajanje programa.

7 Eksperimentalni rezultati

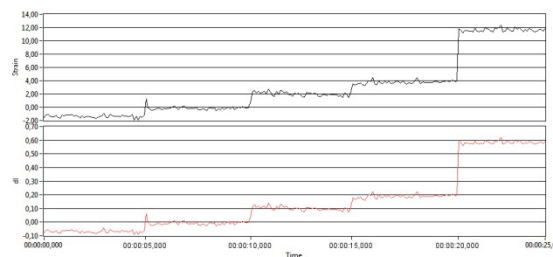
Slike 10, 11 in 12 prikazujejo potek eksperimentalnih meritev za polni mostič 1. Mostič je bil obremenjen z umerjenimi utežmi.

Na sliki 12 je prikazan stopnični odziv na obremenitev merjenca z 1kg utežjo (spust z roko).

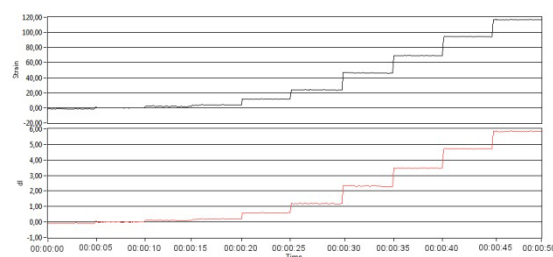
Ker za rezultate meritev dobimo vrednost v microstrainih (μstrain), je za nadaljnje pretvarjanje veličin potrebna enačba:

$$dl[\mu\text{m}] = \varepsilon[\mu\text{strain}] \cdot l[m] \quad (8)$$

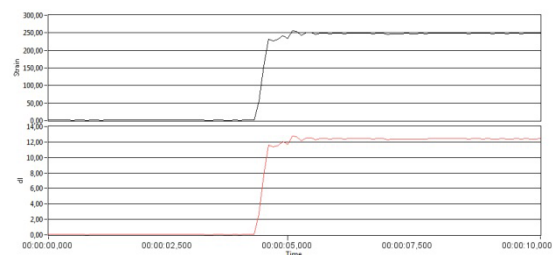
Za ugotovitev želene veličine je potrebna izpeljava.



Slika 10: Odziv polnega mostiča na majhne obremenitve (5, 10, 20, 50)g



Slika 11: Odziv polnega mostiča na večje obremenitve do (5, 10, 20, 50, 100, 200, 300, 400, 500)g



Slika 12: Stopnični odziv polnega mostiča 1kg

8 Sklep

Zgrajen je bil avtomatizirani sistem za merjenje upogibov in raztezkov. V ospredju je programski vmesnik, s katerim lahko s prenosnim računalnikom kvalitetno merimo raztezke in upogibe z različnimi mostičnimi metodami.

9 Literatura

- [1] <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/ina128.pdf> (27.5.2010)
- [2] <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/14604> (23.3.2010)
- [3] <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4172#toc1> (24.3.2010)