

Merjenje višine Hallove prirobnice z 2D laserskim senzorjem Omron

**Andrej Rotovnik
Miha Strašek
Ambrož Podkoritnik
MIEL Elektronika, d.o.o.
Efenkova Cesta 61, 3320 Velenje
info@miel.si**

Measuring the height of Hall's flange with 2D laser sensor Omron

Article describes the problem of manual method of measuring the level of Hall's flanges, which was replaced by an automatic method with the help of measurement using 2D laser sensor. The measurement system consists of a measuring sensor and PLC. In detail is also described communication between them. The article mentioned equations used to calculate the level of Hall's flanges.

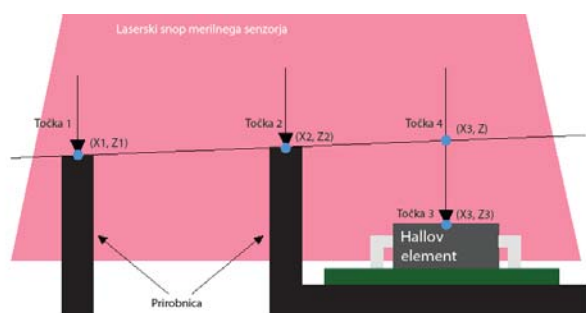
Kratek pregled prispevka

V prispevku je opisan problem ročnega načina merjenja višine Hallove prirobnice, ki jo je zamenjal avtomatski način s pomočjo merilnega 2D laserskega senzorja. Opisan je merilni sistem, ki ga sestavljata merilni senzor in PLK, podrobno pa je opisana tudi komunikacija med njima. V prispevku so navedene enačbe, ki so uporabljene za izračun omenjene višine.

1 Uvod

S strani našega kupca je nastopila potreba po avtomatizaciji ročnega merjenja višine prirobnice Hallovega elementa. Do sedaj so se merjenci merili s pomočjo ročne merilne ure. Proces je potekal tako, da je operater vsak posamezni kos pobral iz linije tekočega traku in ga postavil na merilno mesto. Z merilno uro se je pomaknil na tri merilne točke prikazane na **Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.** Vsaka meritev se je nato avtomatsko vnesla v računalnik, kjer se je izvedel algoritem izračuna višine prirobnice Hallovega elementa. Proces meritve je upočasnjeval proizvodno kapaciteto, prav tako ni bil vedno nujno ponovljiv, zaradi človeškega faktorja.

Oddaljenost Hallovega elementa od prirobnice je definirana kot premica položena na prirobnico, ki pravokotno seka navpičnico Hallovega elementa (**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**).



Slika 1: Metoda merjenja višine Hallove prirobnice

Cilj je bil skrajšati cikel meritve in izločiti človeški faktor. Slednje smo dosegli s pomočjo laserskega 2D profilnega sensorja in merilnega mesta, ki je postavljeno na tekočem traku. Na ta način smo proces meritve integrirali v proizvodni proces.

2 Laserski 2D profilni senzor

Uporabljen je Omronov laserski 2D profilni senzor. Sestavljen je iz merilne laserske glave in ločenega krmilnega ojačevalnika, ki služi za prikaz in parametriranje. Še enostavnejša

metoda parametriranja je s pomočjo osebnega računalnika in priloženega programskega orodja.



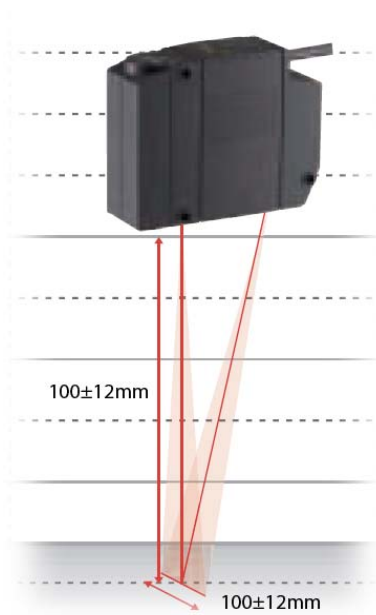
Slika 2: Merilna senzorska glava in krmilni ojačevalnik ZG2

Senzorska glava za merjenje uporablja metodo laserske triangulacije. Pošilja linijski snop laserske svetlobe, ki se pod kotom odbija nazaj na CCD polje, ki ima resolucijo 631x400 točk. To pomeni natančnost 35 μ m po širini in kar je za aplikacijo najpomembnejše, 2,5 μ m po višini. Merjenje prirobnice Hallovega elementa ima relativno neugodne pogoje, saj je ohišje iz črne plastike, s hrapavo površino, ki ima slabšo odbojnost, element pa je na tiskanini, kjer so področja z zelo dobro odbojnostjo. Merilni laserski senzor ima možnost spreminjanja moči laserske svetlobe po celotnem profilu v posameznih korakih in vzorčenje posameznega koraka. Krmilni ojačevalnik tako lažje sestavi in izmeri profil z neenakomerno površino in zato večjih težav z meritvijo ni nastajalo.

Zahteva po merilnem območju je približno 20mm (širina), za višino Hallove prirobnice pa je zahteva približno 2mm. Izbrana je bila merilna laserska glava ZG2-WDS22, ki ima delovno območje širine 22mm in delovno razdaljo 100 \pm 12mm (*Slika 3:*).

Čas trajanja meritve profilnega sensorja za vse tri točke je približno 100ms. Ker je takt linije 24s je ta čas izkoriščen za izvajanje 128 meritev, ki jih merilni senzor nato povpreči. Tako je ciklični čas meritve približno 12s. S tem

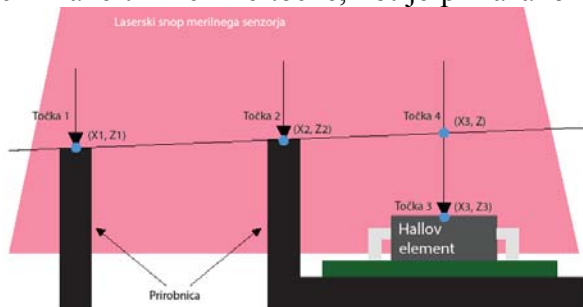
dosežemo zelo dobro ponovljivost, preostalih 12s pa je namenjenih za manipulacijo merjenca.



Slika 3: Merilno območje senzorske glave ZG2-WDS22

3 Izvedba avtomatske meritve

Merilni senzor ima na merilnem območju definirane tri merilne točke, kot je prikazano na



Slika 1.: Koordinate X (X1, X2 in X3) pri posamezni točki so fiksno določene z dimenzijami merjenca, koordinate Z (Z1, Z2 in Z3) pa izmeri senzor. Za meritve posamezne točke je uporabljena metoda povprečenja širšega merilnega območja, ki jo omogoča senzor. Pri točki 1 in točki 2 obsega srednjo tretjino širine prirobnice, pri točki 3, pa srednjo tretjino širine Hallovega elementa. Za izračun presečišča premice položene na prirobnico z navpičnico na Hallove element smo izhajali iz sledeče linearne enačbe:

$$y = kx + n \quad (1)$$

Želeli smo izračunati koordinato Z pri točki 4 (Slika 1:). To koordinato določa presečišče premice (skozi točki 1 in 2) in navpičnice na Hallov element. Iz tega sledi enačba smernega koeficienta, ki nam določa naklon premice in služi kot koordinatno izhodišče:

$$k = \frac{(Z_2 - Z_1)}{(X_2 - X_1)} \quad (2)$$

Iz znane točke izračunamo faktor n, ki določa presečišče z ordinatno osjo:

$$n = \frac{Y_1}{kX_1} \quad (3)$$

Sledi končna enačba za izračun višine Hallove prirobnice:

$$Z = kX_3 + n \quad (4)$$

Merilni senzor pošilja podatke o posameznih točkah na krmilnik, kjer se podatki obdelajo.

4 Komunikacija med senzorjem in PLK-jem

Merilni laserski senzor ima možnost treh različnih vrst komunikacije in sicer preko digitalnih signalov, s pomočjo analognega izhoda ali RS-232 komunikacije. Z uporabo RS-232 komunikacije smo se izognili pogreškom, ki bi lahko nastali zaradi A/D pretvorbe. Senzor je moč povezati z najrazličnejšimi napravami, tako industrijskimi (PLK, IPC, mikrokontrolerji,...), kot neindustrijskimi (PC). V našem primeru senzor komunicira z modularnim krmilnikom Omron serije CJ2M-CPU31 (Slika 4:).



Slika 4: CJ2M-CPU31

Serijska komunikacija poteka preko razširitvene kartice CJ1W-SCU21, ki vsebuje dvojne RS-232 vrat (Slika 5:)



Slika 5: CJ1W-SCU21 komunikacijska kartica

Senzor za komuniciranje uporablja zaporedni niz ASCII znakov, ki se vedno zaključijo s CR (Carriage Return). Takšen protokol je programsko relativno enostavno implementirati v naprave, ki podpirajo RS-232 standard.

Za uspešno izvedbo projekta je bila potrebna implementacija vsaj treh ukazov za pravilno izvedbo meritve in zajemanja podatkov v krmilnik. To so:

- Ukaz za menjavo banke (BANKSET)

Senzor omogoča shranjevanje do 16 različnih merilnih profilov v tako imenovanih bankah. Vsak merilni profil omogoča zajem do 8 merilnih točk. S pošiljanjem ukaza BANKSET, ki mu sledi številka banke, zamenjamo profil in v profilu definiranje merilne točke. Če

želimo preklopiti na banko 1, potem moramo poslati ukaz »BANKSET 1«.

- Ukaz za izvedbo meritve (TRIG)

S pošiljanjem ukaza za proženje, senzorju sporočimo naj prične z izvedbo meritve po prej definiranem profilu.

- Ukaz za pridobivanje podatkov (MEASURE)

Po uspešno izvedeni meritvi lahko rezultate meritve pridobivamo posamično, s pomočjo ukaza MEASURE kateremu sledi številka merjene točk (npr. MEASURE 1 nam vrne podatek o prvi točki predhodno izvedene meritve). Tako je mogoče pridobivanje posameznih točk iz meritve ali vseh osmih točk hkrati. Podatki so v tem primeru ločeni z vejico. Slednje storimo z uporabo ukaza »MEASURE 0«.

5 Izvedba krmilja in izvajanje izračuna v krmilniku

Pred meritvijo se izvede pomik palete na merilno mesto, kjer se izvede zaklep merjenca s pnevmatskimi prijemali, tako da je merjenec vedno na istem mestu. Po izvedenem zaklepu sledi prekop banke in proženje senzorja. Senzor 128 krat izmeri profil in posamezne točke in jih šele nato pošlje PLK-ju. Iz sprejetih rezultatov se v krmilniku izvede izračun po prej opisanih enačbah, rezultat pa se posreduje na glavni računalnik, ki sprejme odločitev o ustreznosti merjenca. Če rezultat ni ustrezen se paleta zaklene in čaka na izmet merjenca v izmetno paletu.

6 Literatura

- [1] Spletno mesto: miel.si
- [2] Spletno mesto: industrial.omron.eu
- [3] Uporabniška navodila ZG2 merilnega senzorja: Cat.No. Z288-E1-01
- [3] Podatkovni list ZG2 merilnega senzorja: Cat.No. Q24E-EN-02A