

Avtomatizacija stroja za trajnostno testiranje jermen

Mirko Skubic, Damjan Janežič
INEA d.o.o., Stegne 11, 1117 Ljubljana-Dravljje
mirko.skubic@inea.si, damjan.janezic@inea.si

Development of automatic control for a test machine

The control system presented in this article is based on the Mitsubishi A1SH PLC and the Beijers MAC 700. This machine is designed to measure and control quality of rubber belts. The paper describes the hardware settings of the testing machine, followed by presentation of automatic control. Belts are driven with the Lenze servo motors controlled by servo inverters. Communication between PLC and servo inverters has been carried out with PROFIBUS protocol.

1. Uvod

V neprestanem konkurenčnem boju ima doseganje visoke kvalitete izdelka izredno velik pomen. Zato je smiselno razmisliti o vzpostavitvi sistema za kontrolo in spremljanje kvalitete posameznega izdelka. V nadaljevanju bo opisana testna naprava, ki je bila razvita za potrebe gumarske industrije in je namenjena za preverjanje kvalitete gumenih jermenov.

Odločitev za izvedbo testne naprave je prišla na podlagi dotrajanosti že obstoječe podobne naprave. Glede na tehnične in delovne lastnosti obstoječe naprave so bile podane naslednje specifikacije za izvedbo nove naprave:

- ohrani se princip delovanja naprave (mehansko podobna stroja),
- ohranijo se moči pogonskih motorjev (20,3 KW),
- čas testiranja je razširjen na 500 ur,
- vsakih 20 min. se izmerjene vrednosti shranijo,
- možnost prenosa shranjenih vrednosti na osebni računalnik za potrebe nadaljnje obdelave.

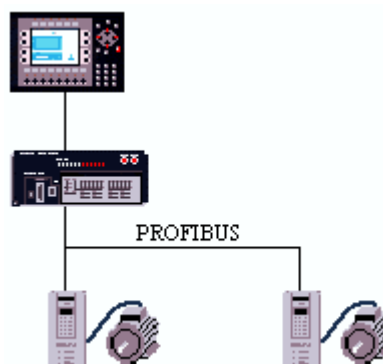
Po tem, ko smo se seznanili z delovanjem stroja, je bilo potrebno določiti elemente, ki bodo uporabljeni pri izdelavi stroja. Za potrebe vodenja in elektro opreme so bili izbrani naslednjih elementi:

- vodenje stroja je izvedeno s krmilnikom Mitsubishi A1S v ustrezni konfiguraciji,
- za upravljanje pogonskih motorjev sta uporabljena servo pretvornika,
- merilnik za merjenje navora.

Glede na specifikacije so bili izbrani naslednji pogonski motorji:

- Pogonski servomotor moči 20,3 KW, ki skrbi za ustrezno hitrost testiranja jermena. Hitrost pogonskega motorja je nastavljiva.
- Zaviralni servomotor moči 20,3 KW, ki deluje v nasprotni smeri pogona in predstavlja obremenitev jermena. Navor zaviralnega motorja je nastavljiv.
- Dveh AC motorjev za ventilatorja hlajenja pogonskih motorjev.

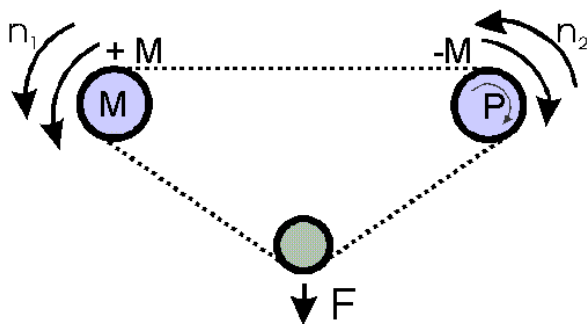
Za povezavo krmilnika in servo pogonov je bila uporabljena komunikacija s protokolom PROFIBUS.



Slika 1: Povezava krmilnika z ostalimi napravami

2. Zgradba testne naprave

Namen naprave je testirati vzdržljivost jermen pri konstantni obremenitvi. To dosežemo tako, da jermen vpenemo med dva valja. Pogonski del se vrteti z želeno hitrostjo in preko jermena vrti zaviralno os. Jermen obremenimo tako, da nastavimo navor zaviralnega motorja, ki deluje v nasprotni smeri vrtenja. Željeni navor se izračuna glede na hitrost vrtenja zaviralne osi ter nastavljene moči, s katero preizkušamo jermen. Zaradi obremenitve začne jermen zdrsavati. Zdrs jermena je razlika hitrosti pogonske in zaviralne osi. Če zdrs delimo z nastavljeno vrednostjo pogonske gredi, dobimo zdrs v %. Ta oblika je za prikaz najbolj uporabna in se jo prikazuje na operatorskem pultu ter jo shranjujemo v tabelo rezultatov. Princip delovanja je prikazan na sliki 2.

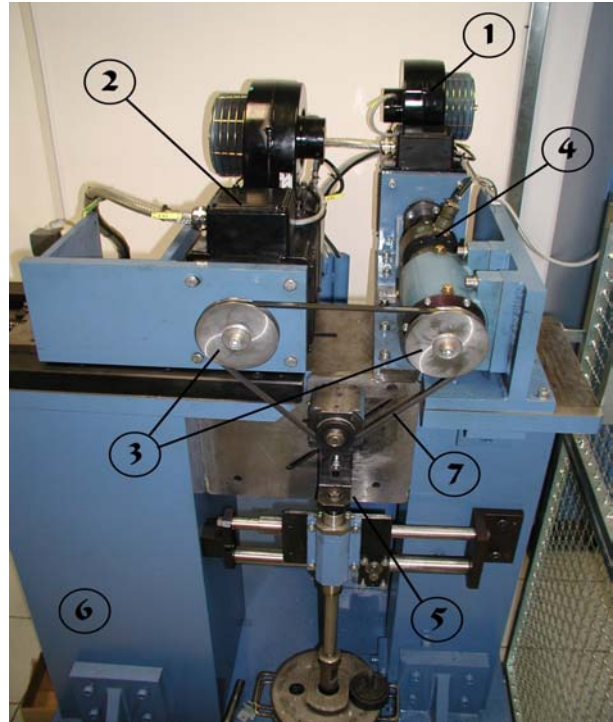


+M...navor pogonskega motorja,
 -M...navor zaviralnega motorja,
 P.....moč zaviralnega motorja,
 N1...hitrost pogonskega motorja,
 N2...hitrost zaviralnega motorja,
 F.....sila, s katero vzdržujemo napet jermen.

Slika 2: Shema delovanja testne naprave

Testno napravo in razpored sestavnih delov prikazuje slika 3:

- zaviralni motor, ki skrbi za obremenitev jermena(1),
- pogonski motor, ki skrbi za konstantno hitrost vrtenja jermena(2),
- vpenjalni glavi(3),
- merilnika navora(4),
- škripec z utežjo(5),
- podstavek stroja(6),
- jermen, ki ga testiramo(7).



Slika 3: Izgled stroja za trajnostno testiranje jermen

3. Delovanje stroja

Za začetek testiranja je potrebno namestiti jermen med vpenjalni glavi, na spodnjem delu se jermen obremeni z utežjo, ki je različna za različne jermene. Vpenjalna valja se razpeta, tako da je jermen ustrezno nameščen. Naprava lahko deluje v avtomatskem (testnem) ali ročnem načinu.

V ročnem načinu vse ukaze vnašamo preko operatorskega pulta. Za ročne posege v delovanje naprave sta na operatorskem pultu dva zaslona. Na prvem zaslonu upravljamo s pogonskim servomotorjem, na drugem zaslonu pa zaviralni servomotor. Zaslona sta identična, omogočata pa vklop in izklop motorja, izbiro želene hitrosti vrtenja motorja ter prikaz trenutne hitrosti motorja. Ročno delovanje je omogočeno, kadar je na zaslonu preklopno stikalo postavljeno na ročni način.

Pred začetkom testiranja je potrebno vnesti potrebne parametre za testiranje. Ti parametri so:

- pri kakšni hitrosti se bo izvajal test,

- kakšna naj bo moč na osi zaviralnega motorja (obremenitev jermena),
- kolikšen je največji dovoljen zdrs jermena.

Začetek testiranja izvedemo s pritiskom na tipko START TESTA. Začetek testa je mogoč samo, če je preklopno stikalo za izbiro načina delovanja postavljeno na avtomatski način delovanja.

Na začetku testa pogonski motor postopoma pridobiva hitrost, zaviralni motor pa še ni vklopljen, tako da brez obremenjevanja sledi vrtenju jermena. Ob določeni zgornji meji hitrosti se vklopi delovanje zaviralnega motorja, ki začne zavirati z določenim navorom. Navor, s katerim zaviralni motor obremenjuje jermen, se preračuna iz nastavljenih vrednosti moči jermena ter hitrosti zaviralnega motorja. Hitrost vrtenja ostane nespremenjena, moč s katero deluje zaviralni motor pa se prenese na jermen.

Test lahko traja do 500 ur. Na zaslonu »trenutne vrednosti« se ves čas prikazujejo trenutne vrednosti testa. Test je končan, ko ga prekine operater s pritiskom na tipko STOP. Ko zdrs jermena preseže določeno vrednost, se test prekine in motorji se ustavijo. Operater se nato odloči, naj test konča ali pa nadaljuje s testiranjem. Operater ima možnost prekinitve in nadaljevanja testa.

Čas izvajanja testa je omejen z največ 500 urami. Med tem časom se izmerjene vrednosti vsakih 20 min. shranijo, tako da lahko na koncu pregledamo potek testiranja. Pri tem nas najbolj zanima zdrs, to je razlika med hitrostjo pogonske in zaviralne osi. Za boljši pregled se shranjujejo tudi vrednosti navora, ki jih dobimo iz merilnika navora. Ti podatki so vidni na zaslonu »prikazi«.[1]

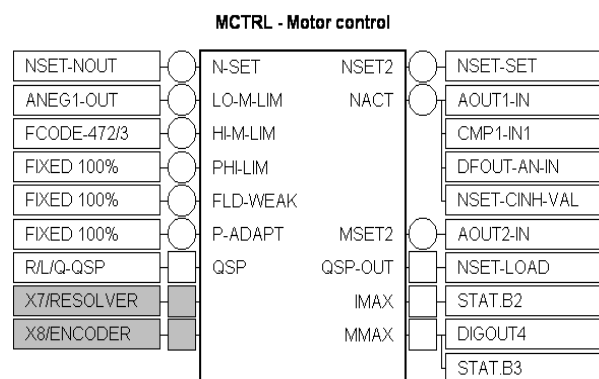
4. Vodenje sistema

Sistem za vodenje testne naprave je bil razdeljen na dva dela. Prvi del predstavlja krmilnik, katerega naloge so:

- nadzor delovanja naprave,

- izračun in shranjevanje rezultatov testa,
- upravljanje s servo pretvorniki,
- komunikacija s operaterskim pultom.

Drugi del vodenja predstavlja servo sistema. Servo pretvornika sta krmiljena s krmilnikom, ki pošilja zelene vrednosti servo pretvornikom. Krmilnik pošlje zeleno hitrost oz. navor, ter sporoči zahtevo za vklop ali izklop pogonov, vse ostale funkcije glede vrtenja motorja pa opravi servo pretvornik. Delovanje servo pretvornika se programira v za to pripravljenem programskem vmesniku, ki se imenuje Function block editor. Kot pove že samo ime, v programu med seboj povezujemo bloke. Servo pretvornik ima določeno število splošnih blokov kot so seštevanje in množenje. Vgrajene ima tudi bolj specifične bloke za upravljanje vrtenja motorja. Tak blok je npr. blok za nastavitve parametrov vrtenja motorja (nastavitve hitrosti, navora...). Bloki so že prednastavljeni, potrebno je le povezati njihove vhode in izhode. Primer funkcijskega bloka je prikazan na sliki 3.



Slika 3: Izgled bloka za nastavitve navora in hitrosti

4.1 Krmiljenje

Za vodenje testne naprave je bil uporabljen krmilnik Mitsubishi A1SH z ustrezno konfiguracijo vhodno-izhodnih modulov. Za komunikacijo med operaterjem in procesom je bil na krmilnik priključen operaterski pult Beijers MAC 700.

Konfiguracija krmilnika obsega:

- napajalnik,
- procesna enota,
- 1 digitalni vhodni moduli,
- 1 digitalni izhodni moduli,
- 1 PROFIBUS modul,
- 1 analogni vhodni modul.



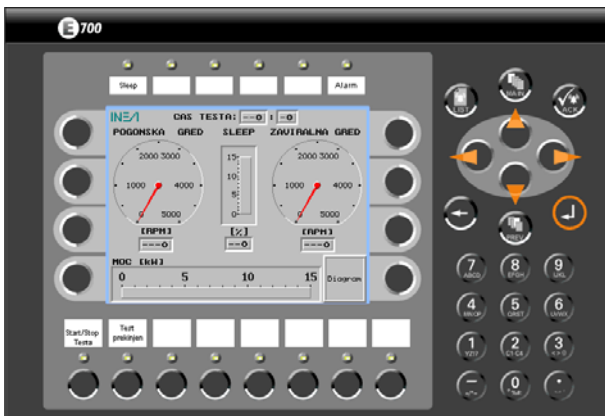
Slika 4: Krmilnik serije A1S

Krmilnik med testom skrbi predvsem za zbiranje podatkov, ter jih zapisuje v tabelo, katero lahko vidimo na operaterskem pultu.

MAC E700 je barvni grafični operaterski pult namenjen za komunikacijo operaterja s sistemom vodenja.

Operaterski pult je uporabljen za:

- prikaz grafičnih in tekstovnih prikazov,
- obdelavo alarmov,
- shranjevanje in prikaz poteka spremenljivk v obliki diagramov in tabel,
- vnos vrednosti, kot so željene vrednosti,
- vnos komand, kot sta START in STOP testa.



Slika 5: Prikaz osnovnega zaslona delovanja

V sklop sistema za vodenje je zajet tudi merilnik navora, ki je nameščen na os zaviralnega motorja in nam zagotavlja informacijo o obremenjenosti osi. S pomočjo teh podatkov lahko izračunamo moč na osi oz. moč, s katero je obremenjen jermen.

4.2 Servo sistem

Za vrtenje pogonske osi ter za vrtenje in zaviranje zaviralne osi sta bila uporabljena servo sistema proizvajalca Lenze tipa 9328, z močjo 20,3 KW. Glede na način delovanja naprave sta bila izbrana različna načina delovanja servo sistemov. Pogonski servo pretvornik deluje v načinu, ki zagotavlja želene obrate motorja (t.i. speed mode), medtem ko zaviralni servo pretvornik vzdržuje želeni navor (t.i. torque mode). Komunikacija med krmilnikom in servo pretvornikoma je izveden s PROFIBUS protokolom. V ta namen sta bila servo pretvornikoma dodana PROFIBUS komunikacijska modula EMF2133IB.



Slika 6: Servo pretvornik 9300

Z uporabo PROFIBUS komunikacije smo dosegli manjše število potrebnih analognih in digitalnih vhodov in izhodov, ki bi bili sicer potrebni za povezavo servo pretvornikov in krmilnika. Poleg tega okolje ne vpliva na prenos informacij med krmilnikom in servo pretvornikom.

Servo pretvorniki so se pokazali kot ustrezna rešitev, v veliko pomoč pa je bila možnost konfiguriranja samega servo sistema.

Pretvornik ima vgrajeno množico funkcijskih blokov, katere povezujemo med seboj. Na ta način z ustreznim programskim orodjem določimo obnašanje pretvornika.

Konfiguriranje servo pretvornikov je bilo izvedeno s programskim orodjem Global Drive Control.

5. Zaključek

Čeprav ni šlo brez težav, je naprava na koncu delovala ter zadovoljila naša pričakovanja. Za testiranje je potrebno le nastaviti jermen in ustrezne parametre testa, nato se s pritiskom na tipko začne testiranje. Ob koncu test se na zaslonu pregleda shranjene vrednosti ali pa se jih prenese na osebni računalnik, kjer jih lahko nadaljnjo obdelamo.

Testna naprava torej samostojno deluje čez celotno testiranje. Ob uporabi več enakih ali podobnih naprav bi jih bilo smiselno povezati na skupni zaslon za upravljanje oziroma jih povezati s sistemom SCADA. Na ta način bi lahko že med testom pregledovali potek testov, razne grafične prikaze ter primerjali teste.

Zaradi ustrezne povezave servo pretvornikov je bil pridobljen velik prihranek na energiji, saj proizvedeno energijo na zaviralnem motorju (motor deluje v generatorskem načinu) porabimo za poganjanje pogonske gredi.

6. Literatura

- [1.] M. Skubic, D. Janežič, R. Perdan, I. Kovič, D. Dolenc, Projekt za izvedbo (PZI) vodenja testne naprave (Računalniški del), INEA d.o.o., 2002.



Slika 7: Testna naprava in elektroomara