

Avtomatizirana kontrola na montažni liniji P054*

Franc JUSTIN, Zdravko MRAK

Izvleček: Namen prispevka je predstaviti izkušnje podjetja pri uvajanju kontrole v proces montaže izdelkov za zahtevno avtomobilsko industrijo. V prvem delu sta predstavljena izdelek in montažni sistem z montažnimi mesti. V drugem delu pa so opisana kontrolna mesta za zagotavljanje zahtevane kakovosti. Avtomatizirana kontrolna mesta imajo vključen nadzor ponovljivosti meritev (MSA), kar je zahteva in pogoj za zagotavljanje dobave 100-odstotno kakovostnih izdelkov kupcem.

Ključne besede: montaža, montažni sistemi, kontrola kakovosti, kontrolna mesta, FMEA, KAIZEN, nadzor merilnih sistemov,

■ 1 Uvod

Podjetja, ki želijo v prihodnjih letih samostojno razvijati in proizvajati izdelke za zahtevne trge avtomobilske industrije, si morajo pridobiti ustrezne izkušnje in ustvariti dobre povezave s proizvajalci in kupci avtomobilskih komponent. V podjetju Iskra Mehanizmi smo spoznali, da je mogoče postati uspešen sistemski dobavitelj, če bomo vgradili v svoje delo in izdelke vrhunske konkurenčne prednosti, kot so inovativnost, kakovost, dobavna zanesljivost in prilagodljivost, ter stalno zniževali stroške proizvodnje. V to je vključeno tudi osvajanje vseh potrebnih standardov kakovosti in varovanja okolja, ki jih zahtevata trg in lastna težnja po odličnosti. V svoje poslovne procese in razvoj komponent za avtomobilsko industrijo moramo vtakati filozofijo procesa nenehnih izboljšav, kot na primer po japonskem pristopu KAIZEN. Izdelki, ki jih izdelujemo v velikih serijah, zahtevajo visoko kakovost, kar je mogoče doseči s 100-odstotno kontrolo, ki mora biti integrirana v montažne sisteme. To zahteva, da se že pri

načrtovanju, projektiranju, izdelavi in v času proizvodnje kontroli posveča posebna pozornost in se v čim večji meri tudi avtomatizira.

Pri razvoju in izdelavi montažne linije za montažo reduktorja P054 smo kontroli v vseh fazah montažnega procesa posvetili posebno pozornost, kar se je obrestovalo v času uporabe montažnega stroja. Rešitve, ki smo jih vgradili v montažni sistem, omogočajo, da je montaža rentabilna, da narašča obseg proizvodnje in da so naši izdelki visoke kakovosti.

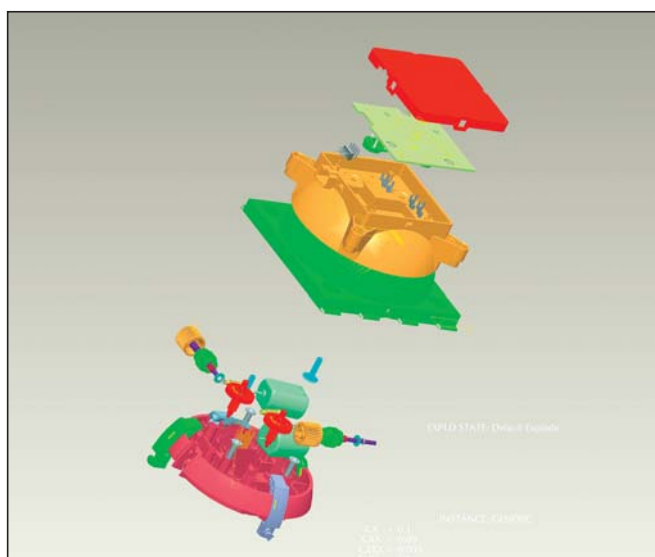
■ 2 Reduktor

Reduktor P054 je namenjen za nastavljanje položaja bočnih ogledal za gospodarska vozila, kot so avtobusi, tovornjaki in traktorji. Reduktor omogoča premikanje bočnega ogledala v vseh smereh in ima vgrajeno varovalo pred mehanskimi premiki in poškodbami. Premikanje ogledala omogočata dva DC-motorja, ki prenašata gibanje preko polžastih gonil in reduktorskega sklopa. Za varovanje in prekomerne obremenitve sta vgrajeni dve sklopki (slika 1).

Sklopki sta bili razviti v podjetju Iskra Mehanizmi v sodelovanje s kupcem izdelka, kar je omogočilo pridobitev naročila končne montaže z lastnim razvojem montažnega procesa in sistema.

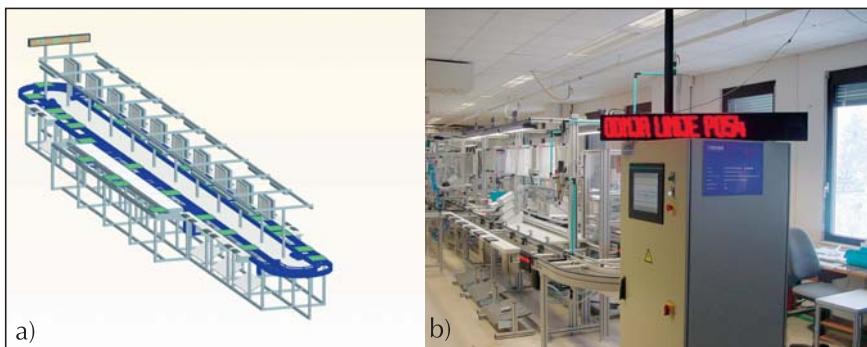
■ 3 Razvoj montažnega sistema

Osvajanje montaže rotorja je



Slika 1. Zgradba reduktorja P054

Franc Justin, Zdravko Mrak, Iskra Mehanizmi, d. d., Lipnica



Slika 2. Zgradba montažne linije – a, pogled na izdelan montažni sistem PO54 – b

potekalo v dveh korakih. V prvem, ki je sledil uspešni konstrukcijski zasnovi sklopke, je bil postavljen ročni montažni sistem z ročnim podajanjem palet, v drugem koraku pa smo razvili in izdelali skupaj z zunanjimi partnerji delno avtomatiziran montažni sistem z avtomatičnim paletnim transportom. Ročni montažni sistem je bil zasnovan tako, da so bila ročna mesta povezana med seboj s paletami z ročnim podajanjem. Sistem je že vključeval 100-odstotno kontrolo izdelkov kakor tudi zapis izmerjenih karakteristik reduktorja.

Na osnovi izkušenj in povečanja zahtevane kapacitete montaže, zagotavljanja stroškovno ugodnejše izdelave povečanih naročil smo se lotili zasnove novega montažnega sistema, ki naj bi zagotavljal proizvodnjo okrog 600 tisoč reduktorjev na leto. Uspešna realizacija projekta v samo šestih mesecih je bila mogoča le zaradi sistematičnega dela projektne skupine, lastnega razvoja in izdelave, saj so dobavni roki ponudnikov montažnih sistemov mnogo daljši. Zunanje sodelavce in dobavitelje smo vključili v projekt za izdelavo nekaterih kontrolnih enot, programiranja ter druge senzorike kakor tudi dobave standardnih komponent za gradnjo montažnega sistema. Nosilna konstrukcija, orodja in merilna mesta so bili izdelani v domači konstrukciji in orodjarni.

Montažna linija s paletnim transportom vključuje 28 montažnih mest in dodatno mesto za popravila (slika 2 in slika 5). Popolnoma avtomatiziranih je 16 montažnih postaj, ostala montažna mesta so ročna, saj sestavni deli izdelka ne omogočajo

ekonomsko upravičene montaže. V linijo so vgrajena še tri rezervna montažna mesta za razširitve in morebitne nove zahteve.

V montažno linijo je vključeno tudi robotizirano mesto mazanja z mastjo po obodu ohišja in mazanje preko zobniških letev. Zahteve mazanja so bile natančno opredeljene in so omogočene le s programirano nastavitvijo (slika 3).

Za zagotavljanje kakovosti izdelka in 100-odstotne kontrole procesa in izdelka je bila posebna pozornost namenjena temu, kje se lahko pojavijo napake in kako obvladovati proces montaže ter zagotoviti kakovostne izdelke. Za ta namen je bila izdelana analiza napak (FMEA), ki lahko nastopijo v procesu, in kako jih obvladovati (slika 4). Tej analizi, ki je zahtevala veliko časa, je bila posvečena posebna pozornost v sa-



Slika 3. Avtomatizacija mazanja z robotom Bosch

mem snovanju koncepta montažnega sistema.

■ 4 Zagotavljanje kakovosti na montažni liniji

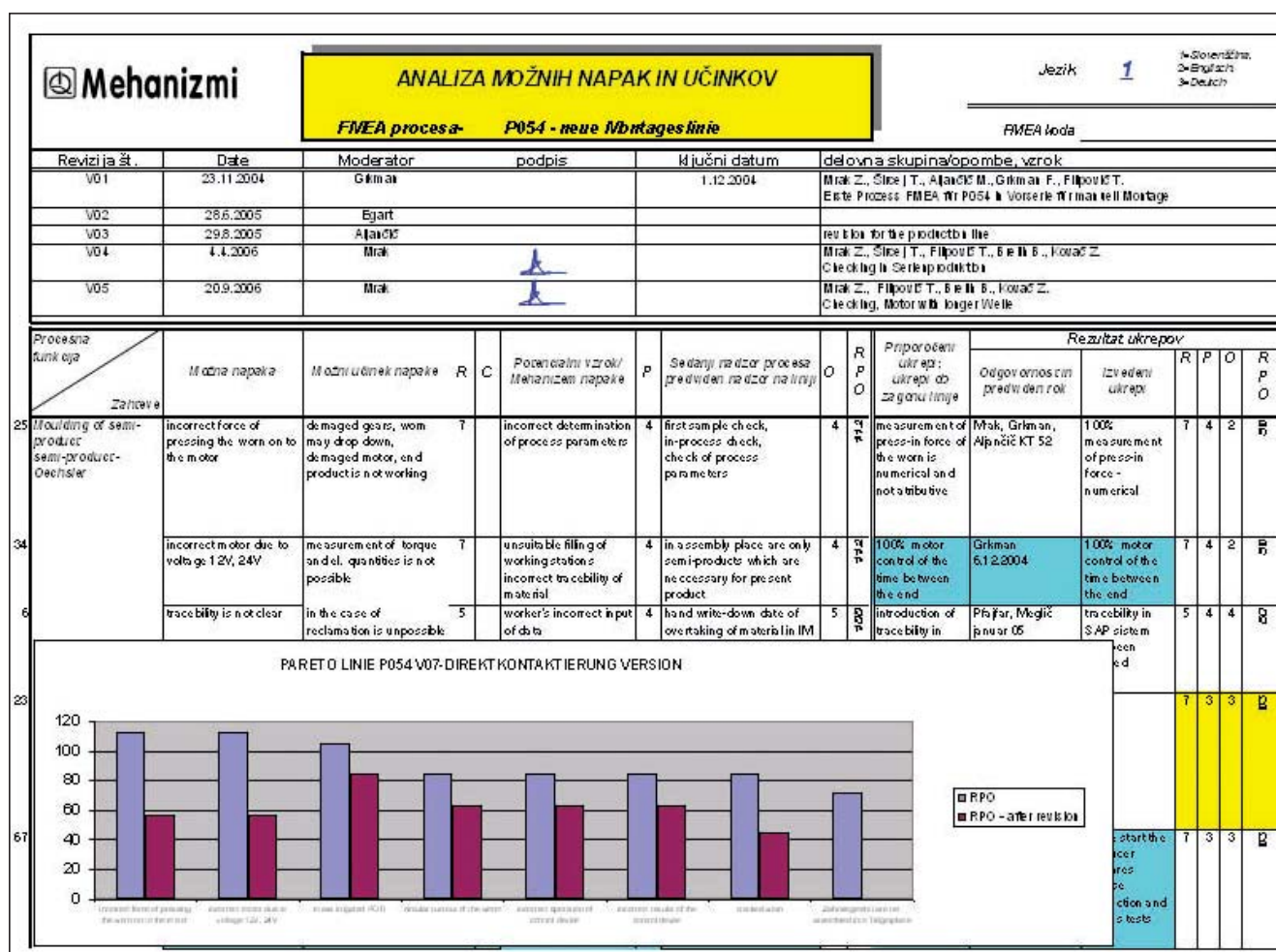
V montažno linijo je bilo treba že na začetku projektiranja in tudi kasneje na podlagi pridobljenih izkušenj vgraditi več kontrolnih montažnih mest. Skoraj vsaka montažna operacija zahteva nadzor, ki ga ni mogoče prepustiti samo delavkam, saj tako ne bi bilo mogoče zagotoviti stabilnega procesa in visoke kakovosti. V nadaljevanju bo prikazano, kako je kontrola vključena na posameznih montažnih mestih – MM. Vse meritve in rezultati meritev se zbirajo v računalniku, ki je del krmilja montažnega sistema.

MM2 – na krožnem avtomatu se sestavljajo sklopke – najzahtevnejši sklop reduktorja. Z izvirno rešitvijo kovanja na zahtevano silo smo omogočili proizvodnjo z zahtevano kakovostjo. Integracija delovnih in kontrolnih postaj omogoča z vlaganjem in nadzorom delavke 100-odstotno kakovost. Postavitev avtomatsko izloča slabe kose in onemogoča mešanje z dobrimi. Enkrat dnevno preverjamo točnost merilnega mesta.

MM 6 – natiskovanje polža na DC-motor z nadzorom sile natiskavanja in končne višine polža. Pri nas razvit montažno-merilni sistem omogoča identifikacijo napak in sprotne ukrepanje. V primeru slabega kosa je za nadaljevanje dela potrebna izključitev montažnega mesta.

MM 7 – kontrola prisotnosti sestavnih delov pred operacijo mazanja na robotu je pogoj za nadaljevanje dela. Če so zobniške letve v napačnem položaju, jih priprava sama poravnava. Za nadzor smo uporabili mehanska tipala, ki aktivirajo svetlobne indikatorje. Če se zazna odstop, se paleta vrne v ponovno vstavljanje manjkajočih delov.

MM 8 – mazanje masti po obodu ohišja in zobniških letev programirano izvajamo na robotu. Količina masti je predpisana, s sistemom doziranja pa dosegamo stabilen proces ($CpK = 2,5$). Sistem zazna in z zvočnim



Slika 4: Analiza FMEA

signalom informira, da je dosežen kritični nivo masti v posodi.

MM 9 – uvijanje zobnikov s pnevmatskim vijačnikom na zahtevano višino je kontrolirano z metodo Poka-yoke. Moment privitja je nastavljen in enkrat dnevno preverjan.

MM 10 – mazanje reduktorskega sklopa izvajamo avtomatsko s šobami. Mazanje preverjamo z optičnimi senzorji, ki zaznajo in informirajo z zvočnim signalom. Nekakovostno namazan kos je potrebno popraviti na naslednjem delovnem mestu. Ko se izvede popravilo, se alarm izključi.

MM 13 – avtomatsko vijačenje 4 vijakov reduktorja izvajamo z dvema pnevmatskima vijačnikoma. Moment je programiran, preverjanje momenta izvajamo enkrat v izmeni.

MM 16 – ker vijačni sistem na predhodnem MM ne kontrolira

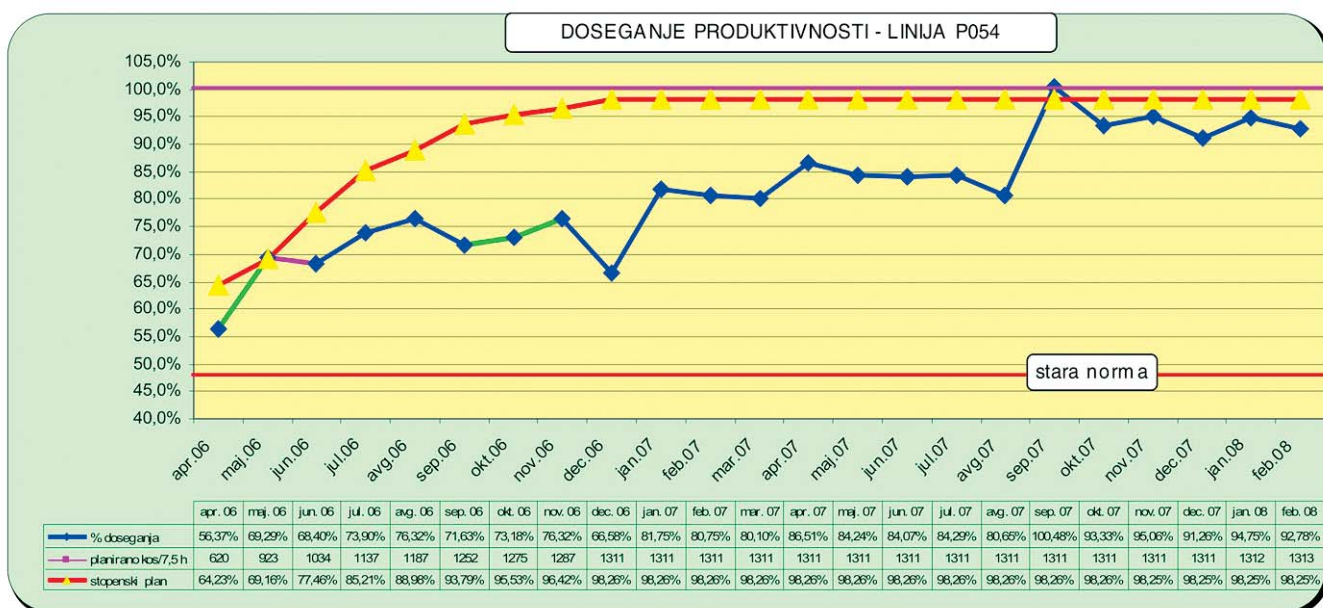
prisotnosti vseh vijakov in globine uvitja, poteka na tem delovnem mestu preverjanje vijačenja. Kontrolo predhodnega privitja izvajamo s programiranim vijačnikom stopnje 2, ki šteje število vrtljajev in zagotavlja predpisan moment. Vijačnik na tem delovnem mestu je bil zaradi

nevarnosti neprivitih vijakov dodan naknadno.

MM 16 – kontaktiranje priključnih vodnikov za različne variante je razvito za vse izvedbe. Če niso priključeni vsi vodniki, paleta ne more zapustiti delovnega mesta. S tem onemogočimo,



Slika 5. Prikaz montažnih mest in stanja v montaži



Slika 6. Produktivnost, 4 % reparature, 0,2 % izmeta in 2 % zastojev

da dobri kosi v nadaljnjih kontrolah niso navidežno slabi.

MM 20, 21 – avtomatski kontrolni montažni mesti, na katerih z optičnimi senzorji kontroliramo končno pozicijo gibanja reduktorja. V primeru odstopa se paleta kodira kot slaba in potuje po opravljenih kontrolah na mesto reparature. Kalibracijo merilnega sistema izvajamo z dummyjem. (merilni indikator z napako ali z nazivno vrednostjo zahtevane mere). Z nadzorom časa pomikanja med končnima pozicijama nadzorujemo ustreznost vgrajenih motorjev.

MM 22, 23 – avtomatski kontrolni delovni mesti, na katerih merimo

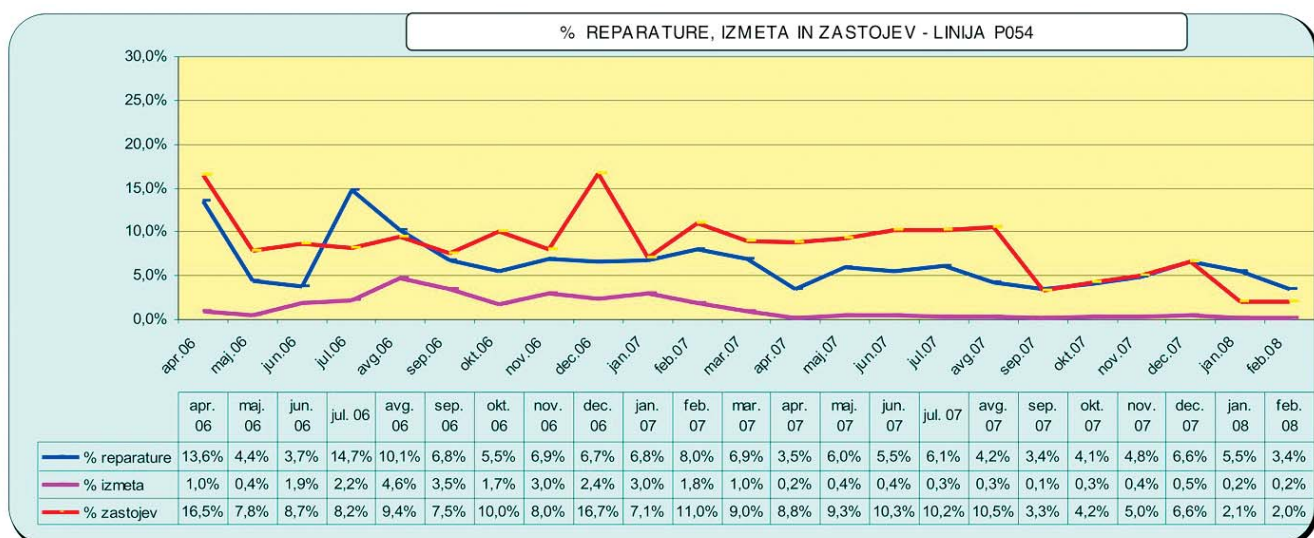
porabo toka v času vrtenja reduktorja in drsenja sklopke. Nadzor merilnega sistema izvajamo dnevno z uporom umerjene vrednosti (dummy). V primeru odstopa se paleta kodira kot slaba in potuje po opravljenih kontrolah na mesto reparature.

MM 24, 25 – avtomatski kontrolni delovni mesti, na katerih merimo moment reduktorja med delovanjem in zdrsom. Nadzor merilnega sistema izvajamo dnevno z vzvodom in utežjo (dummy). V primeru odstopa se paleta kodira kot slaba in potuje po opravljenih kontrolah na mesto reparature.

MM 28 – avtomatsko delovno mesto,

na katerem termotransfer tiskanja nalepk lepi nalepke na reduktor po programu, ki zagotavlja evidentiranje posameznega izdelka. Sledljivost je omogočena po zapisih napetosti, datumu izdelave, kodi izdelka, zaporedni številki kosa in indeksu risbe. Preko pomožnega PC na naslednjem delovnem mestu delavka preverja skladnost podatkov in kakovost tiskanja.

MM REPARATURE – vse palete, kodirane kot slabe, potujejo po opravljenih avtomatskih kontrolah preko pomožne proge na mesto izvajanja reparature, kjer je indikator napak, ki reparaterki definira vrsto zabeleženega odstopa.



Slika 7. Popravila, izmet, zastoji

■ 5 Sledenje izmerjenih vrednosti

Vse izmerjene vrednosti shranjujemo v centralni PC in jih redno posredujemo kupcu. Na PC-ju so tloris montažnega sistema, montažna mesta (slika 5) ter signalizacija odstopov merjenih vrednosti. Svetlobni zapisi opozarjajo na zastoje na določenih montažnih mestih.

V podmenije vpisujemo recepture za posamezne kode, ki zagotavljajo oziroma določajo zahtevane karakteristike vseh tipov reduktorjev.

Zaradi tekočega informiranja smo za delavke izdelali program in industrijski prikazovalnik. Preko prikaza je mogoče spremljanje izdelanih kosov, reparature, izmeta in trenutnega trenda doseganja norme (slika 6).

Izdelane količine so odvisne od zastojev, popravil, izmeta, predvsem pa od motiviranosti zaposlenih (delavk in upravljavcev). Trenutno dosegamo ok. 90-odstotni izkoristek po taktu.

Z dnevnim spremljanjem in zapisovanjem podatkov ugotavljamo upravičenost investicije in doseganje planiranih časov izdelave. Na podlagi rezultatov se izvajajo korektivni ukrepi, s katerimi moramo povečati produktivnost, zmanjšati reparaturo, zastoje in izmet (slika 7).

■ 6 Zaključek

Uspešna montaža in zagotavljanje kakovosti s povezovanjem kontrole v montažna mesta in krmilje montažnega sistema nam omogočata, da v treh izmenah sestavimo 850.000 izdelkov na leto. Strošek investicije je bil vrnjen po izdelanih 720.000

reduktorjih. V podjetju smo pridobili dragocene izkušnje pri načrtovanju, izdelavi in uvajanju avtomatizacije. Samo s sprotnim spremljanjem proizvodnje in takojšnjimi korektivnimi ukrepi lahko zagotavljamo zahtevano kakovost in količine.

Pridobljene izkušnje nam bodo omogočile, da bomo postali priznan dobavitelj tehnološko visoko zahtevnih izdelkov na področju mehatronike, avtomobilske industrije in OEM dobavitelj za električne aparate.

Viri

- [1] Razvojno-tehnološka dokumentacija projekta – linija P054, Iskra Mehanizmi, d. d., Lipnica, l. 2006.

* Prispevek je bil predstavljen na posvetu ASM 07 v Ljubljani.

Automatic control on assembly line – P054

Abstract: The purpose of this article is to present the experiences of a company involved in control for the assembly process when producing a product for the demanding automotive industry. The first part presents the product and the assembly system with assembly places. In the second part, the control places that have to ensure the demanded quality are described. Automated control places are overviewed by the system for the repetition of measurements, which is demanded for 100% product quality for delivery to the customers.

Key words: assembly, assembly systems, quality control, control places, FMEA, KEIZEN, measurement system overview,

nadaljevanje s strani 157

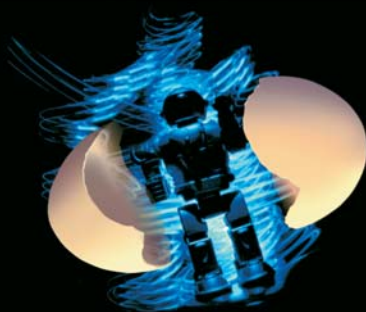
- Filtrirna tehnika
- Delovna hidravlika
- Mehatronski sistemi
- Distribuirana inteligenca
- Simulacijska tehnika

Informacije:

- Universität Karlsruhe (TH), Institut für Fahrzeugtechnik und Mobile Arbeitsmaschinen, prof. dr. inž. Marcus Geimer, Gotthard-Franz-Strasse 8, 76128 Karlsruhe, BRD
- e-pošta: mobilkolloquium@ima.uni-karlsruhe.de
- internet: www.mobima.uni-karlsruhe.de

Prijava aktivne udeležbe: do 31. 03. 2008

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic
28.-30. 01. 2009
hall K, Celje, Slovenia www.ifam.si



Mednarodni strokovni sejem
za avtomatizacijo, robotiko,
mehatroniko, ...

International Trade Fair
for Automation, robotics,
mechatronic, ...

icm
PASSION FOR PERFECTION
ifam@icm.si