

Sledljivost izdelkov v robotski celici

Borut POVŠE, Matjaž HACIN, Darko KORITNIK, Tomaž KORITNIK

Izveček: V prispevku je predstavljen pojem sledljivosti. Natančneje je obravnavana sledljivost v proizvodni industriji. Podana sta dva koncepta strukture sistema sledljivosti, in sicer sledljivost izdelkov na proizvodni liniji in v robotski celici. Slednji je bi uporabljen pri gradnji robotske celice za izdelavo in testiranje kombiniranih zaščitnih stikal (KZS).

Ključne besede: sledljivost, proizvodna industrija, robotska celica

1 Uvod

V zadnjem času se podjetja soočajo z naraščajočimi pričakovanji kupcev po sledljivosti materiala. V preteklosti je bila sledljivost zahtevana samo pri visoko zanesljivostnih sistemih, dandanes pa postaja stalnica na vseh področjih. Tržni pritiski diktirajo višje zahteve po kontroli proizvodnih operacij in uporabljenih materialov zaradi izboljšanja kakovosti produkta skupaj z nižanjem stroškov. Kar je bilo včasih zahtevano zgolj v avtomobilski, letalski in medicinski industriji, se danes pričakuje v veliki večini proizvodne industrije [1, 3].

Beseda sledljivost (ang.: traceability) se v grobem nanaša na zbirko informacij o opravljenih operacijah v procesni verigi. Predstavlja zmožnost preverjanja zgodovine, lokacije in/ali obdelave izdelka z zabeleženimi parametri. Metrološka sledljivost zagotavlja natančno merjenje veličin po določenem standardu. V logistiki se sledljivost nanaša na sledenje izdelku v distribucijski verigi: od surovin do končnega izdelka. Posebej pomembna je sledljivost v avtomobilski in prehrabeni industriji. Poznamo še sledljivost materialov (kjer z določenimi testi na vzorcu materiala zagotovimo predpisane parametre), programske opreme (spremembe,

verifikacije), v medicini (vzorci krvi in tkiv morajo imeti povezavo na pacienta) in podobno) [2].

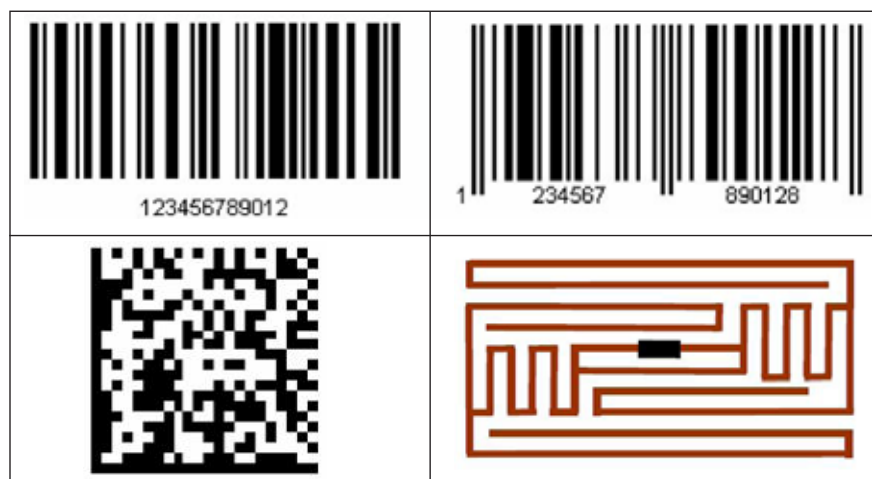
Sodobna proizvodnja zahteva fleksibilno zasnovano sledljivost oz. sistem sledljivosti z učinkovito informacijsko podporo.

Prednosti sistemov sledljivosti v proizvodnji:

- zagotavljanje sledljivosti izdelkov v vseh fazah proizvodnega procesa na temelju ustreznega sistema označevanja in avtomatske identifikacije,
- sprotno obvladovanje proizvodnega cikla in ustrezno reagiranje na spremembe ali prilagajanje spremembam,
- nadzorovanje dela ter kakovosti vhodnih surovin in gotovih izdelkov v realnem času,
- upravljanje inteligentnih naprav v sklopu proizvodnje,
- upravljanje z delovnimi nalogi,
- zaznavanje zastojev in razlogov zanje,

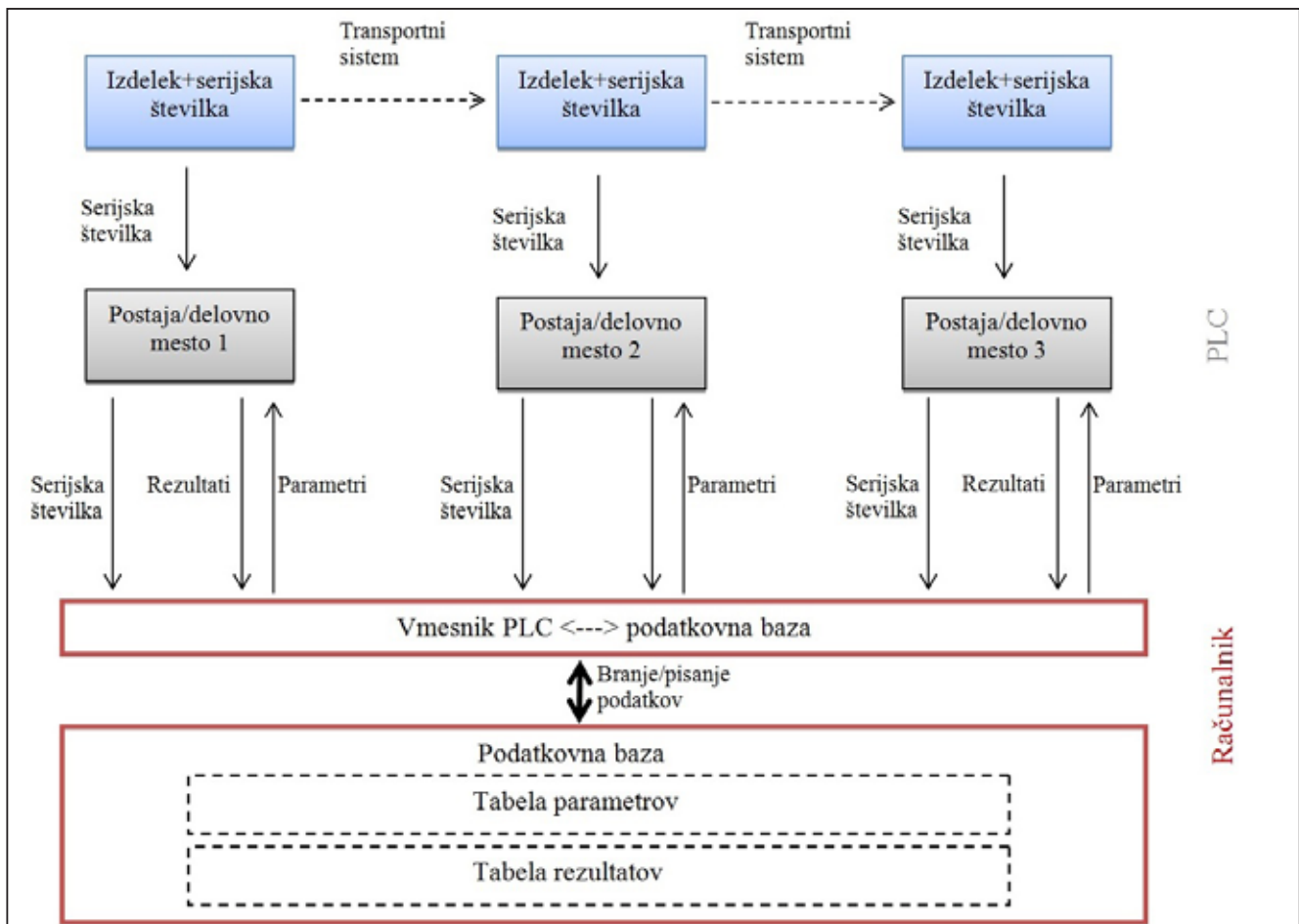
- podrobna analiza zgodovine dogodkov,
- možnost vpogleda v podrobna poročila,
- znižanje stroškov proizvodnje,
- povečanje učinkovitosti proizvodnje in poslovanja.

Poleg omenjenih prednosti sledljivost izdelkov v proizvodni industriji izboljša tudi poprodajno podporo ter sledenje trendom v industriji. Ker vedno obstaja določen delež izdelkov, ki zaradi različnih razlogov ne delujejo pravilno, sledljivost olajša iskanje napak pri posameznem izdelku ter odkrivanje morebitnega skupnega razloga za odpoved večjega števila izdelkov. V preteklosti se je že izkazalo, da je lahko določen sestavni element problematičen (slaba serija pri dobavitelju). Poleg problematičnih sestavnih elementov obstaja tudi možnost napake v postopku oziroma človeške napake (napačen ali izpuščen določen del postopka) [2].



Slika 1. Črtna koda (zgoraj), 2D-koda (levo spodaj), RFID (desno spodaj)

Dr. Borut Povše, univ. dipl. inž.,
Matjaž Hacin, univ. dipl. inž.,
Darko Koritnik, univ. dipl. inž.,
dr. Tomaž Koritnik, univ. dipl.
inž., vsi DAX, d. o. o., Trbovlje



Slika 2. Koncept strukture sistema sledljivosti

■ 2 Sledljivost izdelkov na proizvodni liniji s transportnim sistemom

Na proizvodnih linijah s transportnim sistemom za prenos izdelkov se za sledljivost izdelkov večinoma uporabljajo črna koda (ang.: barcode), dvodimenzionalna koda (2D) ali radiofrekvenčna identifikacija (ang.: radio frequency identification, RFID), kot je prikazano na *sliki 1*. Identifikacija se na začetku procesa namesti na sam izdelek ali na paleto transportnega sistema [3].

Postaje na liniji uporabljajo za identifikacijo izdelka ustrezno bralno/čitalno napravo (skener, bralno RFID-glavo). Večinoma delujejo neodvisno druga od druge in ob prihodu izdelka preberejo potrebne parametre za operacijo iz podatkovne baze. Po opravljenem postopku zapišejo rezultate meritev ali dodelave v bazo podatkov glede na identifikacijsko številko izdelka. Naenkrat je v eni postaji ali delovnem mestu pra-

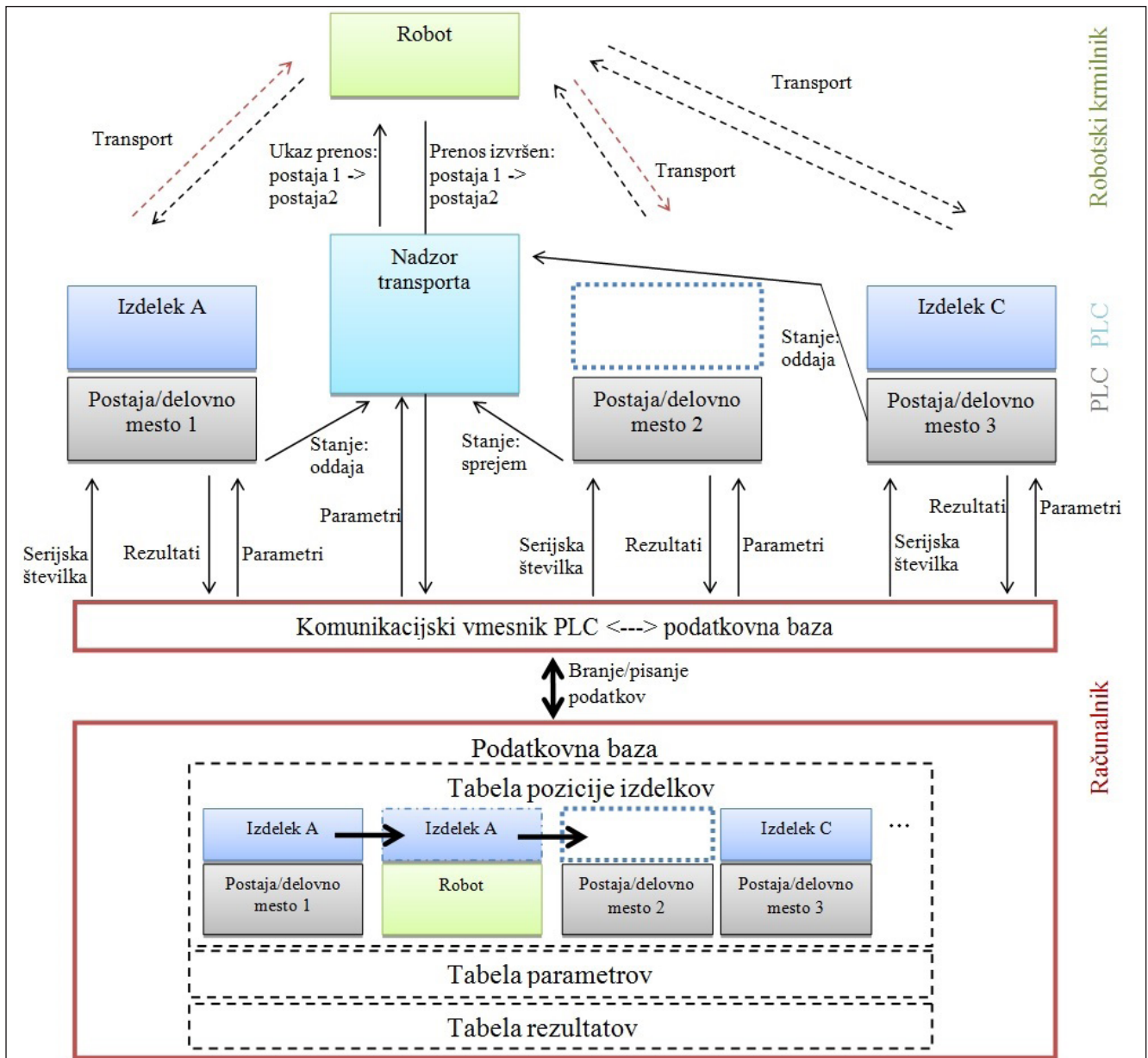
viloma en izdelek. Po prekinitvi procesa se vsaka od postaj zažene tako, da ponovno prebere parametre in rezultate izdelka. Pot izdelka skozi sistem je praviloma ena in jo določa postavitev transportnega sistema. Kompleksnost sistema sledljivosti v tem primeru bistveno ne narašča z velikostjo sistema. Koncept strukture sistema sledljivosti je prikazan na *sliki 2*.

■ 3 Sledljivost izdelkov v robotski celici

V robotski celici je prostor znotraj delovnega območja robota razmeroma omejen, zato za razliko od proizvodne linije nimamo na voljo prostora za vgradnjo bralnih/čitalnih naprav za sledljivost izdelkov. Transport izdelkov izvaja robotski manipulator, zato je glede na izbrane parametre (določena delovna mesta so lahko izključena) možnih več poti izdelka skozi proces. Po prekinitvi je potrebno poskrbeti, da se v nadzornem sistemu shrani sta-

nje prisotnosti izdelkov v postajah in kam je izdelek v prijemalu robota namenjen (kadar se sistem prekine med gibanjem robota). Možna je izpraznitev robotske celice, vendar to zahteva precej časa, kar je v časovno kritičnih proizvodnih procesih nesprejemljivo. Kompleksnost sistema sledljivosti narašča s številom postaj v robotizirani proizvodni celici. Zaradi omenjenih razlik med sledljivostjo izdelkov na proizvodni liniji in v robotski celici je potrebno v primeru slednje uporabiti nadgrajen koncept sledljivosti.

Za ponazoritev delovanja sistema si pogledajmo pot (črtkana črta) izdelka A in pripadajočih informacij (polna črta) skozi sistem (*slika 3*). Izdelek A pridobi serijsko številko na vstopnem mestu v robotsko celico, od koder ga robot prenese v postajo 1. Skupaj s prihodom izdelka se prenesejo serijska številka in parametri za izvedbo operacije preko komunikacijskega vmesnika iz baze podatkov v postajo 1. Sledi izvedba



Slika 3. Nadgrajen koncept strukture sistema sledljivosti

operacij in zapis rezultatov v bazo podatkov. Postaja 1 signalizira nadzoru transporta, da je pripravljena oddati izdelek s pripadajočo serijsko številko. Nadzor transporta prenese iz baze podatkov parametre za izdelek A s serijsko številko, ki mu jo je sporočila postaja 1. Glede na parametre določi naslednjo postajo, v našem primeru je to postaja 2. Če je postaja pripravljena sprejeti izdelek, pošlje robotu ukaz za prenos izdelka iz postaje 1 v postajo 2. Robot se z odprtim prijemalom premakne v postajo 1 in prime izdelek. V istem trenutku izvede prenos iz postaje 1 v prijemalo robota v tabeli pozicije izdelkov, ki je v bazi podatkov. Robot prenese izdelek v postajo 2. V trenutku, ko izdelek spusti, izvede

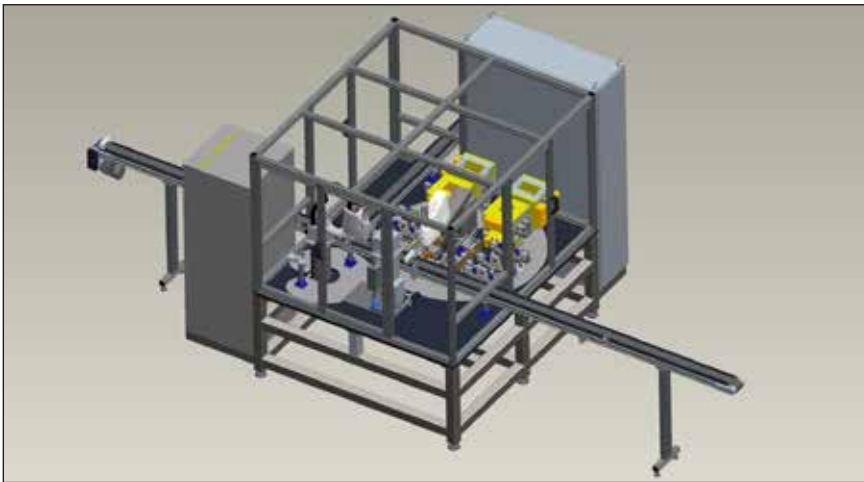
prenos izdelka iz prijemala robota v postajo 2. Pomembno je, da so izdelki glede na trenutno pozicijo v robotski celici ves čas sinhronizirani s pozicijo izdelkov v bazi podatkov. V vsaki postaji in na prijemalu robota je nameščen senzor prisotnosti izdelka. V primeru napake oz. neuskladenosti dejanskega stanja v celici in bazi podatkov se proces ustavi in vrne napako. Po prekinitvi sistema zaradi napake ali zasilne zaustavitve se, podobno kot že med samim delovanjem, preveri, ali je stanje v celici enako stanju tabele pozicije izdelkov. V primeru neuskladenosti se celica avtomatsko izprazni in izbriše tabelo pozicije izdelkov v bazi podatkov.

Ključnega pomena za zanesljivo in robustno delovanje sistema sledljivosti so sledeči sistemski elementi:

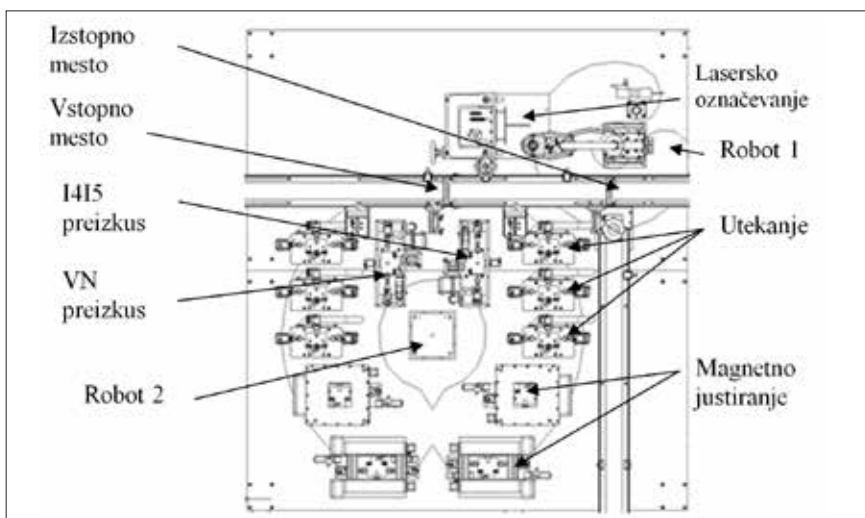
- senzori prisotnosti na vseh postajah in v prijemalu robota,
- tabela pozicije izdelkov s pripadajočo serijsko številko v bazi podatkov,
- usklajen fizični prenos izdelkov med postajami in prenos izdelkov v tabeli pozicije izdelkov v bazi podatkov.

4. Implementacija sistema sledljivosti v praksi

Predstavljeni koncept sledljivosti smo uporabili pri gradnji justirnega centra kombiniranih zaščitnih stikal



Slika 4. 3D računalniški model justirnega centra za kombinirana zaščitna stikala (KZS)



Slika 5. Justirni center za kombinirana zaščitna stikala (KZS)

(KZS), kot prikazujeta *sliki 4* in *5*. V justirnem centru se opravljajo meritve magnetnega odklopa, visokonapetostni preizkus, staranje (utekanje), magnetno justiranje, meritev sile ročice vklopa in testne tipke ter lasersko tiskanje. Naenkrat je v sistemu do 18 izdelkov. Za transport izdelkov skrbijo dva Epsonova robota in transportni trak, ki služi kot povezava med obema robotoma.

Namesto enega robota, kot je prikazano na *sliki 3*, skrbijo za prenos izdelkov v tabeli pozicije izdelkov dva robota in zalogovniki na transportnem traku. Vsak robot komunicira s svojim nadzorom transporta, medtem ko se prenos izdelkov med posameznimi zalogovniki na traku izvaja avtonomno.

Pomemben element celotnega sis-

tema je komunikacijski vmesnik, ki omogoča PLC-ju branje in pisanje iz baze podatkov. Komunikacija med PLC-jem in komunikacijskim vmesnikom, ki teče na računalniku, je izvedena preko povezave TCP/IP. Komunikacija med PLC-jem in robotoma pa poteka preko povezave PROFIBUS.

■ 5 Zaključek

Predstavljeni koncept sledljivosti izdelkov omogoča nemoteno delovanje justirnega centra po prekinitvah brez praznjenja robotske celice (če stanja v robotski celici ne spreminjamo). Dodatno prejema vsaka postaja dinamične parametre za izvedbo operacij na danem izdelku, kar omogoča menjavo tipa izdelka brez predhodnega praznjenja justirnega centra. Ko robot prenese zadnji izdelek istega tipa iz odjemnega mesta, lahko tip izdelka zamenjamo in na dovodni trak naložimo nove izdelke. Omenjeni funkciji prihranita dragocen čas, ki je drugače izgubljen zaradi praznjenja celice, po prekinitvi ali ob menjavi tipa izdelka.

Literatura

- [1] Mitch DeCaire, Traceability Data Integrity – Challenges and Solutions. SMT, 20(3):12–17, March 2006.
- [2] SIPLACE Traceability 1.1, User Guide. Siemens, Item no. 00195515-01, 2007.
- [3] Tilen Mokič, Uvedba sledljivosti izdelkov v proizvodnji Iskratel Electronics, diplomsko delo, Ljubljana 2008.

Product traceability in a robotic cell

Abstract: The paper presents the concept of traceability with emphasis on traceability in manufacturing industry. Two concepts of traceability are introduced. The first discusses the traceability on an assembly line, and the second in a robotic cell. The latter was implemented in a robotic cell for the manufacturing and testing of residual current circuit breakers.

Keywords: traceability, manufacturing industry, robotic cell