

Avtomatizacija paletizacije in transporta posod

Janez Pogorelc¹, Robert Cingl²

¹**Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova
17, 2000 Maribor**

²**Pakman, d.o.o., Teharje 6, 3000 Celje
janez.pogorelc@um.si, r.cingl@gmail.com**

Automation of palletizing and transport containers

Presented is a robotic cell, which is designed for stacking PVC containers coming from the filling line. Stacking on pallets is carried by an industrial robot. Loaded pallets are then transported to the end point. Described are main components that make up the line, design, links and communication between them. Utility, safe operation, settings and control options are also presented. Robotic cell is designed and produced at company Parkman, d.o.o. for the client Belinka Perkemija, d.o.o..

Kratek pregled prispevka

Predstavljena bo robotska celica za avtomatsko zlaganja PVC posod, ki prihajajo iz polnilne linije na palete s pomočjo industrijskega robota. Naložene palete se nato transportirajo do končne točke. Opisane bodo komponente, ki sestavljajo linijo, načrtovanje, povezave ter komunikacija med njimi. Predstavljena bo namembnost in varno upravljanje ter možnosti nastavitvev in nadzora robotske celice. PVC posode z barvo prihajajo iz že predhodno izvedene polnilne linije v robotsko celico, kjer jih robot zloži na palete, ki se nato transportirajo do odvzemnega mesta, kjer jih prevzame viličar. Robotska celica je bila zasnovana in izdelana v podjetju Pakman, d. o. o., za naročnika Belinka Perkemija, d. o. o..

1 Uvod

Predstavljena je robotska celica [1], namenjena zlaganju posod, ki prihajajo iz polnilne linije, na palete s pomočjo industrijskega robota. Naložene palete se nato transportirajo do končne točke. Opisane so komponente, ki sestavljajo linijo, načrtovanje, povezave ter komunikacija med njimi. Predstavljena je namembnost in varno upravljanje ter možnosti nastavitvev in nadzora robotske celice.

Posode z barvo prihajajo iz že predhodno izvedene polnilne linije v robotsko celico, kjer jih robot zloži na palete, ki se nato transportirajo do odzemnega mesta, kjer jih prevzame viličar. Robotska celica je bila zasnovana in izdelana v podjetju Pakman, d. o. o. za naročnika Belinka Perkemija, d. o. o.. Glavni namen investicije naročnika je bil razbremenitev delavcev v podjetju, ki so posode pred tem zlagali ročno, hitrejša paletizacija posod ter zagotavljanje varnosti delavcev, saj so posode lahko polnjene z nevarnimi snovmi.

Na osnovi strojnih načrtov in glede na zahteve tehnologov naročnika, smo izbrali elektro opremo in izvedli načrtovanje elektronskih delov robotske celice.

Po končanih testih komponent v podjetju Parkman smo robotsko celico prepeljali do naročnika, jo zmontirali ter preizkusili delovanje v celoti. Robotsko celico smo izdelali v skladu s predpisi in standardi ter jo predali v uporabo naročniku.

2 Opis linije z robotsko celico

Robotska celica (RC) je namenjena avtomatskemu zlaganju posod na palete ter transportu polnih palet do odzema z viličarjem. RC za paletizacijo sestavljajo robot KUKA s pripadajočo krmilno omaro KRC2, dovzna proga z mestom odzema posode, transporter polnih palet in zalogovnik praznih palet (slika 2). Robotska celica je obdana z varnostno ograjo, ob kateri se nahaja tudi dodatna krmilna omara RO.02.

Posode, napolnjene z barvo (slika 1), ki prihajajo iz polnilne linije, so brizgane iz PVC mase in so različnih oblik. Napolnjeni kanistri

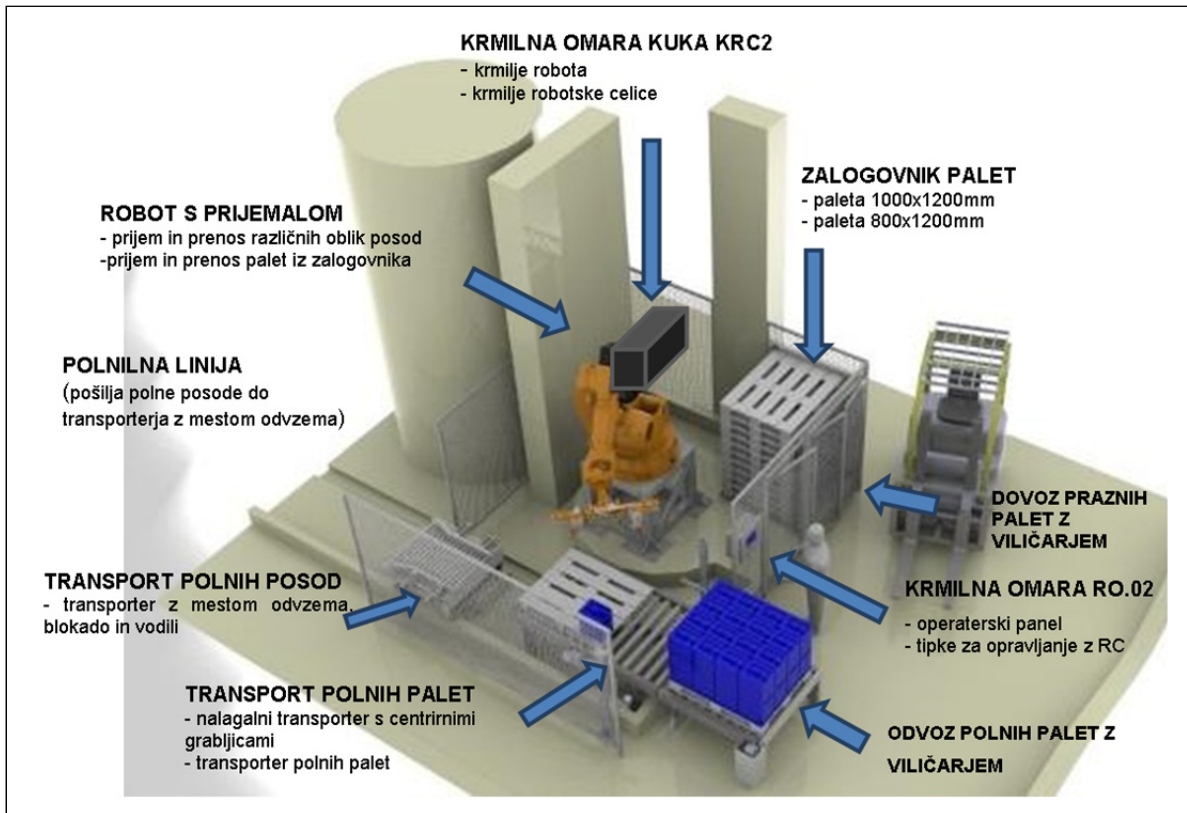
so (glede na velikost) težki od 22 do 60 kg, sodi pa imajo težo okrog 225 kg. Posode se transportirajo in pozicionirajo na mesto odzema z robotom.

Najpomembnejša komponenta RC (slika 1, slika 2) je robot nemškega proizvajalca KUKA KR 360-2. To je šest-osni robot z nosilnostjo do 360 kg in dosegom 2.826 mm [2]. Na roko robota je nameščeno namensko prijemalo (slika 4), ki lahko prime različne tipe posod in tudi paleto.

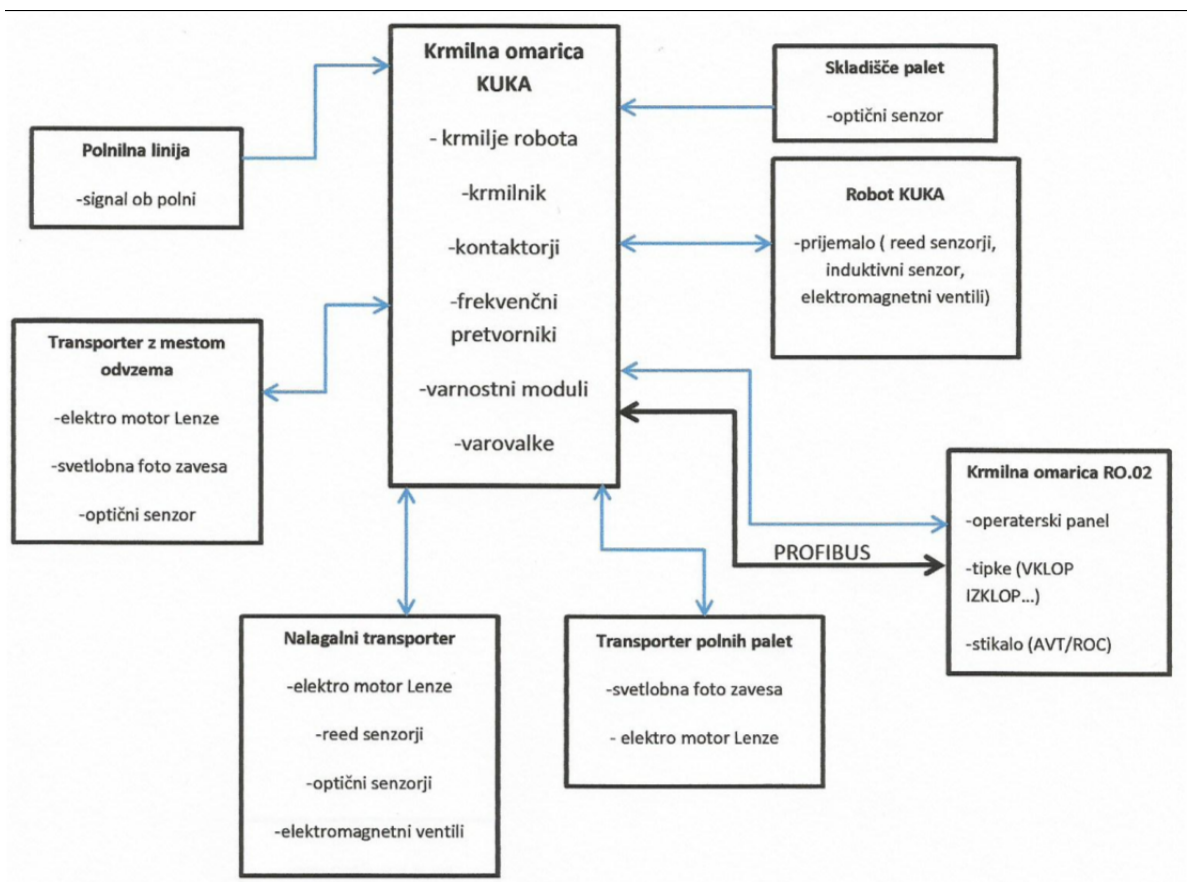


Slika 1: Prijem PVC posode na valjčnem transporterju.

Zalogovnik palet je podstavek, na katerem se nahaja skladovnica palet, ki jih je potrebno predhodno naložiti z viličarjem. Robot nato s prijemalom zagrabi paleto ter jo prenese na nalagalni transporter, kjer nanjo zloži posode. Zložene posode na paleti potujejo po valjčnem transporterju, ki se sicer nahaja izven robotske celice. Tako se polne palete transportirajo do mesta odzema paleta. Skupino posod na polni paleti delavec zavije v zaščitno folijo in zatem zapakirano paleto prevzame delavec na transportnem viličarju.



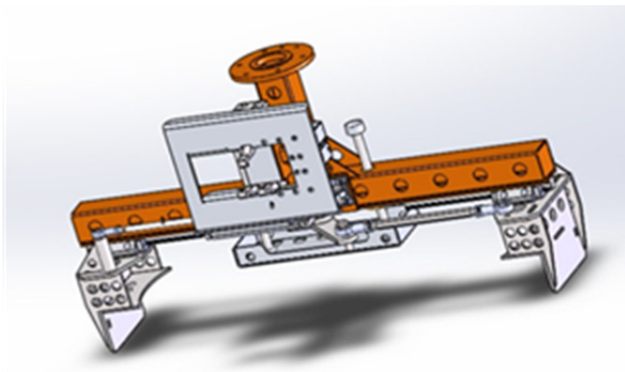
Slika 2: Zgradba robotske celice.



Slika 3: Blokovna shema krmilja robotske celice.

Zahteva naročnika je bila, da mora robotska celica delovati v ročnem, avtomatskem ali stop režimu krmiljenja. Za delovanje RC v avtomatskem režimu morajo biti izpolnjeni določeni pogoji kot so: zaprta in zaklenjena vrata, izklopljena varnostna stikala, izbran program tipa posod, ipd.. Avtomatski režim delovanja lahko prekine stop tipka, prekinitiv varnostne naprave in okvara motorjev ali kontaktorjev. Robotska celica mora zagotavljati tudi varnost osebja, zato je delno zavarovana z zaščitno ograjo z vrati; v področju, kjer pa ni ograje, je zavarovana s svetlobnimi zavesami.

V podjetju Pakman je bilo razvito namensko prijemalo za palete in posode (slika 4), ki je pritrjeno na roko robota. Sestavljeno je iz dveh kavljjev, s katerima lahko prime posode za ročaj, ter iz potisne plošče. Na prijemalo so nameščene tudi klešče za prijem velikih valjastih posod ter palet. Opremljeno je s tremi pnevmatskimi cilindri, in sicer za prijem malih posod, prijem velikih posod in palet ter cilindrom potisne lopute, ki je namenjena preprečevanju nihanja posod ob transportu do nalagalnega mesta. Prijemalo je opremljeno tudi s ploščo za nasedanje, s katero se zaznava višina naloženih palet v zalogovniku.



Slika 4: Prijemalo robota.

3 Krmilje robotske celice

Krmilje je vgrajeno v krmilno omaro robota KUKA, ki vsebuje poleg robotskega krmilnika tudi PLC krmilnik Siemens SIMATIC [3], kontaktorje, frekvenčne pretvornike za pogon transporterjev [5] in varnostne module. Na sliki 3 je prikazana blok shema z razporeditvijo krmilnikov, senzorjev in aktuatorjev.

Na zaščitno ograjo RC je pritrjena tudi krmilna omarica RO.02 (slika 5). Le-ta vsebuje tudi operatorski panel MP270 Touch ter tipke in stikala, s katerimi upravljamo z linijo. Bela tipka na krmilni omarici je namenjena vklopu linije ter resetiranju (ponovnemu zagonu) varnostnega modula, če je bila pritisnjena katerakoli tipka STOP. Rdeča tipka je namenjena izklopu linije, zelena potrditvi zaprtosti vrat, črna pa je namenjena zahtevi za odklepanje vrat. Na desni je rdeča tipka STOP, ki jo pritisnemo ob morebitnih napakah oziroma nepravilnemu delovanju linije. Stikalo, ki je nameščeno v sredini, je preklopno stikalo R-A s ključem, s katerim preklaplamo med ročnim in avtomatskim režimom delovanja linije.



Slika 5: Krmilna omarica z (OP) operatorskim panelom.

Za pravilno delovanje linije morajo naprave med seboj komunicirati. Polnilna linija pošlje logični signal krmilniku v robotski celici, ko jo posoda zapusti ter nadaljuje pot po transporterju [5] do odvzemnega mesta.

Komunikacijo krmilnika z robotom poteka preko podatkovnega vodila Profibus, predvsem zaradi velikega števila spremenljivk kot so: izbran modul zlaganja posod na paletu (odvisno od tipa posod in palet), položaj robota in prijemala, hitrost gibanja ter različne zahteve in potrditve. Po istem komunikacijskem protokolu poteka tudi povezava med krmilnikom in operatorskim terminalom, s katerim izbiramo pro-

grame delovanja ter spreminjamo parametre na liniji.

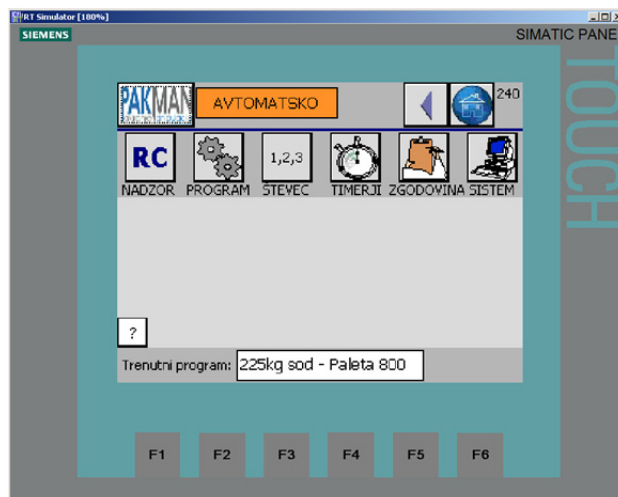


Slika 6: Posode, zložene na paleti.

Glede na potrebe na liniji in zahteve naročnika smo izbrali programirljiv logični krmilnik (PLK) Siemens družine SIMATIC S7-300 [3]. Kot procesorski modul smo izbrali CPE 313C-2DP, ki ima na voljo 16 digitalnih vhodov in 16 digitalnih izhodov. Za potrebe linije smo potrebovali 48 vhodnih in 32 izhodnih enot [1], zato smo krmilnik razširili še z vhodnim modulom SM 321 (32 optično izoliranih vhodov) in izhodni modulom SM 322 (16 optično izoliranih izhodov).

Programska oprema za načrtovanje PLK krmilnika obsega Siemens SIMATIC STEP7 in programski paket PRO TOOL. Osnovni PLK program je bil kodiran v t.i. lestvičnem programskem jeziku (LAD – Ladder Logic), saj ta način zelo pripomore k preglednosti programa.

Vmesnik človek-stroj je bil načrtovan s pomočjo programa SIMATIC WinCC Flexible [4]. Tako je bil realiziran prikaz sistema na operaterskem panelu (OP) MP270 Touch (slika 7), ki se dinamično posodablja, da lahko operater upravlja s sistemom. Prikaz na panelu je grafično oblikovan za čim enostavnejše razumevanje in upravljanje robotske celice. Na panelu se prikazuje sporočila in alarmi, ki jih lahko tudi beležimo. S prikazanimi tipkami na panelu v različnih menijih spreminjamo nastavitve in procesne veličine ter upravljamo z robotsko celico.



Slika 7: Primer začetnega menija na OP.

V sklopu RC linije deluje robot KUKA kot samostojna enota, čigar delovanje je pogojeno s stanjem varnostnega sistema. Avtomatsko delovanje robota je usklajeno s krmilnim sistemom za vodenja kompletne linije. Programska oprema robota KUKA komunicira tako s PLK krmilnikom kot tudi z OP panelom [4].

Za programiranje robota KUKA [2] je bil uporabljen programski jezik SRLC. Program sestavljajo krmilni stavki, vhodno izhodni stavki in ukazi za gibanje. Pri kodiranju je bilo potrebno paziti na omejitve delovnega prostora, saj je potekalo programiranje v zunanjih ali orodnih koordinatah.

Za varnost uporabnikov kot tudi naprav je bilo poskrbljeno z uporabo ustreznih senzorjev, tipkal in indikatorjev. Vstop v RC skozi vrata je mogoč le ob predhodnem odklepanju vrat, kar storimo s pritiskom ustrezne tipke na krmilni omarici. Vrata so opremljena z varnostnimi ključavnicami, ki onemogočajo vstop v RC, ko je linija v procesu delovanja.

Za varnost pred vstopom v RC ob obratovanju v delu, kjer ni varnostne ograje, skrbita dve svetlobni zavesi. Le-ti ob morebitnem nenadzorovanem vstopu v območje delovanja linije nemudoma aktivirata varnostni modul, kar povzroči zaustavitev linije. Robotska celica je opremljena tudi s t.i. STOP tipkami. Nameščene so na predelih, kjer so hitro dostopne operaterju ob morebitnih napakah ali nepravilnem delovanju linije.

Signalizacija delovanja ali prikaz napak na liniji je izvedena s svetlobnim stolpom, ki se nahaja na vidnem mestu na varnostni ograji. Svetlobni stolp (slika 8) signalizira delovanje z rdečo, rumeno ali zeleno svetlobo. Opremljen je tudi s hupo za zvočni signal.



Slika 8: Svetlobni stolp za indikacijo dogodkov.

Rdeča luč: Sveti v primeru izpada delovanja, če je pritisnjena tipka za izklop v sili in stroj ni vklopljen. Rdeča utripa v primeru izpada motorске zaščite ali izpada napajanja frekvenčnih regulatorjev.

Rumena luč: Sveti, kadar je linija v ročnem načinu delovanja in kadar linija prehaja v avtomatski režim. Utripa, kadar je linija v avtomatskem režimu delovanja in se je pojavilo sporočilo ob dogodku (alarmu) na liniji.

Zelena luč: Utripa, kadar linija prehaja v avtomatski režim delovanja. Sveti, kadar je linija v avtomatskem režimu delovanja.

Hupa: Prekinjeno trobi 5 sekund, kadar linija prehaja v avtomatsko delovanje in 10 sekund, kadar pride do posebnega dogodka (alarm) na liniji.

4 Zaključek

Predstavljena je robotska linija za avtomatsko zlaganje posod na palete in njihov transport. Opisani so nekateri pomembnejši sklopi, ki sestavljajo robotsko celico ter njihova vloga pri

delovanju. Predstavljena je pomembnejša elektro oprema ter opisano delovanje in varno upravljanje z robotsko celico.

Za robotsko celico smo izrisali elektro načrte [1], sodelovali pri sami izdelavi krmilnih omaric in programiranju robota KUKA ter PLK krmilnika. Uredili smo tudi tehnično dokumentacije in uporabniška navodila za osebje. Izdelava robotske celice je potekala tri mesece vse od naročila do predaje. Po testiranjih in predaji na robotski celici ni bilo večjih težav, tako da linija obratuje že približno dve leti brez napak.

Prijemalo, ki se nahaja na robotski roki, smo testirali in nadgrajevali že v fazi načrtovanja, saj je šlo za unikatno izvedbo, namenjeno prijemu točno določenih oblik in tež posod ter palete.

V podjetju, ki je naročilo robotsko celico, je le-ta pripomogla k hitrejši in zanesljivejši paletizaciji posod za predajo končnemu kupcu. Dosežen je bil poglobitni namen investicije t.j. razbremenitev in varnost delavcev v podjetju, ki so pred tem ročno zlagali posode na palete. Finančni učinki za zdaj še niso znani, vendar se ocenjuje, da se bo investicija poplačala v nekaj letih.

5 Literatura

- [1] R. Cingl: Avtomatizacija linije za paletizacijo in transport posod, diplomsko delo visokošolskega študijskega programa Elektrotehnika, UM-FERI, marec 2013.
- [2] KUKA: http://www.robots.com/pdfs/kr60_datasheet.pdf.
- [3] Siemens SIMATIC: <http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia-portal/simatic-step7-basic-v11/screenshots/Pages/Default.aspx>.
- [4] Siemens SIMATIC: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/23615705?func=ll&objId=23615705&objAction=csView&nodeid0=10805161&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&load=content>.
- [5] Lenze: <http://www.transdriveonline.co.uk/products/0000-55kw-single-phase-input-ac-drives/lenze-smd-esmd551x2sfa-ac-inverter-0-55kw-1ph-240200v>.