

UPRAVLJANJE TRANSPORTNIM SUSTAVOM U PROIZVODNJI KRMNIH SMJESA

CONTROL OF CONVEYING SYSTEM IN FEED MILL PRODUCTION

S. Plietić, D. Filipović, D. Kušić

Stručni članak
UDK: 636.085.68
Primljeno: 4. listopada 2004.

SAŽETAK

Klasično upravljanje realizirano je različitim analognim uređajima, koji uglavnom rade zadovoljavajuće. Napredak tehnologije mikroprocesora uvodi nove mogućnosti u sustav vođenja i upravljanja procesom transporta.

U ovom je radu izložena usporedba klasične i nove koncepcije upravljanja transportnim sustavom. Također su dane neke primjedbe na obe koncepcije u eksploataciji.

Ključne riječi: automatizacija, računalo, regulator, transporteri

UVOD

Primjena tehnike i tehnologije računala postala je nezaobilazan dio suvremene proizvodnje, te se time otvaraju nove mogućnosti u području tehnološkog napretka, akvizicije i automatizacije bilo kojeg procesa ili njegovog segmenta, bilo proizvodnog, bilo transportnog.

Tvornice krmnih smjesa (TKS) već duže su vrijeme zanimljive za primjenu visoke tehnologije na području automatizacije. Opravdanost ulaganja u opremu i sredstva za izgradnju takvog sustava očituje se prije svega u povećanju: učinkovitosti, kakvoće gotovog proizvoda, djelotvornosti i pojednostavljenju poslovanja, a potom u optimalnoj potrošnji energije, podizanju tehnološke i poslovne discipline, kao i brzom i potpunom pregledu poslovanja (Plietić, 1993.b).

Prije primjene novih suvremenijih metoda upravljanja transporterima, obavljen je pregled postojećeg stanja u mješaonici krmnih smjesa kapaciteta 5 t/h. Nakon pomne analize svih ulaznih, poremećajnih i

izlaznih varijabli pristupilo se realizaciji upravljanja. To je značajan iskorak na području upravljanja transportnim sustavom, kao i racionalizacije energetske potrošnje.

Također u cilju racionalizacije potrošnje energije na transportere su ugrađeni frekvencijski regulatori asinkronog motora, tzv. FRAM, no rezultati tih ispitivanja nisu predmet ovog rada.

SUSTAV UPRAVLJANJA U TKS

Segment centralnog upravljačkog sustava TKS je i sustav za mjerenje i nadzor potrošnje električne energije, koji automatski ograničava vršna opterećenja. Svi podaci vezani uz taj sustav dovode se do centralnog industrijskog računala (IPC) koje potom obavlja dojavu, protokoliranje i zapis podataka.

Doc. dr. sc. Stjepan Plietić, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport; Doc. dr. sc. Dubravko Filipović, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju, Zagreb; Drago Kušić, Kušić promet, Sv. Ivan Zelina, Hrvatska - Croatia.

Upravljački sustav TKS omogućava upravljanje procesom u nekoliko razina, od autonomnog upravljanja svakog pa i najmanjeg dijela procesa do potpuno automatiziranog upravljanja transportnom opremom.

Samo IPC računalo omogućava potpuno automatsko upravljanje transportnom opremom, ali i automatski nadzor cjelokupnog proizvodnog procesa u TKS. Takvim se načinom osigurava potrebna fleksibilnost upravljanja radom transportnih sredstava. Istovremeno, opremljenost transportnih sredstava potrebnim osjetilima (senzorima) osigurava pouzdan nadzor stanja transportnih sredstava, kao i transportnih puteva, te dinamički prikaz odvijanja tehnološkog procesa u upravljanom postrojenju.

Sve izmjerene veličine automatski se obrađuju i protokoliraju kao i svi alarmi i zastoji, te se zapisuju u realnom vremenu.

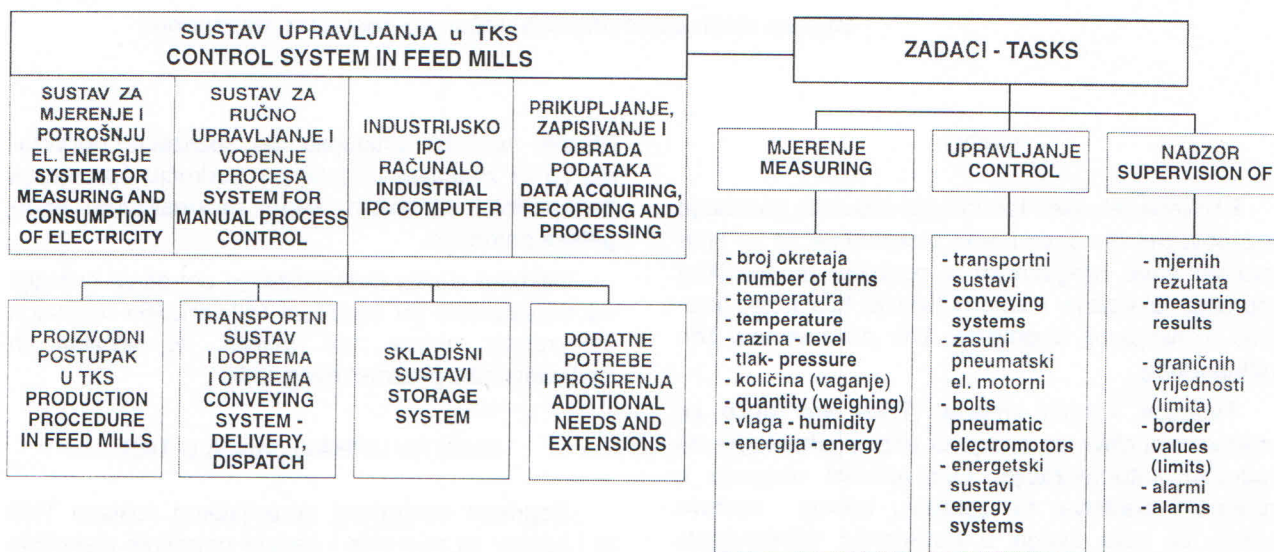
distribuiranih upravljačkih sustava za automatizaciju industrijskih postrojenja u odnosu na ostala varijantna rješenja.

Plietić (1993.a) uspoređuje klasične i nove koncepcije upravljanja peletirkom. Također daje analizu tih koncepcija temeljenu na iskustvima u eksploataciji.

Zdenković i sur. (1993.) istražuju primjenu frekvencijskog regulatora asinkronog motora (FRAM). Regulirani elektromotorni pogoni s asinkronim motorom predstavljaju suvremeno rješenje prigona radnog mehanizma. Upravljački FRAM uređaji cjelovito pokrivaju područje primjene asinkronog motora pri realizaciji reguliranih elektromotornih pogona. Omogućavaju jednostavno rukovanje, nadzor i dijagnostiku stanja elektromotornog pogona. Povezivanjem više elektromotornih pogona jednostavno se realiziraju kompaktne tehnološke cjeline.

Slika 1. Blok shema centralnog upravljačkog sustava u TKS

Figure 1. Block chart of central control system in feed mills



PREGLED LITERATURE

Dužević (1993.) uspoređuje različite sustave za automatsko i središnje upravljanje u industrijskim postrojenjima. Proučava sve univerzalne principe na kojima se temelje sustavi automatizacije, te pristup inženjering djelatnostima pri realizaciji svih sustava. Naglašava prednosti koje ima primjena

Vojšta Duda, (1993.) analizira višegodišnja istraživanja skupine istraživača (Katić, Jović, Plietić, Dobričević; 1987. – 1991.) u cilju određivanja tehnoloških postupaka na utvrđivanju različitih okolnosti i parametara, u postupku automatskog vođenja procesa sušenja na gravitacijskim sušarama za žitarice i uljarice.

Na temelju poznavanja statičkih karakteristika može se izvršiti izbor najvažnijih veličina koje treba održavati na određenoj razini i izbor izvršnih veličina pomoću kojih je moguće uspješno djelovati prilikom promjene poremećajnih i nezavisnih veličina.

Ukoliko je proces djelomice automatski upravljan, tada se zahtijeva i niža razina opremljenosti, a u odlučivanju o izboru regulacijskih (reduciranih) krugova koristit će se statičke značajke. U slučaju optimizacije cjelokupnog proizvodnog procesa, pa tako i transporta, statičke će značajke kao i njihovi matematički izrazi služiti za definiranje sustava jednadžbi procesa, odnosno modela procesa.

STRUKTURA UPRAVLJANJA TRANSPORTERIMA

Klasični postupci upravljanja brzinom vrtnje asinkronog motora su primjena polno-preklopivog motora, primjena klizno-kolutnog motora uz dodavanje otpora u krug rotora, te promjena iznosa napona napajanja statora.

Kako bi se regulirala brzina vrtnje osovine radnog mehanizma u praksi je česta i primjena mehaničkog prijenosnog elementa između osovine motora i radnog mehanizma s promjenljivim

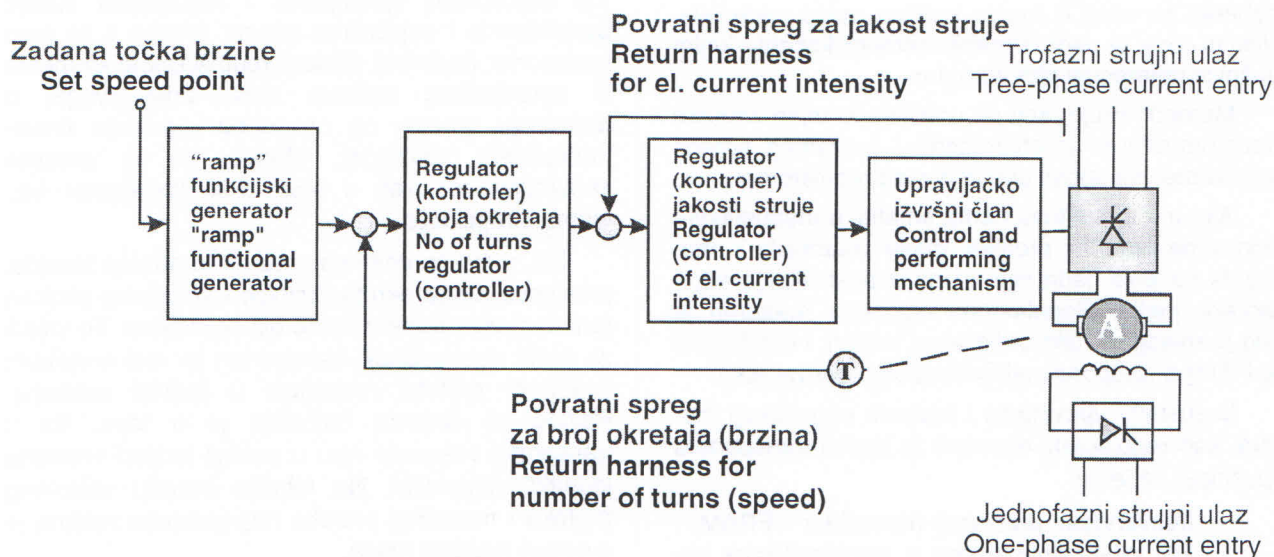
omjerom ulazne i izlazne brzine vrtnje (varijator, remenski i reduktorski prijenos s mjenjačima). Nadalje, pri opterećenju osovine asinkronog motora brzina vrtnje se smanjuje. Potrebno je, naime, da rotor motora zaostane za okretnim magnetskim poljem kako bi se u njemu inducirao napon koji će protjerati struju, a što će rezultirati razvijanjem elektromagnetskog momenta koji se izjednačava s momentom opterećenja na osovini motora. Klasični postupci upravljanja brzinom vrtnje zahtijevaju ili poseban motor ili skupu opremu podložnu čestom kvarenju, uz činjenicu da upravljaju, a ne reguliraju brzinu vrtnje.

Nije zanemariva i činjenica da primjena klasičnih postupaka upravljanja brzinom vrtnje asinkronog motora otežava ili čak onemogućava jednostavno povezivanje više pogona u zajedničku tehnološku cjelinu.

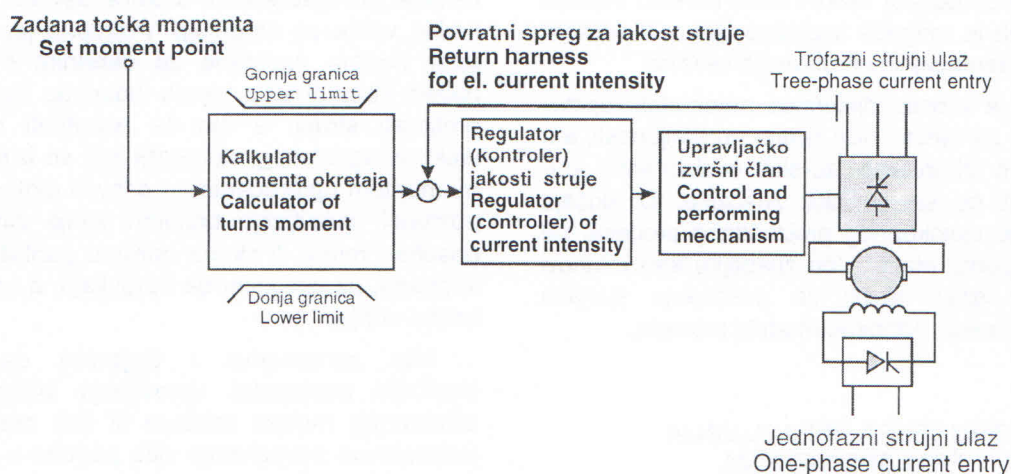
Klasična shema upravljanja prikazana je slikama 2. i 3., u kojima jedna regulacijska petlja nadzire opterećenje (jakost el. struje) pogonskog motora putem zadane granične točke, dok se u drugoj također preko jakosti el. struje izračunava moment okretaja elektromotora.

Takav sustav vođenja omogućava stalan rad i sigurnu proizvodnju s visokim izlaznim kapacitetom, ali s potrebnim povremenim ljudskim nadzorom.

Slika 2. Upravljanje brojem okretaja elektromotora putem tahometra
Figure 2. Controlling number of electromotor turns by tachometer



Slika 3. Upravljanje brojem okretaja elektromotora putem izračuna momenta
Figure 3. Controlling number of electromotor turns



Upravljanje i kontrola opterećenja pogonskog motora

Regulator (kontroler) opterećenja (jakosti el. struje) uspoređuje zadanu točku sa stvarno izmjerenom vrijednošću. Ako pri tom prepoznaje bilo kakvu razliku, on će prema njegovom regulatorskom algoritmu stvarati izlazni signal za kontrolnu upravljačku jedinicu. To vrijedi i u slučaju transportera kod kojeg regulator djeluje na njegovu brzinu. Ako je izmjereno opterećenje motora iznad zadane točke, brzina mora biti povećana, a ako je ispod, mora biti smanjena.

Dakle, promjenom brzine transportera (primjerice pužnice) mijenja se i kapacitet transportera, odnosno dobavlja se veća ili manja količina mase materijala. Učinak toga je veći ili manji moment kočenja kojim pužnica opterećuje elektromotor.

Moment struje, koji se uobičajeno mjeri strujnim transformatorom (pretvaračem) i povratnog sprega su stvarne vrijednosti uspoređivane regulatorom.

Ako u tom sustavu nema smetnji u međusobnim odnosima između protoka mase materijala i momenta kočenja, tada nije nužno uspostavljanje regulacijske petlje. Regulatorski algoritam realiziran je bilo u analognoj, bilo u digitalnoj tehnici, i uobičajeno je PID tipa (proporcionalno integralno derivacijski).

U sustavu upravljanja i nadzora pogonskog motora, kao regulacijski elementi za brzinu transportera (pužnice), rabe se:

- frekventijski pretvarač (konvektor - FRAM) - koji opskrbljuje pogon s promjenljivom fre-

kvencijom napona (promjenljiv pogon izmjeničnom strujom)

- u praksi se upotrebljava i spojka temeljena na vrtložnim strujama, gdje magnetsko polje uzrokuje promjenljiv spoj. Takva spojka predstavlja djelatni (izvršni) dio.

U svakom slučaju, signal prikladan za broj okretaja pogonskog motora (ili radnih dijelova – pužnice) može se regulirati i nadzirati u tzv. unutarnjoj petlji.

Sustav s frekventijskim pretvaračem ima stano-vite prednosti i češće se upotrebljava u regulacijama. Taj elektronički upravljačko - regulacijski sustav opremljen je i pojačalima snage. Smatra li se sam transporter (pužnica) dijelom regulacijskog elementa ili upravljačkog sustava ovisi, prije svega, o djelovanju smetnji na navedenu regulaciju brzine transportera (pužnice). Moguće je te smetnje zanemariti, te uzeti u obzir cijeli transporter kao element regulacije.

No, mora se imati na umu da ta relacija između, primjerice, broja okreta pužnice i volumnog protoka (pužnog) transportera može biti nelinearna. To vrijedi za svaki visokoučinski transporter, jer radi s velikom količinom protoka materijala u jedinici vremena. Razlog toj činjenici najčešće je u tomu što ti transportni volumeni nisu u svakoj jedinici vremena jednako napunjeni. Na relacije između volumnog protoka i masenog protoka najutjecajnija veličina je svakako nasipna masa.

TRANSPORTER

Prethodno opisana regulacijska tehnika temelji se na promjeni opterećenja (struje), premda su i neke druge varijable važne za proces transporta. Proizvođaču krmnih smjesa je u interesu da transportirani materijal bude premješten brzo, djelotvorno i bez promjene količine i kakvoće.

U procesu regulacije transportnih sredstava potrebno je razlučiti tri vrste varijabli:

- **izlazne varijable**, koje su od najvećeg gospodarskog značenja, kao npr. kapacitet transportnog sredstva, stanje materijala (vlažnost, primjesa, lom, pa ponekad i temperatura prenošenog materijala) kao i potrošnja električne energije.
- **ulazne varijable**, koje je moguće hotimično mijenjati, kao što su ulazna količina materijala, brzina transportnog sredstva.
- **poremećajne varijable**, koje ne utječu električno-elektronski na transportno sredstvo, a to su uglavnom fizikalne značajke, nasipna masa, vrsta materijala, vlažnost i temperatura materijala, relativna vlažnost i temperatura zraka okoliša, pa i stanje radnih dijelova transportnog sredstva.

Problem je u tome što te varijable nije jednostavno mjeriti u kontinuiranom "on line" tijeku, stoga se i dalje uglavnom mjeri jakost struje (opterećenje

motora). Idealno će biti mjerenje svih utjecajnih varijabli, od interesa za regulaciju cijelog procesa transporta.

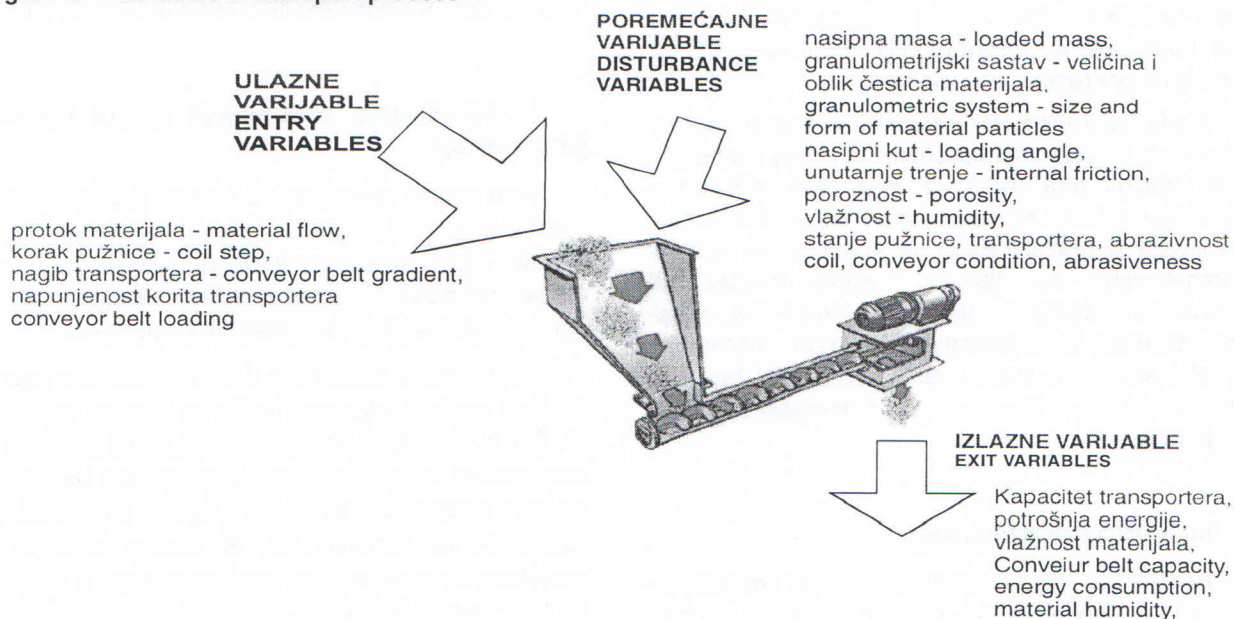
Zadatak je namjestiti ulazne varijable tako da one onemoguće poremećajne veličine, a da se pri tom izlazne varijable održe na zadanim razinama.

Za ostvarenje toga, kao što je uobičajeno u drugim industrijskim procesima, moraju se poduzeti slijedeći koraci.

1. razvijati upotrebljiva i jeftina osjetila (senzore) za navedene varijable. Uz njih, kad je to moguće, treba odrediti, odnosno procijeniti unutarnje varijable.
2. postaviti matematički sustav (formulirati) procesa transportiranja
3. sustavno obraditi i formulirati uvjete za ekonomično poslovanje (proizvodnju), npr. postizanje zadovoljavajućeg kapaciteta transportnog sredstva, uz minimalizaciju oštećenja tijekom transporta, i njegovo održavanje na zadanim razinama s minimalnim utroškom energije.
4. programirati računala (IPC) za mjerenje svih varijabli i namjestiti izlazne varijable u skladu s matematičkim modelom, naravno, kada su uvjeti iz točke 3. ispunjeni.

Očito, glavna zapreka je u točki 1.

Slika 4. Varijable u transportnom procesu
Figure 4. Variables in transport process



Slikom 4 prikazane su sve varijable u transportnom sredstvu. Ocjena koja je varijabla mjerljiva i u kojim uvjetima, je naravno subjektivna. Primjer za to je određivanje loma i primjesa, vrlo važnih za kakvoću transporta. Donedavno je za taj postupak trebalo podosta vremena u "off line" sustavu, dakle u laboratoriju, a za proces regulacije taj podatak nije bio osobito značajan zbog dugog vremena analize.

Uvođenjem brzih analizatora u "on - line" sustav, analiza postaje značajna i za proces regulacije uzimajući u obzir malo vrijeme kašnjenja. No, problem leži u visokoj nabavnoj cijeni analizatora.

Određivanje vlažnosti materijala obavlja se ili u "off line" ili u "on line" sustavu. Analize vlažnosti provedene kontinuirano (on line) vrlo su važne za regulaciju, jer se cijeli sustav regulacije, kao i same proizvodnje ubrzava. Problem su također visoke nabavne cijene "on line" analizatora.

SUVREMENE RAZVOJNE METODE

Današnji razvoj regulatora (kontrolera) temelji se na uporabi mikroprocesora umjesto konvencionalnih analognih regulacijskih krugova.

Za vrijeme pokretanja transportera, opterećenje je (jakost struje) u porastu, pa se često događa da premaši zadanu vrijednost. Svakim premašivanjem zadane vrijednosti povratni spreg stanovito vrijeme nije u funkciji do stabiliziranja procesa. No, ako se u test hodu utvrde neispravnosti regulacije, bit će spriječeno pokretanje transportera.

Kada se transporter pokreće, kompletni sustav, uključujući i eventualni spremnik (bunker) materijala iznad transportera mora biti pod nadzorom regulatora (kontrolera). Pri tome će se transporter kretati neko vrijeme prazan. Kada se koristi takav stupanj automatizacije, svi dijelovi sustava moraju biti ispravni za izvršenje zadatka. Ako primjerice, materijal u bunkeru iznad transportera teži premošćivanju, on tako sprječava kontinuiran "automatski" tijek, i u tom je slučaju rasprava o automatizaciji bespredmetna.

Indikacija preopterećenja

Pri tom je cilj povećati operativnu (radnu) sigurnost, a ukoliko je to moguće, povećati protok,

odnosno kapacitet u svezi s optimalizacijom postrojenja.

Temelj toga je pokazati preopterećenje transportera, koje može nastati na dva načina:

1. zagušenjem prevelikom količinom materijala koji se ne može u potpunosti prenesti od ulaza do izlaza. Uslijed toga dolazi do preopterećenja pogonskog motora, te zaštitna sklopka izbacuje pogon.
2. preveliko proklizavanje radnih elemenata transportera po sloju materijala unutar transportera (npr. radnih krilaca u lančanom transporteru). Postoji stanovita točka kada krilca gube statičko trenje i kliču na sloju materijala. Prije dosezanja te točke, uvijek se pojavljuje mali porast opterećenja, kao pokazatelj mogućeg preopterećenja.

Upravljačko računalo, koje kontinuirano mjereći jakost struje utvrđuje opterećenje, može spriječiti prvi navedeni slučaj s pravilno zadanom graničnom točkom opterećenja. Programski se moraju uzeti u obzir i prekoračenja zadanih točaka pri pokretanju stroja, kao što je već navedeno.

Dakle, ako dođe do preopterećenja automatski postupak je zaustavljanje dotoka materijala u transporter, a potom otvaranje zaklopki za pražnjenje transportera. Utvrđivanje drugog slučaja preopterećenja je puno složenije. Za to uvrđivanje moguće je primijeniti nekoliko metoda, kao što su:

1. Određivanje opterećenja putem izmjene jakosti struje

Sam sustav upravljanja određuje graničnu točku opterećenja, i to u slučaju da jakost struje (opterećenje) često varira u određenom vremenu. To se može prikazati i matematičkim izrazom dl/dt , odnosno derivacijom jakosti struje u vremenu.

Za provedbu te funkcije u mikroprocesoru nužno je uzeti srednju vrijednost nekoliko ulaznih vrijednosti. Da bi se uopće neki parametri mogli postaviti u programske izraze potrebno je poprilično iskustvo i stalno nadziranje procesa. Tako automatiziran sustav bit će jednako brz, ali znatno osjetljiviji, i postupno će ukazivati na preopterećenje u odnosu na prije navedeni sustav.

2. Izravno mjerenje klizanja radnih elemenata

Moguće je mjeriti brzinu vrtnje pužnice ili kretanje radnih krilaca u lančanom transporteru izravno osjetilima (senzorima) kruto učvršćenim na osovini pužnog transportera ili kućište lančanog transportera ili elevatora. Kod pužnice, ako je klizanje preveliko, broj okretaja će pasti ispod zadane granice. Kod elevatora, lančanog i trakastog transportera osjetila se postavljaju na pogonski bubanj, pa se broj okretaja u slučaju klizanja povećava. Takav način zahtijeva malo više napora mjerne tehnike.

Nakon indikacije preopterećenja moguće je povećanjem ili smanjenjem brzine pužnice ili radnih elemenata, pa čak i zaustavljanjem dotoka materijala transporter vratiti u normalan automatski rad.

Optimalizacija

Nakon razdoblja pokretanja s optimaliziranim postrojenjem, automatski će se zadati točke za količinu materijala (prema vrsti, nasipnoj masi, vlazi i dr.) i opterećenje (jakost struje) što vodi brigu o pouzdanosti proizvodnji, te o većem protoku. Optimalizacija se može provesti i s postupnim povišenjem vrijednosti zadane točke količine materijala i održavanjem točke opterećenja (jakosti struje) stalnom, što dovodi do većeg protoka materijala, odnosno povećanja kapaciteta transportera.

Proces optimalizacije će biti zaustavljen u slučaju preopterećenja. Nakon povratka na normalan rad prije postavljenu set točku treba smanjiti za najmanje 5% kako bi bila upotrebljiva u daljnjem procesu regulacije.

Drugi put pronalaženja konačnih točaka je utvrđivanje porasta brzine (pužnog) transportera. Ako brzina transportera nije dosegla svoju gornju granicu, tada se i ona može uključiti u sustav regulacije s ciljem optimalizacije proizvodnje.

Bit je u tome što je transportni proces kontinuiran i radi toga zahtijeva lakše upravljanje, stalne ulazne varijable kao i smanjenje ili potpuno odstranjivanje poremećajnih varijabli. Sve je to ovisno o značajkama sirovina; poznato je da se često mijenjaju sastojci pojedinih krmnih smjesa zbog različitih nabavnih cijena, a samim time se u sustavu mijenjaju i značajke materijala. U tom slučaju potrebno je ponovno provesti određivanje graničnih točaka.

RUKOVOĐENJE PROIZVODNOM I TRANSPORTNIM SUSTAVOM PRIMJENOM SUSTAVA PRIKUPLJANJA PODATAKA (data acquisition - DA)

Troškovi prikupljanja podataka

Iako je tehnički napredak značajan, upitno je smanjuje li se cijena radnog sata daljnjom automatizacijom ili je već postignuta praktična granica za transportni proces.

Drugo pitanje je tehnologija osjetila, koja još uvijek nije na razini koja osigurava napredak regulacije i upravljanja transportnim procesom.

Međutim, drugi potencijalni troškovi u transportnom procesu su cijena energije, te cijena potrošnih dijelova (pužnice, ležajevi). Utjecaj na to moguć je jedino posrednim putem, dakle nije u našoj moći. Osiguranjem elektroničkog promatračkog sustava troškovi se mogu obraditi u dvije "ljudske upravljačke petlje":

- kratko, brzo reagirajućom petljom koristeći operatera u TKS.

- elektroničkim sustavom "data acquisition" koji prikazuje stvarne vrijednosti potrošnje električne energije, a ako je moguće i količinu protoka. Ako se premaše zadane vrijednosti, sustav automatski alarmira operatera koji nadgleda sustav postrojenja. Nakon alarma operater prema vlastitoj procjeni poduzima odgovarajuće korake, kao na primjer zaustavlja dotok materijala, zaustavlja transporter i slično.

"Data acquisition" sustav u tom slučaju izračunava prosječne troškove električne energije. Navedena mjerenja i izračuni mogu uključivati cijelu TKS ili samo transportno sredstvo.

Troškovi radnih dijelova (pužnica, ležajevi) moraju se obraditi posebnim programskim paketom, koji nadomješta klasičnu "knjigu održavanja". U tom programskom paketu, osim sati rada transportera evidentira se i približna količina transportiranog materijala, utrošena energija i dr. Na temelju tih podataka moguće je izvršiti i usporedbu transportera.

Tehničko rješenje "data acquisition" (DA) sustava

Tehničko rješenje za "data acquisition" sustav opažanja može biti industrijsko računalo (IPC) kao

osnovni sustav. Isti sustav može poslužiti za upravljanje transportnim sustavom.

Povezivanje sa senzorima ostvaruje se sabirnicom (BUS), koja se serijski spaja s nekoliko procesnih jedinica. Procesne jedinice mogu biti instalirane u upravljačkoj kutiji pogonskog motora transportera, a svaka sadržava vlastiti mikroprocesor za prikupljanje podataka samog procesa.

To rješenje omogućava IPC sustavu veću brzinu za izvršenje zadataka u stvarnom vremenu (real time). "Data acquisition" sustav prikazuje operateru sve važne podatke koji se prema potrebi mogu ispisati kao proizvodno izvješće.

U dobro organiziranoj TKS informacijska struktura može biti vrlo važna za povezivanje DA sustava s glavnim tvorničkim računalom. Povezivanje može biti izvedeno područnom mrežom. Podaci proračuna, slijedom opažanja, kao npr. analiza troškova, vrsta smjese, pristupačni su preko glavnog računala.

U načelu to zahtijeva određene napore u programiranju, ali se izbjegavaju problemi koji proizlaze iz nekonzistentnih podataka u različitim računalima. Povrh toga, informacija dolazi odmah do financijskog stručnjaka koji odlučuje o cijenama i troškovima.

IPC je relativno pouzdano rješenje s niskim ulagačkim (investicijskim) troškovima. Pouzdanost takvog sustava je nužna i zbog otežanih uvjeta rada cijelog sustava, od osjetila do računala.

Osjetila - senzori

Informacijska arhitektura koja se temelji uglavnom na aktualnim podacima dobivenim većinom putem "on line" osjetila (senzora), može biti uspješna jedino ako je informacija ispravna.

To zahtijeva besprijekoran, točan i pouzdan sustav uz kvalitetnu pretvorbu fizikalnih principa.

U današnjoj primjeni u procesu transporta su "on line" osjetila (senzori) za različita mjerenja, kao primjerice:

- mjerači protoka, masenog i volumnog
- brojači okretaja - brzina
- mjerači razine tekućina i sipkih materijala
- analizatori vlažnosti mase materijala
- higrometri, anemometri i drugi mjerni uređaji

- temperaturna osjetila (Pt 100, NTC, PTC)
- manometri s pretvaračima

No, prije uključivanja u sustav za prikupljanje podataka bilo kojeg od navedenih osjetila potrebno je savjetovati se s informatičarima, kao i uvažiti naputke proizvođača dotičnih osjetila.

Mjerenje masenog protoka

U tu svrhu prikladna je protočna vaga ili neki drugi sustav za određivanje mase, uglavnom visokih nabavnih cijena.

Mjerenje masenog protoka pomoću broja okretaja pužnice vrlo je neprecizno. Jedna od metoda kompenzacije te nepreciznosti je upotrebljavanje signala pužnice, akumuliranje vrijednosti količine materijala mjerene signalom pužnice, te uspoređivanje tog podatka sa stvarnom količinom (masom). Takav se podatak može proslijediti u računalo TKS putem linije za prijenos podataka, ili se pak može kao ukupna vrijednost transportiranog materijala uz pomoć operatera ubaciti u računalo na kraju procesa.

Utvrđivanjem razlike između stvarne i akumulirane vrijednosti količine procjenjuje se, a zatim namješta broj okretaja za sljedeći tijek proizvodnje, uz uvjet transportiranog materijala istih karakteristika. U tom postupku itekako treba voditi računa o promjeni nasipne mase materijala i pri tom je potrebno uzeti u obzir bilo koju eventualnu nelinearnost.

Također, svi posredni sustavi za mjerenje mase teško se mogu namijeniti "analizi troškova", jer se karakteristike transportiranog materijala poprilično mijenjaju, a proračuni koji bi iz toga proizašli mogu biti nepouzdana, što je neprihvatljivo za financijsku analizu.

Mjerenje potrošnje električne energije

Mjerenje potrošnje električne energije u procesu transportiranja može se relativno lako ostvariti uporabom vatmetra, pridruženog odgovarajućoj transportnoj liniji.

Treba pripomenuti da strujni transformatori el. motora na temelju kojih se nekada izračunavala potrošnja električne energije ne osiguravaju pouz-

danu električnu informaciju, jer ne prihvaćaju promjenu $\cos \varphi$ motora.

**UPRAVLJANJE TRANSPORTEROM KAO
DIJELOM CJELOKUPNOG SUSTAVA
AUTOMATIZACIJE PROCESA PROIZVODNJE
KRMNIH SMJESA**

Cjelokupan proces transporta, kao što je poznato, ne uključuje samo upravljačke petlje, već upravljanje i međusobni zahvat svih pomoćnih pogona i uređaja, kao npr. instalacije dodavanja tekućina, detektore čelija i dr.

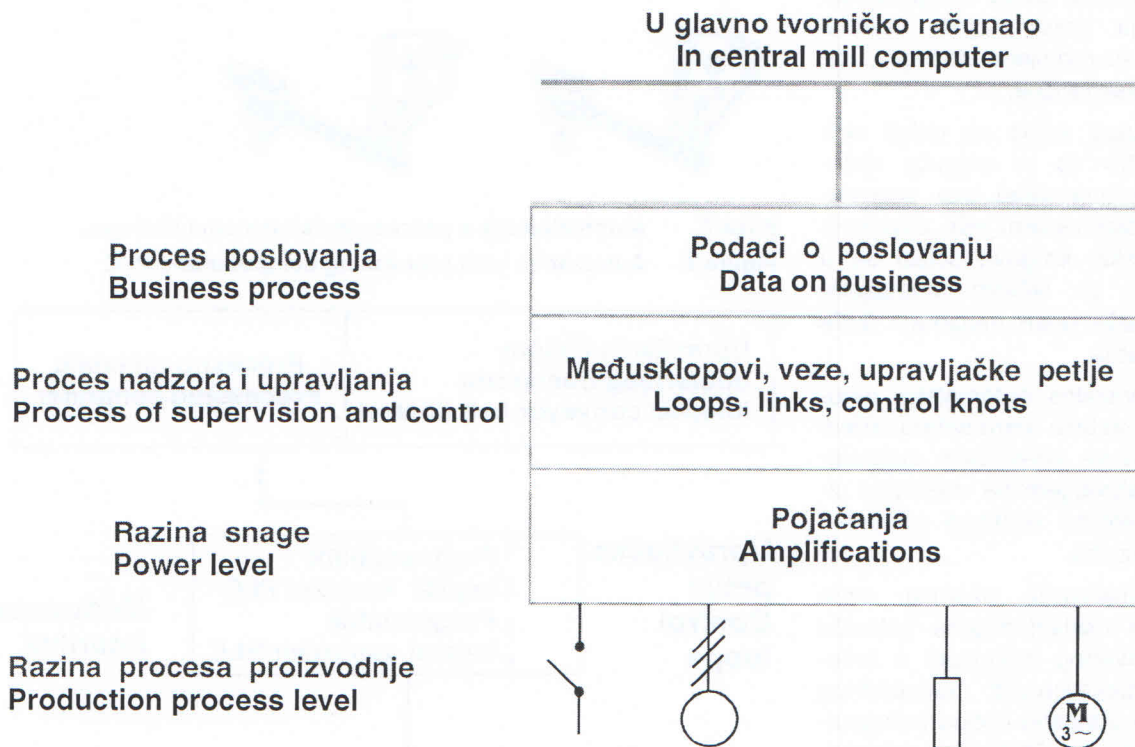
Međusobna veza je u pravilu izvedena s programabilnim logičkim kontrolerom (PLC - regulatorom).

Slikama 6. i 7. prikazane su dvije konfiguracije automatiziranja transportnog procesa.

U prvom slučaju (sl. 6.) upravljačke petlje su ostvarene putem upravljačkih uređaja. U sustav je uključeno industrijsko računalo (IPC), koje održava vezu s kontrolerima (regulatorima) preko serijskog međusklopa ili putem digitalno analognih pretvarača (D/A).

Spajanje na PLC se u pravilu ostvaruje serijskim prenošenjem podataka. Navedena konfiguracija

Slika 5. Sustav automatizacije za proces unutarnjeg transporta u TKS
Figure 5. Automation system for internal conveying proces in feed mills



Iznad razine procesa s osjetilima i «aktuatorima» (uređaji kojima se stavlja u pogon neki mehanizam) ili upravljačko izvršnih elemenata nalazi se razina snage, koja vrši pojačanja zapovjedne razine upravljanja za izvršne naredbe pogonima, sklopkama i dr. (sl. 5.).

cija osigurava relativno ekonomično rješenje, koje danas upotrebljava većina TKS diljem svijeta.

Drugi slučaj (sl. 7.) prikazuje sustav poslovanja i sustav računala, uvijek spremnih za pokretanje i pripremu linije transporta. Upravljačka petlja izvedena je putem PLC-a, što se ostvaruje s mnogo

ujednačenijom opremom. Osim toga, moguće je ostvariti i niz drugih mnogo složenijih rješenja. Primjerice, cjelokupan sustav, uključujući i poslovanje može se ostvariti jednim PLC-om. U tom slučaju, u programskoj podršci treba uzeti u obzir vrijeme kašnjenja kako bi se mogla osigurati brza reakcija regulatora.

ZAKLJUČAK

Jednostavnim rješenjima automatskog upravljanja utječe se samo na jednu izvršnu veličinu ili samo manji broj da se kompenziraju djelovanja poremećajnih veličina kao što su promjene vlažnosti, napsipne mase i slične.

Djelujući samo na jednu veličinu jedva da je moguće djelomično kompenzirati sve poremećaje, a djelovanjem više odvojenih regulacijskih krugova dolazi se u opasnost da njihovo međudjelovanje izađe izvan nadzora i dođe do oscilacija.

Samostalna automatska regulacija potrebnih parametara slijedi tek kada se višestrukim automatskim djelovanjem na odabrane izvršne veličine postigne unaprijed željen rezultat.

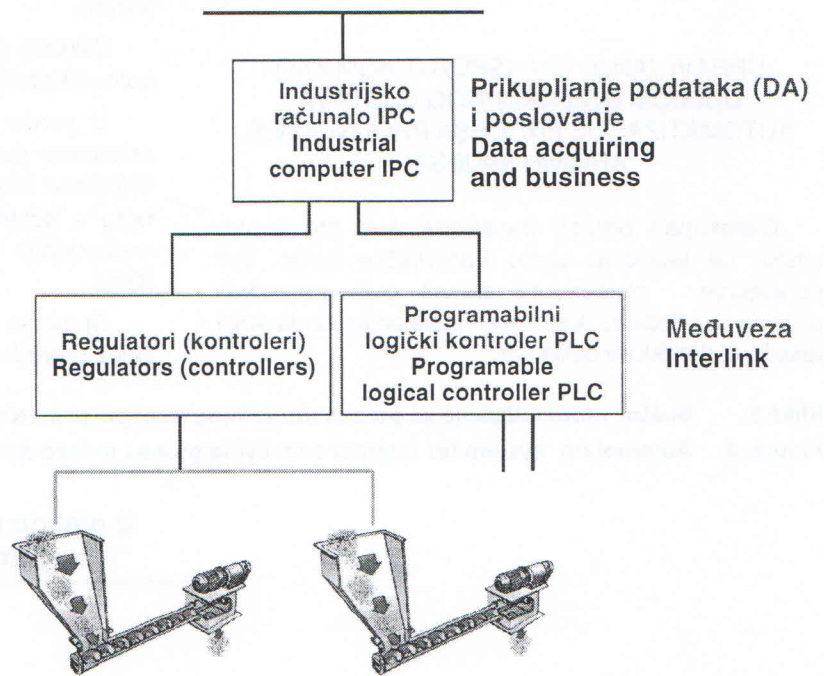
Optimalizacija nastupa onda kada se uskladi željena kakvoća transportiranog materijala s kriterijima djelotvornosti transportnog sredstva odnosno cijelog transportnog sustava višestrukim automatskim djelovanjem na niz zavisnih veličina.

Problem se javlja u sagledavanju svih veličina, u izboru najutjecajnijih i načinu djelovanja na njih.

Bez obzira na razinu opremljenosti postrojenja mora se pred-

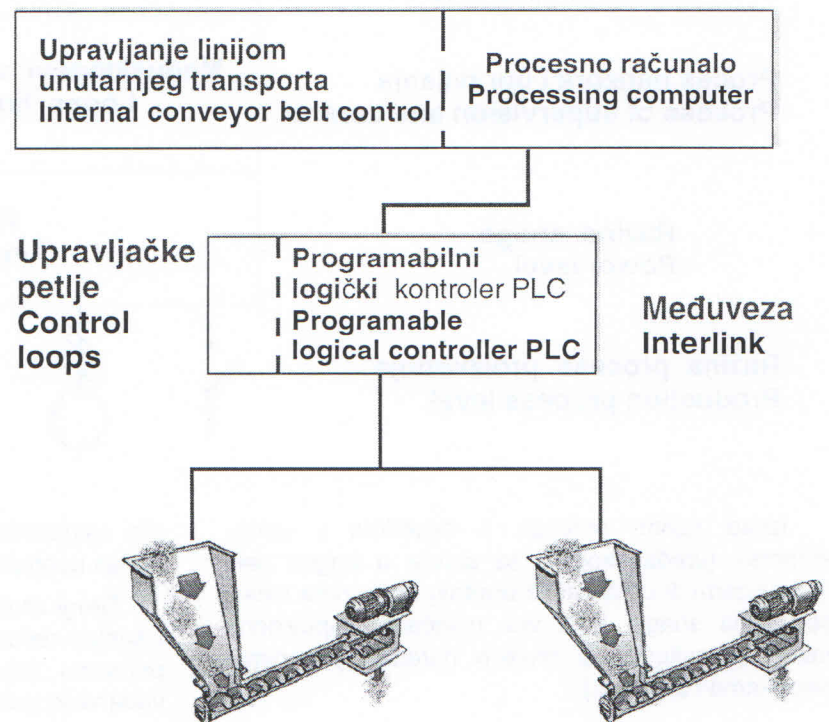
Slika 6. Automatizacija s IPC-om, PLC-om

Figure 6. Automation with IPC or PLC



Slika 7. Automatizacija s procesnim računalom i PLC-om

Figure 7. Automation with processing computer and PLC



vidjeti mogućnost određenih (povremenih) mjerenja, koja će dati informacije za postavljanje parametara u radnu točku kod slabije opremljenih objekata ili za unos u bazu podataka računala kod sredstava i postrojenja opremljenih računalnim sustavom za optimalno vođenje.

No osim povećanog ulaganja, viša razina automatizacije zahtijeva i više održavanja, primjerice senzorski sustav, a između ostalog zahtijeva i dosljedno ažuriranje promjenljivih parametara u sustavu.

Da li će biti primijenjena automatizacija transporterata i u kojoj mjeri ovisi, između ostalog, i o mogućem investiranju - kreditiranju, zatim o količini transportiranog materijala, dakle o količini proizvodnje, te o cijeni energije.

LITERATURA

1. Dužević, T. (1993.): Izbor konfiguracije i rješenja sustava za automatsko i centralno upravljanje industrijskog postrojenja; Zbornik radova "IX međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja"; Stubičke toplice; str. 210. - 222.
2. Plietić, S. (1993. a): Automatsko upravljanje procesom peletiranja; Zbornik radova "IX međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja"; Stubičke toplice; 1993.; 115. - 134.
3. Plietić, S. (1993. b): Uporaba kontinuiranih mjerila mase i vlažnosti u automatizaciji tvornica krmnih smjesa; Krmiva, 35; 4; 1993. Zagreb
4. Vojta Duda, Ljiljana (1993.): Pristup izboru karakterističnih veličina u automatskom vođenju gravitacijskih sušara. Zbornik radova "IX međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja"; Stubičke toplice; 81-90.
5. Zdenković, J., V. Klobučar; M. Perkovac (1993.): Regulirani elektromotorni pogoni s pretvaračima frekvencije. Zbornik radova "IX međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja"; Stubičke toplice; 199. - 210.

SUMMARY

A classical control structure was realized with different analogous devices, mostly working quite satisfactory. Microprocessor technology has introduced new possibilities in the system of transport managing.

In the article the classical and new conceptions in transport systems are compared; some remarks on the application are also given.

Key words: automation, computer, controller, conveyers

narudžbenica

Knjiga:

HRANIDBA KONJA

Autor:

Prof. dr. sc. Vlasta Šerman

redoviti profesor

Veterinarskog fakulteta u Zagrebu

Ime i prezime

Institucija

Telefon

Fax

Broj komada

Potpis