

KOMUNIKACIJA U INDUSTRIJI PRIMJENOM PROFINET PROTOKOLA

Adnan M. Mulaosmanović
Global Ispat Koksna Industrija Lukavac,
Bosna i Hercegovina
e-adresa: adnan.mulaosmanovic@gmail.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-6586

OBLAST: automatika, telekomunikacije, industrijski softver
VRSTA ČLANKA: stručni članak
JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

U ovom radu govorit će se o PROFINET komunikaciji koja se koristi u industriji za potrebe komunikacije između različitih elemenata unutar sistema praćenja i regulacije proizvodnih procesa. PROFINET protokol se temelji na industrijskom Ethernetu i omogućava korištenje TCP/IP standarda, čime se omogućavaju velike poslovne pogodnosti u toku životnog ciklusa proizvodnog pogona. Takođe, PROFINET se zasniva na svim iskustvima sa PROFIBUS-om, te ide korak dalje u svojoj fleksibilnosti poboljšavajući performanse. Sa PROFINET-om je omogućena integracija različite upravljačke opreme od pogonskog nivoa pa sve do kontrolnog nivoa. Koncept PROFINET-a zadovoljava sve zahtjeve industrijske automatizacije i može se koristiti za procesnu automatizaciju koja zahtjeva brzo vrijeme reakcije, tj. vremena ispod 100 ms. Za potrebe drugih aplikacija, kao što je sinhronizirana kontrola kretanja, omogućeno je vrijeme reakcije manje od 1 ms, a za potrebe sigurnosnih aplikacija moguće je koristiti PROFIsafe koji je integrisan u PROFINET.

Ključne reči: PROFINET, mreže, industrija, automatizacija.

Uvod

Industrijski sistemi sami po sebi su vrlo složeni, pa je neminovna njihova podjela na dijelove koji se međusobno nadopunjuju i komuniciraju preko protokola o kojima će biti više riječi u samom nastavku rada.

Osnovni uslov industrijske automatizacije sistema jeste rad u realnom vremenu, kao i pouzdanost, za razliku od poslovne mreže gdje je primarni uslov visoka propusnost i niski operativni troškovi. Industrijski Ethernet, kao što se može vidjeti iz samog naziva, bazira se na već opštepoznatom Ethernet protokolu iz poslovnih računarskih mreža, namijenjenom za industrijske aplikacije. PC (Personal Computer) računari i ostala periferna

oprema (uključujući printere, različite skenere i čitače kartica) preselili su se u industrijsko područje, gdje korišteni sa inteligentnim svičevima (skretnicama) i ruterima Ethernet postaje sve prihvaćeniji i za to nema nikakvih prepreka. Ethernet/IP (IP – Internet Protocol) jeste industrijski, aplikativni protokol, za industrijske automatizacijske aplikacije.

Veliki automatizacijski sistemi koji sadržavaju jedan ili više PLC (Programmable Logic Controller) kontrolera i PC-ova komuniciraju međusobno, a takođe i sa IT (Information Technology) sistemima unutar kontrolnih soba razmjenjujući velike količine podataka, koji se najčešće prenose kroz sigurnu sredinu (neeksplozivnu, bezbjednu sredinu, zaštićenu od jakih elektromagnetnih smetnji). Uočavajući da u takvim uslovima i sa takvim komunikacionim zahtjevima standardi, kao što su TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), Ethernet, Intranet i Internet imaju značajne prednosti nad PROFIBUS-om, razvijen je i standardizovan PROFINET, komunikacioni protokol baziran na Ethernetu koji koristi standardne mehanizme IT komunikacije u realnom vremenu. (Perunović, Radulović, 2010)

Na tržištu postoji mnogo različitih industrijskih komunikacijskih mreža, a neke od njih su fieldbus, industrijski Ethernet, PROFINET, PROFIBUS, MODBUS, CAN, HART i mnoge druge.

Fieldbus

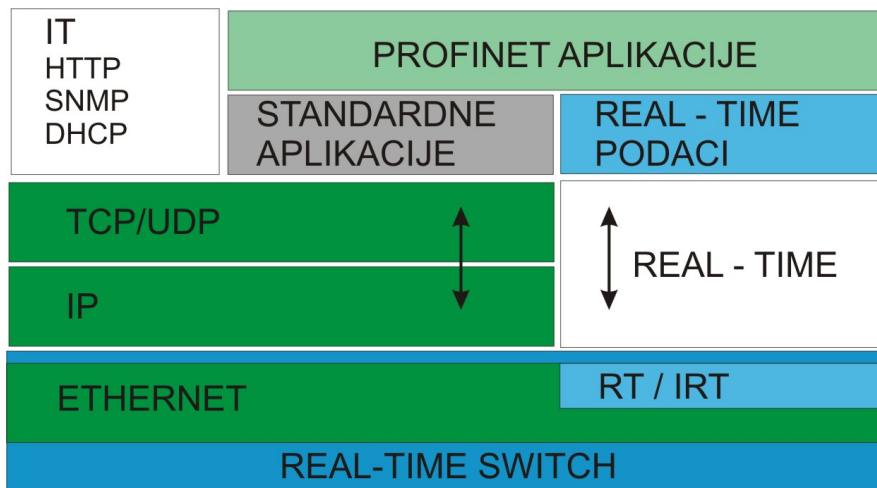
Fieldbus je naziv koji opisuje moderni digitalni industrijski komunikacijski sistem namjenjen da zamjeni postojeće strujne i naponske analogne signale, za čiju je implementaciju korištena velika količina kablova. Pored toga, samo projektovanje i implementacija projekata bila je dosta složena, kao i samo održavanje takvih sistema. Stoga se počelo razmišljati o drugačijem pristupu, odnosno započeo je prelaz sa analognih na digitalne metode prenosa podataka, koje, pored prethodno navedenog, omogućuju i veću preciznost od klasičnog analognog signala. Kada je riječ o fieldbusu radi se o digitalnoj, dvosmjernoj komunikacionoj mreži sa serijskom sabirnicom koja se upotrebljava za povezivanje različitih uređaja kao što su kontroleri, senzori, aktuatori itd. Ono što pruža fieldbus je smanjenje ožičenja, jednostavno lociranje kvara i održavanje opreme, jednostavnost implementacije i nadogradnje, te povećanje modularnosti postrojenja. Svaki od uređaja ima instaliran računarski sistem koji ga čini „pametnim” (Perunović, Radulović, 2010). Ovakvi uređaji mogu obavljati jednostavne zadatke, kao što su kontrola, mogućnost dvosmjerne komunikacije, dijagnostika i funkcije održavanja. Na ovaj način ostvaruje se komunikacija između čovjeka i uređaja, kao i samih uređaja međusobno.

PROFINET standard

PROFINET zadovoljava sve zahtjeve koje pred njega postavlja automatizacijska tehnologija, bez obzira na to da li se radi o automatizaciji proizvodnih pogona, procesnoj automatizaciji ili automatizaciji mašina. Kao standardna tehnologija već se odavno koristi u auto-industriji. Takođe, PROFINET je dosta rasprostranjen i u drugim industrijama kao što su mašinska industrija, industrija hrane, industrije pakovanja i logistike (<http://www.profibus.com>), a svakim danom sve se više koristi i u drugim industrijama kao što su brodogradilišta i željeznice.

PROFINET je standardizovan IEC 61158 i IEC 61784 standardima. Koncept PROFINET-a definisan je bliskom saradnjom sa krajnjim korisnicima, a baziran je na standardnom Ethernetu prema standardu IEEE 802. Dodaci na standardni Ethernet su definisani samo u slučajevima gdje neki od specifičnih uslova nisu mogli biti ispunjeni.

PROFIBUS je otvoreni fieldbus standard za automatizaciju od strane PROFIBUS International, dok je PROFINET otvoreni standard industrijskog Ethernet-a i pokriva različite primjene u automatizaciji. Ove dvije tehnologije mogu se koristiti u različite svrhe i u različitim aplikacijama za povezivanje različitih uređaja, kao što su PLC, SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), industrijski računari, HMI (Human Machine Interface), transmiteri, mjeraci protoka, temperature i pritiska, frekventni pretvarači, enkodери, pozicionatori i sl.



Slika 1 – Stek PROFINET-a
Figure 1 – PROFINET stack
Puc. 1 – PROFINET cтек

Karakteristika ovog protokola je da se omogućava korištenje UDP/IP protokola kao protokola višeg nivoa za zahtjevne razmjene podataka. Paralelno sa UDP/IP (UDP – User Datagram Protocol) komunikacijom, ciklična razmjena podataka u PROFINET-u bazirana je na skalabilnom real time konceptu. Skalabilna real time komunikacija se odvija preko istog kabla za sve aplikacije, u opsegu od jednostavnih upravljačkih zadataka do zahtjevnih aplikacija upravljanja kretanjem. Za vrlo precizne regulacije sa povratnom spregom, deterministički i izohroni prenos vremenski kritičnih procesnih podataka moguć je sa jitterom (*devijacijom komunikacijskog ciklusa*) manjim od 1 μ s.

Pored toga PROFINET omogućava i visoku dostupnost, odnosno obezbjeđuje mogućnost redundantnih rješenja te koncepte inteligentne dijagnostike. Aciklični dijagnostički podaci koji se šalju obezbjeđuju važne informacije koje se tiču statusa mreže i uređaja na mreži, uključujući topologiju mreže. Definisani koncepti redundancije prenosnih medija i sistemske redundancije znatno povećavaju dostupnost sistema automatskog upravljanja.

Tehnologija sigurnosnih rješenja koja se bazira na već dokazanoj PROFIsafe tehnologiji (IEC 61508 i IEC 61784-3-3) korištenoj u PROFIBUS-u, takođe je dostupna i u PROFINET mreži. Sama mogućnost korištenja istih kablova za standardna i sigurnosna rješenja znatno snižava cijenu implementacije cjelokupnog projekta.

Verzije PROFINET-a

Postoje njegove dvije verzije:

- Component Based Automation (PROFINET CBA)
- Input / Output (PROFINET IO)

PROFINET IO omogućuje brz i izravan priključak distribuiranih I/O (Input/Output) uređaja u polju na Ethernet. Bazira se na više od 15 godina iskustva sa uspješnim PROFIBUS DP protokolom i kombinuje standardne korisničke operacije sa simultanim korištenjem inovativnih koncepta Ethernet tehnologije. Ovo osigurava jednostavan prelazak sa dobro poznatog protokola PROFIBUS DP na PROFINET. Budući da su svi uređaji spojeni u jednu mrežnu strukturu nudi se jedinstvena komunikacija tokom proizvodnje, a osim toga omogućuje se jednostavno konfiguriranje, programiranje i dijagnostika. Uključuje real time (RT) komunikaciju i izohronu real time (IRT) komunikaciju za cikličku obradu podataka. Omogućene su i različite mrežne topologije zvijezda, prsten, stablo i linijska topologija.

SIEMENS-ov Step7 alat je zadržao iste preglednike bez obzira dali se konfiguriraju PROFINET ili PROFIBUS uređaji. Programiranje korisnič-

kog programa je isto za oba protokola, pošto se koriste prošireni blokovi i statusne sistemske liste za PROFINET IO (SIEMENS, 2012.).

PROFINET CBA (Component Based Automation) je protokol koji koristi objektno orijentisanu paradigmu. Pretpostavka od koje se polazi je da se sistem može podijeliti na područja (tehnološke module / proizvodne linije). PROFINET CBA koncept fokusira se na sledeće:

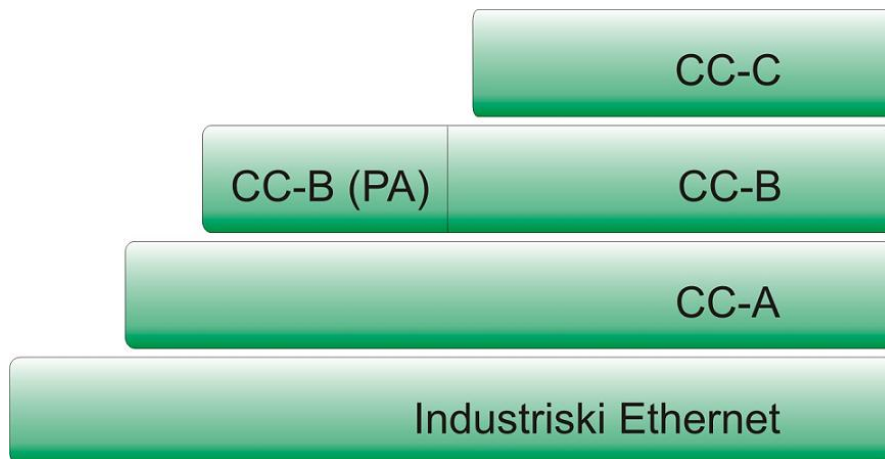
- implementaciju modularnih aplikacija
- komunikacija mašina-mašina (machine-machine)

On omogućava jednostavni modularni dizajn pogona i proizvodnih linija baziran na distribuiranoj inteligenciji koristeći grafički bazirane konfiguratore komunikacija između inteligentnih modula. Sa ovakvim konceptom moguća je implementacija kompletnih tehnoloških modula kao standardnih komponenti koje se mogu koristiti unutar većih sistema.

PROFINET CBA komunicira preko TCP/IP i real time komunikacije. Na primjer komponente koje sadržavaju SIEMENS SIMATIC uređaje kreirani su sa STEP7 alatom, i povezane su koristeći SIMATIC iMAP alat. Komunikacijske veze između uređaja konfigurišu se jednostavno grafičkim interkonekcijskim linijama.

Klase usklađenosti

Postoje tri klase usklađenosti (Conformance classes CC) koje se međusobno nadograđuju i koje su orijentisane prema tipičnim aplikacijama (PROFIBUS Nutzerorganisation, 2011).



Slika 2 – Klase usklađenosti CC
 Figure 2– Conformance classes CC
 Рис. 2 – Классы соответствия CC

CC-A obezbjeđuje osnovne funkcije PROFINET IO sa RT komunikacijom.

Ova klasa sadržava sledeće funkcije:

- cikličku razmjenu I/O podataka sa real time karakteristikama od 1 ms do 512 ms
- acikličku razmjenu podataka za čitanje i pisanje podataka koji se šalju i primaju na zahtjev, kao što su parametri i dijagnostika
- paralelna TCP/IP komunikacija
- fleksibilni alarmni model za signalizaciju grešaka opreme i mreže u tri alarmna nivoa – zahtjev za održavanje, hitno održavanje i dijagnostika.

PROFINET je bazirna na 100 Mbps, full-duplex Ethernet mreži. Brža komunikacija je takođe moguća na svim prenosnim sekcijama (između svičeva, PC sistema ili sistema video nadzora). Kabliranje se prema uputstvu iz standarda IEC 61784-5-3 izvodi dvoparičnim kablovima, a ukoliko je potreban Gigabitni prenos mogu se koristiti četveroparični kablovi. Dodatno, CC-A mreža dozvoljava izgradnju mreže sa aktivnim i pasivnim komponentama prema standardu ISO/IEC 24702 dok se u obzir uzimaju CC-A uputstva za kabliranje. Ovo je zbog toga što se PROFINET kabliranje bazira na standardu ISO/IEC 11801, a gledano sa tehničke tačke gledišta izvedba IEC 24702 kabliranja je ista kao i ISO/IEC 11801, što znači da se sa tehničke tačke gledišta može koristiti IEC 24702. Ovo obezbjeđuje otvorenost i vertikalnu integraciju, barem što se tiče komunikacije.

Aktivne mrežne komponente prema standardu IEEE 801.x mogu se koristiti u klasi CC-A, pod uslovom da podržavaju VLAN (Virtual Local Area Network) oznaku prioriteta. Važno je napomenuti da se za klasu CC-A preporučuje korištenje standarda kabliranja IEC 61784-5-3, ali nije obavezno. Za razliku od nje, mreže koje se koriste u aplikacijama klase CC-B i CC-C moraju biti urađene prema zahtjevima standarda IEC 61784-5-3 (PROFIBUS Nutzerorganisation, 2008). Klasa CC-A je pogodna za sve sisteme i podsisteme kod kojih mrežna topologija i funkcije koje se oslanjaju na nju nisu neophodne.

CC-B proširuje prethodnu klasu i uključuje funkcije za dodatnu mrežnu dijagnostiku i detekciju topologije. PROFINET u ovu svrhu koristi SNMP (Simple Network Management Protocol). Dijelovi MIB2 (Management Information Base 2) i LLDP-EXT MIB (Lower Link Discovery Protocol-MIB) protokola integrisani su u same uređaje. Paralelno sa SNMP protokolom, dijagnostika i informacije o topologiji mogu se takođe prikupiti putem PDEV (Physical Device Object) koristeći aciklične PROFINET servise.

Za uređaje u procesnoj industriji CC-B je proširena na funkcije redundantnosti sistema CC-B (PA).

CC-C opisuje osnovne funkcije uređaja sa hardverski podržanom rezervacijom bendvita i sinhronizacijom (IRT komunikacija) i stoga je osnovna za izohrone aplikacije. CC-C uključuje sve neophodne sinhronizacijske funkcije za aplikacije sa najstrožim uslovima za determinističkim

ponašanjem. Mreže bazirane na CC-C klasi omogućavaju jitter manji od 1 μ s. Ciklički paketi se prenose kao sinhronizovani paketi na rezervisanom bendvitu. Svi ostali paketi kao što su dijagnostički paketi ili TCP/IP dijele ostatak Ethernet bendvita.

U klasi usklađenosti C zadana minimalna brzina osvježenja definisana je sa 250 μ s. Radi postizanja boljih performansi može se smanjivati sve do 31,25 μ s, u zavisnosti od opreme koja se koristi. Da bi se obezbjedila dobra propusnost veće količine podataka kada je vrijeme osvježenja manje od 250 μ s, koristi se metod optimizacije okvira podatka DFP (Dynamic Fame Packing). Na ovaj način čvorovi koji imaju zajedničko ožičenje u linijskoj topologiji adresirani su sa jednim podatkovnim okvirom. Takođe, za cikluse manje od 250 μ s TPC/IP komunikacija se dijeli i šalje u manjim paketima (PROFIBUS Nutzerorganisation, 2011).

CC-C klasa obezbjeđuje da se ulazni i izlazni podaci prenose najbrže moguće unutar ciklusa. Kašnjenja uzrokovana ostatkom komunikacije ili privremenim storniranjem podataka u uređajima su isključeni. Na ovaj način mjerene vrijednosti ili regulacione petlje mogu da ovise o ovim funkcijama i budu snimljene sa mnogo većom preciznošću.

Kabliranje

Specifičnost radnih uslova u kojima rade uređaji u industrijskoj proizvodnji zahtjevaju komponente koje su dosta otpornije od uređaja koji rade u kancelarijskim uslovima. Pošto isti radni uslovi nisu jednaki u svim dijelovima industrijskog sektora postoji podjela na dva posebna tipa radne okoline:

- „unutarnja“ – odnosi se na okolinu koja se može očekivati u upravljačkim centrima, ili upravljačkim ormarima
- „vanjska“ – odnosi se na uslove rada u pogonu, gdje postoji mogućnost pojave visokih temperatura, prašine, vlage, vibracija i slično.

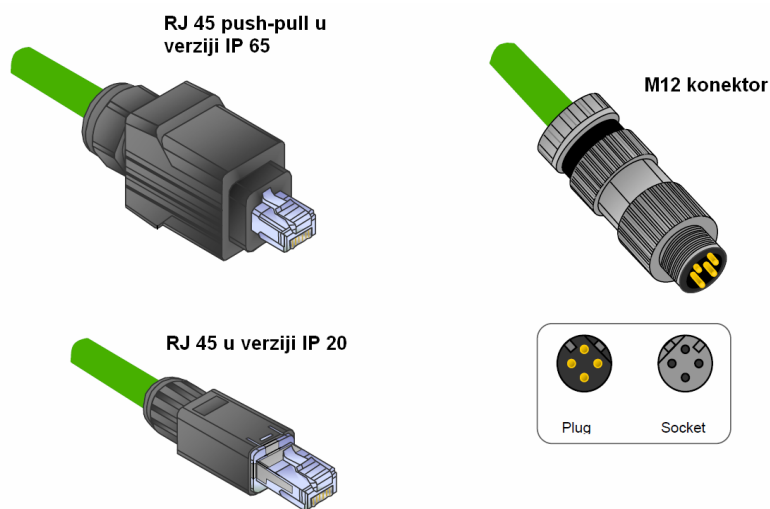
Važno je istaći da se ova podjela ne odnosi na podjelu unutar same mašine. Razlika je jedino u samom kućištu elektroničke opreme.

Jedan od ciljeva PROFINET filozofije je da se unificiraju konektori radi što jednostavnije instalacije. Svi konektori koji ne podliježu specifikaciji PROFINET-a ne smiju se koristiti za PROFINET aplikacije.

Za PROFINET za „unutarnju“ okolinu trebaju se koristiti RJ45 konektori koji su urađeni po standardu IEC 60603-7. Konektori RJ45 sa integrisanom LED signalizacijom kao i drugi RJ45 kompatibilni konektori su dozvoljeni za korištenje. Za uređaje koji pripadaju grupi „vanjskih“ uređaja za povezivanje potrebno je koristiti neki od sledećih tipova konektora:

- RJ 45
- M12

Napajanje uređaja od 24 VDC može se obezbjediti i putem hibridnih konektora koji su izvedeni prema standardu IEC 61076-3-10 ili putem posebnih konektora (PROFIBUS Nutzerorganisation, 2004).



Slika 3 – PROFINET konektori
Figure 3 – PROFINET connectors
Puc. 3 – PROFINET разъёмы

PROFINET kabliranje zasniva se na linku End-to-End, koje je specificirano u standardu IEC 61784-5-3. PROFINET definira jedan na jedan straight konekciju. Cross over kablovi se ne smiju koristiti. Kablovi i konektori moraju da ispunjavaju sve uslove koji su propisani PROFINET-om. Metode testiranja mehaničkog napreznja kablova specificirani su standardom IEC 61935-2, i svi zahtjevi koji su navedeni u ovom standardu moraju biti ispunjeni nakon prvog testiranja.

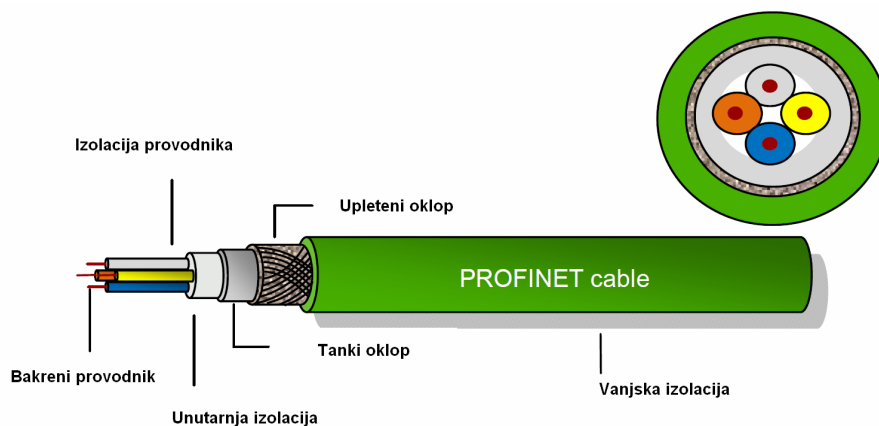
Za spajanje mrežnih čvorova mogu se koristiti bakarni i optički kablovi. U poređenju sa bakarnim kablovima, optički kablovi imaju svoje specifične parametre kao što su slabljenje i valna dužina koji utiču na dozvoljenu dužinu optičke veze.

Bakarni PROFINET kablovi su četverožilni oklopljeni kablovi i mogu da variraju po strukturi žica i/ili materijalu plašta (oklopa) i konstrukciji. Žice su obojene i to tako da prva parica ima žutu i narandžastu boju, dok druga bijelu i plavu. Maksimalna udaljenost između krajnjih tačaka ograničena je na 100 m kao i kod standardnog Etherneta. Bakarni kablovi se dijele na tri tipa prema primjeni:

- Tip A – kablovi dizajnirani za fiksne instalacije,
- Tip B – kablovi dizajnirani za fleksibilne instalacije. Ovo znači da su dozvoljena povremena pomjeranja ili vibracije.

– Tip C – kablovi su namjenjeni specijalnim aplikacijama kao što su stalna pomjeranja kablova nakon njihove instalacije što uključuje pomične lance. U ovom tipu moguća je daljnja podjela na PE kablove, podzemne kablove, vatrootporne nekorozivne kablove (FRNC kablovi), kablove koji se koriste u brodogradnji, putujuće (trailing) kablove.

Specijalne izvedbe bakarnih kablova kao što je njihova fleksibilnost ili korištenje vatrootpornih materijala mogu uticati na maksimalnu dužinu kabla, te je smanjiti ispod 100 m (PROFIBUS Nutzerorganisation, 2010).



Slika 4 – PROFINET bakarni kablovi
 Figure 4 – PROFINET copper cables
 Рис. 4 – PROFINET медный кабель

Kod povezivanja sa bakarnim kablovima mora se posebna pažnja obratiti na izjednačavanje potencijala i na uzemljenje oklopa kabla. Oklop kabla mora se pravilno uzemljiti na oba kraja svakog kabla, što znači na svakom mrežnom čvoru. Ovo uzemljenje se postiže na samim konektorima putem kojih se obezbjeđuje veza oklopa kabla sa uzemljenjem samog uređaja. Odavde slijedi da se svaki od uređaja mora pravilno uzemljiti.

U slučaju gdje je potrebno povezati udaljene mrežne čvorove i/ili gdje su prisutna velika elektromagnetna zračenja i/ili nije moguće obezbjeđiti izjednačavanje potencijala uzemljenja, preporučuje se upotreba optičkih kablova. Za realizaciju optičkog PROFINET-a moguće je koristiti četiri tipa optičkih kablova u zavisnosti od potrebe:

- plastični optički kablovi POF (Plastic Optical Fiber)
- stakleni optički kablovi multimod (multi-mode)
- stakleni optički kablovi multimod (single-mode)
- stakleni optički kablovi sa plastičnim omotačem (HFC- hard-clad-ded silica fiber i PCF – plastic-clad-ded fiber)

Kod korištenja optičkih kablova posebna pažnja se mora obratiti na specifično slabljenje signala koje se iskazuje u dB/km. Maksimalno dozvoljeno slabljenje na jednom linku definisano je standardima IEC 61784-5-3 i IEC 61300-3-4.

Tabela 1 – Poređenje optičkih kablova
Table 1 – Comparison of optical cables
Таблица 1 – Сравнение оптоволоконных кабелей

Tip	Maks. specifično slabljenje	Valna dužina	Maks. PROFINET slabljenje end-to-end	Dužina linka
POF	≤ 230 dB/km	650 nm (LED)	12,5 dB	do 50 m
Multi-mode	≤ 1,5 dB/km	1300 nm	62,5/125 μm: 11,3 dB 50/125 μm: 6,3 dB	do 2000 m
Single mode	≤ 0,5 dB/km	1310 nm	10,3 dB	Do 14000 m
HCF/PCF	≤ 10 dB/km	650 nm	4,75 dB	do 100 m

Kreiranje dodatnih spojeva na optičkom linku dovodi do dodatnih slabljenja signala. Stoga se posebna pažnja mora obratiti na alate koji se koriste kod kreiranja ovakvih spojeva.

Takođe, bitno je znati da se i bakarni i optički kablovi mogu međusobno nastavljati putem konektora. Da bi se obezbjedila kvalitetna veza postoje preporuke po broju ukupnih konektora na jednom linku za oba tipa kablova. Ukoliko se vrši ispravno spajanje moguće je koristiti do 6 konektora na jednom linku kreiranom putem bakarnih kablova, a da se ne pojave značajna slabljenja signala, tj. da se može ići do dužine linka od 100 m. Kod optičkih kablova takođe se može koristiti do 6 konektora bez uticaja na dužinu linka za Multi-mode, Single mode te HCF tipove, dok za POF tip vrijedi da sa povećanjem broja konektora dolazi do pojave većih slabljenja, te se dužina linka smanjuje do 37 m u slučaju korištenja 6 konektora (tri para).

Parametri mrežnih čvorova

Prije nogo PROFINET IO uređaji počnu komunicirati sa PROFINET IO kontrolerom, imena uređaja moraju biti dodjeljena svim komunikacionim partnerima.

Svi uređaji koji su tek kupljeni nemaju dodijeljeno nikakvo ime, ali imaju MAC (Media Access Control Address) adresu koja je jedinstvena i koja se nalazi u samom PROFINET uređaju i obično se ne može mijenjati. PROFINET kontroler može pristupiti uređaju samo kada mu se dodijeli ime, koje će se nalaziti u uređaju. Pored imena, uređaju se dodjeljuje i IP (IPv4) adresa, koja je obično fiksna, i potrebna je da bi se jasno identifi-

kovao svaki čvor. U skladu sa brojem čvorova trebalo bi birati opseg dozvoljenih adresa, a bitno je, takođe, da adrese čvorova ne budu u koliziji, odnosno ne smije se dozvoliti da dva čvora imaju identičnu IP adresu. U većini slučajeva dovoljna je privatna klasa adresa C opsega. Samo u specifičnim slučajevima, gdje je potrebno adresirati više od 254 čvora, treba koristiti klase A ili B.

Radi povezivanja simboličkog imena koje je dato svakom uređaju i IP i MAC adresa služi DCP protocol (Dynamic Configuration Protocol) koji je integrisan u svaki od IO uređaja.

Pošto je DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) jako raširen, PROFINET je obezbjedio i opcionu mogućnost adresiranja putem DHCP-a. Opcije adresiranja koje su podržane od konkretnog uređaja definisane su u GSD (General Station Data File) datoteci koja dolazi uz svaki uređaj.

Mrežne komponente

Kao distributeri signala u PROFINET mreži mogu se koristiti samo uređaji koji imaju funkciju usmjeravanja (switch functionality). Svičevi (skretnice) jesu uređaji drugog nivoa (layer 2) koji podliježu standardu ISO/IEC 15802-3:1988 i koji imaju zadatak da prime pakete podataka na svojim portovima, te da ih selektivno prosljeđuju. To znači da će svič prosljediti paket samo na portove preko kojih će paket doći na ciljano odredište. Svičevi mogu da primaju i prosljeđuju podatke simultano na sve portove (PROFIBUS Nutzerorganisation, 2004). Na ovakav način izbjegavaju se problemi sa kolizijom na mreži. Svaki od PROFINET portova na sviču predstavlja posebnu kolizionu domenu. PROFINET svičevi moraju da ispunjavaju barem sledeće funkcionalnosti:

- podržavaju Ethernet prema standardu ISO/IEC 8802-3 (10/100 Mbit/s),
- podržavaju prekidačke funkcije prema ISO/IEC 15802-3 i IEEE 802.1Q,
- podržavaju standardizovanu dijagnostiku,
- rad u half duplex i full duplex modu,
- podržavaju Auto Cross-Over funkciju.

Kao što je već spomenuto u drugoj tački, PROFINET svičevi treba da podržavaju prioretizaciju okvira podataka (data frames) prema standardu IEEE 802.1Q. Okviri podataka sadržavaju dodatnu informaciju koja se nalazi u zaglavlju okvira, koja se kreće u rasponu od 0 do 7, gdje je prioritet 0 najnižeg nivoa, a prioritet 7 najvećeg nivoa. PROFINET svičevi treba da imaju barem dva reda (queue) za prioritete prema standardu IEEE802.D i Q. Radi postizanja boljih real time karakteristika preporučuje se implementacija do četiri reda prioriteta (PROFIBUS Nutzerorganisation, 2004). Za plug and play PROFINET mreže korisno je da su informacije o mrežnoj topologiji dostupne u svakom trenutku. U tu svrhu koristi

se LLDP, opisan u standardu IEEE 802.1ab, putem kojeg svaki svič otkriva susjede na svakom od svojih portova. Još jedna od karakteristika ovih svičeva je i napajanje koje iznosi 24 V, jer se u većini industrijskih aplikacija često koristi ovaj naponski nivo. Naponski nivo koji se koristi mora biti u opsegu od 18 V do 32 V.

Zaključak

Kao što se vidi, PROFINET predstavlja niz poboljšanja u industrijskim komunikacijama. Na nivou većih proizvodnih sistema, gdje imamo veći broj PLC-ova i PC računara koji komuniciraju međusobno, kao i sa ostatkom IT sistema gdje se razmjenjuju veće količine podataka, PROFINET se pokazuje kao znatno bolje rješenje od PROFIBUS-a. PROFINET je baziran na industrijskom Ethernetu. Glavna prednost PROFINET-a u odnosu na PROFIBUS je velika brzina prenosa podataka koja se kreće do 100 Mbps.

Postoje dvije verzije PROFINET-a: PROFINET CBA i PROFINET IO. PROFINET IO služi za integraciju distribuiranih IO jedinica, dok PROFINET CBA koristi objektno orijentisanu paradigmu promatranja tehnološko proizvodnih cjelina.

PROFINET koristi tri komunikaciona kanala koji imaju različite performanse, a to su: NRT (Non Real Time), RT (Real Time), IRT (Isochronous Real Time).

Kao i sve komunikacione mreže, i ove PROFINET komunikacione mreže imaju aktivne i pasivne komponente. Pošto se radi o specifičnim uslovima rada, posebnu pažnju potrebno je obratiti na kabliranje, tj. povezivanje mrežnih komponenti, te donijeti odluku o tome da li povezivanja odraditi optičkim ili bakarnim kablovima.

Literatura

Perunović, M., & Radulović, M. 2010. Savremeni trendovi u industrijskim komunikacijama. U: Informacione tehnologije – sadašnjost i budućnost, 2010, Žabljak, str.21-24

PROFIBUS Nutzerorganisation. 2004. *Installation Guideline PROFINET Part 2: Network Components*. Karlsruhe Germany: PROFIBUS Nutzerorganisation.

PROFIBUS Nutzerorganisation. 2008. *PROFINET Conformance Class A Cabling*. Karlsruhe Germany: PROFIBUS Nutzerorganisation.

PROFIBUS Nutzerorganisation. 2010. *PROFINET Design Guideline*. Karlsruhe Germany: PROFIBUS Nutzerorganisation.

PROFIBUS Nutzerorganisation. 2011. *PROFINET IO Conformance Classes*. Karlsruhe Germany: PROFIBUS Nutzerorganisation.

SIEMENS. 2012. *PROFINET System Description*. Nürnberg Germany: Siemens AG. Preuzeto sa <http://www.profibus.com/>

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВЯЗИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТОКОЛА PROFINET

ОБЛАСТЬ: автоматика, телекоммуникации, промышленное программное обеспечение

ВИД СТАТЬИ: профессиональная статья

ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

В данной статье обсуждается применение в промышленности PROFINET протокола, для обеспечения связи между различными элементами системы мониторинга и управления производственными процессами. Протокол PROFINET является одним из открытых стандартов Industrial Ethernet, поддерживаемый ассоциацией PROFIBUS & PROFINET International (PI). Он построен на базе TCP / IP и распространенных ИТ-стандартах, при этом дополняет их специальными протоколами и механизмами для обеспечения лучшей производительности в реальном времени. PROFINET обеспечивает интеграцию существующих систем, таких как Fieldbus, Profibus, DeviceNet и Interbus, без замены существующих приспособлений. Это делает его идеальным для различных промышленных применений, в том числе и для автоматизации технологических процессов.

Ключевые слова: *PROFINET, сети, промышленность, автоматизация.*

COMMUNICATION IN INDUSTRY BY USING THE PROFINET PROTOCOL

FIELD: automation, telecommunications, industrial software

ARTICLE TYPE: Professional Paper

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

This paper is about the PROFINET communication used in industry for the purposes of communication between different elements within systems of monitoring and control of production processes. The PROFINET protocol is based on industrial Ethernet and allows the use of TCP / IP standards, which allows big business benefits during the life cycle of a manufacturing plant. Also, PROFINET is based on all the experiences with PROFIBUS, and goes a step further in its flexibility, improving performances. PROFINET enables the integration of various control equipment from the factory level to the control level. The concept of PROFINET satisfies all the requirements of industrial automation, and

can be used for process automation that requires quick response time, i.e. the time below 100ms. For the purposes of other applications such as synchronized motion control, it enables a response time of less than 1 ms, and for safety applications it is possible to use PROFIsafe which is integrated into PROFINET.

Introduction

Industrial systems themselves are very complex so it is inevitable to divide them into parts that complement each other and communicate via protocols which will be discussed in this paper. The basic requirement of an industrial automation system is work in real time as well as reliability, unlike a business network where the primary conditions are high throughput and low operating costs.

Fieldbus

Fieldbus is a name that describes a modern industrial digital communication system designed to replace the existing current and voltage analog signals. The design and implementation of projects with a lot of cabling is quite complex as well as their maintenance. A different approach is therefore needed so the transition from analogue to digital methods of data transfer has started, since digital methods also provide greater accuracy than traditional analog signals.

PROFINET standard

PROFINET satisfies all the requirements placed before it in automation technology, no matter whether it is manufacturing plant automation, process automation or machinery automation. It has already been used in the auto industry as a standard technology for a long time. Also, PROFINET is in use in other industries such as machine industry, food industry, packaging and logistics, and every day more and more is in use in other industries such as shipbuilding and railways.

PROFINET versions

In PROFINET, there are two function classes independent from each other, PROFINET IO and PROFINET CBA. The distributed field devices are connected through the PROFINET IO. Also, it uses three different communication channels to exchange data with the control systems and other devices. For Non real time (NRT) purposes, the standard TCP/IP channel is used for parameterization, configuration and acyclic read/write operations. The real time (RT) channel is used for standard cyclic data transfer and alarms. Isochronous real time (IRT) is a high speed channel used for motion control applications.

The PROFINET CBA concept is designed for the distributed industrial automation applications, and it is suitable for component-based machine-to-machine communication via TCP/IP and for real time communication required for modular plant design.

Conformance classes

The range of functions of PROFINET IO is divided into well-organized conformance classes (CC). These conformance classes provide a practical summary of various minimum properties. There are three conformance classes that build upon one another and are oriented to typical applications. These classes are CC-A, CC-B and CC-C.

Cabling

Specific working conditions in which devices operate in industrial production require components that are a lot more resilient than devices operating in office conditions. PROFINET cabling is based on the link End-to-End, which is specified in IEC 61784-5-3. PROFINET defines a one-to-one straight connection. Copper cables and optical fibers are available for connection of network nodes. All cables must meet the requirements of a planned automation project.

Network nodes parameters

For proper work of network nodes, appropriate parameters for individual network nodes have to be assigned. These parameters include a device name and an IP address. New equipment does not have a device name, only a MAC address, which is globally unique and cannot usually be modified.

Network components

Only units with switch functionality are allowed as signal distributors for PROFINET. A switch is a layer 2 device which complies with ISO/IEC 15802-3:1988 standard, and it receives data packets at its ports and forwards them selectively. It can also send and receive different data simultaneously at all ports.

Conclusion

As it can be seen, PROFINET represents a number of improvements in industrial communications. At the level of major production systems with a growing number of PLCs and PC computers that communicate with each other and with the rest of the IT system by exchanging large amounts of data, PROFINET shows to be a much better solution than PROFIBUS. PROFINET is based on industrial Ethernet.

Key words: *PROFINET, networks, industry, automation.*

Datum prijema članka / Paper received on / Дата получения работы: 15. 08. 2014.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 27. 09. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 29. 09. 2014.