

Ethernet po eni parici (SPE - Single Pair Ethernet) - prihodnost IIOT

Lapp, d.o.o.

V četrty industrijski revoluciji, oz. Industriji 4.0, bodo inteligentna omrežja prinesla temeljne spremembe. Industrija 4.0 predstavlja ogromen potencial za večjo profitalnost in fleksibilnost industrije, okrepitev gospodarstvene konkurenčnosti, za visok življenjski standard in nova delovna mesta.

V tovarnah prihodnosti je vse povezano. Postrojenja, stroji, manipulatorji, senzori, aktuatorji in celo orodja so povezana med seboj kakor tudi z internetom/oblakom in usmerjena s pomočjo umetne inteligence. Vsak prijemljiv del proizvodnje ima svojo virtualno različico.

V tem članku vam bomo predstavili prednosti SPE in njegove aplikacije v industriji, istočasno bomo podrobneje pogledali osnove standarda SPE in kaj je potrebno vedeti za vpeljavo SPE v obrat ali objekt in tako omogočiti nemoteno komunikacijo od najnižjega do najvišjega nivoja.

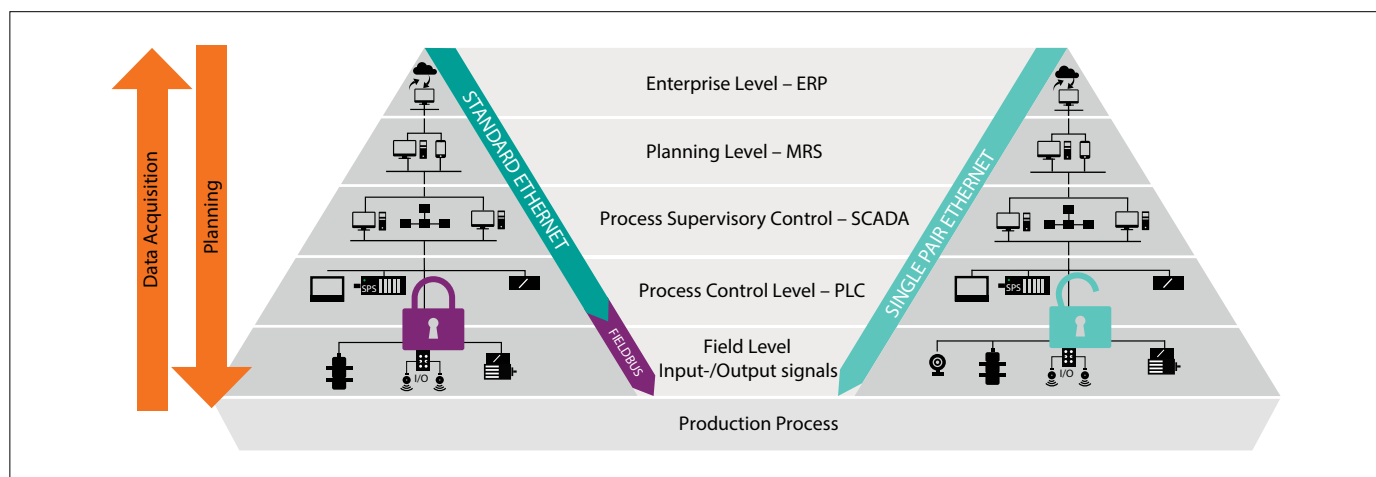
Ethernet je že dolgo uveljavljen standard v industrijski komunikaciji, kjer prihaja do vse večjih težav v najnižjih nivojih avtomatizacijske piramide (Slika 1). Ko govorimo o senzorjih in aktuatorjih, Fieldbus sistemi še vedno prevladujejo. Ponekod določene komponente še vedno komunicirajo na analogni osnovi. Če želimo uresničiti zahteve Industrije 4.0 moramo zagotoviti neprekinjeno komunikacijo med vsemi nivoji industrije, zato najnižji nivo ne sme izostati. Da omogočimo osnovne komunikacijske pogoje za Industrijo 4.0, je osnovni pogoj, da priskrbimo Ethernet komunikacijo od najnižjega nivoja navzgor. Inkorporacija takšne komunikacije pa mora biti ekonomsko upravičena in zadovoljiti dimenzijske omejitve, saj je na najnižjem nivoju v večini primerov zelo malo prostora.

Prenos podatkov po enem paru žic

Ethernet se uporablja že vrsto desetletji in sega vse do leta 1970, katerega namen je bil povezava med računalniki in podatkovnimi bazami. V zadnjih 20 letih se je intenzivno delalo na tem, da Ethernet najde svoje mesto tudi v industriji, saj ima ogromno prednosti:

- uporaba istega omrežja za prenos IT in RT (real time) podatkov,
- možnost razširitve omrežja,
- prenos veliko podatkov z veliko hitrostjo,
- vsi udeleženci imajo enake pravice,
- število udeležencev je skoraj neomejeno,
- uporaba različnih medijev (kablji, wifi, optika...).

Industrijski Ethernet je tako v zadnjih letih zabeležil zelo visoko stopnjo rasti, ki je precej višja od stopenj rasti Fieldbusov. Industrijski Ethernet je že vrsto let prevladujoča tehnologija za mreženje v industriji. Na nižji ravni pa še ni tako, saj tam še vedno prevladujejo sistemi Fieldbus, kljub številnim prednostim industrijskega Etherneteta. Z industrijo 4.0 in pametnimi tovarnami si tega razhoda ne moremo privoščiti. Zahteva se popolno povezovanje vseh petih ravni avtomatizacijske piramide (Slika 1) z uporabo enotnega standarda s protokolom TCP/IP.



Slika 1: Avtomatizacijska piramida

V avtomobilski industriji od leta 2015 razmišljajo o razvoju prostorsko varčnega naslednika CAN bus sistema za prenos večjih količin podatkov v vozilu. Takrat so bili definirani prvi standardi za kable, pri katerih se uporablja le ena parica namesto dveh ali štirih, kot je običajno za Ethernet.

Rešitev za zahteve avtomobilske industrije po hitrem prenosu podatkov v vozilih in zahteve industrije po brezhibnem omrežnem delovanju v tovarnah je ena in ista: Ethernet po eni parici (SPE - Single Pair Ethernet), standard, kjer se lahko uporablja samo ena parica za prenos podatkov, ima številne prednosti:

- omrežje s TCP/IP brez sistemskih motenj,
- vsak udeleženec ima svoj IP naslov,
- primeren za TSN (Time-Sensitive Networking),
- velike razdalje prenosov do 1000 metrov,
- omogoča enostavno kabiranje, ni potrebe po gateway-ih,
- napajanje naprav preko istega kabla – PoDL (Power over Data Line),
- manj materiala in posledično manjša teža,
- zavzame manj prostora, je fleksibilen in primeren za kableske verige,
- enostavna namestitvev, prihranek časa pri montaži,
- večja zanesljivost kot brezžične tehnologije.

Od takrat so številni proizvajalci kablov in priključkov združili moči v več partnerskih omrežjih za napredek SPE tehnologije. Člani konzorcija pričakujejo, da bo SPE v prihodnjih letih zamenjal prevladujoče sisteme field-bus, ki so danes prevladujoči na ravni senzorjev/aktuatorjev in tako postal primarna infrastruktura za inteligentne senzorje/aktuatorje v pametnih tovarnah.

Prednosti SPE

SPE je revolucija v industrijskih omrežjih, saj omogoča povezovanje senzorjev in aktuatorjev v omrežje na najnižji ravni proizvodnje. Tanjši kabli prihranijo prostor in se lahko vgradijo tudi v manjše upogibne radije.

Enostavna vgradnja

Ker se število komponent, ki so povezane v mrežo na najnižji ravni proizvodnje hitro povečuje, postajajo časi montaže za uporabnike vse bolj pomembni. Zaradi enostavne vgradnje (ni potrebno povezati I/O link, remote I/O itd.) se lahko prihrani več kot polovico delovnega časa in tako očitno znižajo stroški dela. Skrajša se lahko tudi čas, potreben za zagon strojev in sistemov, saj zaradi enostavnosti montaže pride do manj napak v povezavi in slabih kontaktov.

Nižji stroški

Do sedaj so se med najnižjo ravniyo proizvodnje in

ETHERLINE® T1 PN FLEX T Y Art. No.: 2170922		ETHERLINE® PN Cat.6, FLEX FC Art. No.: 2170586
1000 Base-T1	NEW Ethernet specifikacije	1000 Base-T
S/FTP	Shielding	SF/UTP
1	Število paric	4
5.8 mm	Outer diameter	8.9 mm
44 mm	Minimum bending radius (moving)	72 mm
42	Veight (kg/km)	130

Slika 2: Primerjava SPE in standardni Ethernet kabel

ostalimi nivoji uporabljali gateway-ji, pri SPE pa niso več potrebni. SPE zahteva tudi manj pasivnih komponent za Ethernet vmesnik, kar zmanjša površino PCB naprav na četrtno. Stikala prihodnosti bodo tako veliko bolj kompaktna, kar prihrani prostor na stroju in v krmilni omari ter pripomore k vitkejši proizvodnji.

Večje razdalje

Velika prednost SPE je daljša dolžina prenosov do 1000 metrov. To naredi Industrijski Ethernet zanimiv tudi za podjetja, ki upravljajo obsežne sisteme, na primer v kemični industriji, kjer lahko ena procesna linija pokrije več nogometnih igrišč. V preteklosti so bili povezani senzorji ali aktuatorji prek počasnih analognih kablov ali brezžično, kar pomeni, da sta doseg in odpornost na motnje omejena. Poleg tega za brezžično povezavo še vedno potrebujete napajalni kabel. SPE združuje vse v enem: visoko zanesljivost povezave in hitrost na dolge razdalje. Hkrati PoDL (Power over Dataline) zagotavlja napajanje preko istega kabla.

PoDL

V skladu s standardom IEEE 802.3bu PoDL lahko kabel SPE prenaša moč do 50 vatov pri 48 voltih prek ene parice. To ponuja velike prednosti, predvsem na ravni stroja. Tu se uporablja vedno več senzorjev, majhnih aktuatorjev in IP kamer, ki zahtevajo napajanje. V proizvodnji, kjer morajo biti vzdrževalni cikli dolgi, baterije ne predstavljajo trajnostne rešitve, kar pomeni, da številne komponente poleg podatkovnega kabla potrebujejo še en kabel za napajanje. S PoDL napajalni kabel v mnogih primerih ni več potreben, kar prepolovi napor pri napeljavi kablov in zmanjša težave s tesnimi prostori za namestitvev. PoDL je možen za kable od 10 Mbit/s do 10 Gbit/s, z največjo dolžino kabla do 1000 metrov. Za višje izhodne moči do 400 vatov, so možni hibridni kabli, ki vsebujejo dve dodatni jedri v enem plašč.

Zanesljivost

V zadnjem času se veliko govori o brezžičnih tehnologijah pri povezovanju s tovarnami, zlasti 5G. Brezžične

tehnologije imajo prednosti, ko gre za podatkovno komunikacijo v pametnih tovarnah, še posebej tam, kjer se uporabljajo hitro spreminjajoči in mobilni sistemi in kjer je potrebno premostiti večje razdalje. Vendar imajo brezžične tehnologije tudi slabosti: nimajo možnosti prenašanja električne energije, kar pomeni, da so za napajanje še vedno potrebni kabli in obstajajo tudi brezžične sence, kjer ni sprejema. SPE se ne sooča s temi omejitvami. Tanki kabli gredo v reže, ki so še vedno tesne in takoj zagotovi napajanje. Z dolžino kabla 1000 metrov je SPE tudi kabelska alternativa za brezžične komunikacije na dolge razdalje. Uporabnik je lahko prepričan, da bodo vsi podatki vedno prispeli v celoti, ne glede na motnje. Z SPE se odpirajo nove možnosti za bakrene kable. SPE je nadgradnja ASI Bus sistema. Glavna tekmeča SPE sta brezžična tehnologija in steklena vlakna, ki se danes uporabljajo za premoščanje daljših razdalj.

Tipična področja uporabe SPE

Industrija

SPE omogoča povezovanje celotne tovarne v piramido avtomatizacije, od sensorja do ravni upravljanja in oblačka – vsi uporabljajo isto tehnologijo. V skladu s trendom zmanjševanja je treba ekonomično povezati vse več sensorjev. SPE zapolni vrzel med sensorjem in aktuatorjem. Neposredna integracija pomeni, da lahko tudi sensorji in aktuatorji postanejo »pametnejši«, tj. lahko zagotovijo dodatne podatke ali pa jim je mogoče določiti parametre in diagnosticirati na daljavo. Druga smiselna uporaba v industriji je omrežno povezovanje naprav v krmilnih omarah, kjer tanjši kabli in manjši konektorji prihranijo veliko prostora.

Avtobus in železnica

V javnem prometu je SPE primeren za povezovanje informacijskih sistemov v omrežje, na primer za prikaz

postankov, rezervacijo sedežev, za kamere za spremljanje ali štetje potnikov, WiFi...

Elektromobilnost

V baterijskih električnih vozilih SPE ponuja bolj kompaktno zasnovo z nižjimi upogibnimi polmeri in večjo prilagodljivostjo. SPE prihrani tudi težo: standardni kabel s štirimi paricami je znatno težji od SPE kabla z eno parico.

Avtomatizacija zgradb

V stavbah lahko SPE omreži sensorje za požarni alarmni sistem, svetlobne oz. temperaturne sensorje, kot tudi sisteme za nadzor dostopa, informacijske table in še marsikaj.

Maloprodaja

V supermarketih, na prodajnih mestih s hitro pokvarljivim blagom, lahko sensorji oddajajo informacije o ravni zaloga prodajnih mest prek SPE.

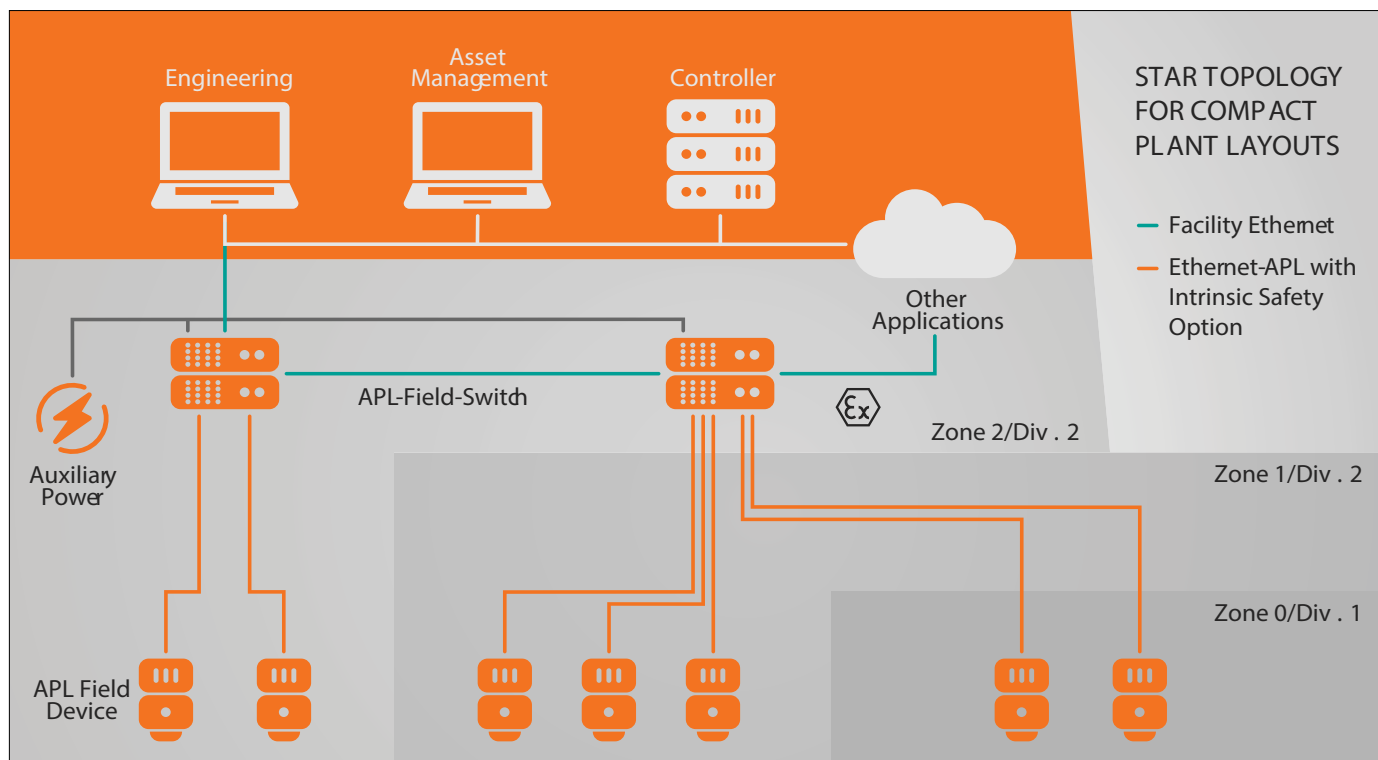
Naslednja tabela prikazuje nekatere aplikacije, za katere je SPE posebej primeren, pa tudi aplikacije, kjer je Ethernet s štirimi pari še vedno uporaben.

Ethernet APL v primerjavi z SPE

Spodnja tabela (Slika 3) prikazuje nekatere aplikacije, za katere je SPE posebej primeren, pa tudi aplikacije, kjer je Ethernet s štirimi pari še vedno uporaben. Za velike razdalje v obratih, kot so kemična industrija, rafinerije ali živilskopredelovalna industrija, je Ethernet APL spremenil pravila igre. Ethernet z enim parom bakrenih žičk omogoča dosledno in enotno Ethernet povezavo vse do najnižjega nivoja. Vendar pa do sedaj ni bilo mogoče SPE uporabljati v potencialno eksplozivnih območjih procesne industrije. To se zdaj spreminja z naprednim fizičnim slojem Etherneta. Ethernet APL, ki temelji na 10BASE-T1L, izpolnjuje dodatne varnostne

Application	Cable Type	Data rate	Protocol
Passenger Counter	SPE	10 Mbit/s	10BASE-T1S (MD) OR 100BASE-T1
Door Monitoring and Control	SPE	10 Mbit/s	10BASE-T1S (MD)
IP Speaker	SPE	10 Mbit/s	10BASE-T1S (MD)
SOS Terminal	SPE	10 Mbit/s	10BASE-T1S (MD)
Display	SPE	100 Mbit/s	100BASE-T1
Driver assistance terminal	SPE	1 Gbit/s	1000BASE-T1
IP-Cameras (indoor/outdoor)	SPE	100 Mbit/s	100BASE-T1
GSM-/WiFi Router and access	4 pair	1 Gbit/s	1000BASE-T1
Door opener	SPE	10 Mbit/s	10BASE-T1S (MD)
Ticket vending machine	SPE	10 Mbit/s	10BASE-T1S (MD)

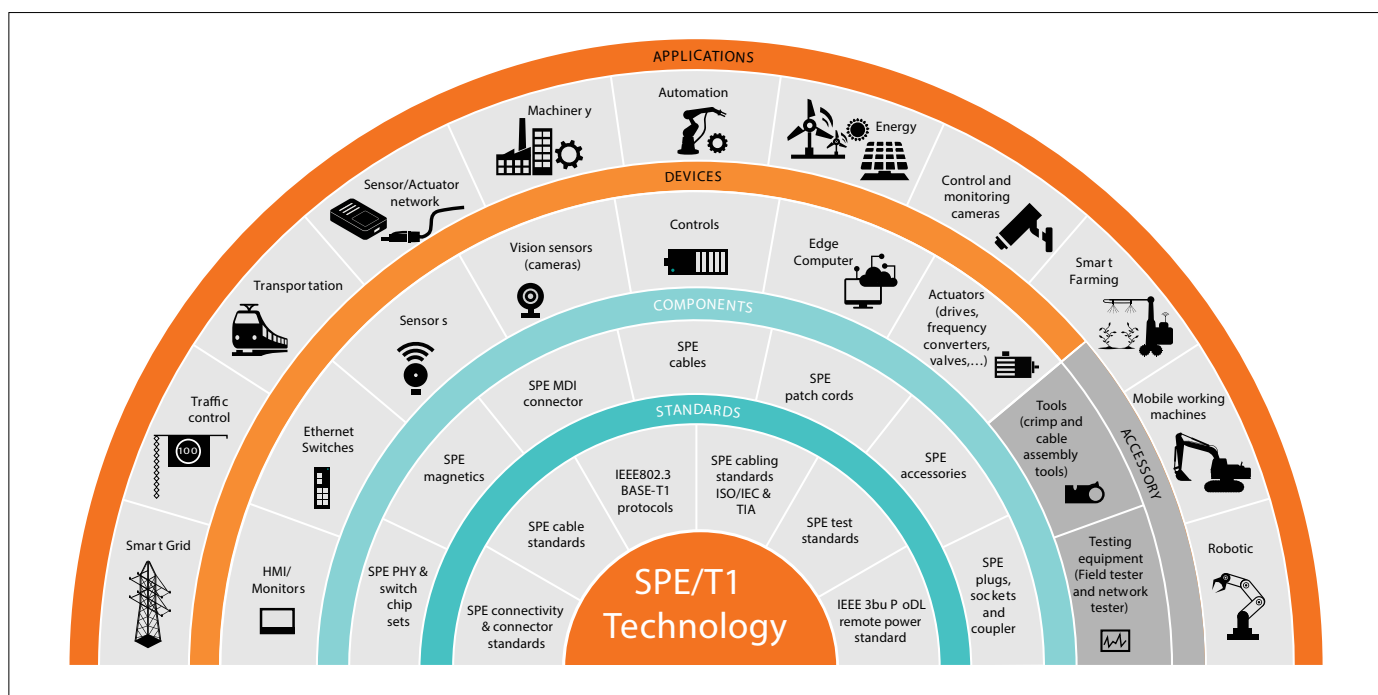
Slika 3: Primeri uporabe SPE protokola






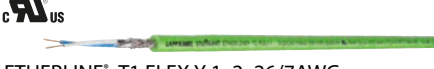


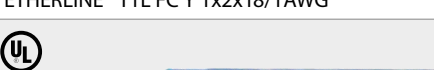
Slika 4: Primer uporabe APL kabla

ukrepe v skladu s standardom IEEE 802.3cg. Na primer, pri Ethernet-APL je upoštevana intrinzična varnost, kar omogoča, da se lahko uporablja v potencialno eksplozivnih okoljih. Prednosti protokola Ethernet-APL dodaja pomembne lastnosti fizični plasti omrežja Ethernet:

- intrinzična varnost za območja z nevarnostjo eksplozije,
- razdalje do 1000 metrov,
- dvosmerna komunikacija do 10 Mbit/s,
- možnost prenosa podatkov v realnem času,
- vgrajeno napajanje,
- zanesljiva prihodnost zaradi standarda IEEE,
- enostavna integracija v sistem za nadzor procesov,
- enostavna namestitvev in zagon,
- daljinski dostop za hitro konfiguracijo naprave.



Slika 5: SPE ekosistem

	Product	Outer jacket	Insert	Data rate	Length max.	Diameter
Cables	 ETHERLINE® T1 FD P 1x2x26/19AWG	PUR	Drag chain	Up to 100 Mbit/s	15 m	4,6 mm
	 ETHERLINE® T1 PN FLEX T Y 1x2x22/7AWG	PVC	Flexible	10 Mbit/s – 1 Gbit/s	40 m	5,8 mm
	 ETHERLINE® T1 PN FLEX Y 1x2x22/7AWG	PVC	Flexible	10 Mbit/s – 1 Gbit/s	40 m	5,5 mm
	 ETHERLINE® T1 FLEX Y 1x2x26/7AWG	PVC	Flexible	100 Mbit/s – 1 Gbit/s	15 m	4,6 mm
Patchcords	 EPIC® DATA SPE-6 PC M-M CT001	PVC	Flexible	100 Mbit/s – 1 Gbit/s	Various lengths available	5,8 mm
SPE APL cables for hazardous environments	 ETHERLINE® T1L FC Y 1x2x18/1AWG	PVC	Fixed	Up to 10 Mbit/s	Max. 1000 m	8,0 mm
	 ETHERLINE® T1 L FLEX FC Y 1x2x18/7AWG	PVC	Flexible	Up to 10 Mbit/s	Max. 1000 m	8,0 mm

Slika 6: Nabor Lapp SPE kablov

Za uporabnike ima to številne prednosti:

- Ethernet APL prenese počasno in analogno komunikacijo v digitalno sedanost in ji zagotovi možnost nadgradnje v prihodnosti,
- z dolžino kablov do 1000 metrov je mogoče v omrežje povezati zelo velike obrate z velikimi prenosi,
- omogoča nove poslovne modele v procesni industriji, ki so osnovani na podatkih,
- območja, kjer obstaja nevarnost eksplozije, lahko postanejo del pametne proizvodnje,
- poenotena Ethernet komunikacija po celotni piramidi avtomatizacije, kar prihrani uporabnikom čas in denar.

SPE ekosistem

Na sliki 5 je razvidno, da Ethernet po eni parici ni le od številnih novih standardov za podatkovne kable, temveč celoten ekosistem komponent za brezhibno omrežje najnižjega nivoja v industriji. Poleg kablov in priključkov vključuje tudi povezovalne kable in stikala ter številne aplikacijske komponente, kot so senzorji, aktuatorji in kamere. Novi polprevodniški čipi za fizični vmesnik med elektroniko in kablji, čipi za stikala, krmilniki za PoDL in pasivne komponente, kot so magnetni transformatorji, se istočasno razvijajo.

Ponudba Lapp

Tehnologija Single Pair Ethernet je že mednarodno standardizirana, kar je osnova za globalno širitev. Če želi uporabnik uporabljati SPE, potrebuje celotno infrastrukturo. Poleg kablov in konektorjev (Slika 6), ki podpirajo SPE, so tu še posebej stikala in terminalske naprave.

Vsi sestavni deli trenutno niso na voljo na trgu. Lapp dela tudi na tem in bo eden prvih proizvajalcev, ki bo ponudil takšne izdelke. Poleg standardiziranih vrst kablov se pripravljajo tudi posebne različice za različne mehanske obremenitve, kot je torzija, zelo fleksibilni kablji za vlečne verige ali robotske aplikacije, ki morajo biti odporni tudi na ekstremne okoljske vplive, kot sta vročina in mraz, ali na agresivne medije, kot so olja in kisline.



Lapp, d.o.o.
Limbuška cesta 2
2341 Limbuš
Tel.: +386(0)2 242 135 64
E-pošta: vid.voncina@lapp.com
www.lappslovenija.si