

## Industrijske mrežne rešitve za pametne tovarne

Avtor: Simon Vrbnjak BSEE

E-pošta: [simon.vrbnjak@lappslovenia.com](mailto:simon.vrbnjak@lappslovenia.com)

Za medsebojno komuniciranje strojev in aparatov potrebujemo mrežne povezave, ki morajo zagotavljati stabilnost in učinkovitost pri vseh možnih kriterijih, ki jih pogojuje industrija.

Trdenutno so na trgu trije glavni standardi - Fieldbus, Ethernet in Sydicate, ki se delijo na več podskupin.

Kot najbolj zanesljiv predhodnik Etherneta velja Profibus, ki je klasični serijski Fieldbus protokol, medtem ko Profinet predstavlja industrijski Ethernet protokol.

Oba spadata v skupino mrežnih povezav za komunikacijo industrijskih naprav, ki komunicirajo med seboj ali med različnimi delovnimi polji oz. med podmrežami.

Ker se uporabljata v industrijskem okolju morata biti vzdržljiva v primeru prahu, vlage, elektromagnetnih vplivov (EMC),... Hitrost PROFINET-a je nekje 1Gbit/s ali

100 Mbit/s, medtem ko PROFIBUS ne preseže hitrosti 12 Mbit/s. Maksimalno število naprav povezanih s PROFINET protokolom je 265 - praktično neomejeno, medtem ko se s PROFIBUS protokolom lahko povežemo z do največ 126 napravami.

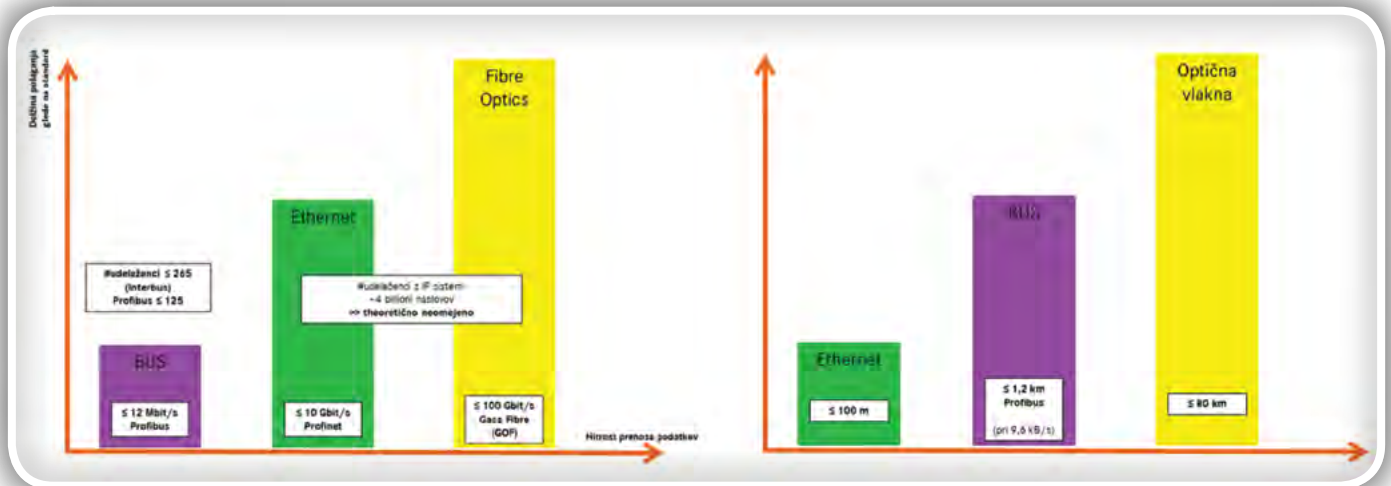
Oba sta proizvod iste organizacije, zato obstajajo podobnosti v inženirskih konceptih, vključno z uporabo datotek GSD za določitev strojne opreme vsake naprave. Datoteke GSD za PROFIBUS so datoteke ASCII, medtem ko so za PROFINET to XML datoteke. Uporabnik ima s prehodom iz PROFIBUS na PROFINET koristi tudi zaradi podobnosti.

Fieldbus	Ethernet	Syndicate
Profibus	Profinet	PI (PNO)
DeviceNet / ControlNet	EtherNet/IP	ODVA
CANopen	EtherCAT / Powerlink	CiA / ETG / EPSG
SERCOS II	SERCOS III	SERCOS international
CC-Link	CC-Link IE Field	CLPA
Modbus-RTU	Modbus-TCP	Modbus IDA

Delež trga:

	2014		2015		2016		2017		2018	
	Delež	Rast	Delež	Rast	Delež	Rast	Delež	Rast	Delež	Rast
Fieldbus	71%	9%	66%	8%	58%	7%	48%	4%	42%	6%
Ethernet	29%	15%	34%	17%	38%	20%	46%	22%	52%	22%
Wireless	-	-	-	-	4%	30%	6%	32%	6%	32%

Vir: HMS



Slika 1: Hitrosti prenosov in dovoljena dolžina polaganja glede na standard

Prehod iz RS-485 v Ethernet je premik k sodobnejši tehnologiji, saj Ethernet protokol najdemo povsod in predstavlja prihodnost.

S komercialnim Ethernet napredkom napreduje tudi PROFINET. Na primer, ko se je PROFINET začel, je bil prenos podatkov s hitrostjo 100Mbit/s. PROFINET lahko deluje enako enostavno na današnjem Gigabit Ethernet-u (ali hitreje).

Z uporabo Ethernet baze dobimo večjo pasovno širino, večjo dolžino sporočil (paketov) in neomejen naslovni prostor. Čeprav po specifikacijah PROFINET ne omejuje naslovnega prostora, bodo posamezni krmilniki imeli omejitve na podlagi njihovega procesorja in pomnilnika.

Eden od razlogov, zakaj je PROFINET hitrejši, je uporaba modela ponudnik/potrošnik (provider / customer). Vsako vozlišče lahko komunicira, kjerkoli to potrebuje. Ker so omrežja Ethernet zdaj stikalna omrežja, v le-teh ni več trkov. PROFIBUS je dosegel omrežje brez trkov z uporabo pristopa nadzorne naprave (master) / podrejene naprave (slave); nadzorna naprava je bila vedno odgovorna za mrežo, vozlišča pa komunicirajo le, ko so bila pozvana.

Za povezavo z drugimi omrežji so posamezna podjetja ustvarila prehode (gateway) za prevode. PROFINET pa je naredil korak naprej, da je definiral proxy-je. Proxy-ji so kot prehodi, ki prevajajo eno omrežje na drugo, vendar so za razliko od klasičnih prehodov, opredeljeni v odprtem standardu.

Sporočila PROFIBUS se lahko prenašajo brezžično, vendar zahtevajo lastniške radijske postaje istega proizvajalca na obeh straneh. PROFINET, ki je standardni Ethernet in enostavno uporablja WiFi in Bluetooth. Za lažje razumevanje kdaj uporabiti enega namesto drugega, so nastale tako imenovane cone. Rjava cona - uporaba PROFIBUS. Zelena cona - uporaba PROFINET.

Lokacija rjava cona, ki že ima PROFIBUS, lahko še naprej dodaja vozlišča PROFIBUS. Če pa potrebujete dodatno funkcionalnost Ethernet-a, lahko dodate majhen projekt PROFINET. Za zeleno cono pa zagotovo potrebujete PROFINET, kar predstavlja prihodnost v industriji.

## Legenda:

- **ASCII** – American Standard Code for Information Interchange – razvil ga je ANSI
- **Brownfield** – Rjava cona je nadgradnja ali dodatek k obstoječi mreži in uporablja komponente predhodne mreže.
- **Greenfield** – zelena cona je instalacija in konfiguracija mreže, kjer še do sedaj ni bilo nikakršne mreže, npr. nova pisarna.
- **PROXY server** - V računalniških omrežjih je proxy strežnik tisti računalniški sistem ali aplikacija, ki deluje kot posrednik za zahteve strank, ki iščejo sredstva iz dru-

gih strežnikov. Odjemalec se poveže s proxy strežnikom in zahteva določeno storitev, na primer datoteko, povezavo, spletno stran ali drug vir, ki je na voljo na drugem strežniku. Proxy strežnik pa oceni zahtevo kot način za poenostavitev in nadzor nad njegovo zapletenostjo. Proxy-ji so bili izumljeni, da dodajo strukturo in enkapsulacijo v porazdeljene sisteme. Danes večina spletnih pooblaščenec olajša dostop do vsebin na svetovnem spletu, ki zagotavljajo anonimnost in se lahko uporabijo za preprečitev blokiranja IP naslovov.

- **GSD file** - Datoteke GSD vsebujejo informacije o osnovnih zmožnostih naprave. Vse naprave so dobavljene z datoteko GSD ali pa datoteko prenesete s spletne strani prodajalca. Z datoteko GSD lahko sistemski integrator določi osnovne podatke, kot so možnosti komunikacije in razpoložljiva diagnostika.

**Vir:** <https://www.profibus.com/products/gsd-files/>

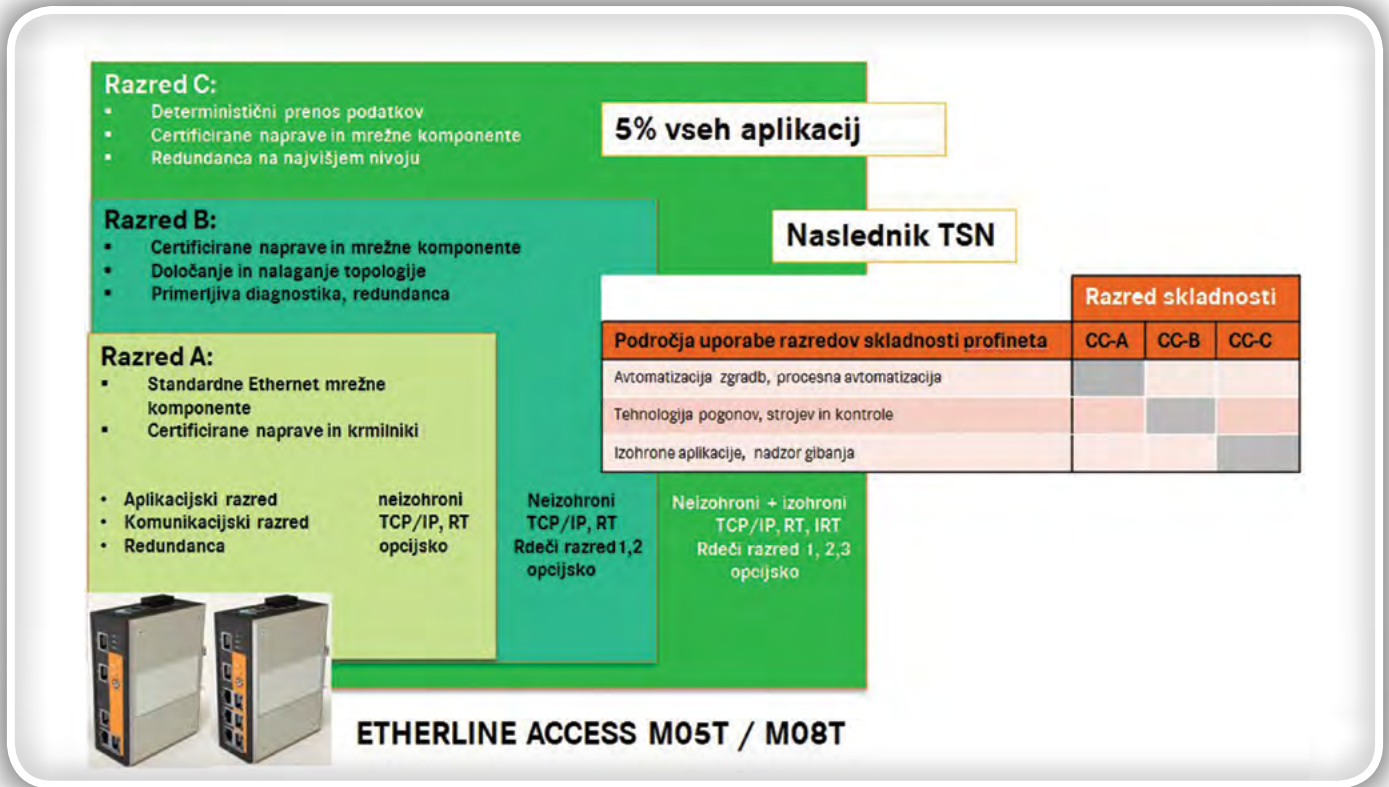
- **Enkapsulacija** - Metoda za protokole modularne komunikacije, ki logično ločuje funkcije v mreži. Izohron - ki traja enako dolgo, npr.: izohroni svetlobni intervali.

	PROFIBUS	PROFINET
Organizacija	PI	
Profili aplikacij	iste	
Koncepti	Inženiring, GSDs	
Fizična plast	RS-485	Ethernet
Hitrost	12Mbit/s	1Gbit/s ali 100Mbit/s
Telegram	244 bytes	1440 bytes (ciklično)^
Prostor za naslove	126	Neomejeno
Tehnologija	Master/slave	provider/consumer
Povezljivost	PA + drugi*	Večino BUS-ov
Brezžično	možno*	IEEE 802.11, 15.1
Gibanje	32 osi	>150 osi
Stroj do stroj	Ne	Da
Vertikalna integracija	Ne	Da

^z več telegrami: do 232-65 (aciklično)

\*ni v specifikaciji, vendar obstaja rešitev

**Razlika med protokolom PROFIBUS - PROFINET**



Slika 2: PRFOINET razredi skladnosti

## TCP/IP Transmission Control Protokol / internet Protocol - Internetni sklad protokolov

Osebek TCP sprejema uporabniške tokove podatkov od krajevnih procesov, jih razdeli v dele krajše od 64K zlogov (v praksi po navadi od 1.500 zlogov) in pošlje vsak kos kot en IP datagram. Vsak poslan paket ima svojo številko in je potrjen s strani prejemnika. Če je odsek za pošiljanje večji, kot je največja prenosna enota (MTU - Maximum Transmission Unit), se ta razbije na fragmente, ki so dovolj majhni za pošiljanje in so tudi oštevilčeni, na sprejemni strani pa se odsek obnovi iz prispelih delov. Za omrežja Ethernet je največja prenosna enota enaka 1.500 zlogov.

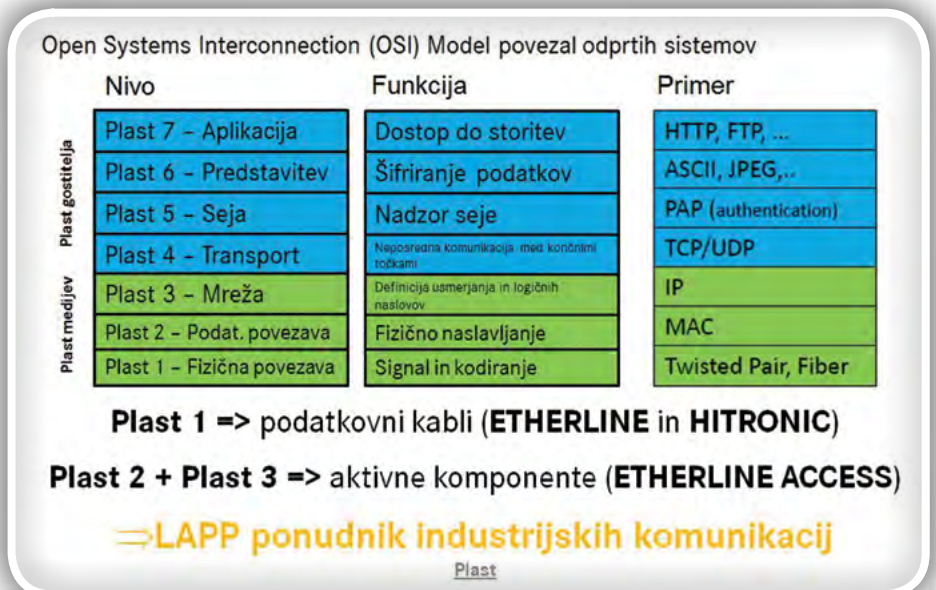
Internetni sloj ne zagotavlja pravilnega prenosa datagramov. Za to skrbi TCP.

TCP je povezovalni protokol, zato se najprej vzpostavi povezava med odjemalcem in strežnikom. Pri povezavi je določen odjemalčev IP naslov in vrata (vrata lahko zavzemajo vrednost od 1 do vključno 65535), ter strežnikov IP naslov in vrata, na katerih čaka na servis strežnika.

IP naslov povezan z določenimi vrati tvorita vtičnica (socket) in par od-

jemalčeve ter strežnikove vtičnice s tem dobimo povezavo TCP, ki je edinstveno določena. Glava (header) paketa TCP vsebuje izvorni naslov IP in vrata, ciljni naslov IP in vrata, zaporedno številko paketa, številko potrditve in kontrolne zastavice. Kontrolni zastavici, pomembni za gradnjo požarnega zidu, sta ACK in SYN.

Ethernet je po definiciji odprto omrežje, ki omogoča vsakomur, da kadar koli prenaša (verjetnostni prenosni medij), razen, če se ne izkorišča nenormalno visoke pasovne širine, je Ethernet zgrajen ob predpostavki, da vozlišča verjetno ne



Slika 3: OSI model povezal odprtih sistemov.

# Avtomatizacija

bodo hkrati prenašala paketov. Ethernet imenuje ta koncept "CSMA-CD" (Carrier Sense Multiple Access - Collision Detect), kar pomeni, da lahko vozlišča na več skupnih nosilcih dostopajo do medija in prenašajo kadar to želijo, hkrati pa so odgovorni za odkrivanje trkov in ponovni prenos svojih podatke, če se trki pojavijo.

To zveni kot grozna podlaga za omrežje v realnem času, vendar res ni tako slabo. Sodobna Ethernet omrežja namesto vozlišč uporabljajo omrežna stikala, kar odpravlja možnost trkov. Z uporabo stikal, PROFINET skladnosti razreda A in B naprave uporabljajo standardno Ethernet infrastrukturo, da dosežejo čas cikla, ki je krajši od 1 milisekunde in tresenje približno 10-100µs. To je standardni komunikacijski kanal "Real-Time" (RT) PROFINET.

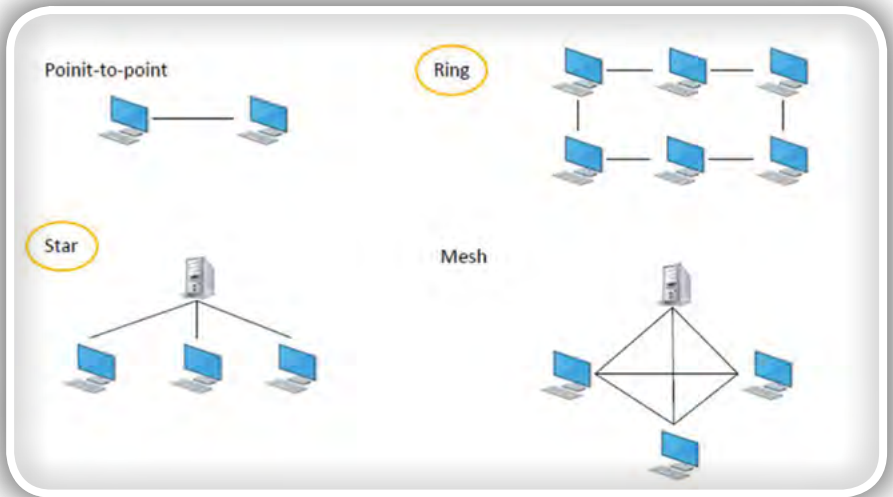
## Legenda:

- TSN – Time sensitive Networking : IEEE 802.1
- **Conformance class** - razredi skladnosti a, b, c
- RT – Real time: realni čas
- IRT – Izohron Real Time: Izohroni realni čas

## Industrijski Ethernet - požarni zid / NAT-usmerjevalnik

Industrijski usmerjevalniki običajno nudijo veliko funkcij.

Slika 4: Topologija Ethernet mrež



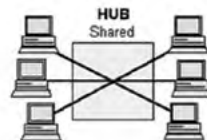
Odvisno od aplikacije. Od vseh možnih funkcij običajno uporabimo samo nekaj. Zelo pomembno je, da minimiziramo potrebno delo za IP integracijo strojev v mrežah višjega nivoja.

Usmerjevalnik s požarnim zidom/NAT za aplikacije ki prioriteto potrebujejo varnost mreže in prevod mrežnih naslovov (NAT – Network Address Translation). Tak usmerjevalnik ima integriran statusni inšpekcijski požarni zid s fleksibilnim 2 smernim paketnim filtriranjem (WAN/LAN vhodni in izhodni), s tem zanesljivo ščiti Industrijske IP mreže. S pomočjo funkcije 1:1 NAT in IP posredovanje/virtualno mapiranje lahko fleksibilno integrirate ekvivalentne IP podmreže brez potrebe po prilagajanju strojne mreže na

### Hub (vozlišče)

Nivo: Plast 1

Uporaba: zelo redko (POWERLINK)

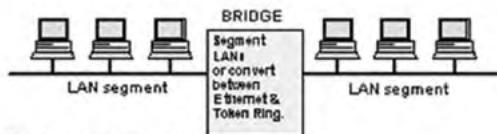


Hub-i ne analizirajo naslovov. Promet je vedno posredovan vsem portom. Udeleženci mreže morajo vedno paziti na naslove in trke med seboj.

### Bridge = logical entity (Most = logična entiteta)

Nivo: Plast 2

Uporaba: Implementirano s stikali / usmerniki

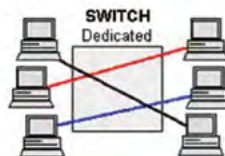


Poveže dva mrežna segmenta ali mrežo na plasti 2.

### Stikalo => ETHERLINE ACCESS

Nivo: Plast 2

Uporaba: Stikala uporablja večina klasičnih Ethernet mrež



Stikala analizirajo MAC naslove in posredujejo promet na port z MAC naslovom. Da bi to storili se morajo "zapomniti" MAC naslove povezanih naprav. To se naredi tako, da se MAC naslove naprav pozicionira v interno Lookup tabelo.

### Plast 3 Stikalo = IP Usmerjevalnik (Router)

Nivo: Plast 3

Uporaba: V večjih in kompleksnejših mrežah



Usmerjevalniki analizirajo MAC in IP naslove in so sposobni posredovati (usmeriti) promet na naprave z dodeljenimi IP naslovi, pa čeprav je lahko ta naprava v drugem segmentu ali razredu podomrežja.

Slika 5

višji produkcijski mreži. Novi usmerjevalnik je najbolj učinkovita izbira za integracijo sistemov z istim IP naslovnim prostorom.

## Ethernet: Naslovi in promet

### Plast medijev (Media Layer):

- MAC layer – Media Access Control layer
  - ◊ V odprtih sistemih OSI za komunikacijo, je MAC plast, ki ima dve podplasti in sicer podatkovno in povezovalno plast nadzornega sloja. Nudi fizično povezavo na mreži med več računalniki. Vsak računalnik ima svoj MAC naslov. Ethernet pa je protokol ki dela v MAC layer-ju (plasti).

## Topologije mrež

Za uresničitev vozlišč v omrežju Ethernet je potrebno uporabiti aktivne stikalne naprave. Neupravljana stikala ali upravljana stikala podjetja LAPP

## ETHERLINE ACCESS U5T / U8T



### Lastnosti:

- Razpon temperature -10 do 60°C
- 9.6 do 60 VDC Dvojni vhodi moči (widerange dual power inputs)\*
- Nabor industrijskih certifikatov (CE, FCC, UL508, DNV, GL)\*
- IP 30
- Robustno kovinsko ohišje in DIN-sponka za pritrditev na letev
- Brez ventilatorja
- Zaščita pred nevihtami oddajanja (BSP – Broadcast Storm Protection)\*
- Do 8 hitrih Ethernet portov

### Prednosti:

- Dolgoročna vzdržljivost
- Visokonapetostne flukcijske tolerance in dostopnost
- Visoka stopnja MTBF (Mean Time Between Failures)
- Industrijski dizajn
- Brez potrebe po vzdrževanju
- Ni možnosti za nevihte oddajanj

### Koristi:

- Industrijska zanesljivost
- Dostopnost omrežja

## ETHERLINE ACCESS M5T / M8T



### Lastnosti:

- Razpon temperature -10 do 60°C
- Redundančni vhodi za napajanje
- Visoka EMC zaščita (IEEE 1613 Class 2 complaint)\*
- Pametna mreža, ki se sama "popravi" - redundanca (< 20 ms)
- Hitri zagon (<10s)
- Različni uporabniku prijazni vmesniki : DIP-switch, Web console, Telnet, CLI
- Podpira različne industrijske protokole
- Do 8 hitrih Ethernet portov

### Prednosti:

- Dolgoročna vzdržljivost
- Visoka stopnja MTBF
- Industrijski razred za različne naloge tudi v kritičnih aplikacijah
- Višja toleranca pri nihanju napetosti
- Naprava se zažene in pripravi pred vsemi ostalimi napravami v sistemu
- Preprosta nastavitve topologije redundance
- Prihranek časa pri vgradnji/instalaciji in vzdrževanju
- Prilagodljiva uporaba
- Visoke hitrosti prenosov, s tem omogočimo prenos videa, glasu, podatkov,.. preko enega omrežja

### Koristi:

- Najboljši v svojem razredu
- Zanesljiv in zmogljiv
- Napredna učinkovitost
- Maksimalna fleksibilnost

**Lapp, d.o.o.**  
**Limbuška cesta 2**  
**2341 Limbuš**  
**Tel.: +386(0)2 421 35 53**  
**[www.lappslovenija.si](http://www.lappslovenija.si)**

# ETHERLINE® ACCESS

## Industrijske mrežne rešitve za pametne tovarne

Industrijske mrežne rešitve podjetja LAPP predstavljajo podatkovni kabli, konektorji, pribor in industrijski razredi aktivnih mrežnih komponent.

Prilagodljive in globalno dostopne rešitve iz prve roke.

Izboljšajte skupne stroške s hitrejšo namestitvijo in krajšimi časi izpada.

Zanesite se na že znano kvaliteto, dostopnost in storitve podjetja LAPP.

Zanesljiva interakcija industrijskih mrežnih komponent od istega vira.

### Lastnosti

- Redundančni napajalni vhodi – visoka dostopnost
- Robustni jekleno ohišje in DIN letev za pritrditev
- IP 30
- Brez ventilatorja – brez vzdrževanja



## ETHERLINE® ACCESS M05T/M08T



### Lastnosti upravljanih stikal

- Enostavna nastavitve redundančnih omrežnih poti
- Čas rekonfiguracije < 20 ms  
20 ms – eden izmed najkrajših časov rekonfiguracij redundančnih protokolov
- RJ45 Porti: 10/100 BaseT(X)
- Velikost paketa: 1 Mbit
- Protokoli: HTTP, Telnet, ETHERNET/IP, Modbus/TCP, IPv6, in mnogi drugi
- Temperaturni razpon: 0 °C to 60 °C
- Vhod: 24 VDC  
dvojni redundančni vhodi
- Stres: IEC 60068-2-27; Prosti pad: IEC 60068-2-32; Vibracije: IEC 60068-2-6

Prod. številka	Opis	Tip	RJ45 porti	MTBF
21700121	ETHERLINE® ACCESS M05T	Upravljan	5	> 97 Let
21700122	ETHERLINE® ACCESS M08T	Upravljan	8	> 125 Let



## ETHERLINE® ACCESS U05T/U08T



### Lastnosti neupravljanih stikal

- Zaščita pred poplavo prenosov
- RJ45 Porti: 10/100 BaseT(X)
- Velikost paketa: 512 kbit
- Temperaturni razpon: -10 °C to 60 °C
- Napajanje: 12/24/48 VDC,  
18 do 30 VAC, dvojni redundančni vhodi
- Stres: IEC 60068-2-27; Prosti pad: IEC 60068-2-32; Vibracije: IEC 60068-2-6

Article number	Designation	Type	RJ45 ports	MTBF
21700118	ETHERLINE® ACCESS U05T	Neupravljan	5	> 347 Let
21700119	ETHERLINE® ACCESS U08T	Neupravljan	8	> 277 Let

Slike niso v razmerju in ne predstavljajo podrobnih oblik predstavljenih produktov.

Sledite nam:



Splošni prodajni pogoji:

Naše splošne pogoje si lahko ogledate na

[www.lappslovenia.lappgroup.com/splosni-pogoji.html](http://www.lappslovenia.lappgroup.com/splosni-pogoji.html)



[www.lappslovenija.si](http://www.lappslovenija.si)