

MERNI INFORMACIONI SISTEMI

Profesor dr Miroslav Lutovac
mlutovac@viser.edu.rs

Standardizacija protokola

- IEC 61158,
- IEC 61784
- PROFIBUS,
- HART (Highway Addressable Remote Transducer)
- Foundation Fieldbus,
- DeviceNet,
- INTERBUS,
- CANopen,
- MODBUS,
- LIN

Proizvođači koriste različite komunikacione protokole

upotrebom standardizovanih elektronskih specifikacija pretvarača obezbeđuje se interoperabilnost opreme različitih proizvođača

izvor: Automatska konfiguracija distribuiranih mernih sistema korišćenjem elektronskih specifikacija senzora
Dr Nenad Jevtić, ETF Bgd 2015 (prof Vujo Drndarević)

Standardizacija protokola

- Standardizacijom elektronskog opisa specifikacija pretvarača i formata podataka omogućava se primena
 - Plug and Play koncepta
 - automatsko prepoznavanje senzora
 - automatsko prepoznavanje aktuatora
 - automatizacija procesa konfiguracije
 - automatizacija kalibracije sistema
- bez obzira na tip mreže koja se koristi za fizičko povezivanje

Standardizacija protokola

- Automatizacijom konfiguracije i kalibracije mernih i kontrolnih sistema eliminišu se
 - greške manuelne konfiguracije i kalibracije
 - povećava se pouzdanost sistema
 - ostvaruju se značajne uštede
- Standardizacija specifikacija obezbeđuje
 - interoperabilnost različitih proizvođača
 - demonopolizaciju tržišta

Standardizacija protokola

- Automatizacijom konfiguracije i kalibracije mernih i kontrolnih sistema eliminišu se
 - greške manuelne konfiguracije i kalibracije
 - povećava se pouzdanost sistema
 - ostvaruju se značajne uštede
- Standardizacija specifikacija obezbeđuje
 - interoperabilnost različitih proizvođača
 - demonopolizaciju tržišta
 - uštedu u projektovanju, instalaciji, održavanju, kao i unapređenje mernih sistema

Standardizacija, sistemi i jezici

- EDDL jezik, Electronic Device Description Language
- FDT/DTM, Field Device Tool / Device Type Manager
- FDI, Field Device Integration
- TTP/A protokol je vremenski organizovan, pogodan za povezivanje inteligentnih pretvarača u vremenski kritičnim sistemima male brzine prenosa
- OMG (Object Management Group) u okviru STI (Smart Transducer Interface)
- OGC (Open Geospatial Consortium) kroz SWE (Sensor Web Enablement) standarde

Standardizacija, sistemi i jezici

- IEEE 1451 familija standarda
- IEEE-SA (Institute of Electrical and Electronic Engineers – Standards Association)
- NIST (National Institute of Standards and Technology)
- ISO (International Organization for Standardization)
- IEC (International Electrotechnical Commission) pod ISO/IEC/IEEE 21451-2010
- TEDS (Transducer Electronic Datasheets) za primenu Plug and Play koncepta
- SOA (Service-Oriented Architecture)
- UPnP (Universal Plug and Play) za Internet bazirane merne sisteme

Automatska konfiguracija MS

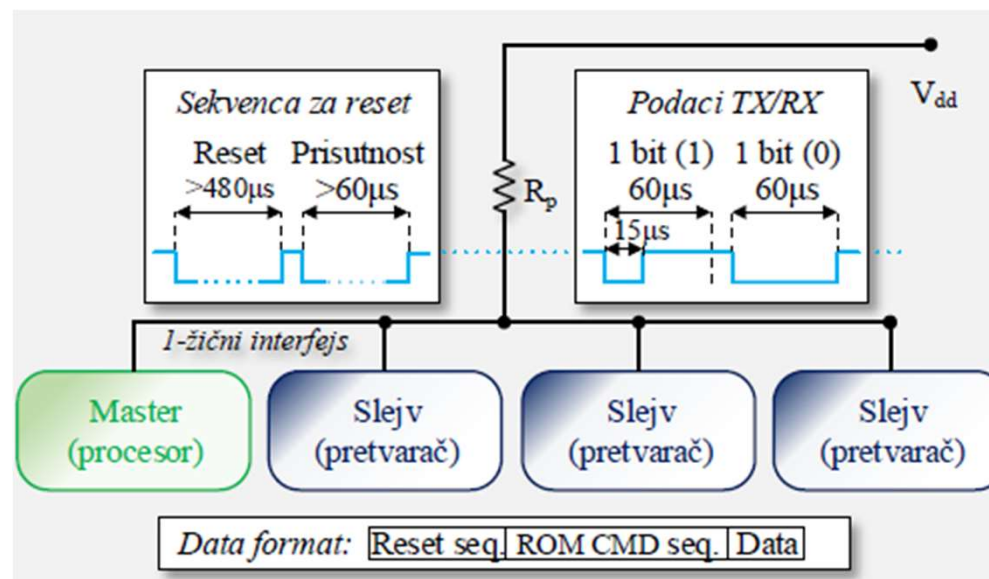
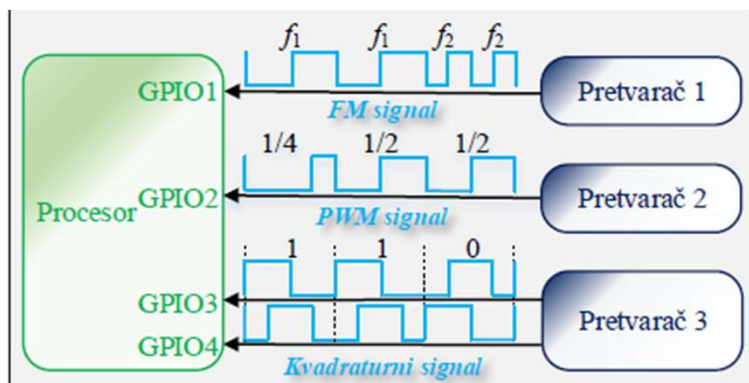
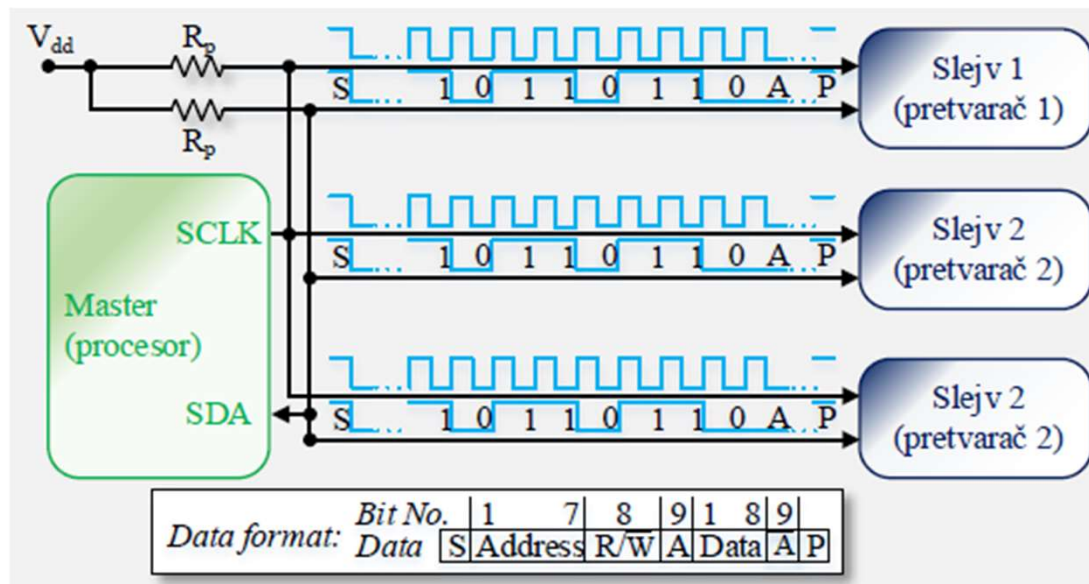
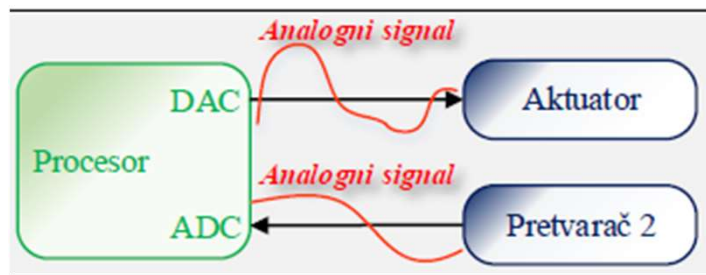
- Zavisi od elektronskih specifikacija –karakteristika senzora
- Senzor reaguje na promenu ulazne fizičke veličine i konvertuje promenu u merljivi signal
- Senzor = pretvarač = transducer = (aktuator?)
- Pretvarač za konverziju energije iz jednog oblika u drugi
- Najčešće konverzija fizičke veličine u električni signal
- Pretvarači su i aktuatori kojima se vrši transformacija energije iz električnog u neki drugi oblik

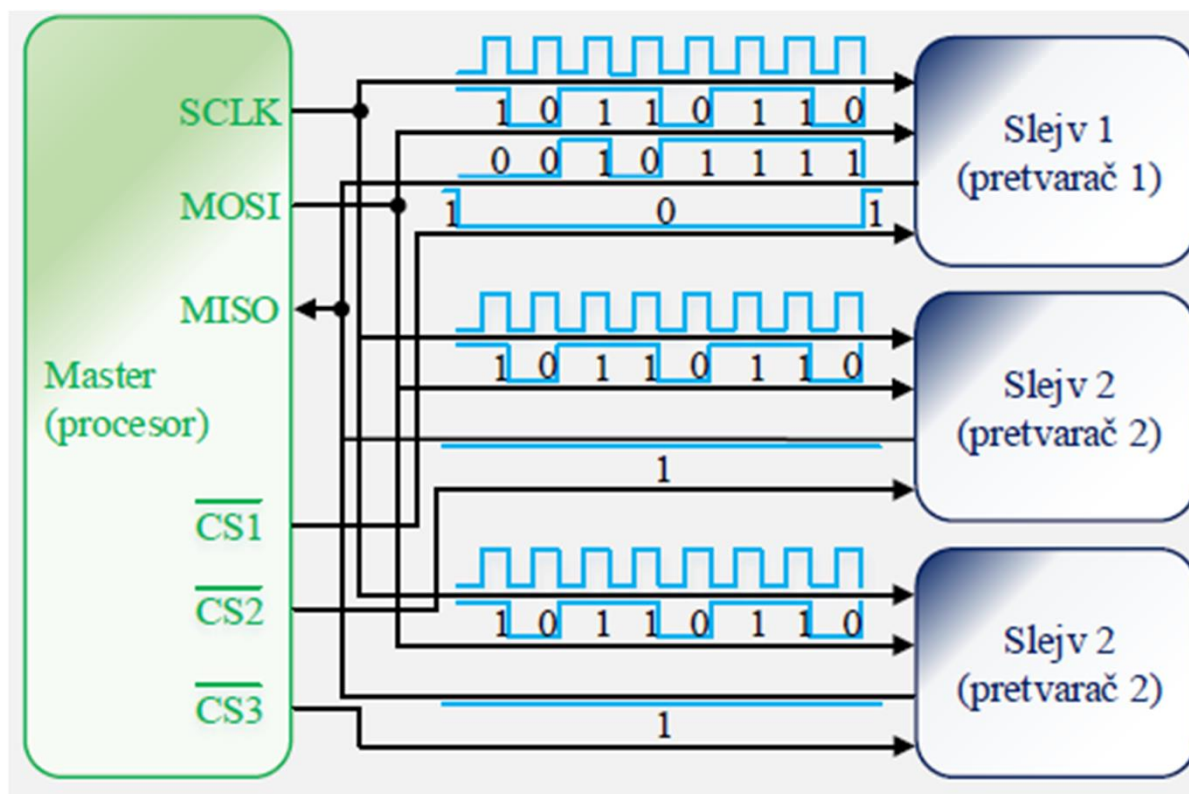
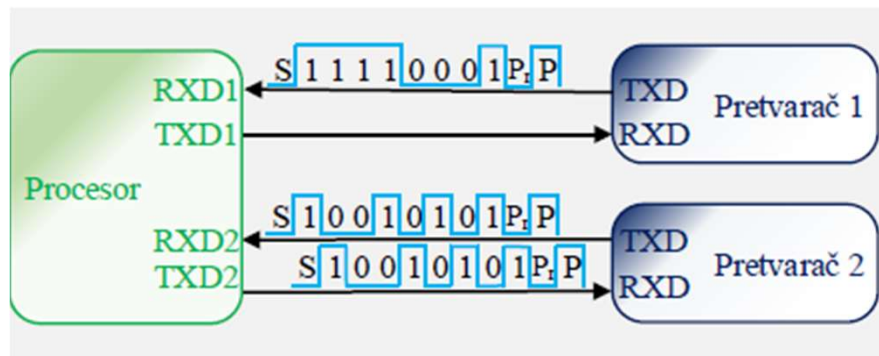
Savremeni senzori

- Minimizacija senzora, povećanje stepena integracije.
- Višestruko dejstvo da se omogući da senzor istovremeno meri više različitih fizičkih veličina
- Proširivanje mogućnosti senzora dodavanjem računarske logike
- Inteligentni senzori koji su povezivani u mreže
- Izlazni podaci
 - Analogni 55%, kvazi-digitalni 15%, digitalni 30%
- Kvazi-digitalni - modulacija frekvencije 70% (periode, faze), impulsni 25% (faktor ispunjenosti impulsa, intervala između impulsa), broj impulsa 3%

Savremeni senzori

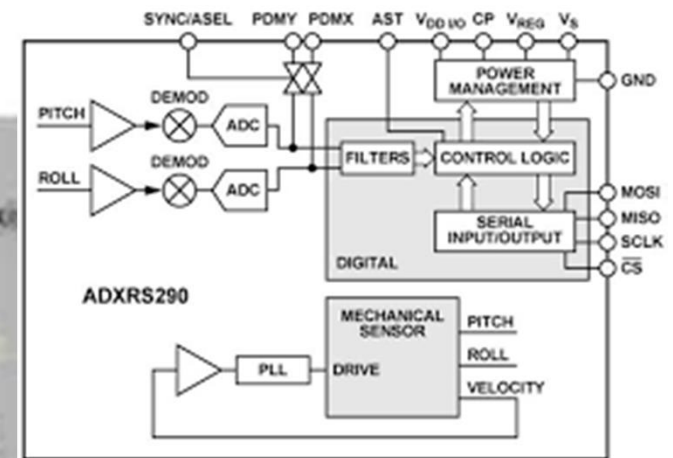
- Serijska komunikacija za prenos informacija
- Velika fleksibilnost i jednostavnost povezivanja i konfiguracije u okviru složenih mernih sistema
- dodatne funkcije (identifikacija senzora, samotestiranje, dijagnostika, automatska adaptacija i konfiguracija)
- Senzori koriste spoljni izvor napajanja ili ne zahtevaju spoljni izvor napajanja
- Pasivni senzori (indukcioni, elektromagnetni, elektrodinamički, piezoelektrični, piroelektrični, termoelektrični fotoelektrični)
- Odziv i osetljivost pasivnih senzora ...





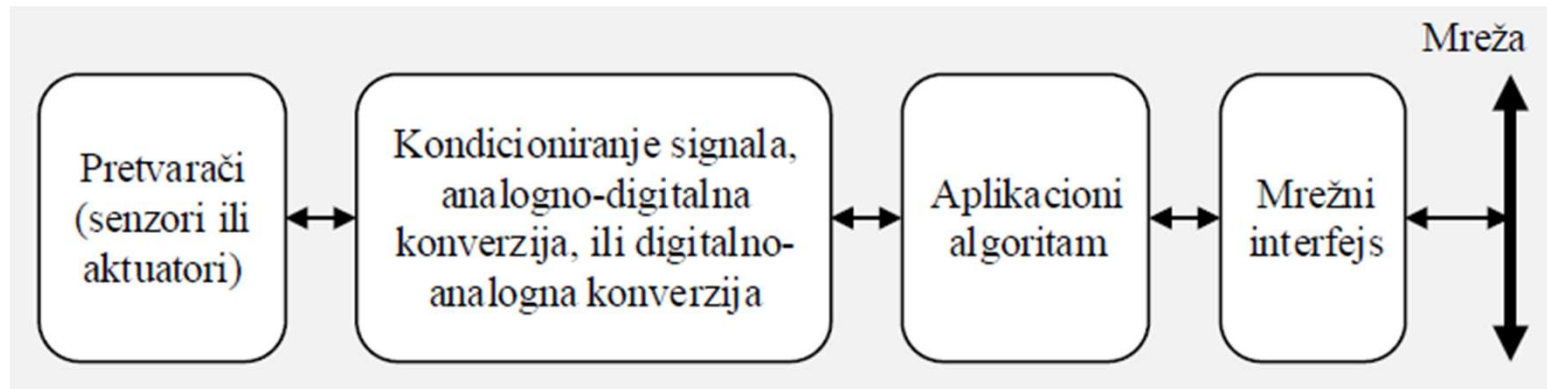
Savremeni senzori

- Aktivni senzori vrše modulaciju energije nekog spoljašnjeg izvora (otpornički, kapacitivni, induktivni, hemijski, optoelektronski)
- Tip merene veličine (toplotni, mehanički, kinematički, geometrijski, radijacioni, vremenski, električni, hemijski, fizički)



Savremeni senzori

- Model inteligentnog pretvarača



Savremeni senzori

- Dinamička karakteristika

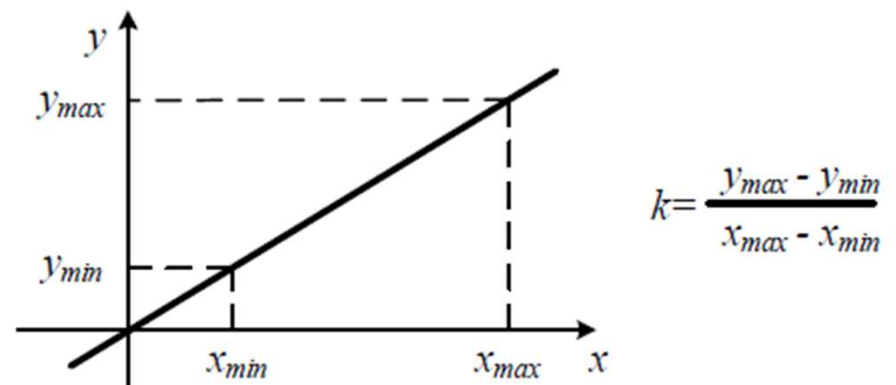
$$a_0 y + \sum_{i=1}^n a_i \frac{d^i y}{dt^i} = b_0 x + \sum_{j=1}^m b_j \frac{d^j x}{dt^j}, \quad m \leq n$$

Savremeni senzori

- Statička karakteristika
- Statičko pojačanje, statička osetljivost senzora
- Merni opseg, linearnost, tačnost, preciznost, razlaganje, osetljivost, histerezis, ofset, srednja vrednost, ulazna i izlazna impedansa
- Opseg linearnosti da se koristi za merenje
- Više opsega sa linearnom zavisnošću

$$a_0 y = b_0 x$$

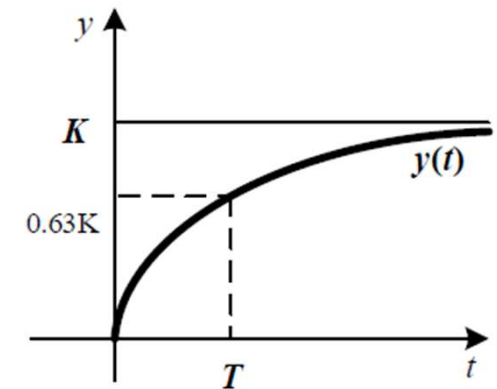
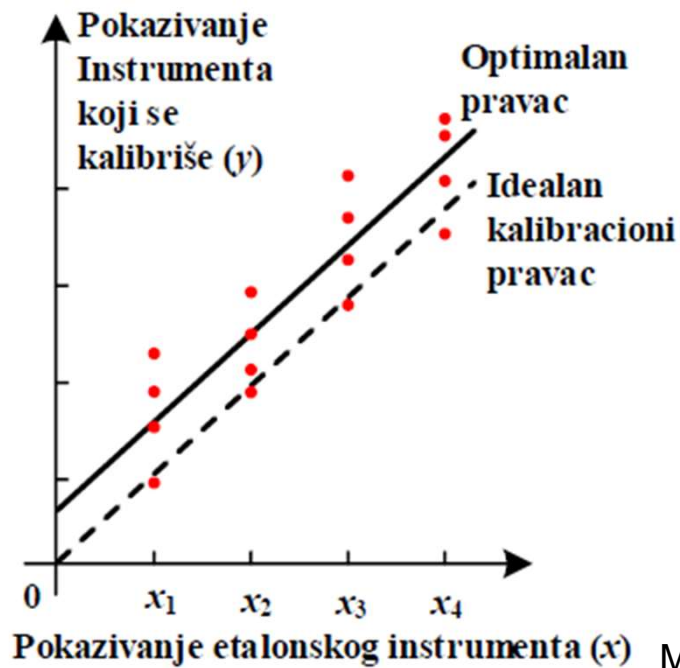
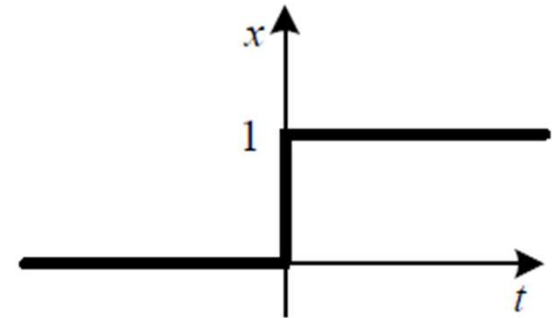
$$k = \frac{b_0}{a_0}$$



podaci u ROM ili EEPROM
za linearizaciju

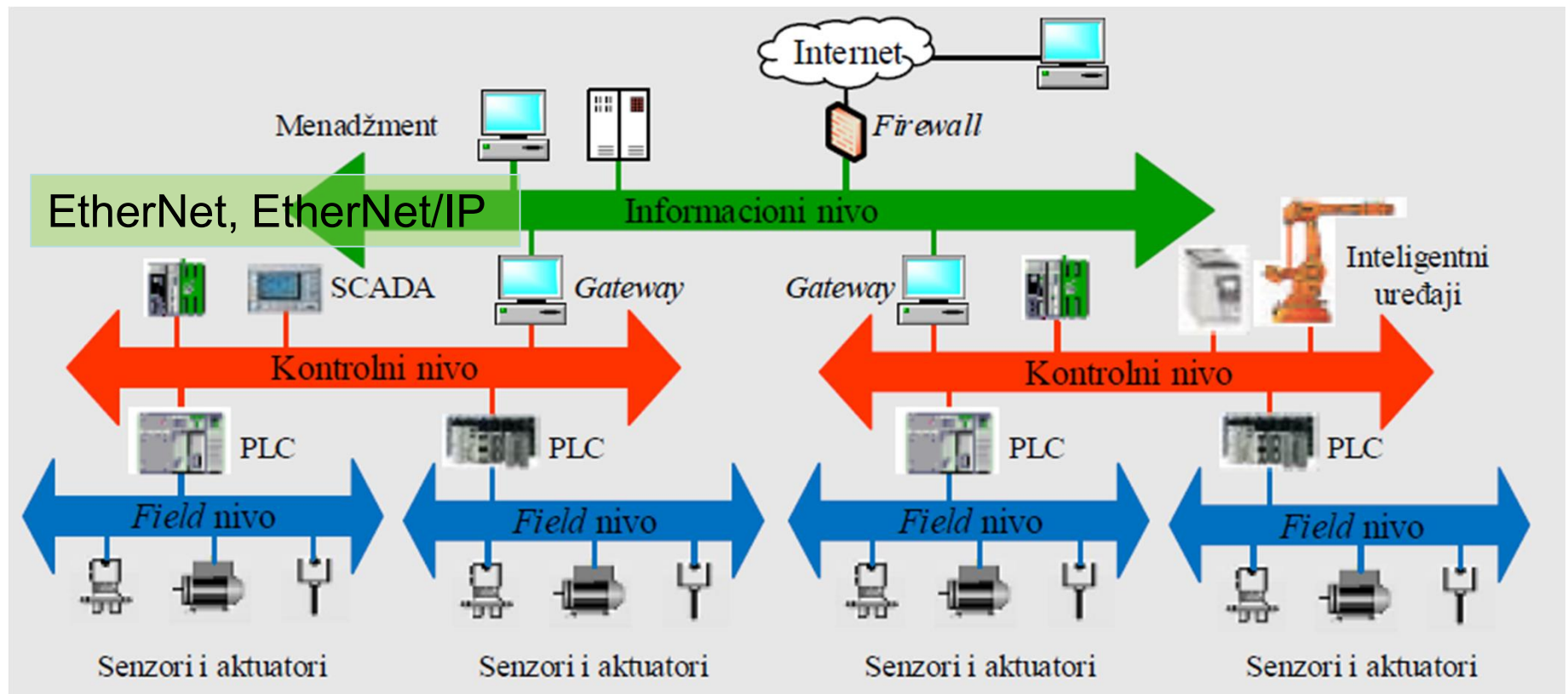
Savremeni senzori

- Vreme odziva
- Kalibracija
- Merna nesigurnost, Uncertainty



Arhitektura merno-komunikacione mreže

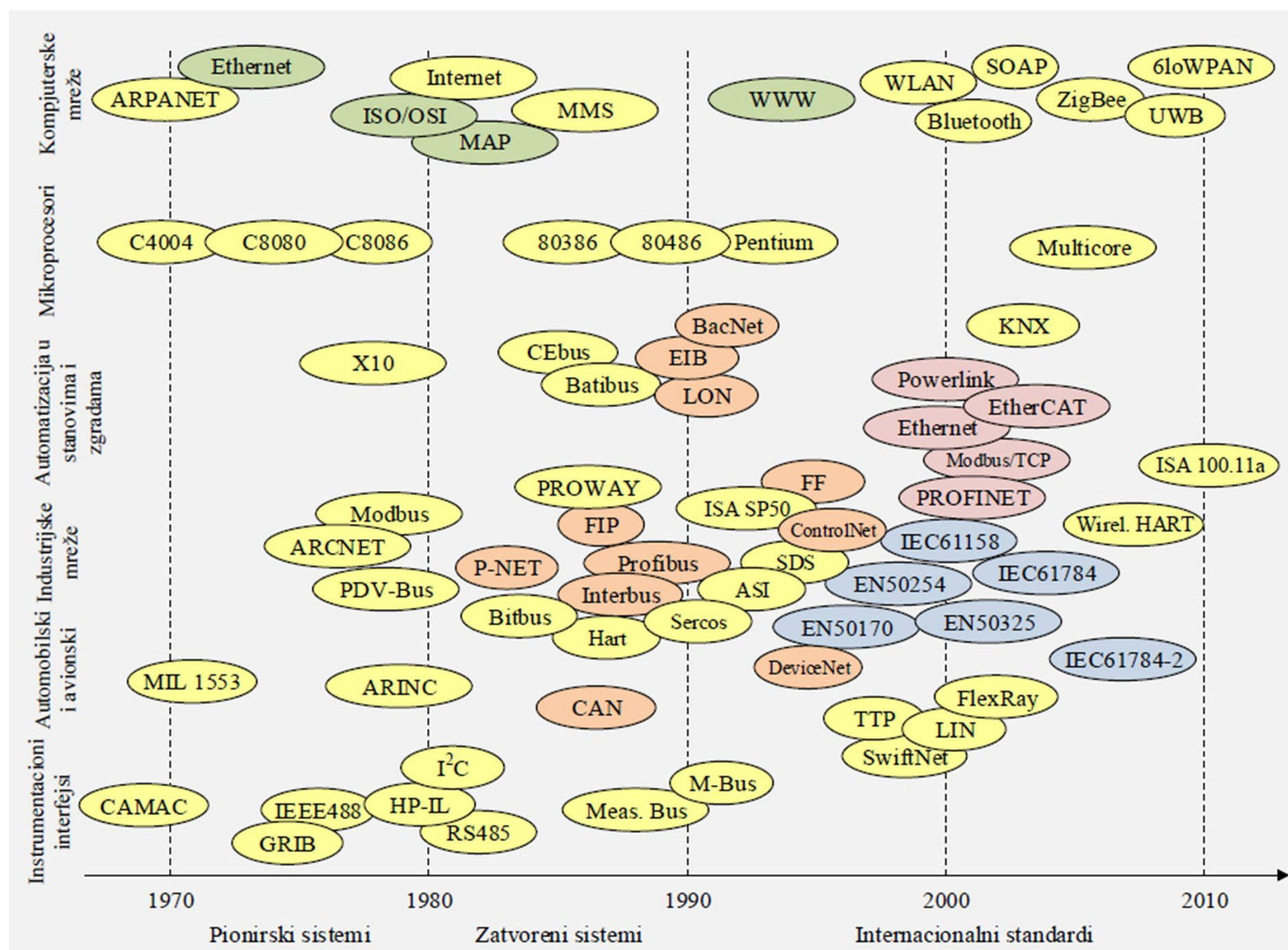
Komandni nivo: protokoli PROFIBUSFMS, ControlNet, CANopen, P-Net, CC-Link, Foundation Feildbus HSE, PROFINET, EtherNet/IP



komunikacioni standardi RS 232, RS 422, RS 485, IEEE 488

Savremeni merni sistemi

- Digitalni kontroleri i procesori
- Digitalne komunikacione linije
- 70-tih došlo do upotrebe digitalnih računara i programabilnih logičkih kontrolera – PLC (Programmable Logic Device)
- 80-tih mrežno povezivanje računarskih sistema koji su čvorovi sistema,
- za rad u realnom vremenu
- sve više se oslanja na komercijalne tehnologije, Ethernet, na višim slojevima mrežne arhitekture.



Standardizacija protokola

- TTP (Time-Triggered Protocol) je otvoren deterministički mrežni protokol za kontrolne sisteme koji rade u realnom vremenu
- TDMA (Time-Division Multiple Access) procedure za pristup medijumu da se obezbedi brz, pouzdan i efikasan prenos poruka sa minimalnim kašnjenjem i vremenskim odstupanjima (jitter)
- TTP/C protokol za mreže visokog rizika otporne na otkaze, u automobilske i avio industriji i podržava veće brzine prenosa

Standardizacija protokola

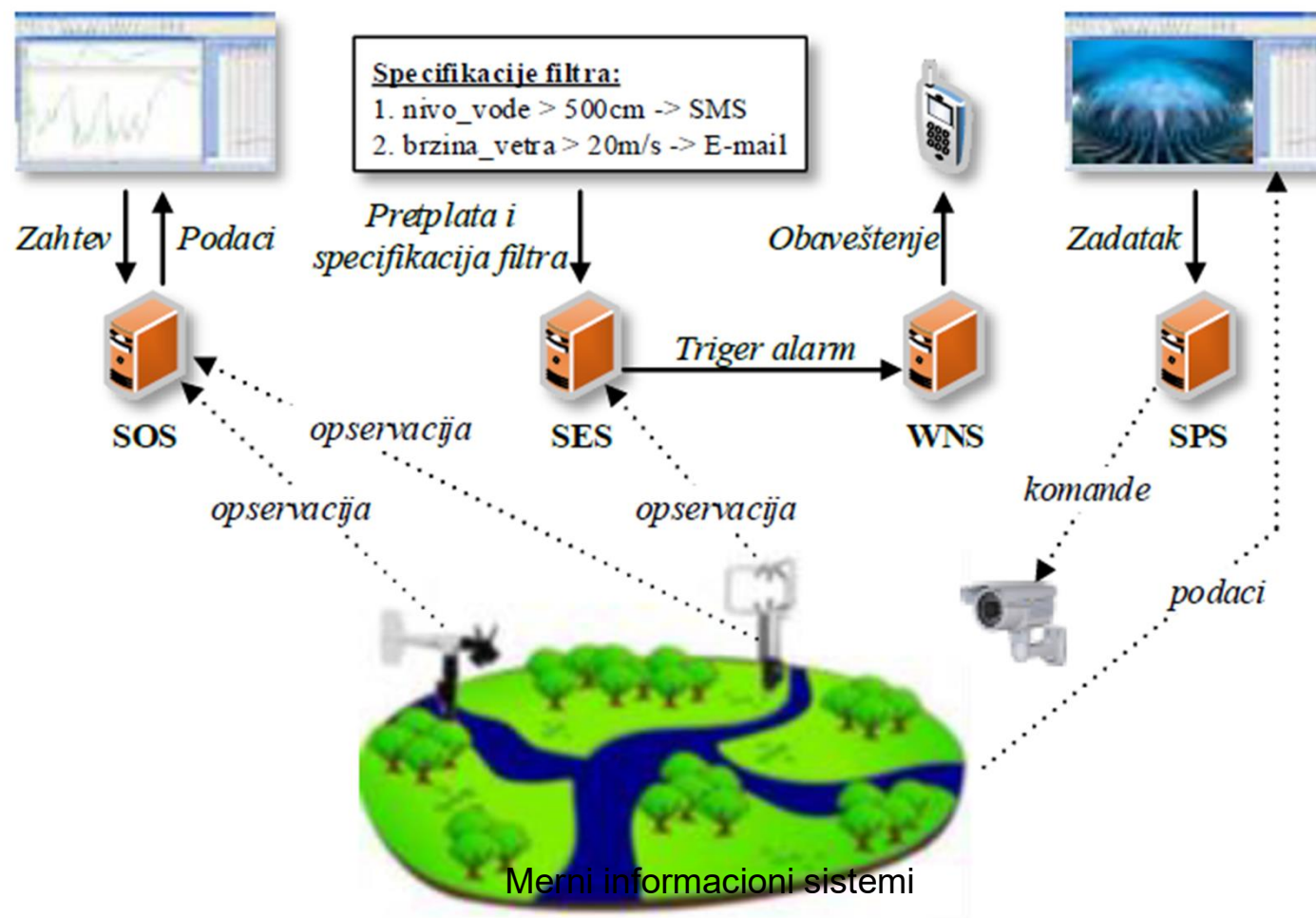
- TTP/A je pogodan za povezivanje inteligentnih pretvarača niske cene u vremenski kritičnim sistemima brzine prenosa ispod 1 Mb/s
- TTP/A protokol implementiran je u skladu sa STI (Smart Transducer Interface) standardom da se obezbedi
 - servis za prenos podataka u realnom vremenu
 - servisi za automatsku konfiguraciju i menadžment inteligentnih pretvarača

Standardizacija protokola

- CAN (Controller Area Network) protokol za primenu u automobilske industriji
- Za pristup medijumu koristi se CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) protokol, a za prenos podataka RS232
- CAN je definisan ISO 11898 standardom i za prva dva sloja OSI (Open Systems Interconnection) modela
 - Fizički sloj
 - Sloj veze podataka
- prevazilazi se otkaz jednog linka

Geografski distribuirani merni sistemi

- SWE (Sensor Web Enablement) servis



Interfejs za Plug & Play senzore

- IEEE 1451, IEEE-SA (Institute of Electrical and Electronic Engineers – Standards Association)
- dopunjuje uz podršku NIST (National Institute of Standards and Technology) i proizvođača senzora i merne opreme
- ISO (International Organization for Standardization) u saradnji sa IEC (International Electrotechnical Commission) usvojila standarda pod nazivom ISO/IEC/IEEE 21451-2010

Interfejs za Plug & Play senzore

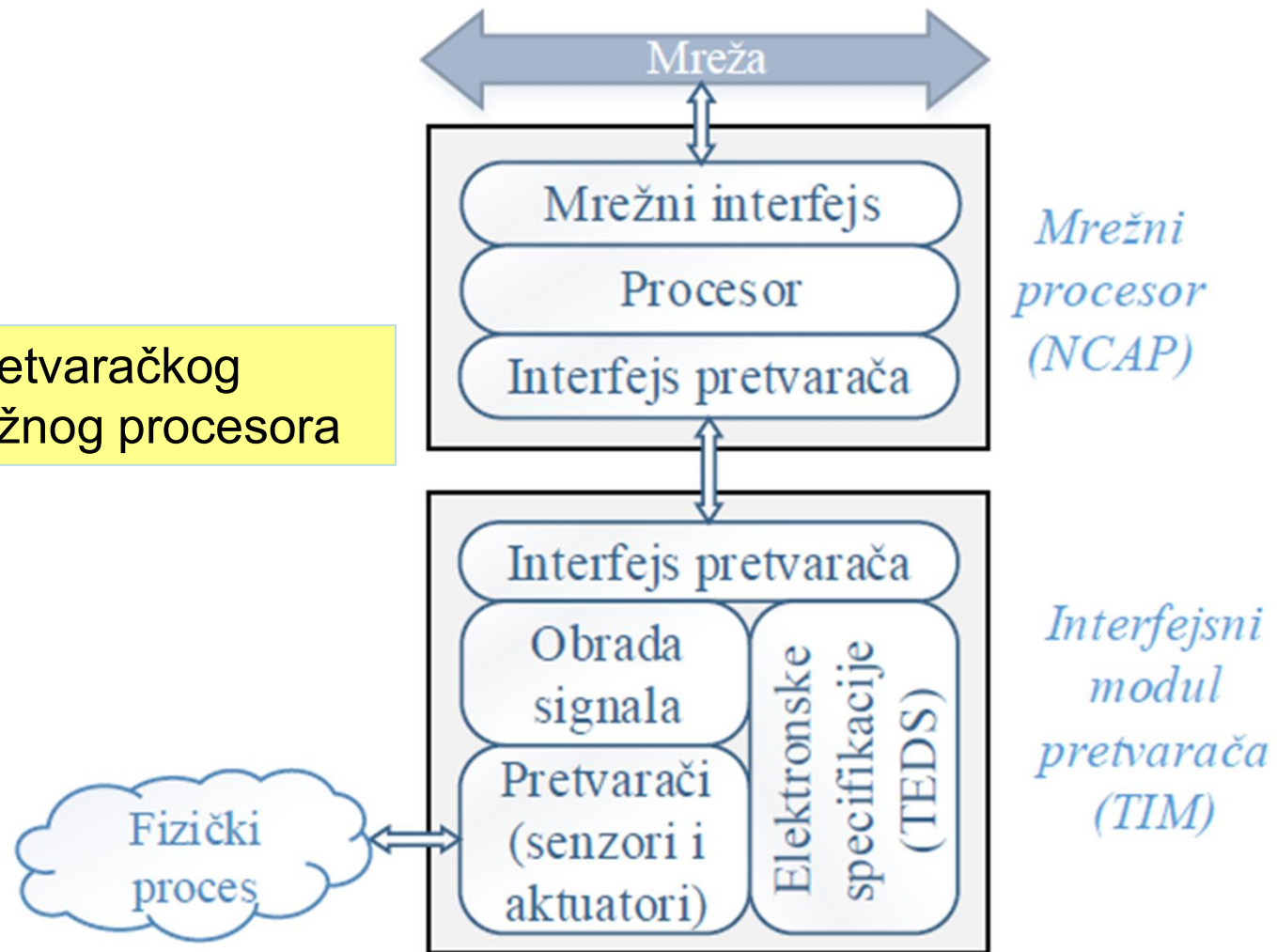
- Interfejs pretvarača nezavisan od mreže
- Interoperabilnost, nezavisnost od proizvođača
- Automatska konfiguracija (Plug and Play) – elektronske specifikacije za identifikaciju i opis karakteristika pretvarača, automatska konfiguracija distribuiranog mernog ili kontrolnog sistema
- Standardizovani interfejsa, standardne komande, tipovi i format podataka koji podržavaju operacije konfiguracije, kalibracije i razmene podataka sa inteligentnim pretvaračima
- u centar pažnje je pretvarač, senzor i aktuator, protokole za komunikaciju, standardizovani prenos podataka

Model inteligentnog mrežnog pretvarača

- Dve funkcionalne celine:
 1. Interfejsni modul pretvarača TIM (Transducer Interface Module) čine senzori i aktuatori (pretvarači), kola za prilagođenje, obradu i analogno-digitalnu konverziju signala, elektronske specifikacije pretvarača – TEDS (Transducer Electronic Data Sheets) i odgovarajući interfejs pretvarača za vezu prema mrežnom procesoru
 2. Mrežni procesor NCAP (Network Capable Application Processor) za obradu podataka iz pretvaračkih modula i povezivanje sa mrežom; jedan mrežni procesor vrši povezivanje više interfejsnih modula pretvarača, na svaki interfejsni modul može se povezati više senzora ili aktuatora

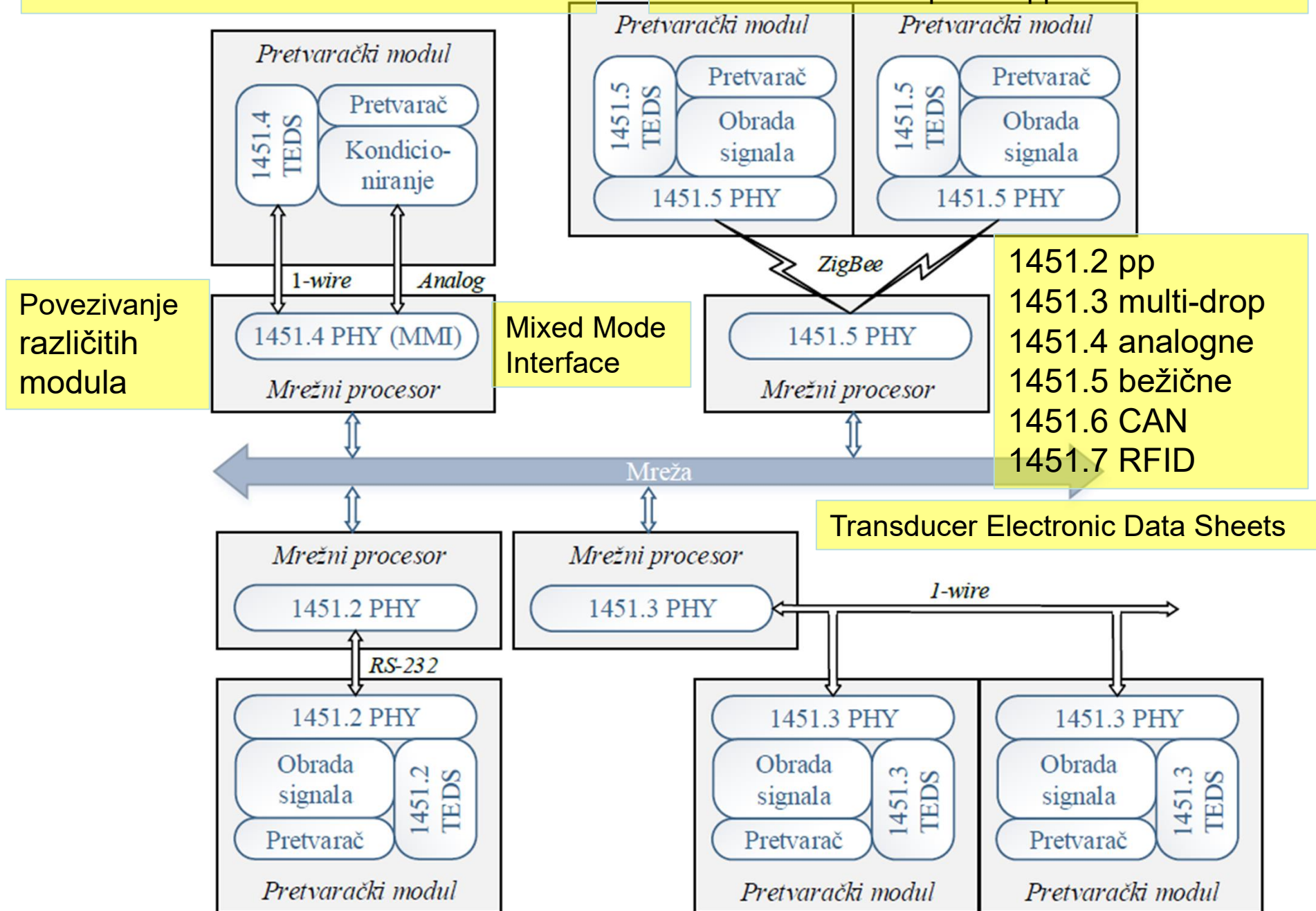
Model inteligentnog mrežnog pretvarača

Razdvajanje pretvaračkog modula od mrežnog procesora



TIM Transducer Interface Module

NCAP Network Capable Application Processor



- povezivanja interfejsnih modula pretvarača baziran na IEEE 1451 familiji standarda
- Komunikacija mrežnog procesora (NCAP) i interfejsni modul pretvarača (TIM) vršiti se po protokolu
1451.2 za serijske veze od tačke do tačke
1451.3 za multi-drop veze
1451.4 za tradicionalne analogne pretvarače
1451.5 za bežične veze
1451.6 za CAN ili 1451.7 za RFID sisteme
- Svaki standard ima specifične protokole i TEDS formate koji su prilagođeni fizičkoj implementaciji veze između pretvaračkog modula i mrežnog procesora
- obeležava sa 1451.X i smatra se da opisuje fizički (PHY) sloj 1451 familije
- TEDS strukture nazivaju se fizički TEDS (PHY TEDS).

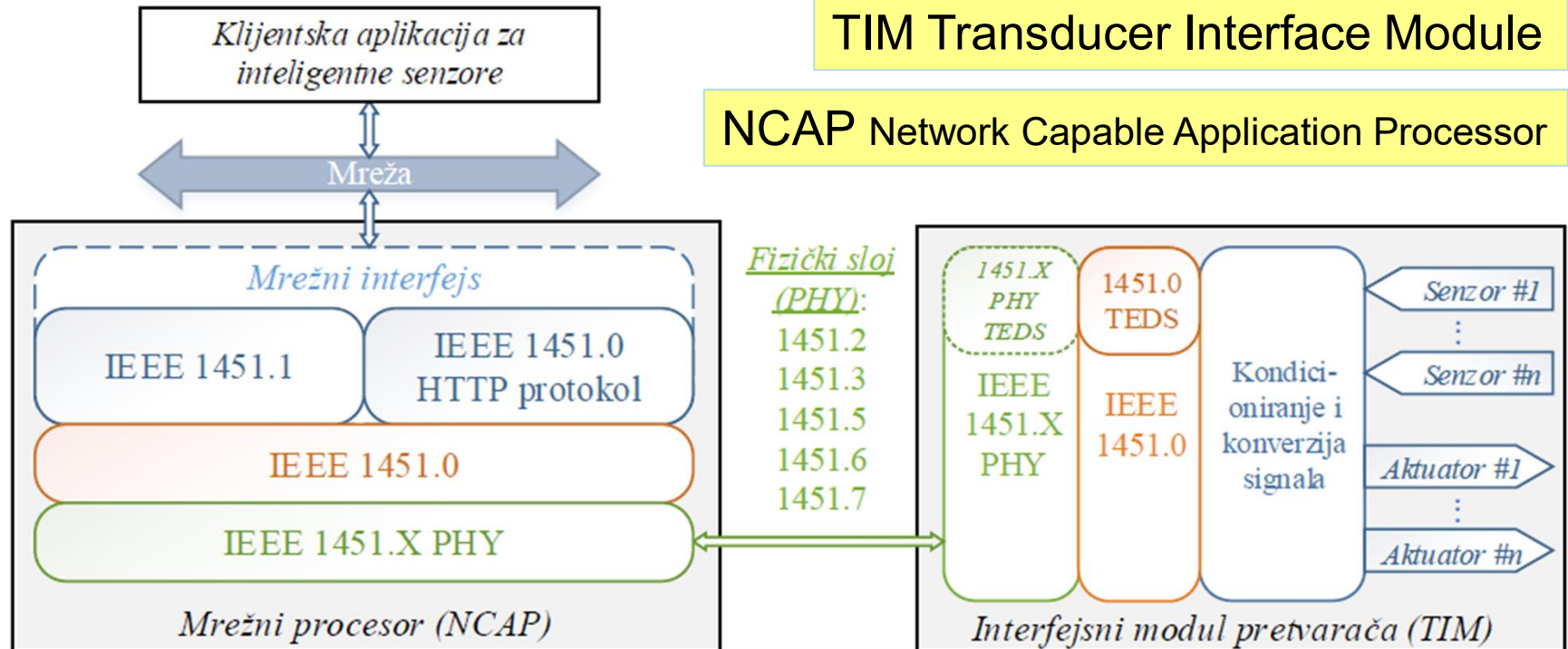
serijski interfejs SPI, UART (RS-232), I2C, USB

TEDS Transducer Electronic Data Sheets

CIP (Common Industrial Protocol)

TIM Transducer Interface Module

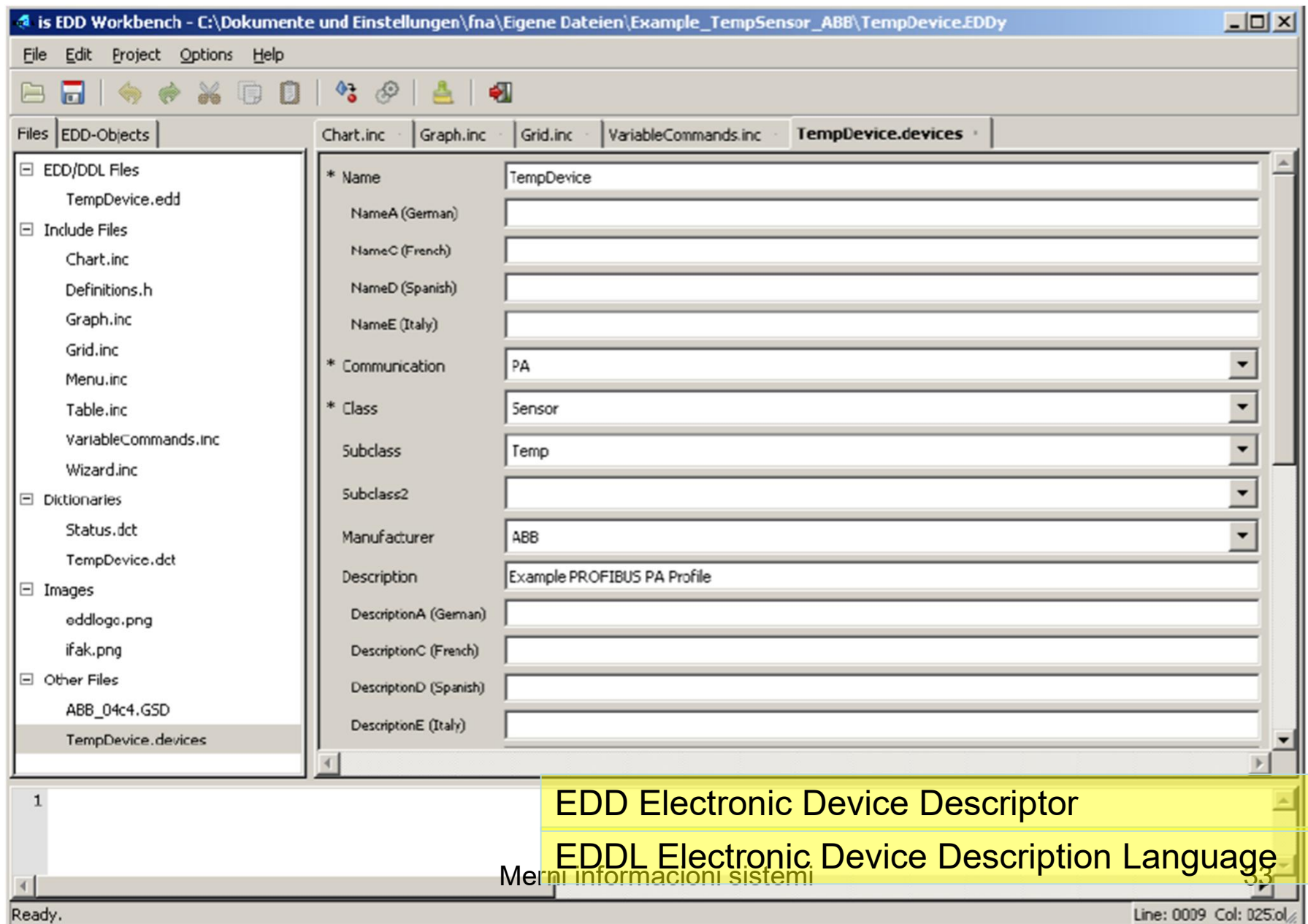
NCAP Network Capable Application Processor



Povezivanje
različitih modula

- pokazuje komunikaciju između proizvoljne klijentske mrežne aplikacije na udaljenom računaru i pretvarača kompatibilnog sa 1451 standardom.
- Povezivanje TIM modula na mrežni procesor može se izvršiti po ma kom 1451.X protokolu koji obuhvataju sve najčešće korišćene interfejse, od žičnih veza od tačke do tačke, preko magistrala tj. *multi-drop* veza, do bežičnih veza
- Da bi povezivanje bilo moguće i NCAP i TIM moraju da podržavaju isti tip 1451.X interfejsa kojim se vrši komunikacija na fizičkom nivou
- TIM modul može da poseduje i odgovarajući 1451.X

EDDL prevodilac – EDD workbench

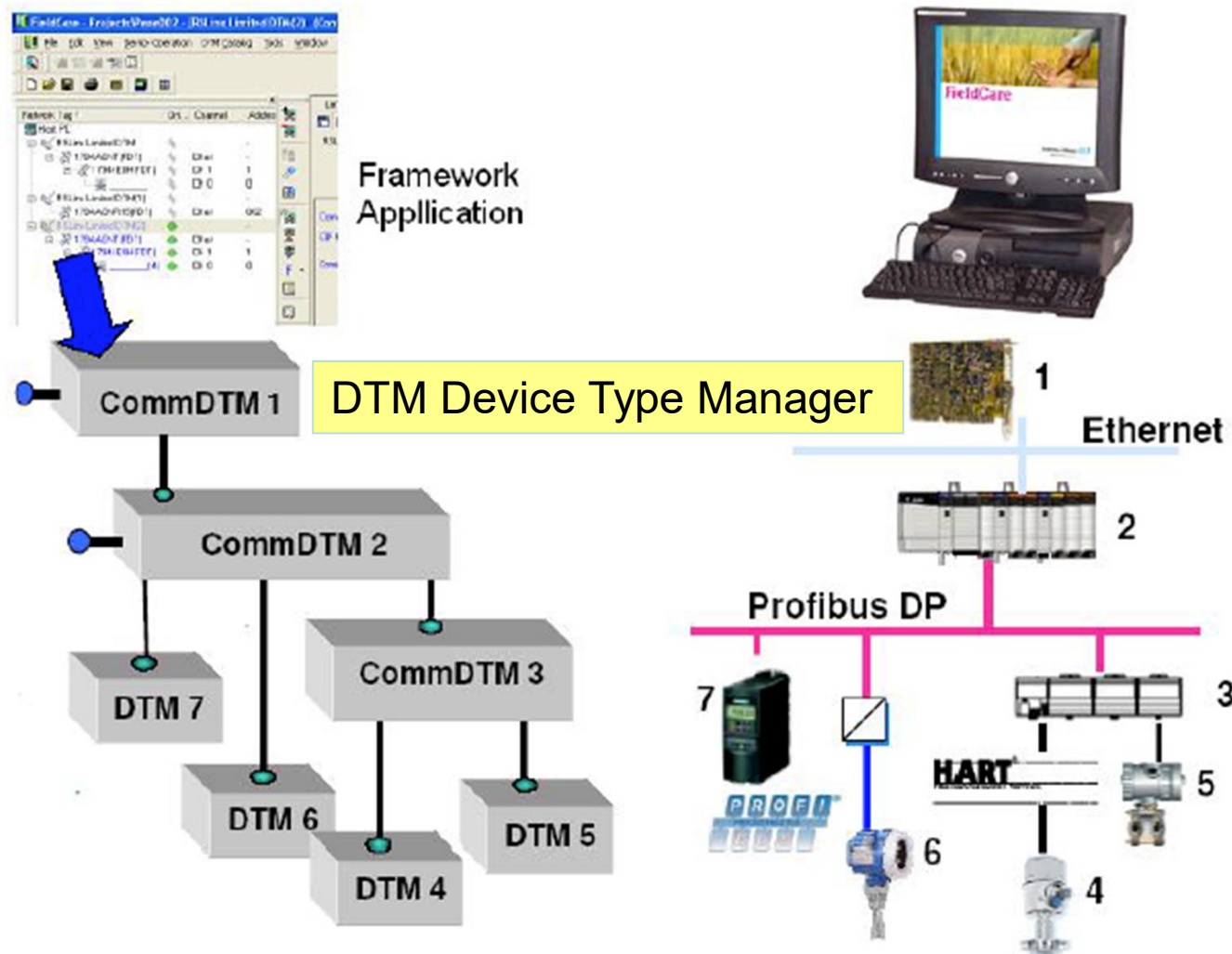


EDD Electronic Device Descriptor

EDDL Electronic Device Description Language

Merni informacioni sistemi

Konceptcija FDT/DTM konfiguracionog sistema

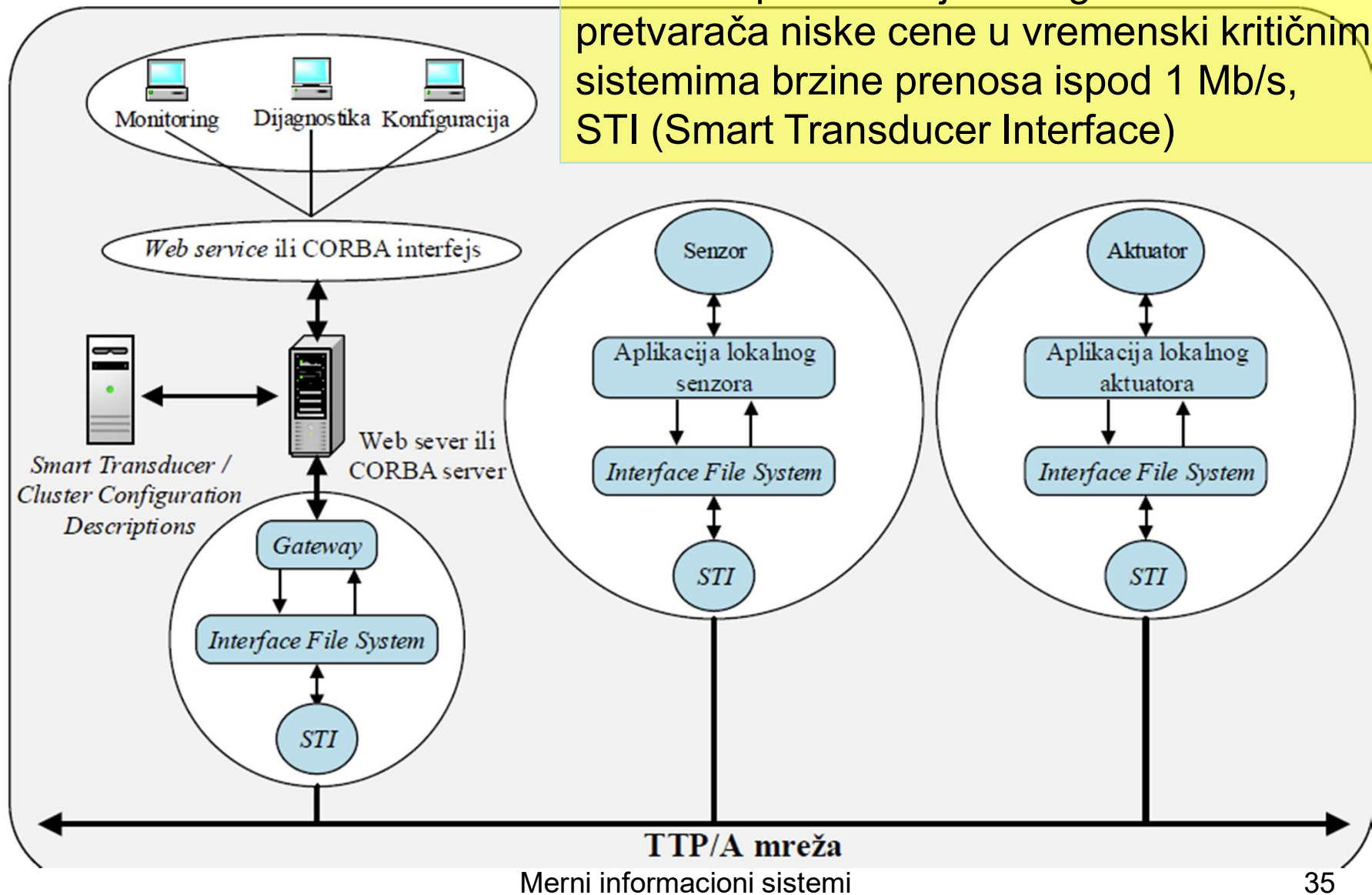


Highway
Addressable
Remote
Transducer

FDT/DTM (Field Device Tool / Device Type Manager)

konfiguraciju i menadžment TTP/A Fieldbus protokola

TTP/A za povezivanje inteligentnih pretvarača niske cene u vremenski kritičnim sistemima brzine prenosa ispod 1 Mb/s, STI (Smart Transducer Interface)

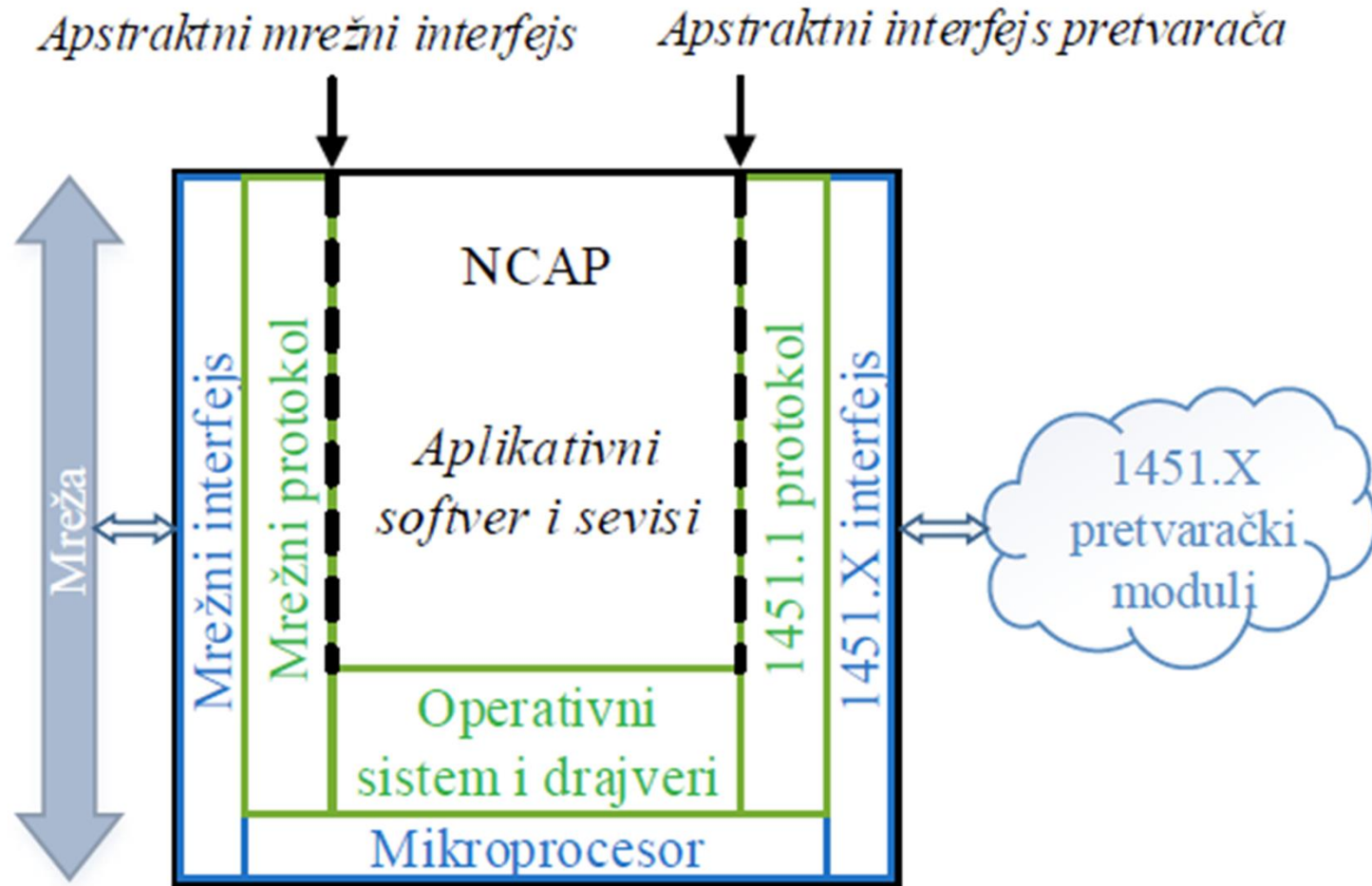


TEDS Transducer Electronic Data Sheets

elementi elektronskih specifikacija pretvarača prema 1451.0

Naziv	Tip podataka	Kategorija
<i>Meta TEDS</i>	Binarni	Obavezan
<i>Channel TEDS</i>	Binarni	Obavezan
<i>Calibration TEDS</i>	Binarni	Opcioni
<i>Generic Extension TEDS</i>	Binarni	Opcioni
<i>Meta Identification TEDS</i>	Tekstualni	Obavezan
<i>Channel Identification TEDS</i>	Tekstualni	Obavezan
<i>Calibration Identification TEDS</i>	Tekstualni	Opcioni
<i>End User Application Specific TEDS</i>	Tekstualni	Opcioni

Model mrežnog procesora prema IEEE 1451.1 standardu



Hijerarhija klasa objektnog modela 1451.1 mrežnog procesora

Pozicija u hijerarhiji	Naziv klase	Komentar
1	<i>Root</i>	Apstraktna klasa. Predstavlja koren klasne hijerarhije sa sve objekte koji su definisani 1451.1 standardom.
1.1	<i>Entity</i>	Apstraktna klasa. Predstavlja roditeljsku klasu za sve tipove objekata koji su vidljivi na mreži.
1.1.1	<i>Block</i>	Apstraktna klasa. Predstavlja roditeljsku klasu za sve Blokove. Blok klase namenjene su procesiranju podataka.
1.1.2	<i>Component</i>	Apstraktna klasa. Predstavlja roditeljsku klasu za sve Komponente. Klase Komponenata služe za enkapsulaciju podataka.
1.1.3	<i>Service</i>	Apstraktna klasa. Služi kao roditeljska klasa za sve servise koji podržavaju komunikaciju između objekata.

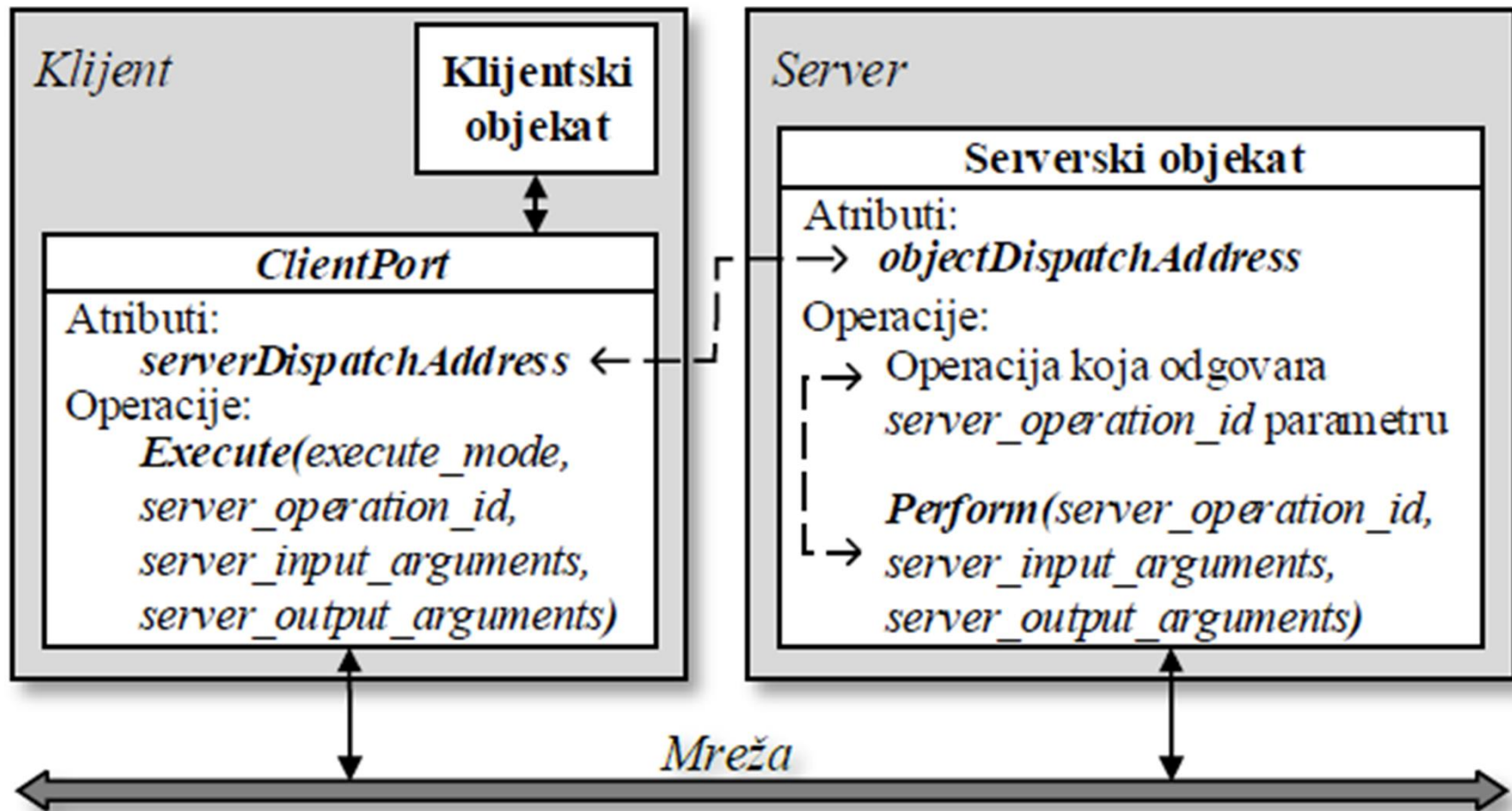
Atributi Entitet objekata 1451.1 mrežnog procesora

Atribut	Tip podatka	Vrednost atributa je jedinstvena	Opis atributa
objectTag	Niz podataka tipa <i>Octet</i>	Poželjno	Predstavlja logičko ime koje se daje objektima klase Entitet (odnosno klase nasleđene od klase Entitet) kako bi se olakšala konfiguracija sistema. Koristi se kao pseudonim za atribut <i>objectDispatchAddress</i> .
objectID	Niz podataka tipa <i>Octet</i>	Da, u kontekstu celokupnog distribuiranog sistema	Predstavlja jedinstveni identifikator objekta klase Entitet (odnosno klase nasleđene od klase Entitet) u okviru celokupnog distribuiranog sistema.
objectName	<i>String</i>	Da, u okviru jednog NCAP procesa	Predstavlja lokalno ime objekta koje daje programer objektu klase Entitet (odnosno klase nasleđene od klase Entitet).
objectDispatchAddress	<i>String</i>	Da, u kontekstu celokupnog distribuiranog sistema	Predstavlja jedinstvenu mrežnu adresu – URL (<i>Universal Resource Locator</i>) objekta klase Entitet (odnosno klase nasleđene od klase Entitet).

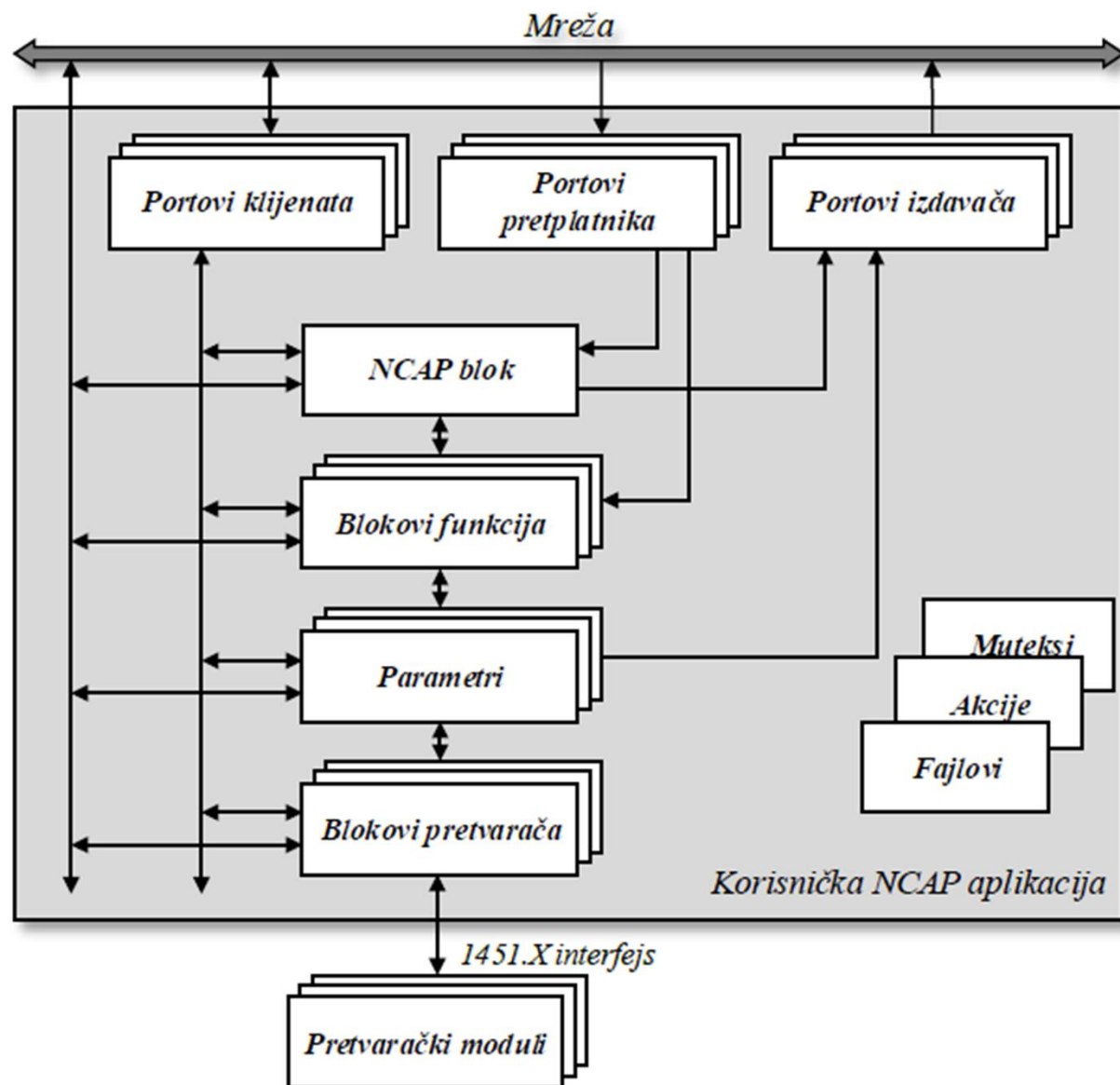
Model podataka

- Definiše tipove podataka koji se koriste za razmenu podataka između objekata (Entiteta) u okviru lokalne NCAP aplikacije, za prenos podataka preko mreže između objekata lokalne i udaljene NCAP aplikacije
- Boolean (logički tip), Octet (8-bitni podatak),
- Integer (8-bitni, 16-bitni, 32-bitni, 64-bitni celobrojni podatak sa ili bez znaka),
- Float (32-bitni ili 64-bitni decimalni broj sa pokretnim zarezom),
- String (niz 8-bitnih karaktera)
- Nizovi, strukture
- Argument uopšteni tip

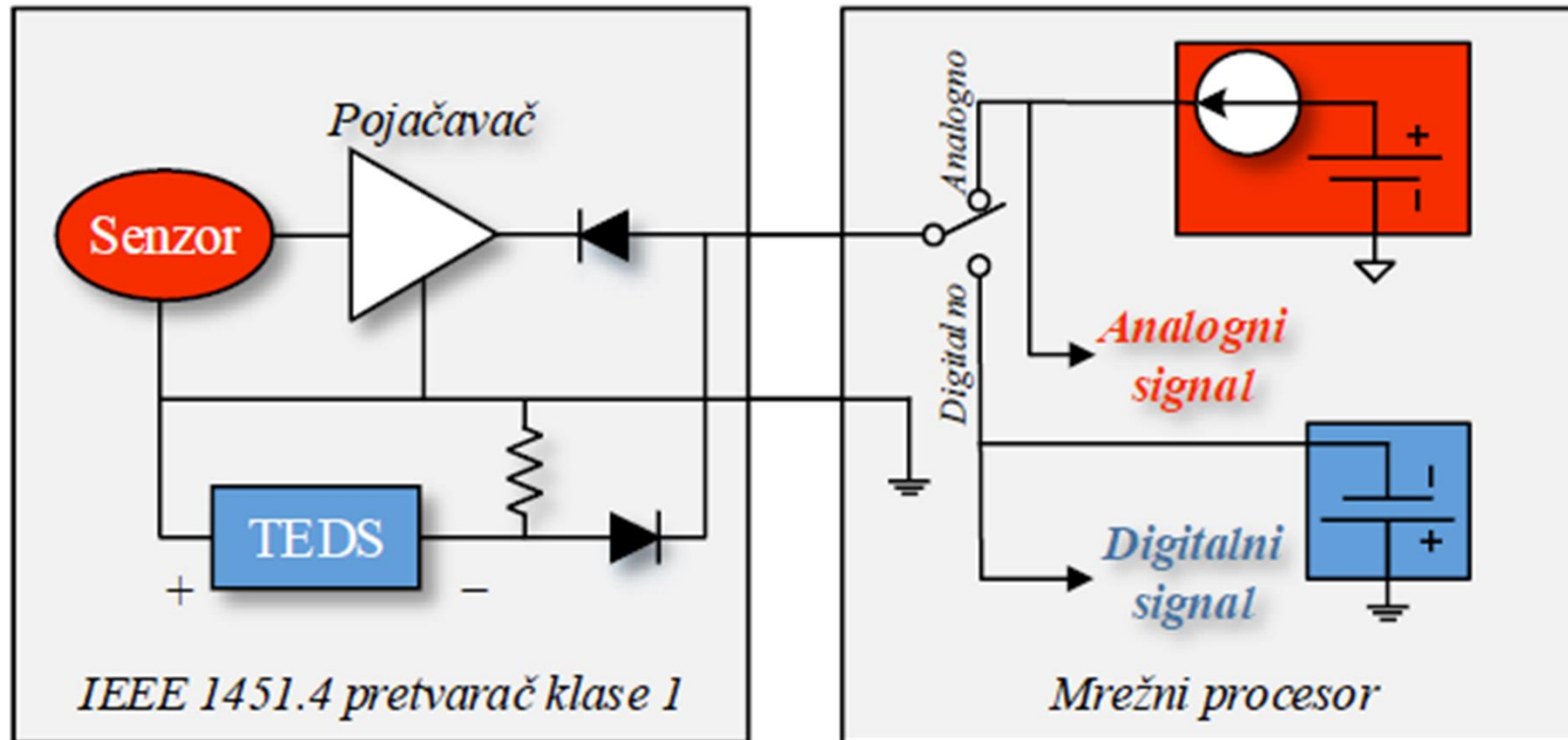
Komunikacioni model klijent-server



Organizacija objekata u mrežnom procesoru

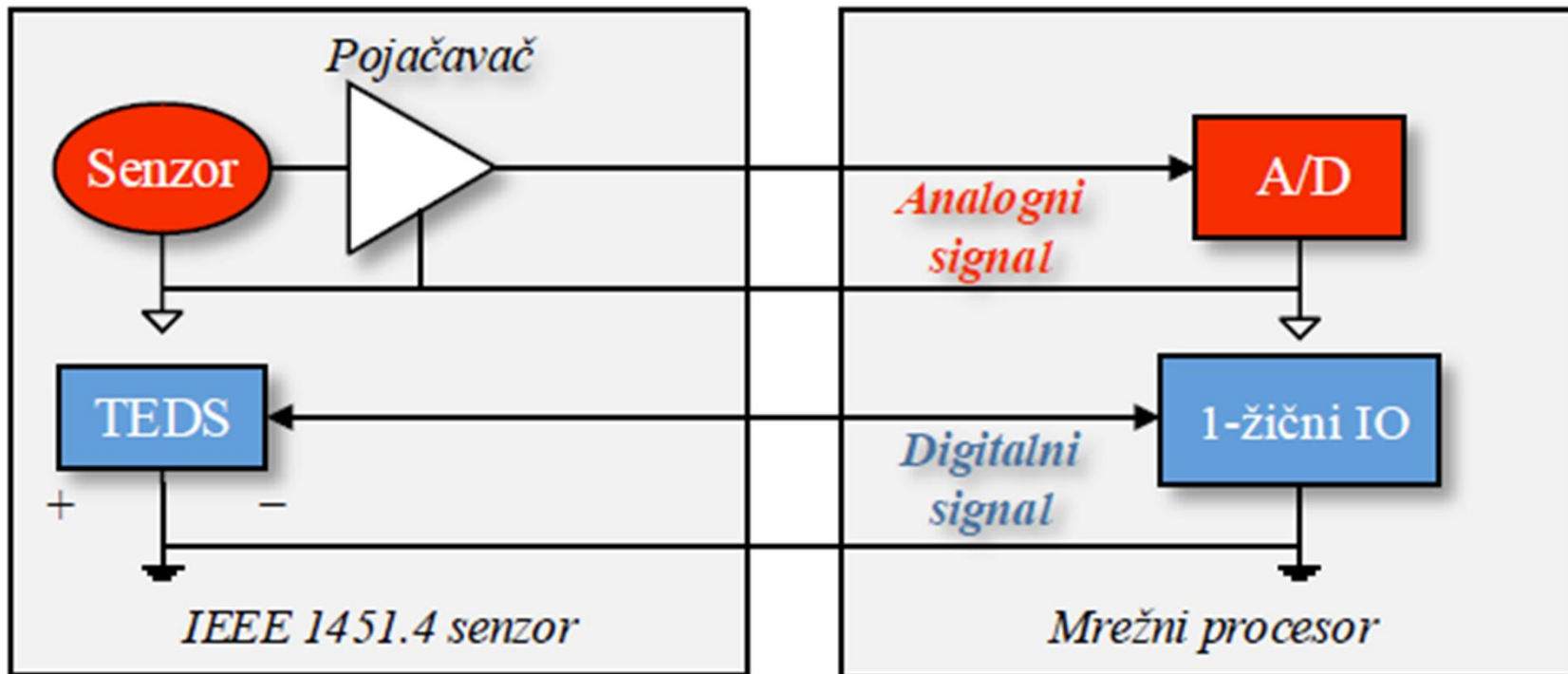


Povezivanje pretvarača korišćenjem mešovitog interfejsa klase 1



TEDS Transducer Electronic Data Sheets

Povezivanje pretvarača korišćenjem mešovitog interfejsa klase 2



TEDS Transducer Electronic Data Sheets

Struktura elektronskih specifikacija 1451.4 pretvarača

Osnovni TEDS	<i>Manufacturer ID, Model number, Version number, Version letter, Serial number.</i>
TEDS pretvarača (Standardni šabloni od 25 do 39, i 43)	Meni opseg, Opseg izlaznog signala senzora ili ulaznog signala aktuatora, Osetljivost, Izvor napajanja, ...
Kalibracioni TEDS (Standardni šabloni od 40 do 42)	Kalibracioni podaci: - Kalibraciona tabela - Polinomialna aproksimacija - Tabela frekvencijskog odziva

TEDS Transducer Electronic Data Sheets

Profesor dr Miroslav Lutovac

mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)