



OSNOVE MEHATRONIKE

Nastavnici: Prof.dr.sc. Fetah Kolonić

Asistenti: Mr.sc. Alen Poljugan
Sven Zelić, dipl.inž.
Toni Šimić, dipl.inž

OSNOVNE INFORMACIJE

- Web stranica predmeta:

<http://www.esa.fer.hr/nastava/>

- Matični Zavod (Zavod za ElektroStrojarstvo i Automatizaciju (ZESA), zgrada C, IV kat.
- Laboratorijske vježbe (prema rasporedu)
- MEhatronički LABoratorij (MELAB, zgrada C, IV kat, soba C 4-17)
- Poziv za demonstratore

OSNOVNE INFORMACIJE

- **Način ocjenjivanja – prema fakultetskim pravilima, FER2**
 - Prisustvo nastavi 0 bodova
 - Domaće zadaće **15 bodova**, DZ je priprema za lab. vježbu, provjerava se na vježbi
 - Rad u laboratoriju **15 bodova**
 - Međuispiti 2x15 bodova = **30 bodova**, pismeno rješavanje zadataka
 - Završni ispit **40 bodova** (pismeni **30**, usmeni **10**), uvjet za izlazak na međuispit je barem 50% sakupljenih bodova iz svih dosadašnjih aktivnosti
- Prag za prolaz \geq **50 bodova (od 100)**
- Moguće male korekcije načina ocjenjivanja tijekom semestra.

Laboratorijske vježbe-raspored

	Akademska godina 2007/2008		
	SRIJEDA	ČETVRTAK	PETAK
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
13:00			
14:00			
15:00			
16:00			
17:00			

Laboratorijske vježbe-termini

Laboratorijska vježba	Lab. vj. br. 0	Lab. vj. br. 1	Lab. vj. br. 2	Lab. vj. br. 3	Lab. vj. br. 4	Lab. vj. br. 5	Lab. vj. br. 6
ESA 1							
EEN 1							
EEN 2							
EEN 3							
EEN 4							
EEN 5							
ESA 2							
EEN 6							
EEN 7							
EEN 8							
EEN 9							
EEN 10							

SADRŽAJ PREDMETA (1)

Definicija mehatronike i osnovni pojmovi.

- Uvod u mehatroniku. Primjeri.
- Struktura mehatroničkog sustava. Komponente
- Mehanički podsustav. Newtonovi zakoni, načelo D'Alamberta, Lagrangeova jednačba gibanja.
- Jednačbe translacijskog i rotacijskog gibanja
- Prijenosnici snage i gibanja. Planetarni i harmonijski prijenosnici snage i gibanja. Spojni mehanički elementi.
- Kinematika i dinamika krutog tijela, Klasifikacija mehanizama.
- Digitalni sustavi upravljanja u mehatronici. Zahtjevi.
- Osnovni mjerni članovi u mehatronici. Obrada procesnih veličina, komunikacija s procesorskom jedinicom.
- Komunikacijski podsustav prema hijerarhijski nadređenom sustavu

Definicija Mehatronike

- “*The synergistic combination of mechanical, electrical, and computer engineering”*
- **Optimal combination of appropriate technologies**
- **Emphasis on integrated design for products**

PRIMJERI:

- roboti
- ABS sustav kočenja kod automobila
- Nanopodmornica
- suvremeni transportni autonomni sustavi

Definicije Mehatronike

- *Mechatronics is the synergistic integration of precision mechanical engineering, electronics, computational hardware and software in the design of products and processes.*
- *The synergistic combination of mechanical, electrical, and computer engineering (jednostavno pamtljiva definicija)*
- *Mechatronics is the synergistic combination of mechanical engineering ("mecha" for mechanisms), electronic engineering ("tronics" for electronics), and software engineering*
- *Mechatronics is Knowledge Driven Motion*
- *The synergistic integration of precision mechanical engineering, electronic control and systems thinking in the design of intelligent products and process.*

Ključne riječi u definiciji Mehatronike

- *synergistic integration*
- *precision mechanics*
- *electronics*
- *computational hardware (digital system)*
- *knowledge Driven Motion*
- *software in the design of products and processes*

Sinergizam (mehanike, elektronike i računalne tehnologije) s ciljem dobivanja suvremenog tehnološkog proizvoda.

Sinergizam; (*syn*-s,sa; *ergon*- djelo), usklađenost rada (suradnja) komponenta unutar sustava kojeg te komponente određuju, u cilju postizanja određene radnje, pokreta (primjer, medicina, ljudski organizam, pojačano djelovanje korištenjem dva lijeka; robot s umjetnom inteligencijom).

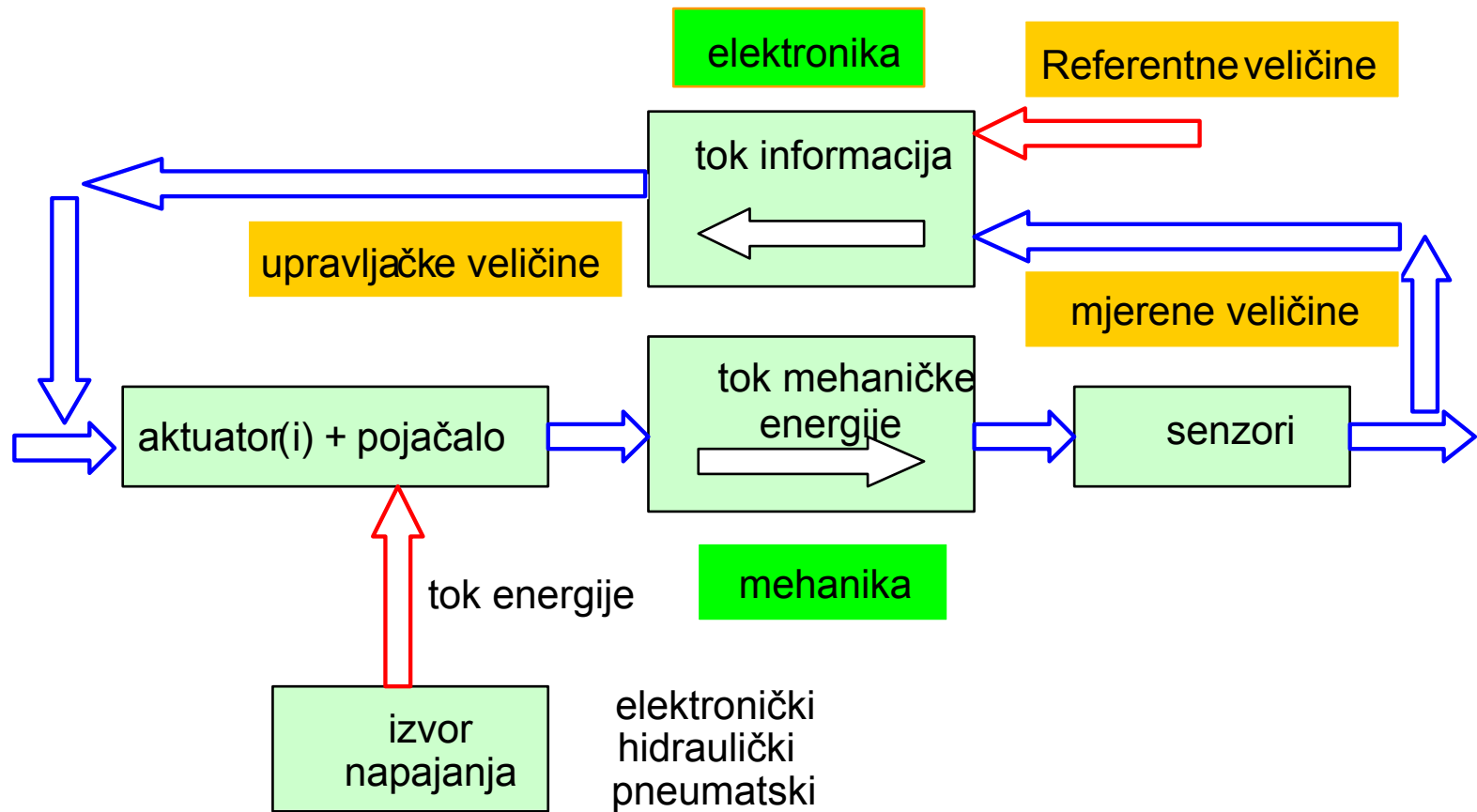
Integracija; Objedinjuje više klasičnih temeljnih znanosti (mehanika, elektronika, informatička tehnologija)
Npr: mehanika (tehnologija mehanizama), elektronika (pojačala, aktuatori, općenito sklopovska podrška), informatika (algoritmi upravljanja, komunikacije).

Dodatne karakteristike

Modularnost; Mogućnost jednostavne rekonfiguracije sustava, proširenje funkcija sustava po potrebi, promjena funkcija (fleksibilnost).

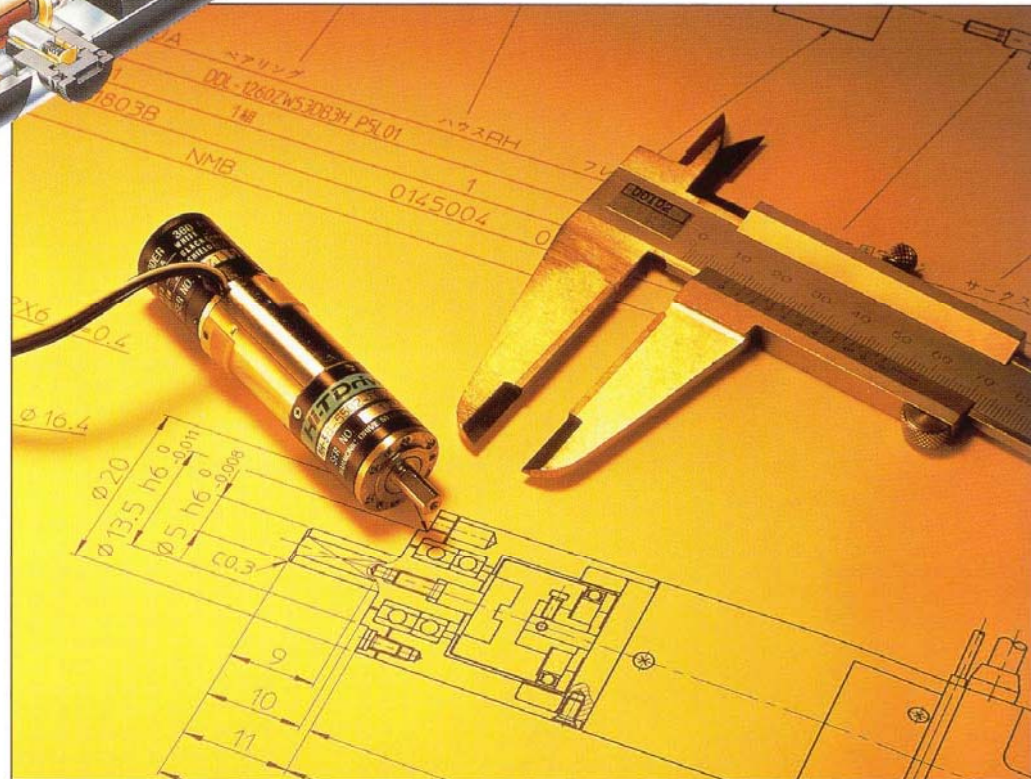
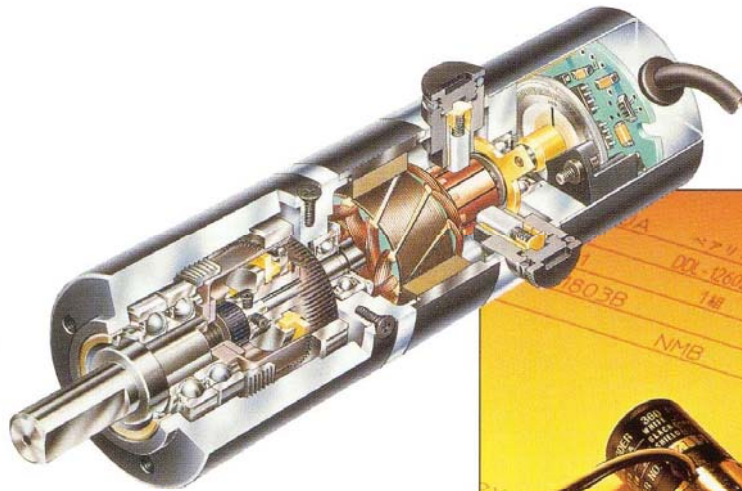
Otvorenost; Mogućnost komunikacijskog pristupa sustavu, bilo sa strane korisnika bilo sa strane nekog drugog sustava.

Blokovska struktura mehatroničkog sustava



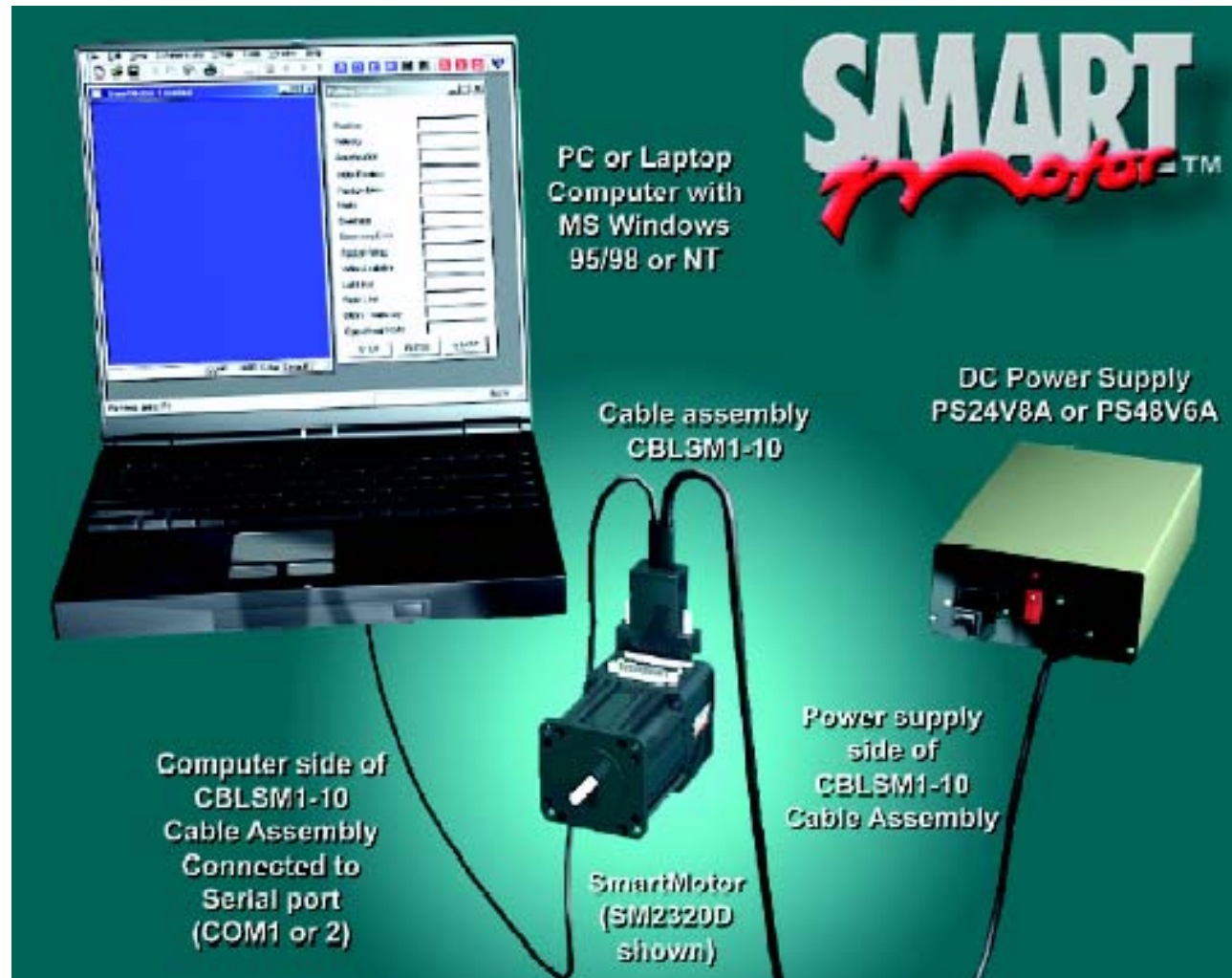
Primjer integrirane mehatroničke komponente

Aktuator+harmonijski prijenosnik +mjerni član



Primjer integriranog sustava upravljanja

*Aktuator+PC sučelje+Napajanje



Kontejnerski terminal - HAMBURG

Video animacija projekta
Kontejnerski terminal AW
HAMBURG

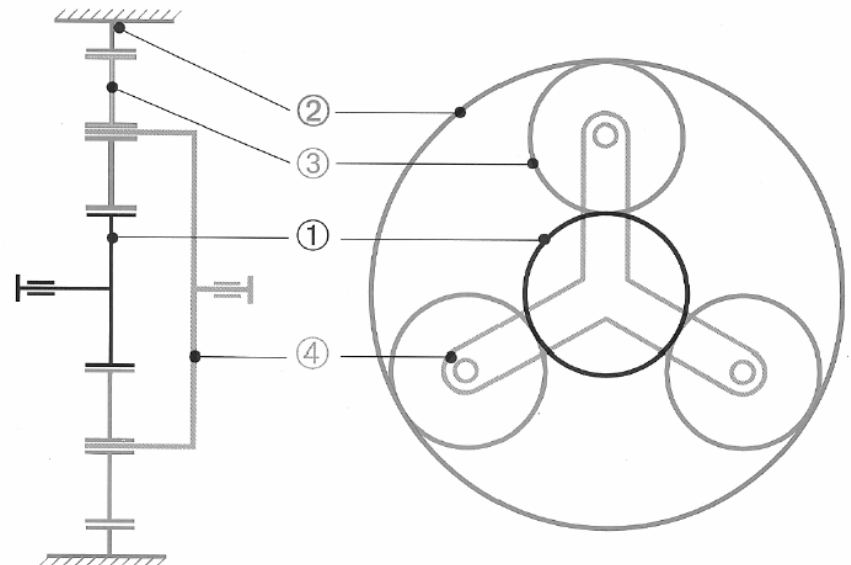
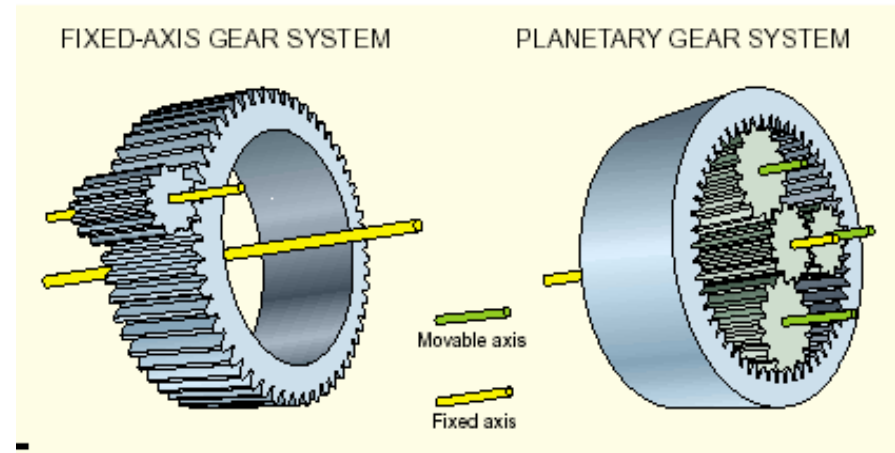
Suvremene mehaničke komponente

Planetarni prijenosnik

Čeoni zupčanik: klasičan

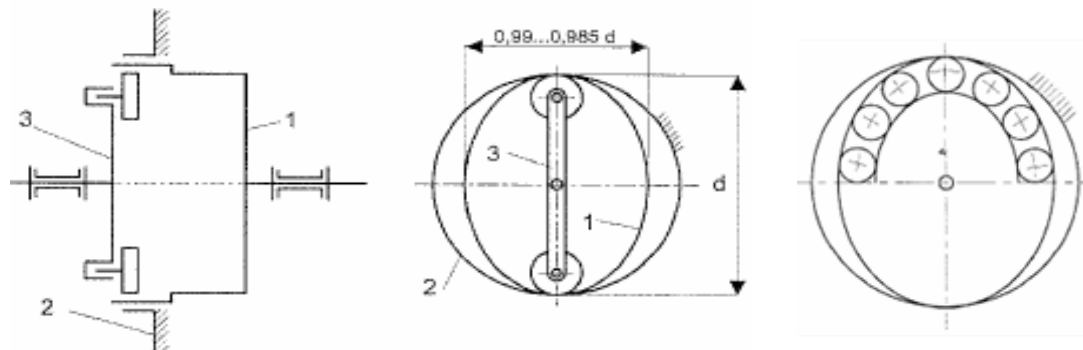
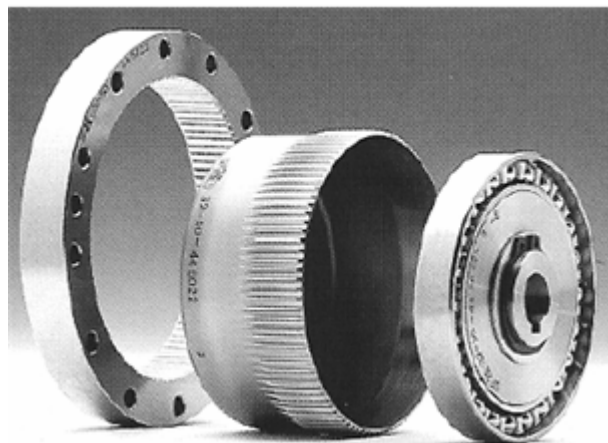
Planetarni:

1. Sunčani zupčanik (ulaz)
2. Ozubljeni prsten (fiksni)
3. Planetarni zupčanic
4. Nosač (izlaz)

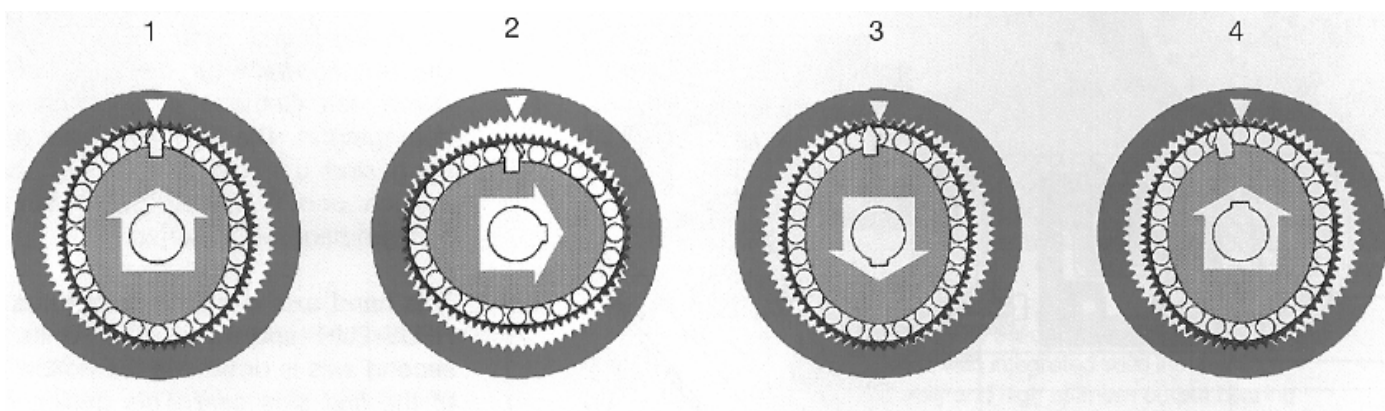


Suvremene mehaničke komponente

Harmonijski prijenosnik_2



kružno kućište, elastično ozubljeni prsten, deformator (s ležajem)



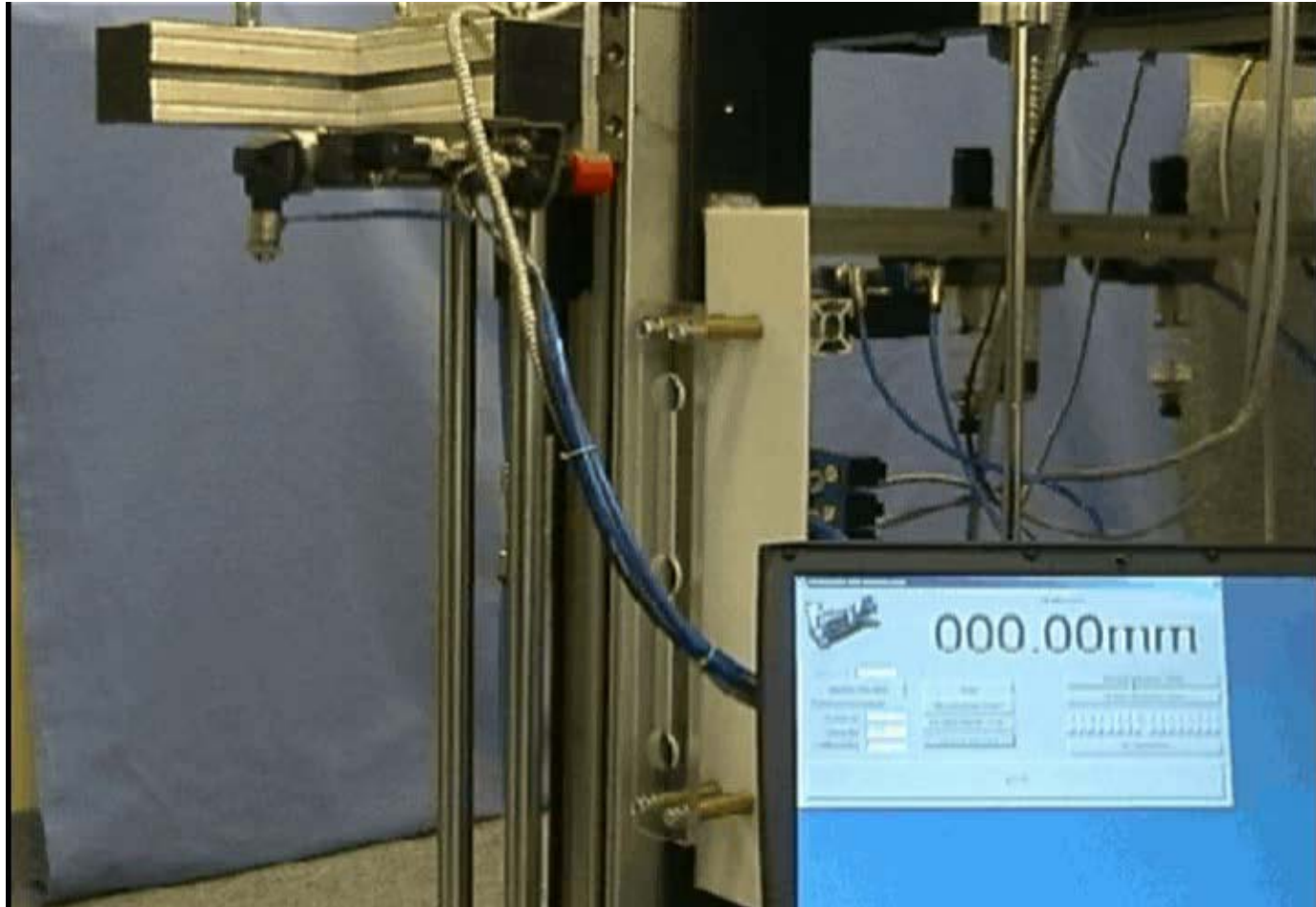
Načelo rada harmonijskog prijenosnika

Suvremene mehaničke komponente

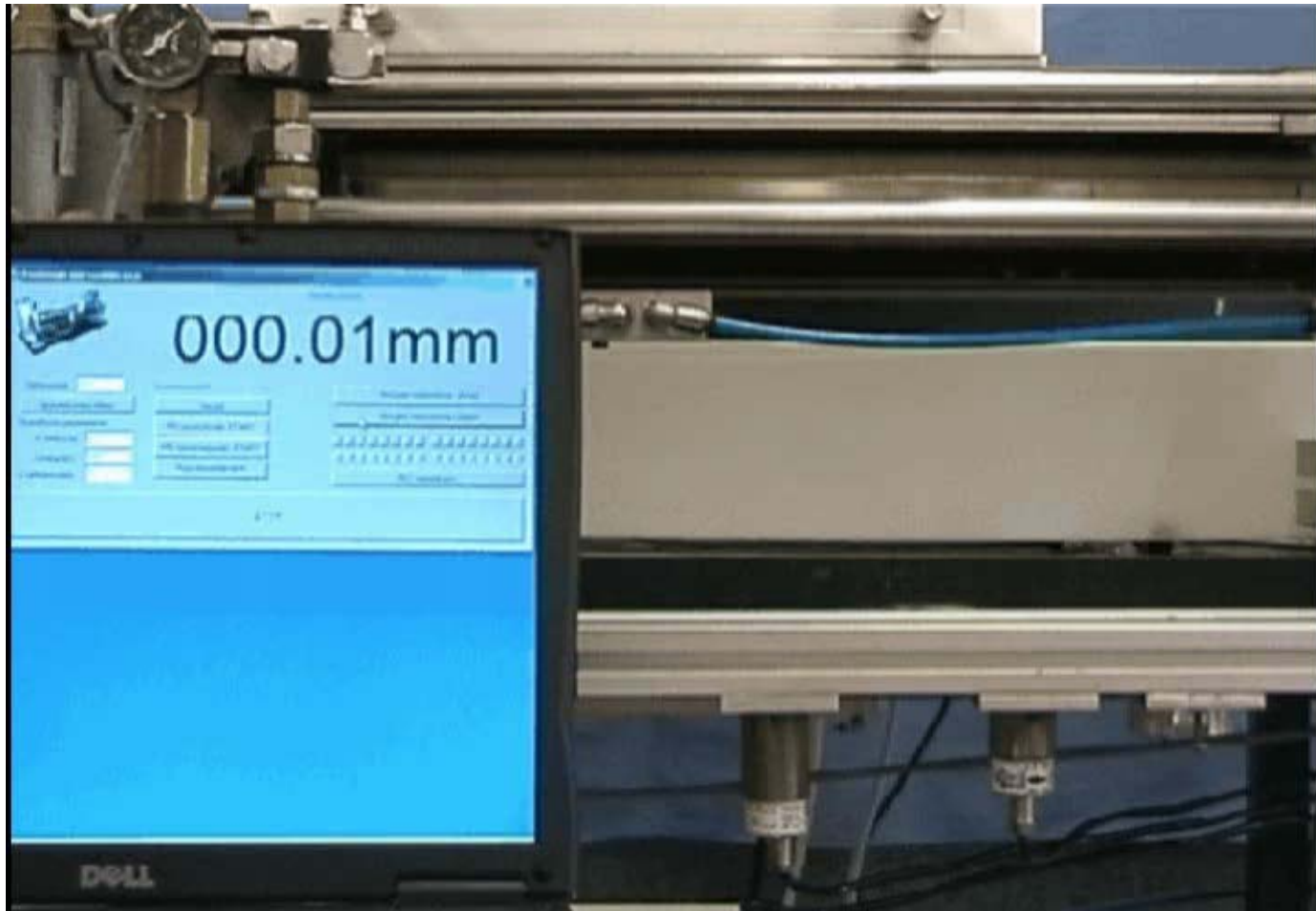
Harmonijski prijenosnik_3



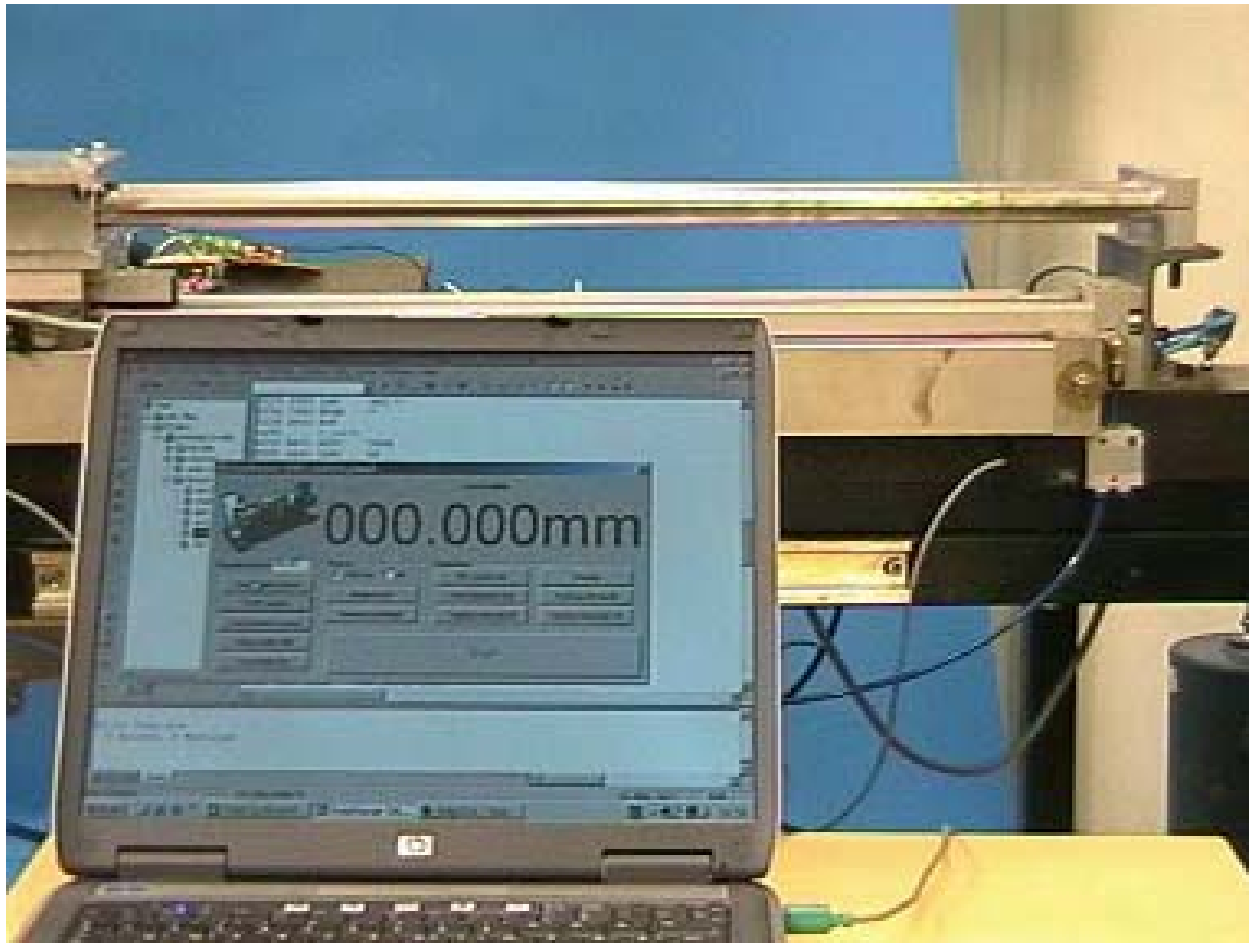
Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi



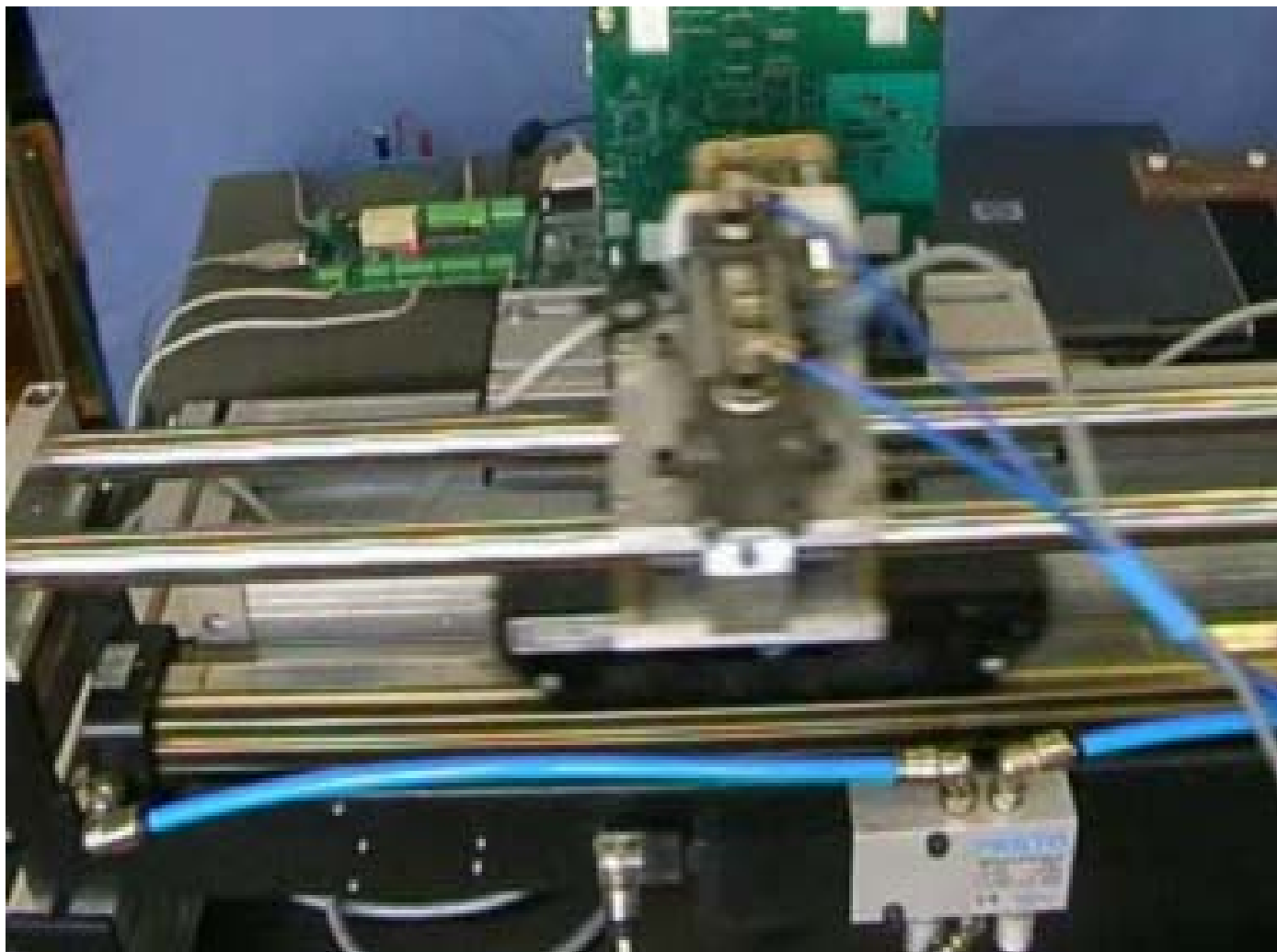
Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi (**10 mikrona** točnost)



Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi (1mikron točnost)

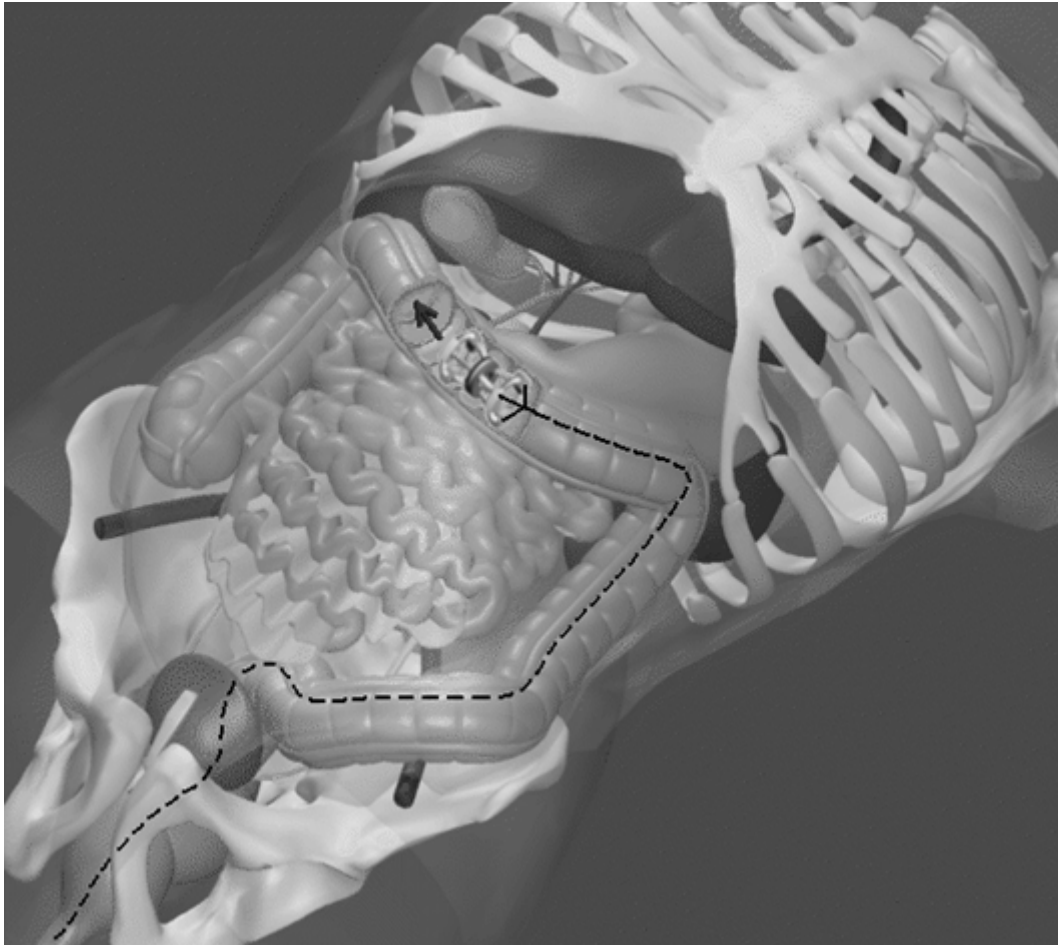


Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi

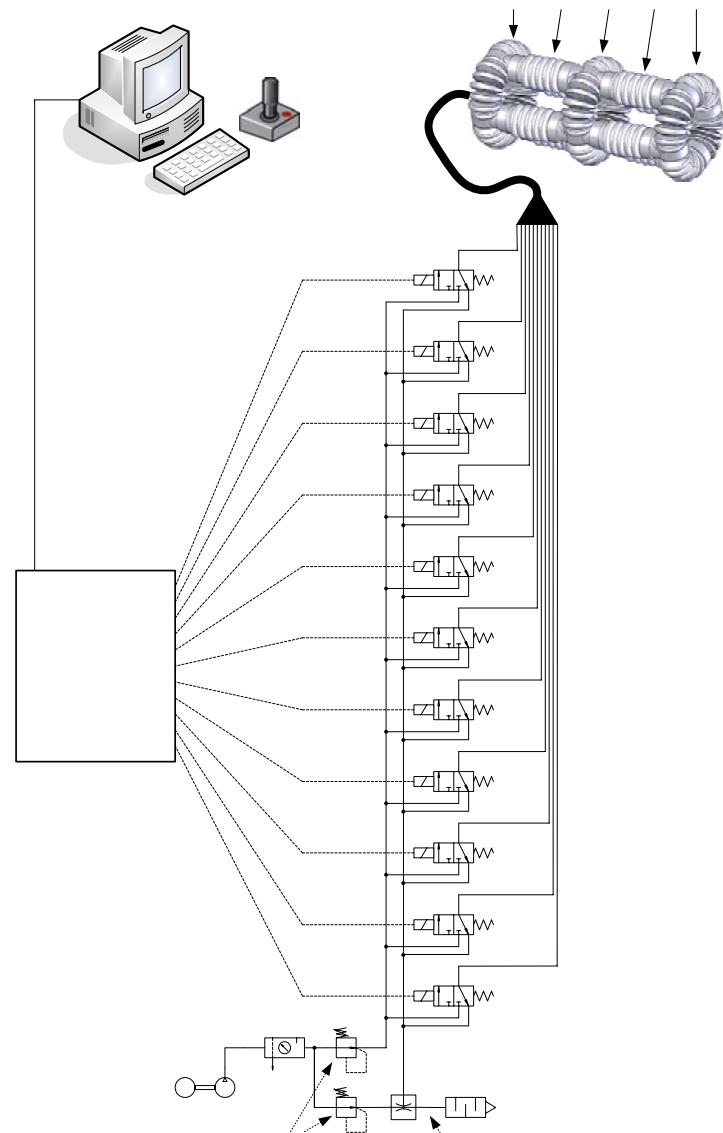


SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-endoskopski robot



Bioaktuatori-upravljački sustav



SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-gibanje kroz horizontalnu cijev



SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-gibanje kroz vertikalnu cijev



SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-gibanje kroz mrežastu cijev



SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-gibanje kroz najlonsku cijev



SUVREMENI AKTUATORI

Translacijski (linearni motori)

TRANSLACIJSKI (LINEARNI)
TRANSPORTNI SUSTAV

SUVREMEMENI AKTUATORI

SMA aktuatori (Shape Memory Alloys)



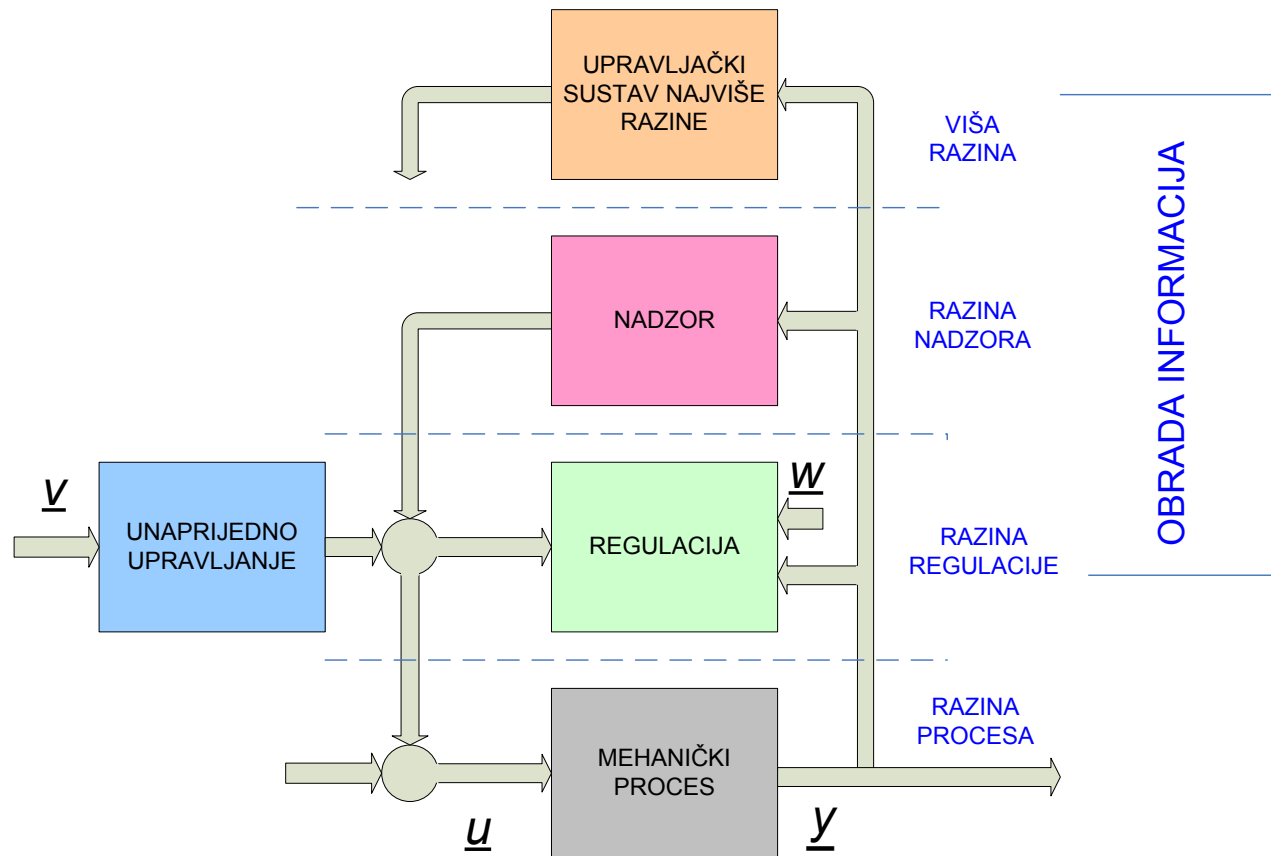
SUVREMENI AKTUATORI

SMA aktuatori (Shape Memory Alloys)



LINEARNI (TRANSLACIJSKI) AKTUATORI

Suvremeni sustav transporta ljudi i
opreme – PADERBORN



RAZINA REGULACIJE

- REGULACIJSKI ALGORITMI
- UNAPRIJEDNO UPRAVLJANJE
- ESTIMACIJA I IDENTIFIKACIJA
- VEKTORSKO UPRAVLJANJE

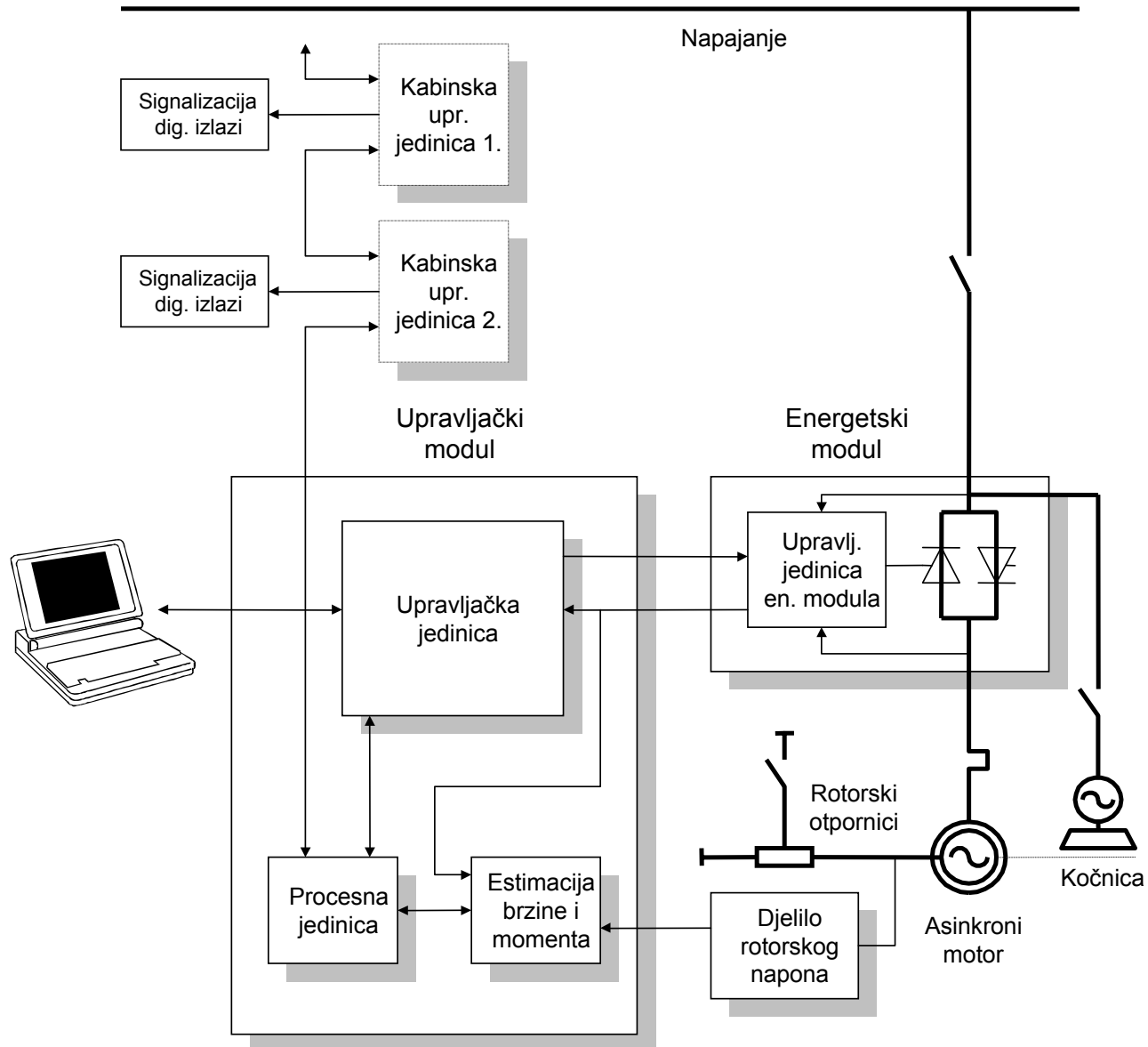
RAZINA NADZORA

- NADZOR S ALARMOM
- AUTOMATSKA ZAŠTITA
- DIJAGNOSTIKA KVARA
- REDUNDANCIJA

VIŠA RAZINA

- OPTIMIRANJE (JALOVA SNAGA, COS FI, ETA.)
- KOORDINACIJA SUSTAVA
- DISTRIBUIRANO UPRAVLJANJE

Mehatronički sustav za pogone kranskog transporta

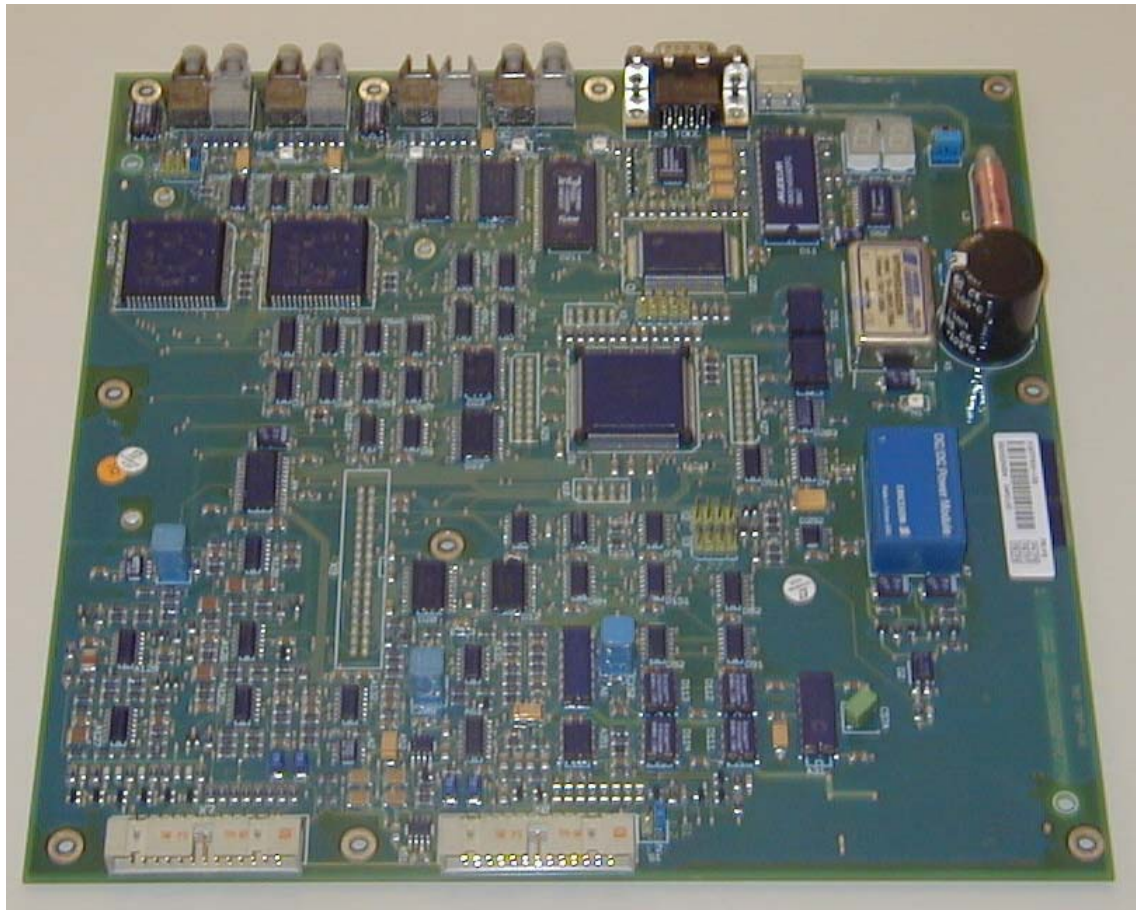


Kontejnerski terminal - HAMBURG

Video animacija izvedbe
projekta

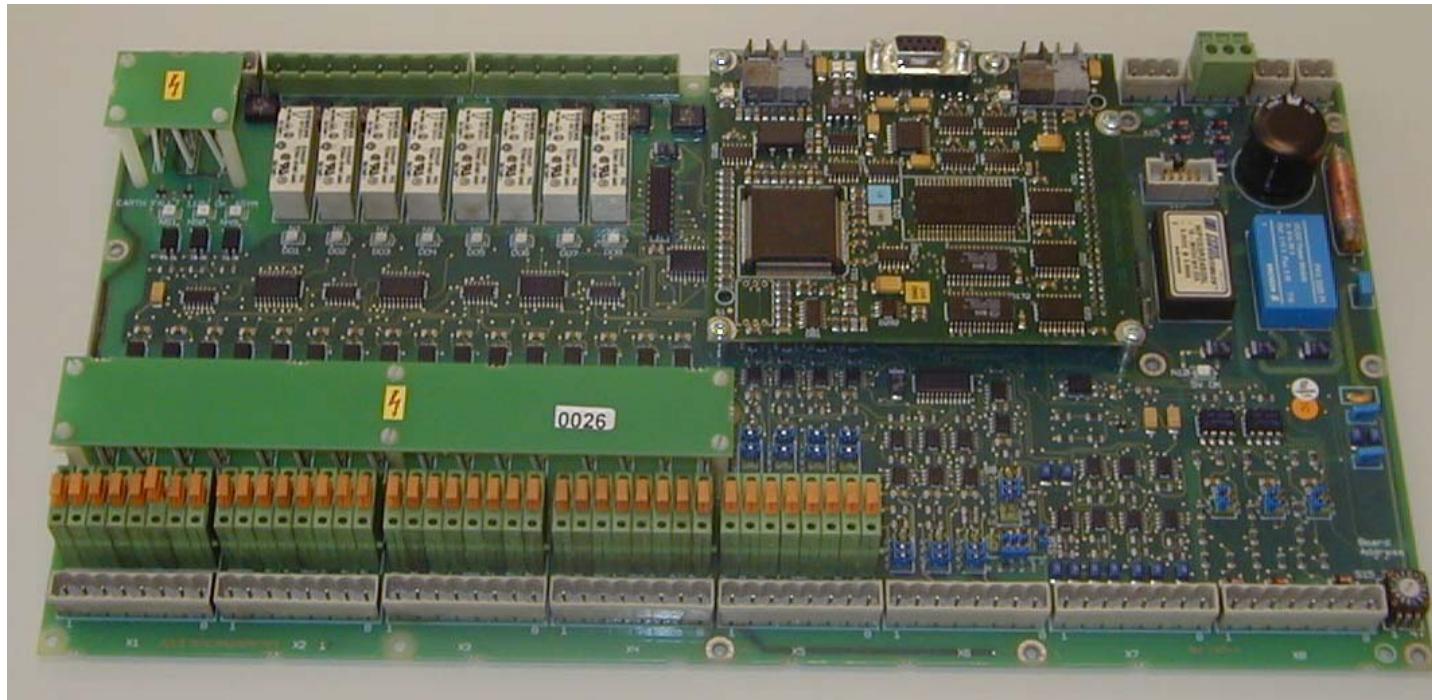
Upravljačka jedinica

- Centralni je dio sustava, zasnovan na MC68332 mikrokontroleru
- U njemu se izvodi korisnički algoritam koji se kreira unutar grafičkog razvojnog alata (PCASE).



Procesna U/I jedinica

- Služi za komunikaciju upravljačke jedinice s reguliranim objektom.
- Sastoji se od niza digitalnih i analognih ulaza/izlaza te komunikacijskog sučelja.
- Informacije o trenutnim varijablama stanja procesa šalju se upravljačkoj jedinici i od nje primaju nazad nakon obrade

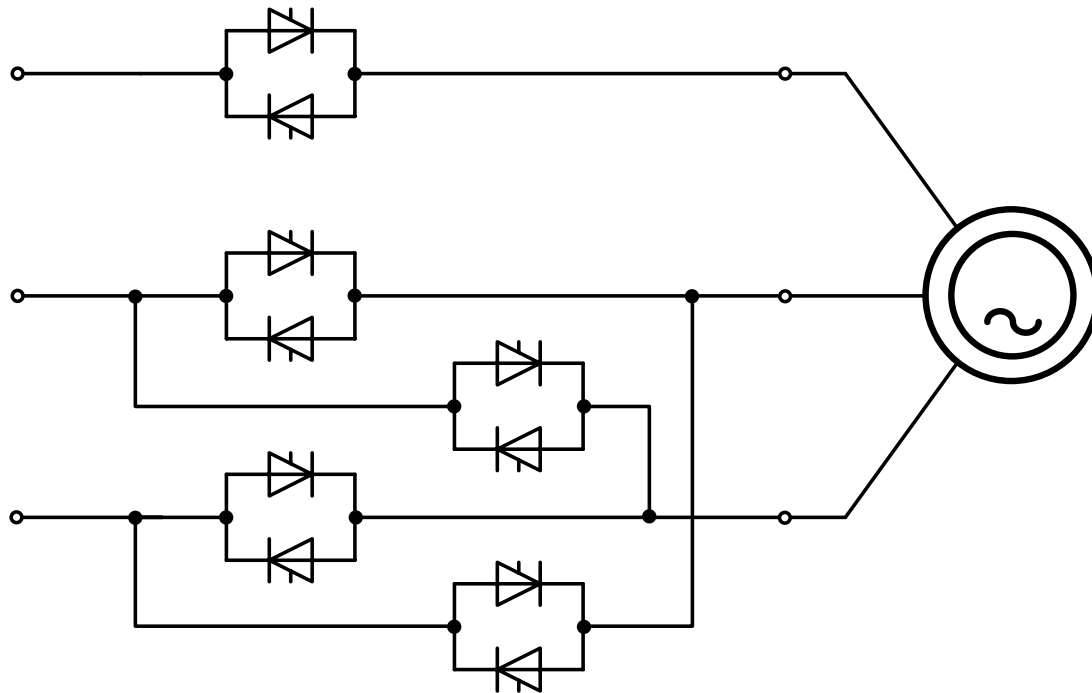


Kabinska jedinica

- Omogućava upravljanje s veće udaljenosti u odnosu na digitalni sustav regulacije.
- Komunicira sa sustavom putem optičkog komunikacijskog kanala čime je omogućeno upravljanje na udaljenostima do nekoliko stotina metara.
- Jedinica je po strukturi identična procesnoj U/I jedinici, samo što ima manji broj ulaznih i izlaznih kanala

Energetski modul

- Energetski pretvarač kojim se mijenja efektivna vrijednost napona statora asinkronog motora, izravni izmjenični (AC/AC) pretvarač.
- Upravlja se momentom i brzinom vrtnje asinkronog motora.
- Pretvarač se sastoji od 5 grupa antiparalelno spojenih tiristora.

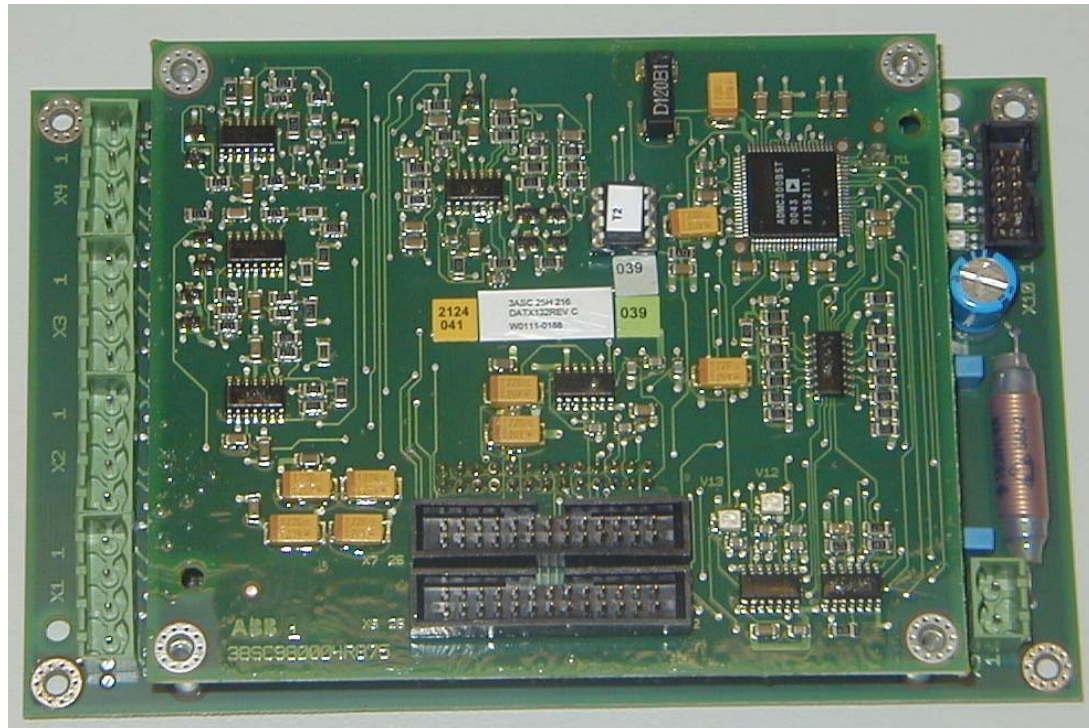


Kabinska jedinica

- Omogućava upravljanje s veće udaljenosti u odnosu na digitalni sustav regulacije.
- Komunicira sa sustavom putem optičkog komunikacijskog kanala čime je omogućeno upravljanje na udaljenostima do nekoliko stotina metara.
- Jedinica je po strukturi identična procesnoj U/I jedinici, samo što ima manji broj ulaznih i izlaznih kanala

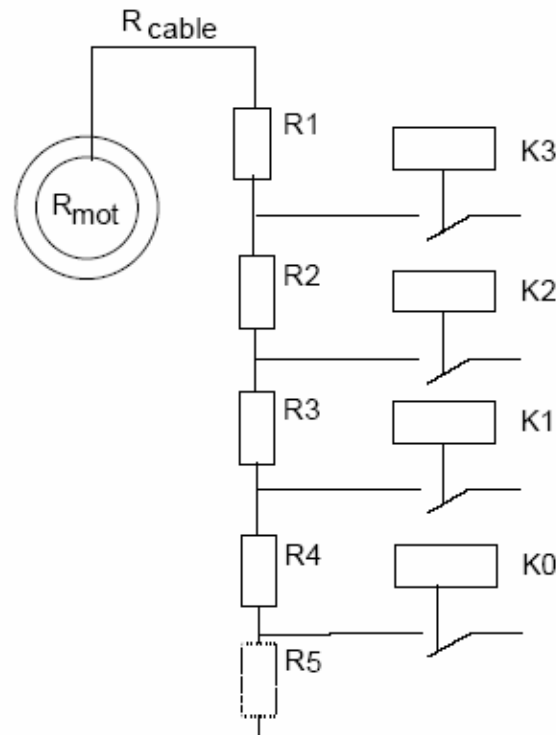
Estimator brzine vrtnje i momenta motora

- Brzina vrtnje se određuje mjerenjem frekvencije rotorskog napona, a elektromagnetski moment mjerenjem statorskih napona i struja
- Ostvaren je sustav regulacije brzine vrtnje bez ugradnje mehaničkog mjernog člana (eng. *sensorless*)



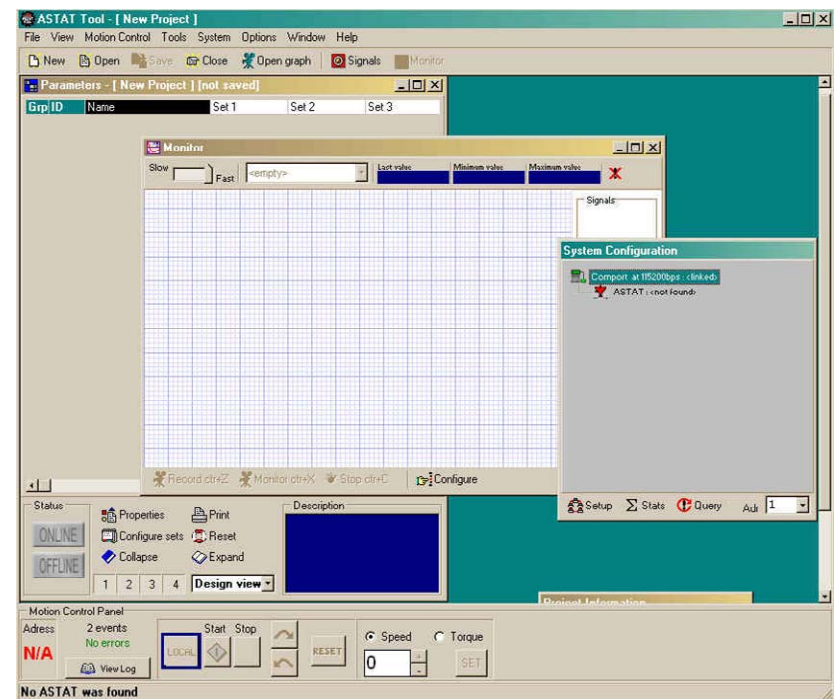
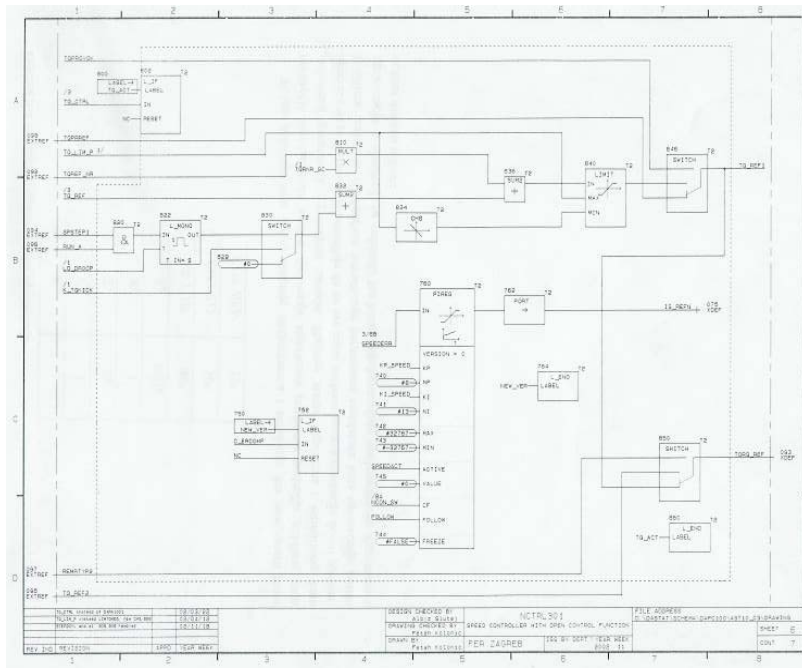
Upravljanje rotorskim otpornicima

- Promjena otpora rotora izvedena je stupnjevito, najčešće do 6 stupnjeva.
- Na osnovi trenutne vrijednosti brzine vrtnje, napona maksimalne struje i temperature algoritam automatski određuje uklop otpornika koji će osigurati maksimalni moment motora



Razvojna programska podrška s dijagnostikom i nadzorom

- Za razvoj algoritma regulacije brzine vrtnje razvijena je grafička razvojna programska podrška (PCASE), slika.
- Pored razvojnih alata, omogućeno je izravno upravljanje u servisnom modu, puštanje u rad, mjerenje, oscilografiranje, mijenjanje parametara, upload/download novih programa



KRAJ