

Imena i prezimena članova grupe: <div></div>	Fakultet elektrotehnike i računarstva Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo	Datum vježbe: 30. listopad 2015.
	ELEMENTI SUSTAVA AUTOMATIZACIJE	
	Naziv lab. vježbe: Mjerenje temperature u sustavima automatizacije Vježba broj 1	
<p>U ovoj vježbi bavili smo se različitim tipovima mjernih pretvornika temperature. Današnji mjerni pretvornici temperature mijenjaju svoj otpor ili daju određeni naponski signal pod utjecajem temperature. Uvidom u tehničke dokumentacije pojedinih senzora koje smo proučavali u sklopu vježbe, kao pripremu smo izveli polinomske relacije pretvorbe temperature za svaki od senzora. Dobivene relacije vrijede za područje temperatura između 0 i 150°C.</p> <p>Oprema korištena na vježbi uključuje stolni multimetar RIGOL DM3058 koji omogućuje dvožično i četverožično mjerenje otpora te se putem USB veze spaja s računalom, zatim preciznu pećnicu ATTEN R1825 za grijanje senzora prethodno namještenu na 120°C, računalo s Matlab programskom podrškom za crtanje i snimanje odziva te pretvorbu mjerenih vrijednosti u temperaturu i identifikaciju sustava na temelju mjerenja, i konačno 4 temperaturna senzora:</p> <ul style="list-style-type: none">- Otpornički termometar KTY81/210 s pozitivnim temperaturnim koeficijentom- Naponski termometar LM35- Otpornički termometar NTCLE100E3102GB0 s negativnim temperaturnim koeficijentom- Industrijski PT100 otpornički termometar <p>Nakon odrađene vježbe i snimljenih odziva, vršimo daljnju analizu i identifikaciju sustava na temelju mjerenja. Cilj identifikacije je određivanje matematičkog modela sustava koji što bolje opisuje ponašanje stvarnog sustava na temelju izmjerenih vrijednosti. Rezultati dobiveni analizom svakog od senzora slijede u nastavku.</p>		

1

(I)

Korištena relacija pretvorbe temperature:

$$T[^\circ\text{C}] = f(R) [\Omega] = 0.0559 \cdot R - 85.635 \quad (\text{linearno})$$

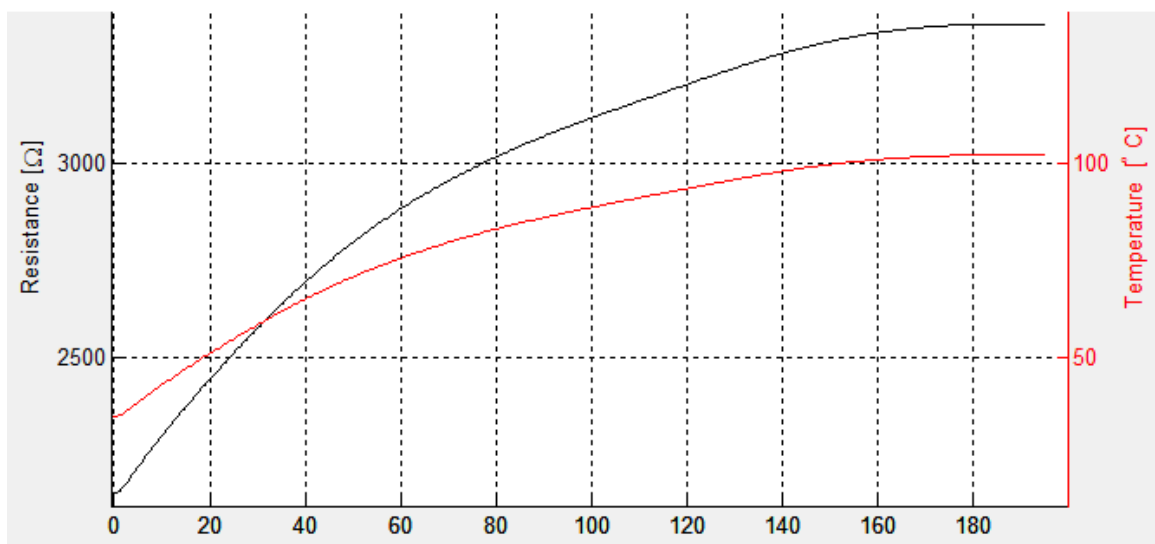
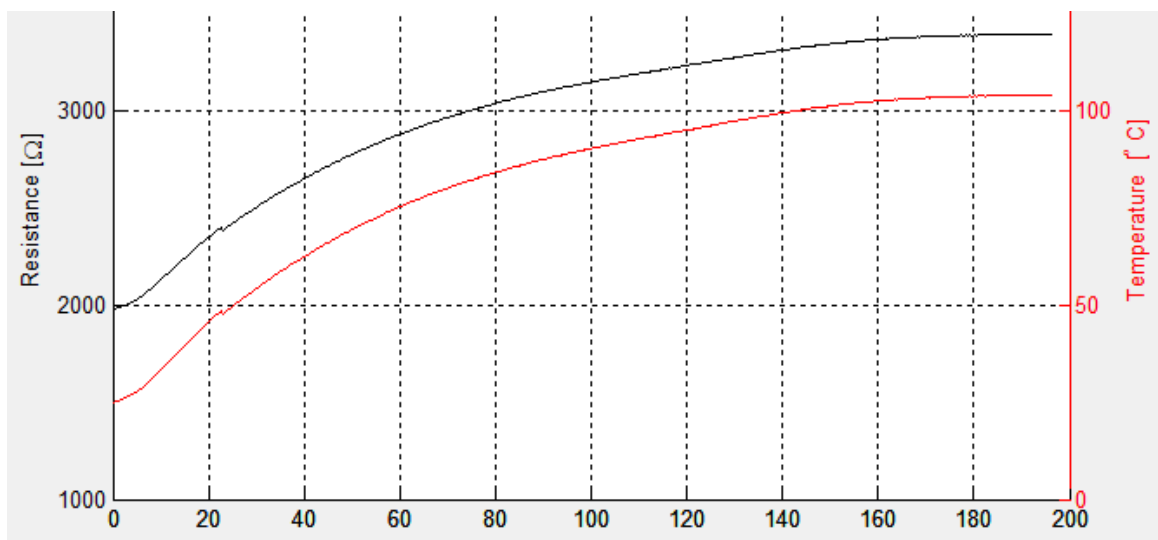
$$T[^\circ\text{C}] = f(R) [\Omega] = -2.5715 \cdot 10^{-6} \cdot R^2 + 0.0689 \cdot R - 103.0843 \quad (\text{nelinearno})$$

Relacije su iste za dvožično i četverožično mjerenje.

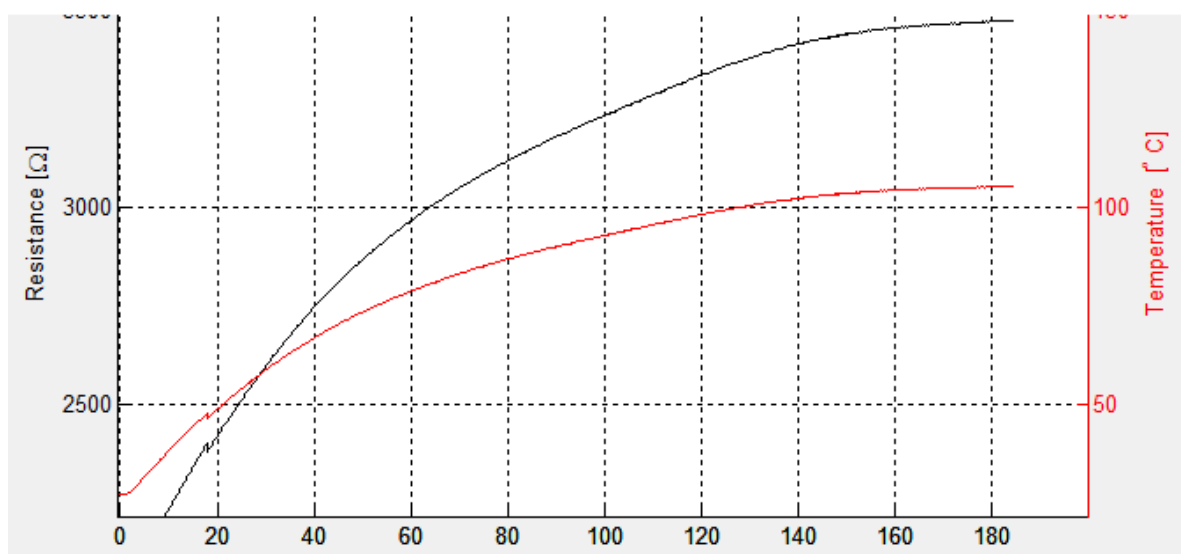
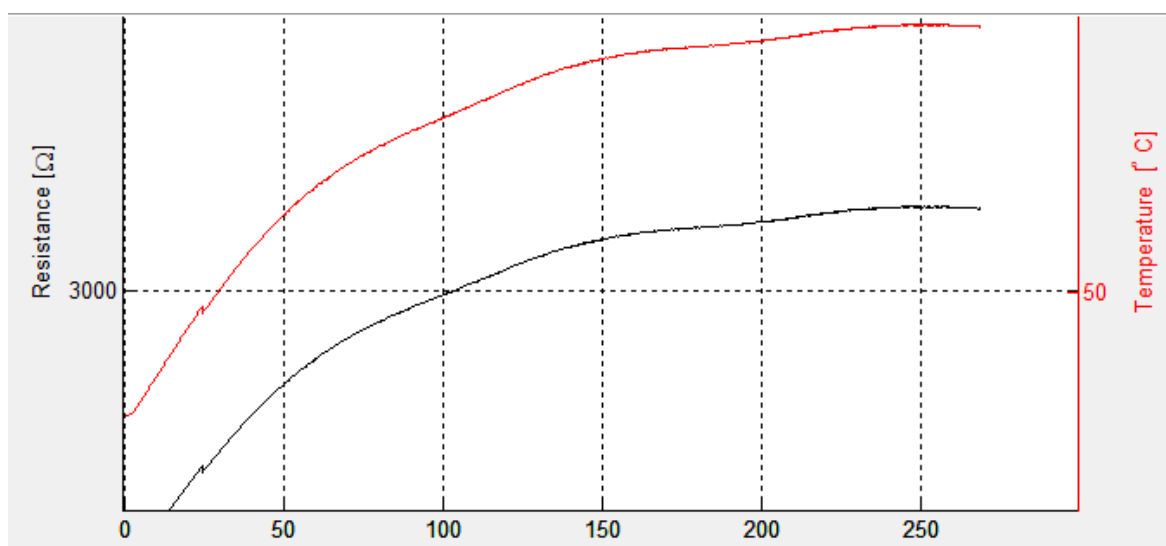
(II)

Grafički prikaz mjerenja fizikalne veličine otpora R s paralelnim prikazom izračunate temperature:

a) Polinom prvog reda (prvo za 2W, ispod za 4W):



b) Polinom višeg reda (prvo za 2W, ispod za 4W):



(III)

Pri usporedbi grafova za isti način mjerenja (2W ili 4W), primjećujemo da nema neke razlike u mjerenjima u slučaju polinoma prvog reda i polinoma višeg reda. Zaključak je da je linearizacija kod ovog tipa senzora opravdana.

(IV)

Četverožično mjerenje koristi se kod otporničkih senzora i prednost takvog mjerenja je eliminacija utjecaja otpora žica između senzora i mjernog uređaja, čiji utjecaj može biti značajan ukoliko je senzor dislociran u sustavu upravljanja. Kod takvog mjerenja, dvije žice se koriste kao pogonske za stvaranje pada napona na otporu, dok se druge dvije koriste za mjerenje te imaju visoku ulaznu impedanciju. U konkretnom primjeru na senzoru KTY81/210, usporedbom grafova za 2W i 4W mjerenje za isti red polinoma, vidimo da i nema neke razlike u mjerenjima. No, s obzirom da se radi o otporničkom senzoru, ovaj način mjerenja je itekako opravdan jer u nekim sustavima upravljanja ovaj senzor može biti dislociran i utjecaj otpora žica može značajno utjecati na rezultate.

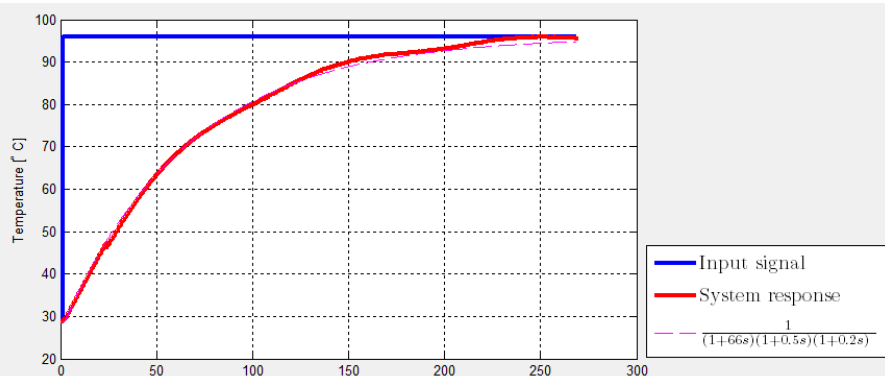
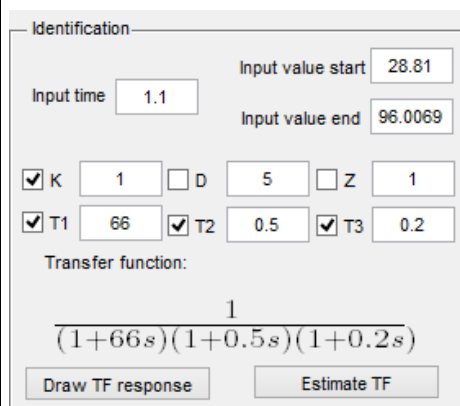
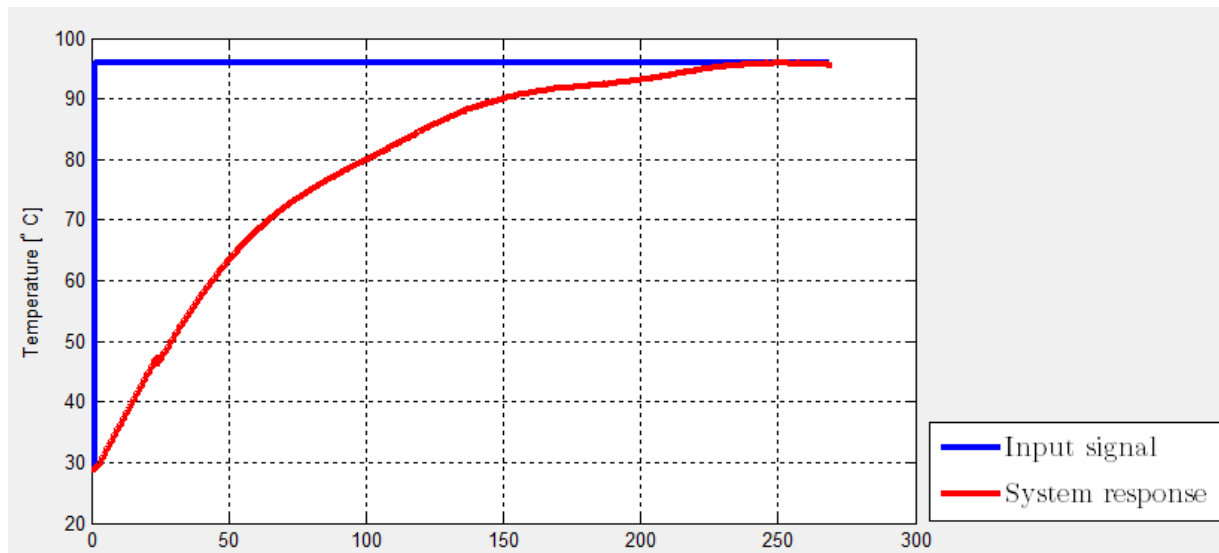
(V), (VI), (VII)

a) Analiza u slučaju 2W mjerenja i polinoma višeg reda:

Input time: 1.1

Input value start: 28.81

Input value end: 96.0069



Error: 0.76335

Relativno mala dobivena pogreška (0.76335) pokazuje da identificirani model dosta dobro opisuje odziv stvarnog sustava.

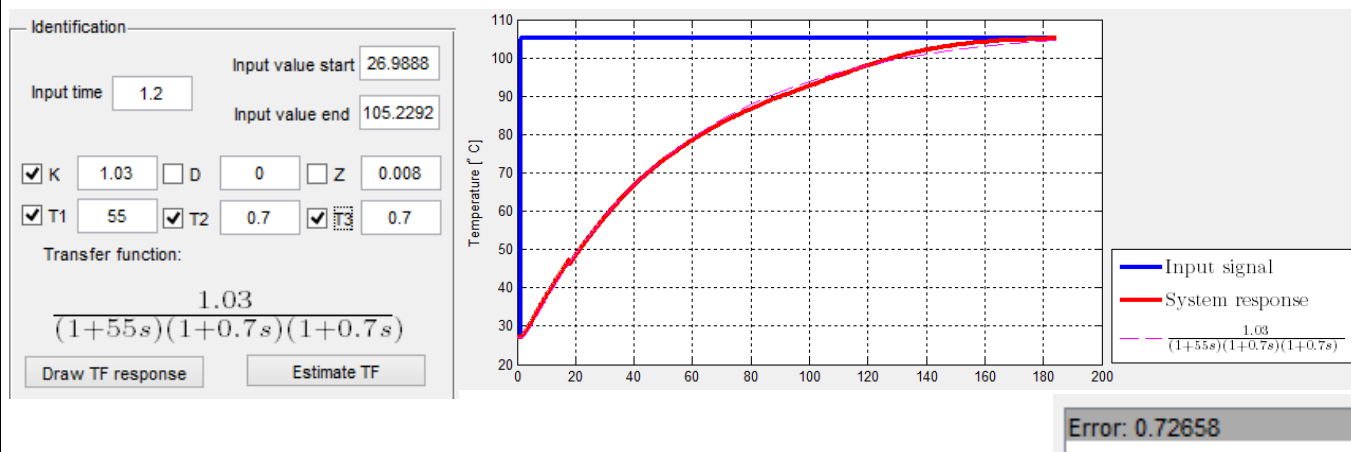
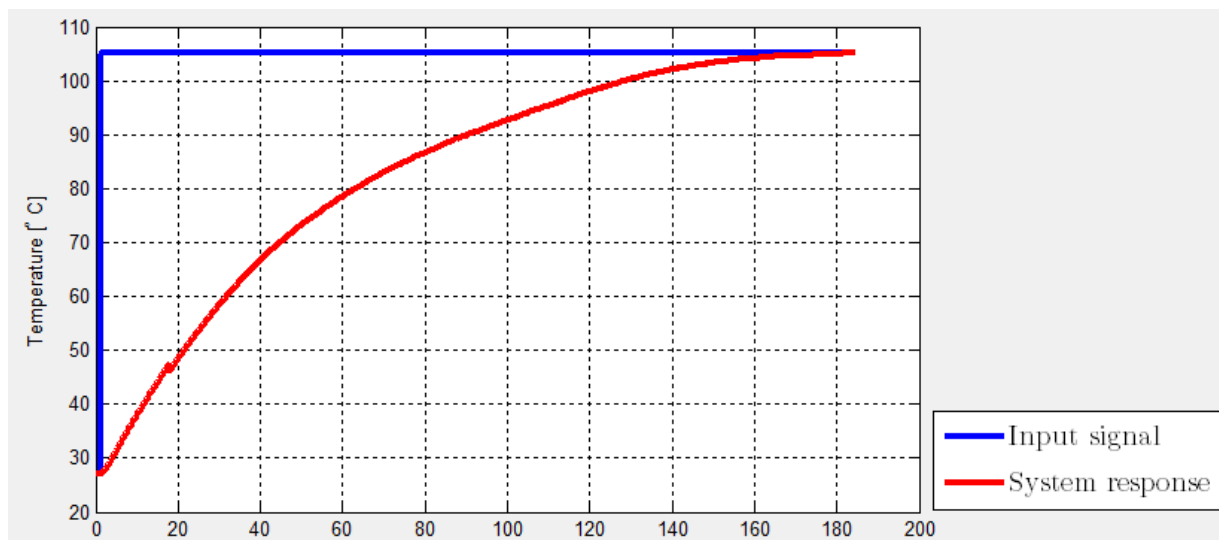
Uvidom u parametre dobivene prijenosne funkcije, zaključujemo da su ulazni i izlazni signal približno jednaki (pojačanje K je 1), odziv je sporiji pa je zato T1 relativno velik, T2 i T3 koji su ovdje radi preciznije identifikacije nam govore da je odziv još i sporiji.

b) Analiza u slučaju 4W mjerenja i polinoma višeg reda:

Input time: 1.2

Input value start: 26.9888

Input value end: 105.2292



U ovom slučaju isto možemo reći da identificirani model dosta dobro opisuje stvarni sustav. Parametri prijenosne funkcije za slučaj četverožičnog mjerenja nam govore da je odziv brži jer je eliminiran utjecaj otpora žica te je zato vremenska konstanta T1 manja nego u slučaju dvožičnog mjerenja.

LM35:

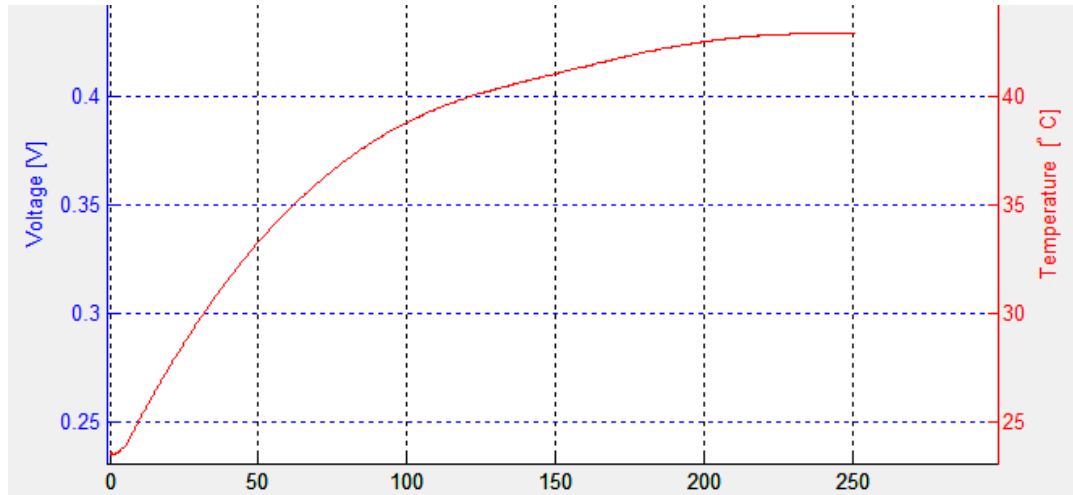
(I)

Korištena relacija pretvorbe temperature:

$$T[^\circ\text{C}] = f(U) [\text{V}] = 100 \cdot U \quad (\text{linearno})$$

(II)

Grafički prikaz mjerenja fizikalne veličine napona U s paralelnim prikazom izračunate temperature:



(III), (IV)

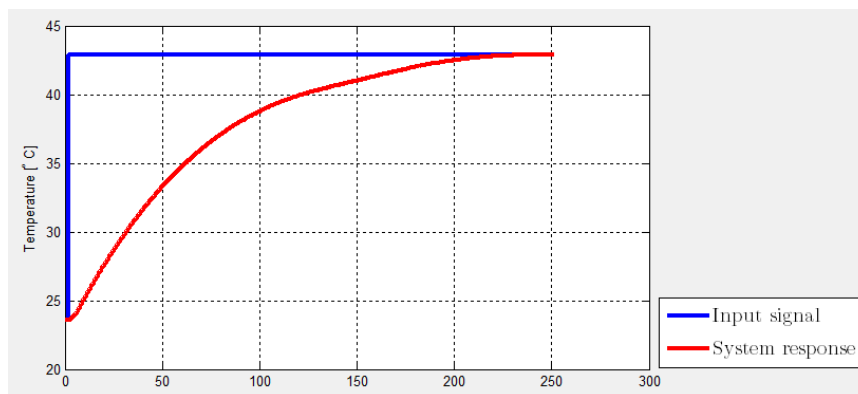
Za ovaj senzor nije bila potrebna linearizacija jer je uvidom u tehničku dokumentaciju ustanovljeno da se ponaša linearno i s obzirom da je riječ o naponskom senzoru, vršimo samo jedno mjerenje.

(V) Iako je ovo polinom prvog reda, a piše da analizu provodimo samo u slučaju polinoma višeg reda, ipak ću je provesti i u ovom slučaju:

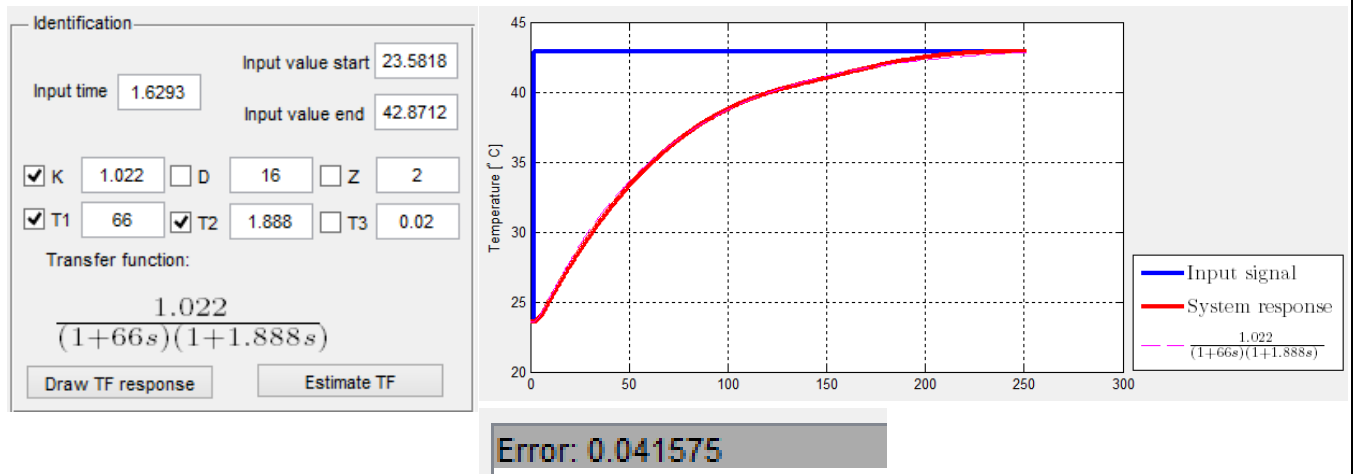
Input time: 1.6293

Input value start: 23.5818

Input value end: 42.8712



(VI)



(VII)

Opet vidimo da je odnos ulaznog i izlaznog signala približno jednak jer je pojačanje K oko jedinice. Odziv je opet relativno spor zbog relativno velike konstante T1. S obzirom na veličinu pogreške aproksimacije, možemo tvrditi da dobiveni identificirani model dosta kvalitetno opisuje stvarno ponašanje sustava.

(I)

Korištena relacija pretvorbe temperature:

$$T[^\circ\text{C}] = f(R) [\Omega] = -0.0512 \cdot R + 101.5083 \quad (\text{linearno})$$

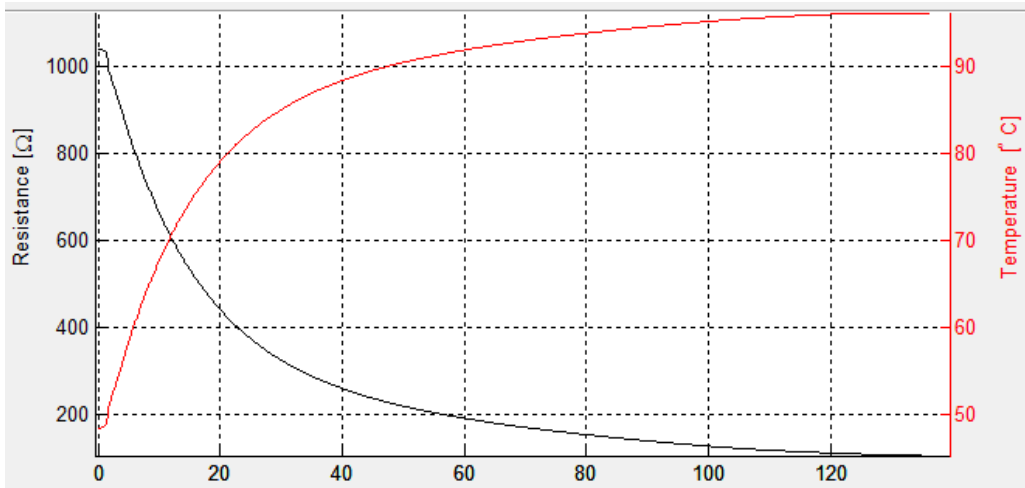
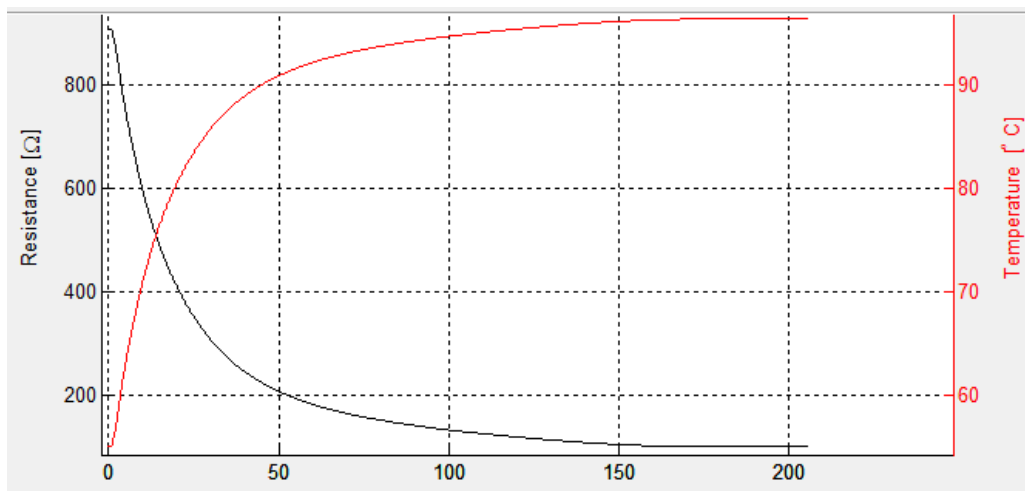
$$T[^\circ\text{C}] = f(R) [\Omega] = 3.0579 \cdot 10^{-11} \cdot R^4 - 1.95 \cdot 10^{-7} \cdot R^3 + 0.00042135 \cdot R^2 - 0.37305 \cdot R + 139.6164 \quad (\text{nelinearno})$$

Relacije su iste za dvožično i četverožično mjerenje.

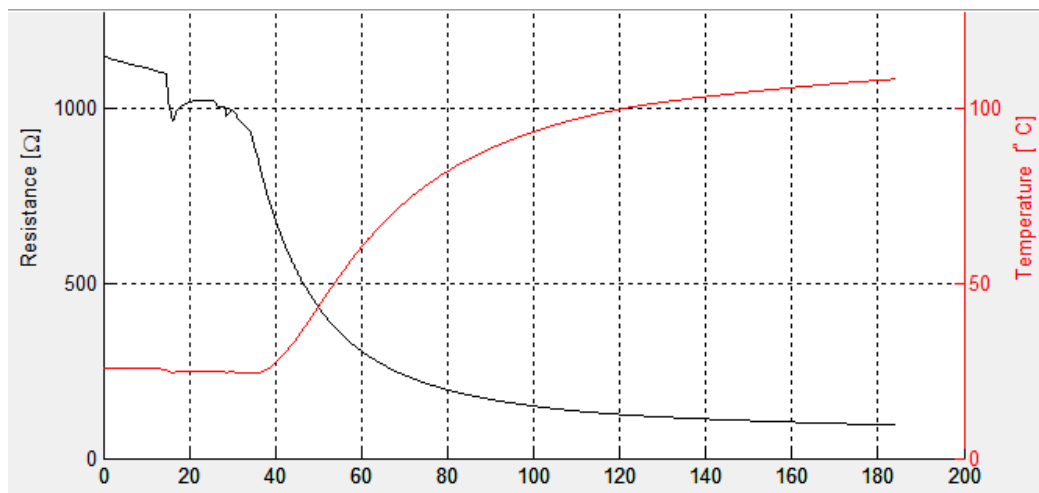
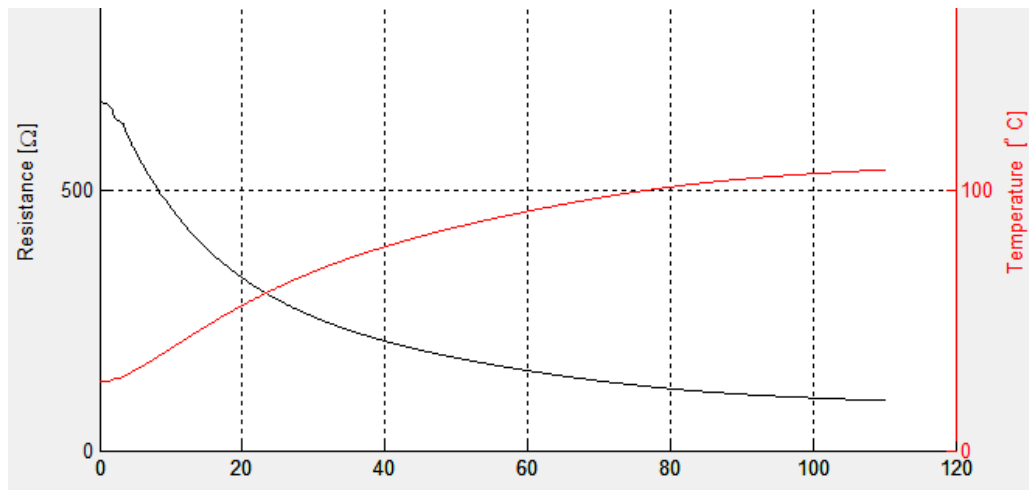
(II)

Grafički prikaz mjerenja fizikalne veličine otpora R s paralelnim prikazom izračunate temperature:

a) Polinom prvog reda (prvo za 2W, ispod za 4W):



b) Polinom višeg reda (prvo za 2W, ispod za 4W):



(III)

Pri usporedbi grafova za isti način mjerenja (2W ili 4W), primjećujemo da postoje razlike između lineariziranog i nelinearnog slučaja. Linearizacija daje relativno dobar opis samo u određenom rasponu temperatura.

(IV) I u ovom slučaju je četverožično mjerenje opravdano jer iz grafičkog prikaza vidimo da je za 4W mjerenje potrebno duže vrijeme da se senzor zagrije.

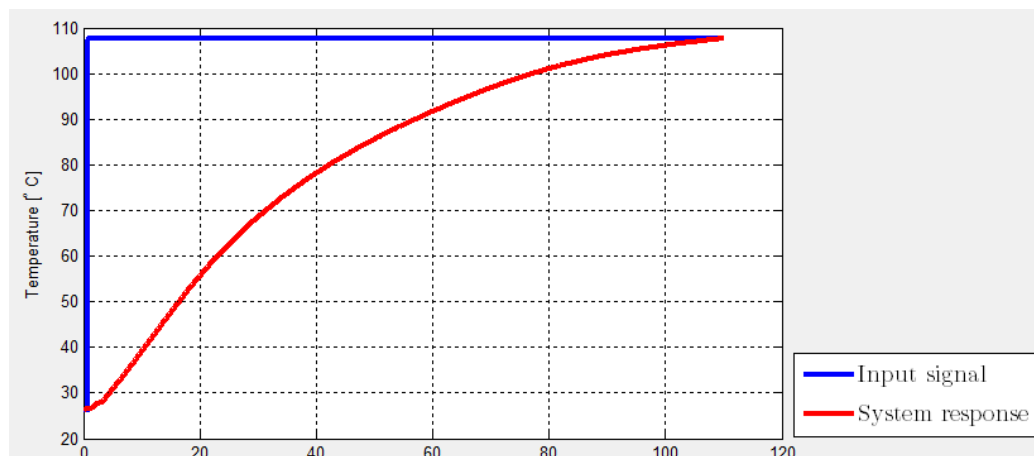
(V), (VI), (VII)

a) Analiza u slučaju 2W mjerenja i polinoma višeg reda:

Input time: 0.8

Input value start: 26.1926

Input value end: 107.6669



Identification

Input time: 0.8

Input value start: 26.1926

Input value end: 107.6669

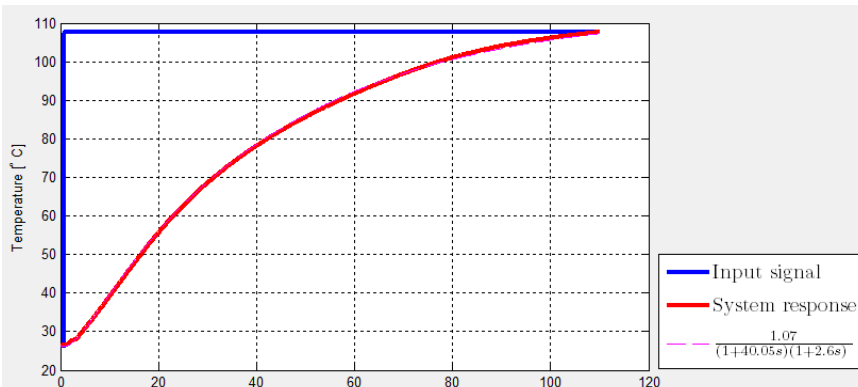
☒ K 1.07 ☐ D 20 ☐ Z 0.02

☒ T1 40.05 ☒ T2 2.6 ☐ T3 0.02

Transfer function:

$$\frac{1.07}{(1+40.05s)(1+2.6s)}$$

Draw TF response Estimate TF



Error: 0.24346

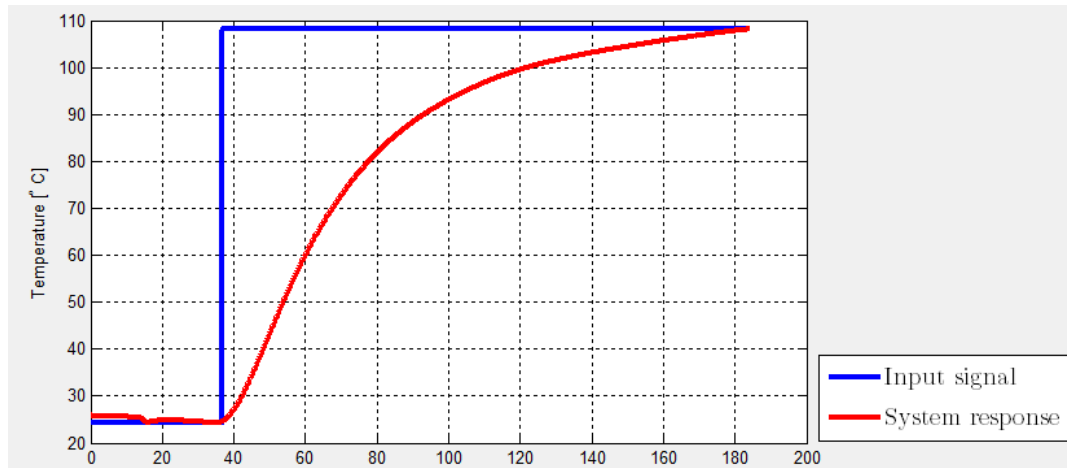
Na osnovu relativne pogreške, opet zaključujemo da identificirani model dosta dobro opisuje naš sustav.

b) Analiza u slučaju 4W mjerenja i polinoma višeg reda:

Input time: 36.69317

Input value start: 24.2342

Input value end: 108.1479



Identification

Input time: 36.69317

Input value start: 24.2342

Input value end: 108.1479

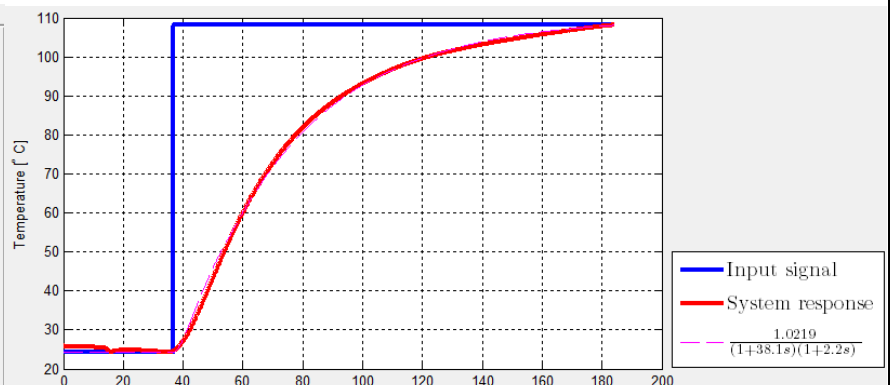
☒ K 1.0219 ☐ D 50 ☐ Z 0.05

☒ T1 38.1 ☒ T2 2.2 ☐ T3 0.05

Transfer function:

$$\frac{1.0219}{(1+38.1s)(1+2.2s)}$$

Draw TF response Estimate TF



Error: 0.90623

Zaključujemo da su parametri prijenosnih funkcija za slučaj 4W mjerenja dosta slični onima za 2W mjerenje, ali su neznatno manjih vrijednosti, iako smo kod 2W imali precizniju aproksimaciju.

(I)

Korištena relacija pretvorbe temperature:

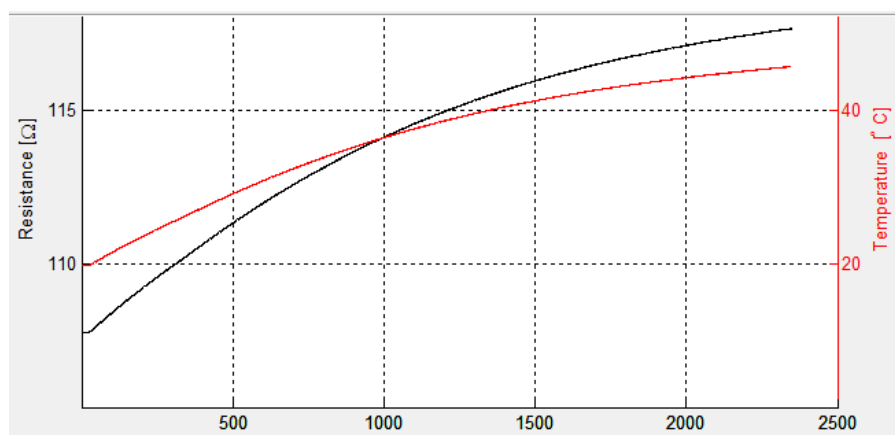
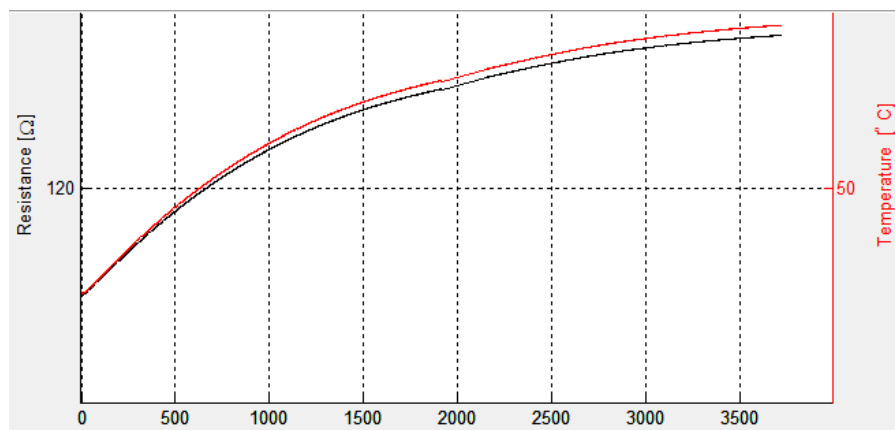
$$T[^\circ\text{C}] = f(R) [\Omega] = 2.617 \cdot R - 262.2499 \quad (\text{linearno})$$

Relacija je ista za dvožično i četverožično mjerenje, kao i za slučaj grijanja i hlađenja senzora.

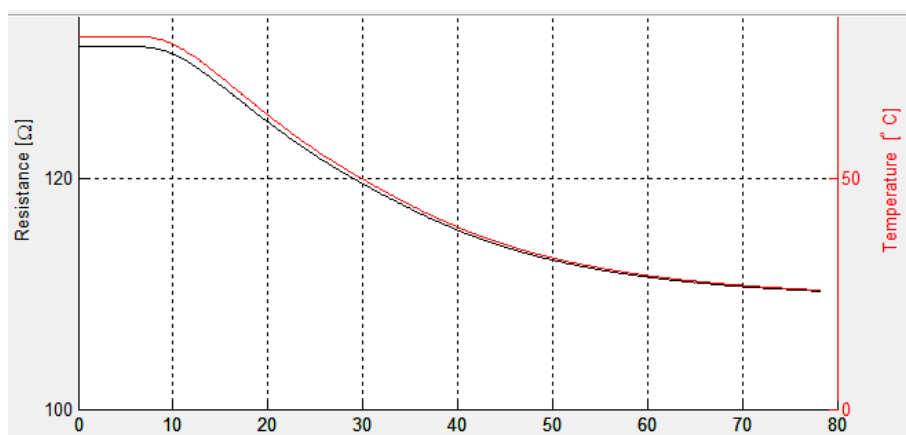
(II)

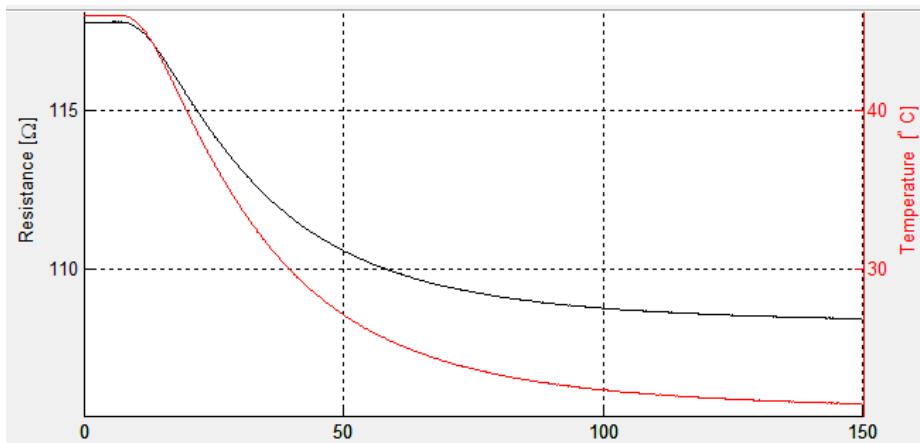
Grafički prikaz mjerenja fizikalne veličine otpora R s paralelnim prikazom izračunate temperature:

a) Grijanje (prvo za 2W, ispod za 4W):



b) Hlađenje (prvo za 2W, ispod za 4W):





(III)

Ovaj senzor se također ponaša gotovo linearno, pa ga nije bilo potrebno opisivati polinomom višeg reda.

(IV)

Ovaj senzor je također otpornički stoga je četverožično mjerenje opravdano. U ovome slučaju, 4W mjerenje napravilo je znatnu razliku, bilo je potrebno puno više vremena da se postigne određena temperatura.

(V), (VI), (VII)

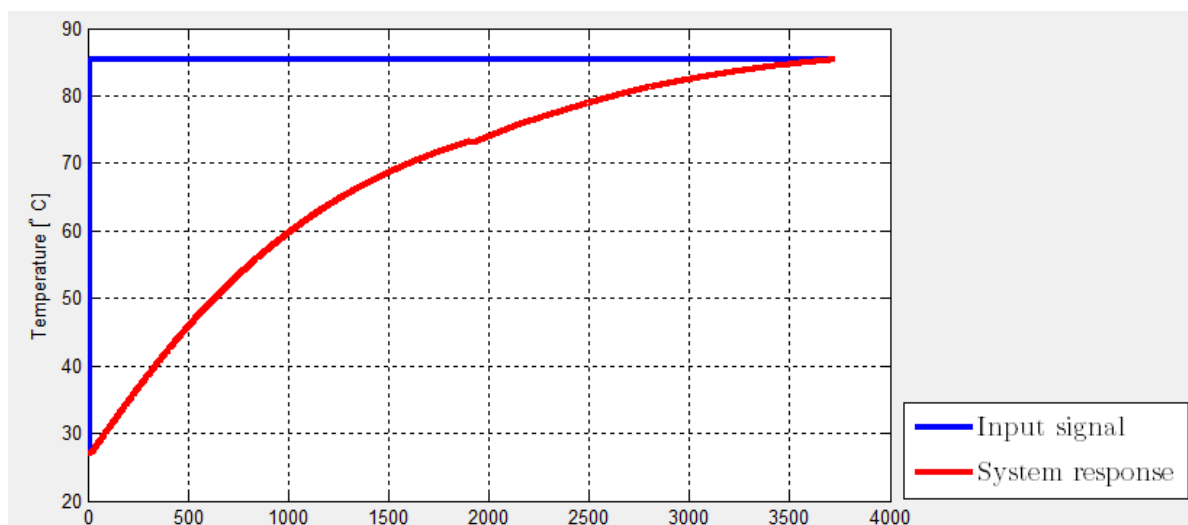
Iako ni ovdje analiza nije potrebna (polinom prvog reda), svejedno ću je provesti.

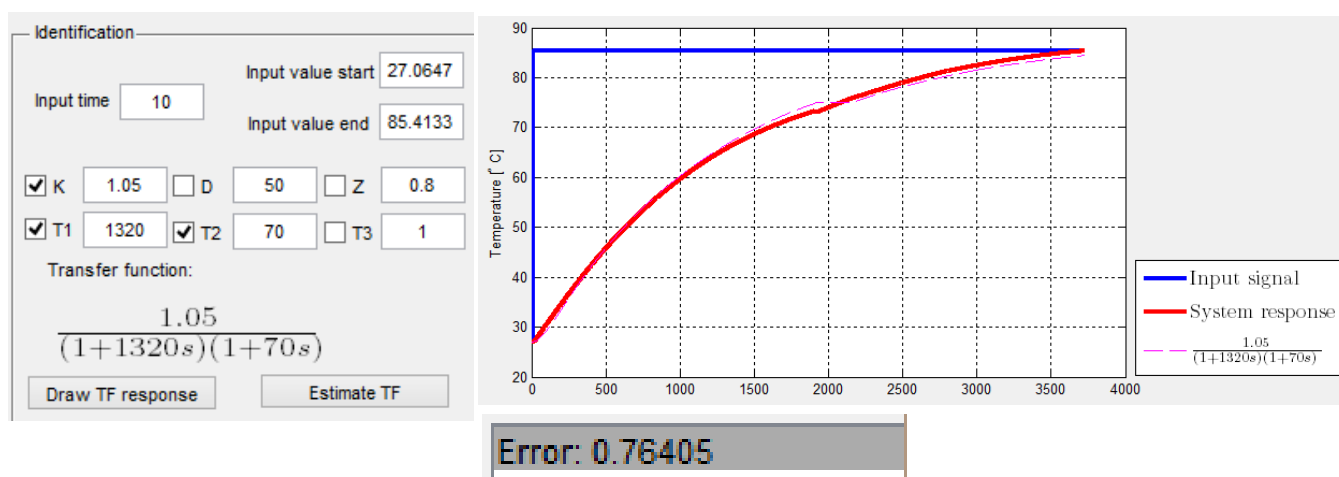
a) Analiza u slučaju 2W mjerenja, grijanje:

Input time: 10

Input value start: 27.0647

Input value end: 85.4133





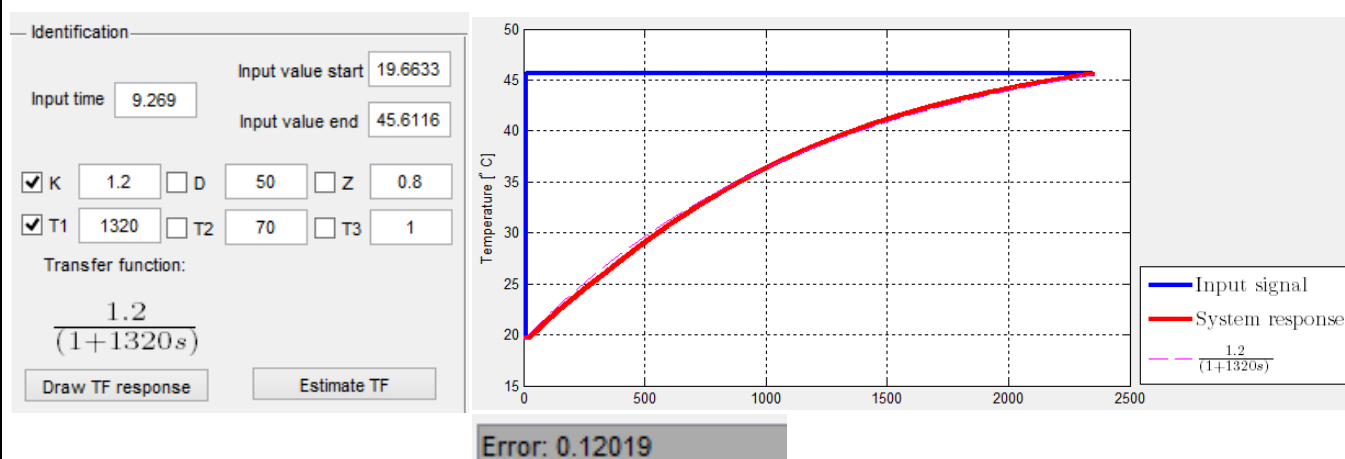
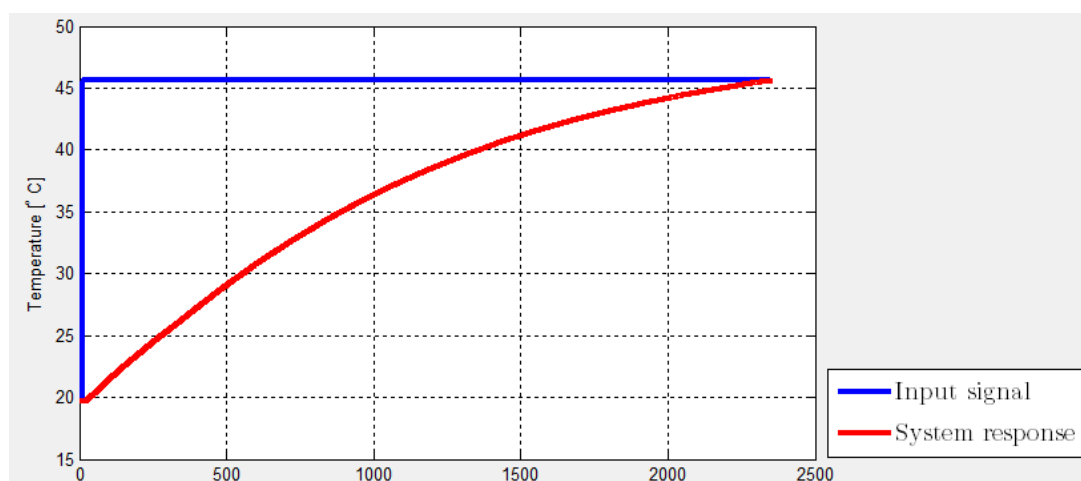
Primjećujemo da u slučaju 2W mjerenja grijanja, T1 je jako velik.

b) Analiza u slučaju 4W mjerenja, grijanje:

Input time: 9.269

Input value start: 19.6633

Input value end: 45.6116



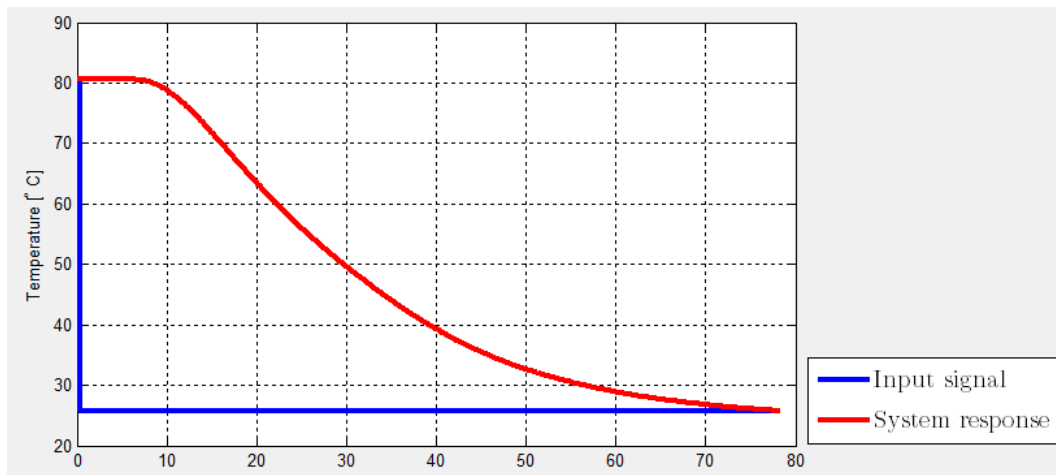
Kod 4W mjerenja sustav se može dovoljno dobro opisati i s prijenosnom funkcijom prvog reda.

c) Analiza u slučaju 2W mjerenja, hlađenje:

Input time: 0.3

Input value start: 80.6014

Input value end: 25.7386



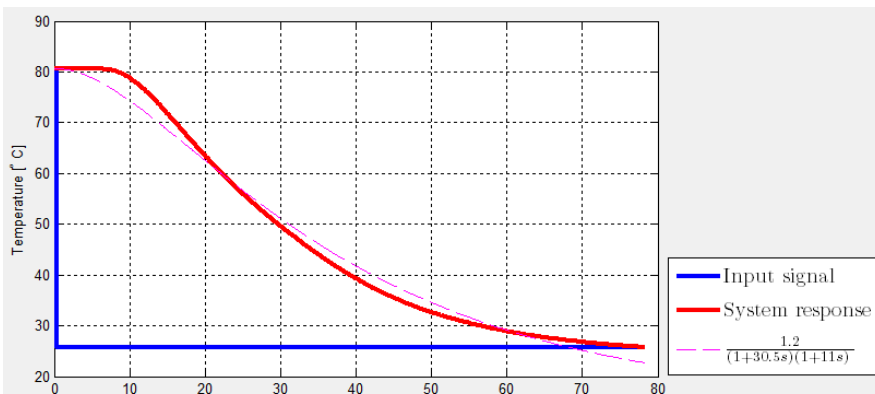
Identification

Input time: 0.3 Input value start: 80.6014
Input value end: 25.7386

☒ K: 1.2 ☐ D: 10 ☐ Z: 0.08
☒ T1: 30.5 ☒ T2: 11 ☐ T3: 50

Transfer function:

$$\frac{1.2}{(1+30.5s)(1+11s)}$$



Error: 4.4245

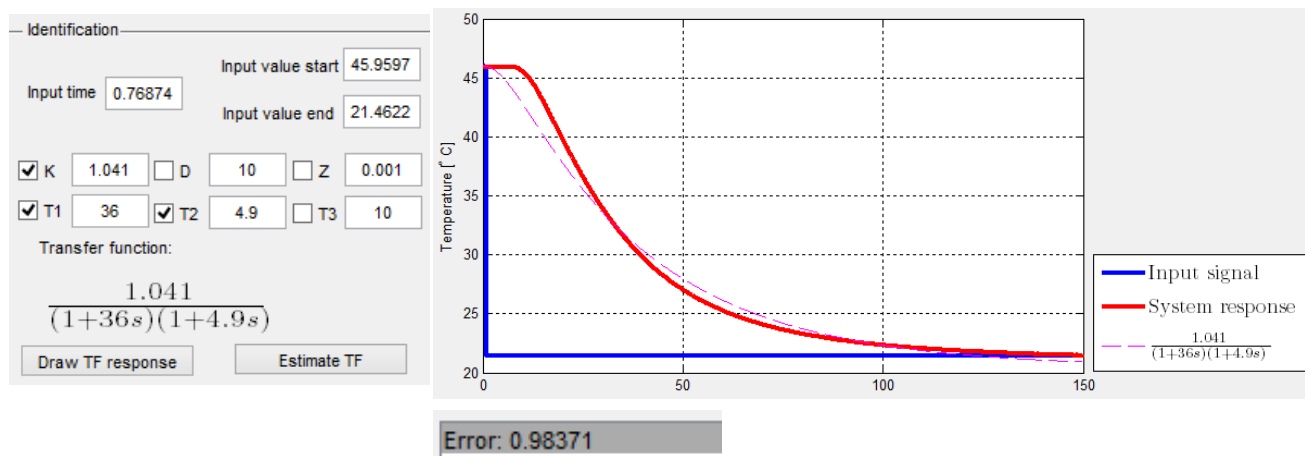
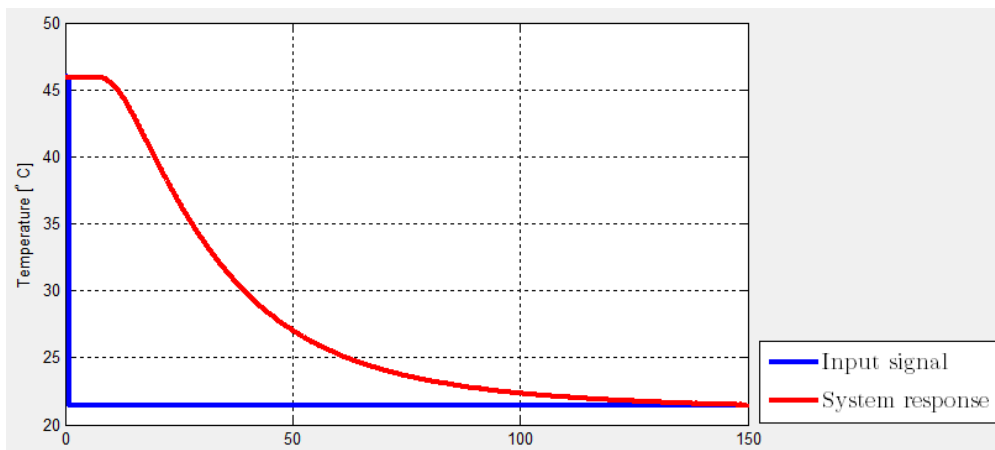
Vidimo da su kod hlađenja vremenske konstante puno manje nego kod grijanja što znači da se brže hladi nego grije za ovaj tip mjerenja.

d) Analiza u slučaju 4W mjerenja, hlađenje:

Input time: 0.76874

Input value start: 45.9597

Input value end: 21.4622



I ovdje primjećujemo da su vremenske konstante hlađenja mnogo manje od konstanti kod grijanja.

(VIII)

Nakon provedenih mjerenja i snimljenih odziva, primjećujemo da se senzor brže hladi u vodi nego grije u peći. Razlog tome je specifični toplinski kapacitet vode (voda može više topline preuzeti na sebe).