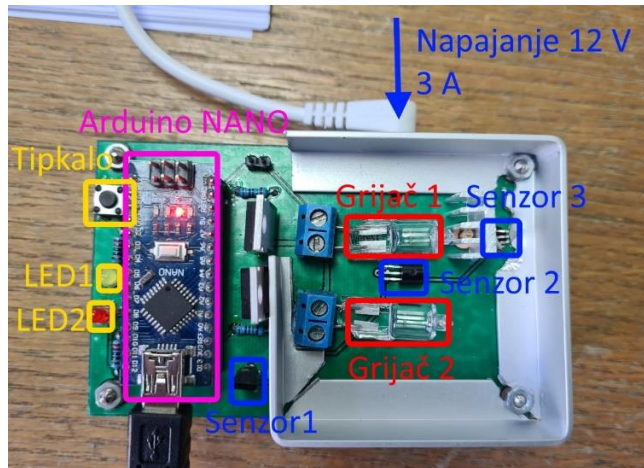


Na pločici se nalazi Arduino Nano mikrokontroler, dva grijača u obliku 10W 12V halogenih žarulja (slika desno) i tri senzora temperature postavljeni na ključna mjesta. Sklop se može spojiti na računalom putem priloženog USB kabela, na kojem se mogu testirati priloženi kodovi, dok se sami sklop (grijači) napajaju putem priloženog 12V napajanja.



Dijelovi modela se mogu zagrijati i na temperaturu od 100°C, pa se mole studenti da ne diraju središnji dio laboratorijskog modela.

**Zadatak 1:** Testirati ispravnost modela pokretanjem koda **toplinski\_visevelicniski\_random.ino**. Toplinski sustav se starta pritiskom na tipku modela. Promotriti ispis na serial ploteru (prečac CTRL+SHIFT+M)

**Zadatak 2:** Izvršiti djelomičnu identifikaciju sustava, na način da odredite djelovanje grijača1 na objekt1 (senzor 2) i objekt2 (senzor 3). Pokrenuti kod **toplinski\_visevelicniski\_identifikacija.ino**. Pretpostaviti da se radi o sustavu prvog reda. Prepisati značajne parametre sustava. Ulazna veličina je napon grijača (izračunat iz PWM signala). *Napomena: Detaljan postupak identifikacije se nalazi u uputama, obratite pozornost na iznos PWM signala u kodu!*

**Zadatak 3:** Izvršiti djelomičnu identifikaciju sustava, na način da odredite djelovanje grijača2 na objekt1 (senzor 2) i objekt2 (senzor 3). Koristite se postupkom iz prethodnog primjera.

**Zadatak 4:** U Simulinku simulirati sve 4 prijenosne funkcije i usporedite sa mjerenim podacima. Pobuda je konstanta sa naponom koji ste izračunali iz PWM signala. Komentirati razlike u signalima.

**Zadatak 5:** Snimite odziv sustava koristeći se kodom **toplinski\_visevelicniski\_testiranje.ino** tako da 1 minutu držite upaljen 1. grijač, 1 minutu samo 2. grijač, jednu minutu oba grijača upaljena i 1 minutu oba grijača ugašena. Prebacivanje između modova se ostvaruje pritiskom na tipku.

**Zadatak 6:** Simulirajte sustav sa unaprijed pripremljenim ulaznim vektorom za grijač 1 i grijač 2, kojeg dodajete kao blok from workspace (upute). Obavezno namjestiti korak simulacije 100 ms! Usporedite dobiveni odziv simulacije sa mjerenim podacima. Komentirajte jeli ovakav način identifikacije MIMO sustava dovoljno dobar! Precrtajte odzive

**Zadatak 7:** Odredite matricu interakcije K koristeći se kodom **toplinski\_visevelicniski\_matricaK.ino**. Ulaze pojedinih grijača mijenjate pritiskom na tipku tipkala (oba na 100PWM -> grijač1 160 grijač2 100 -> oba ugašena -> oba na 100 -> grijač1 100 grijač2 160 -> oba ugašena). Dajte dovoljno vremena procesu da se dostignu ustaljena stanja. Pogledajte upute.

**Zadatak 8:** Usporediti matricu interakcije dobivenu iz prijenosne matrice, iz zadatka 2 i 3 sa prijenosnom matricom iz zadatka 7.

**Zadatak 9:** Realizirati jednostavno vođenje gdje se grijač 2 pali kada temperatura objekta1 (apsolutna) ispod \_\_\_\_\_ (45°C) , a grijač1 kada temperatura objekta2 (apsolutna) ispod \_\_\_\_\_ (60°C). Komentirajte rad oba grijača. Koristiti se kodom **toplinski\_visevelicniski.ino**

Tablica za upis rezultata

<b>Zadatak 2: Prijenosne funkcije</b>  $W_{11}(s) = \underline{\hspace{2cm}}$ $W_{12}(s) = \underline{\hspace{2cm}}$	
<b>Zadatak 3: Prijenosne funkcije</b>  $W_{21}(s) = \underline{\hspace{2cm}}$ $W_{22}(s) = \underline{\hspace{2cm}}$	
<b>Zadatak 4: Komentirati razlike</b>  <div style="height: 100px; border: 1px solid black;"></div>	
<b>Zadatak 6: Odzivi sustava</b>  <div style="height: 150px; border: 1px solid black;"></div>	
<b>Zadatak 7: Matrica interakcije</b>  $K = \begin{bmatrix} \phantom{0} & \phantom{0} \\ \phantom{0} & \phantom{0} \end{bmatrix}$	<b>Zadatak 8: Prijenosna matrica</b>  $W = \begin{bmatrix} \phantom{0} & \phantom{0} \\ \phantom{0} & \phantom{0} \end{bmatrix}$ $K = \begin{bmatrix} \phantom{0} & \phantom{0} \\ \phantom{0} & \phantom{0} \end{bmatrix}$
<b>Zadatak 9:</b>  <div style="height: 100px; border: 1px solid black;"></div>	