

# PRVI KORAKI V ARDUINO – JAVLJALNIK PRESEŽENE TEMPERATURE

▼ Milan Gaberšek in Slavko Kocijančič

V šestem prispevku na temo Prvi koraki v Arduino bomo krmilnik Arduino povezali z vezjem s termistorjem. Naredili bomo preprosto napravo, ki bo javila zvišanje temperature nad izbrano vrednostjo. Najprej bomo kot indikator presežene temperature uporabili svetlečo diodo, pozneje pa še piezopiskač.

## Material

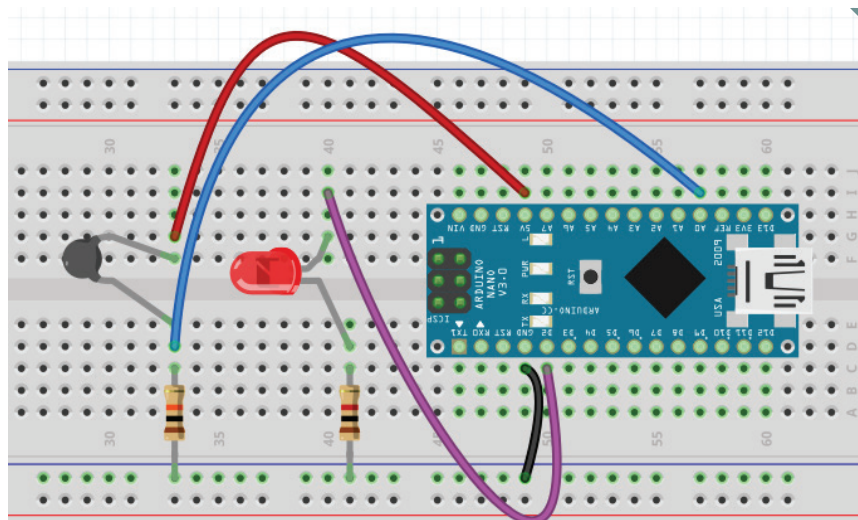
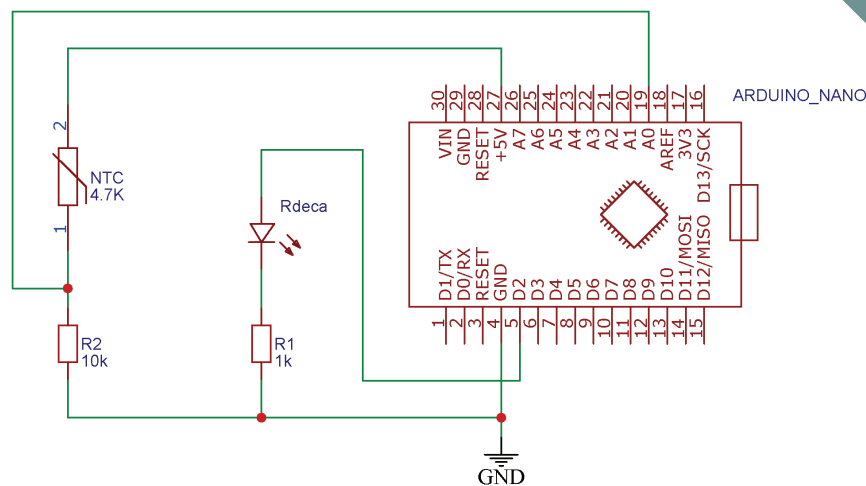
- krmilnik Arduino Nano ali podoben,
- USB-kabel (mini USB) za povezavo krmilnika z računalnikom,
- prototipna ploščica (angl. breadboard),
- NTC-upor (termistor) vrednosti 4,7 k $\Omega$  ali primerljiv,
- vezne žičke (najbolje rdeča, vijoličasta, modra in črna),
- upor vrednosti 1 k $\Omega$  (rjava, črna, rdeča, zlata),
- upor vrednosti 10 k $\Omega$  (rjava, črna, oranžna, zlata),
- svetleča dioda rdeče barve,
- piezopiskač, najbolje z območjem delovanja med 3 V in 12 V, z rdečo in črno vezno žičko.

## Orodja in pripomočki

- osebni računalnik z nameščenim operacijskim sistemom Windows, Linux ali Mac OS,
- Arduino IDE, integrirano programsko razvojno okolje, ki je brezplačno dostopno na spletni strani [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc).

## Izvedba

Električna shema naprave (slika 1) zelo spominja na tisto iz prejšnje številke, prav tako računalniška slika, narejena s pomočjo programa Fritzing (slika 2). Edina razlika je ta, da namesto fotoupora uporabimo NTC-upor, ki mu strokovno pravimo tudi termistor. NTC-upor je v v našem primeru videti kot majhna črna bunkica z dvema kontaktoma (slika 3). Osnovna lastnost NTC-upora je, da se mu ob povečanju temperature upornost zmanjša, podobno kot se pri povečanju osvetljenosti zmanjša upornost fotoupora. Od tu izvira oznaka NTC, ki pomeni negativni temperaturni koeficient (angl. Negative Temperature Coefficient). Nazivna upornost termistorja (v našem primeru 4,7 k $\Omega$ ) je njegova upornost pri 25 °C. Obstajajo tudi PTC-upori



(angl. Positive Temperature Coefficient), ki se jim upornost ob povečanju temperature zvečuje. Pri uporabi NTC-uporov je problematično to, da zaradi majhnosti pogosto nimajo nobenih oznak, zaradi česar jih je težje prepoznati. Zato je priporočljivo, da jih, kadar niso del vezja, shranimo na posebno mesto, na primer v vrečko, ki jo primerno označimo.

Ko vezje sestavimo, se lahko lotimo pisanja programa. Program je na moč podoben tistemu za napravo s fotouporom. Če smo v programiranju začetniki, je zaradi relativne kratkosti programa bolje, da večji del programske kode natipkamo sami, saj se po zagonu vadimo v odkrivanju tipkarskih napak. Že izdelana različica programa je, podobno kot tiste iz prejšnjih objav, dostopna na spletni strani [www.drtn.si/tim.html](http://www.drtn.si/tim.html).

```
//
// Program Arduino - Javljalec povišanja
// temperature
//
```

```
const int diodaInPiezo = 2;
const int NTCupor = A0;
const int NTCrefvrednost = 700;
// Vrednost iz NTC upora bomo
// shranili v spremenljivko
int NTCvrednost = 0;
```

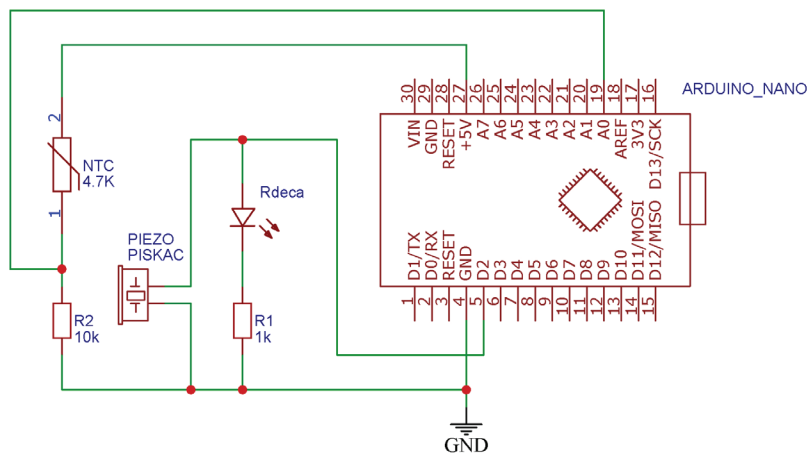
```
void setup() {
  // Branje podatkov preko
  // serijskega vmesnika USB
  Serial.begin(9600);
  pinMode(diodaInPiezo, OUTPUT);
}
```

```
void loop() {
  // Z ukazom analogRead preberemo
  // digitalno vrednost vezja z NTC uporom
  NTCvrednost = analogRead(NTCupor);
  // Dobljeni podatek izpišemo na zaslon
  Serial.println(NTCvrednost);
  // Če je NTCvrednost manjša od
  NTCrefvrednost,
  // svetleča dioda ne sveti,
  // drugače sveti
  if (NTCvrednost >= NTCrefvrednost) {
    digitalWrite(diodaInPiezo, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(diodaInPiezo, LOW);
  }
  delay(500);
}
```

Tudi pri tej napravi lahko vrednost spremenljivke NTCvrednost spremljamo na računalniku prek USB-vodila. V razvojnem okolju Arduino IDE odpremo okno za izpis – menijska vrstica Orodja, nato izberemo Serijski vmesnik ter po potrebi nastavimo še hitrost prenosa 9600 baudov.



3



4

Če je po zagonu programa vse v redu, najprej dobimo izpis vrednosti spremenljivke NTCvrednost, ki ustreza sobni temperaturi. Ko s prsti primemo NTC-upor, pri čemer pazimo, da ne odločimo priključnih kontaktov, se bo ta segreval in vsake pol sekunde (nastavljeno z ukazom delay(500);) izpisal število, ki naj bi naraščalo. Če se to ne zgodi in so vsi kontakti pravilno in dovolj globoko nameščeni v prototipno ploščico, je lahko razlog nedejavanja tudi v tem, da naši prsti niso dovolj topli, zato si jih ogrejmo.

Če izpisana vrednost narašča, svetleča dioda sveti od vrednosti 700 dalje. Na 700 smo namreč nastavili referenčno oziroma primerjalno vrednost konstante NTCrefvrednost, ki jo primerjamo z vrednostjo spremenljivke NTCvrednost, ki predstavlja vrednost na vhodu A0 krmilnika. Ko termistor spustimo, se ta počasi ohlaja, izpisano število se zmanjšuje, in ko vrednost spremenljivke NTCvrednost pade pod vrednost konstante NTCrefvrednost, svetleča dioda ne sveti več.

Če svetleča dioda sveti ves čas ali sploh ne sveti, moramo v vrstici const int NTCrefvrednost = 700; prilagoditi število 700. Pri določitvi ustreznega števila si pomagamo z izpisom vrednosti v oknu Serijski vmesnik. Vrednost konstante NTCrefvrednost naj bo nekoliko večja, kot je izpisana vrednost pri sobni temperaturi, in hkrati manjša od največje, ki jo dosežemo z držanjem termistorja s prsti.

Da bi naprava očitneje javljala prekoračitev temperature, lahko vzporedno k diodi in uporu vezemo piezopiskač (sliki 4 in 5). Piezopiskač (slika 6) je elektronski element, ki ob priklopu na vir enosmerne napetosti piska s tonom vnaprej določene frekvence (večinoma med 2 kHz in 5 kHz). Pri tem moramo paziti, da rdečo vezno žičko piskača povežemo na plus, črno pa na minus. Če veznih žičk ni, je na piezopiskaču običajno oznaka + blizu mesta, kamor povežemo pozitivni pol (običajno uporabimo rdečo žičko). Če vezni žički pomotoma zamenjamo, piskač ne bo deloval. V našem primeru smo rdečo vezno žičko priklopili

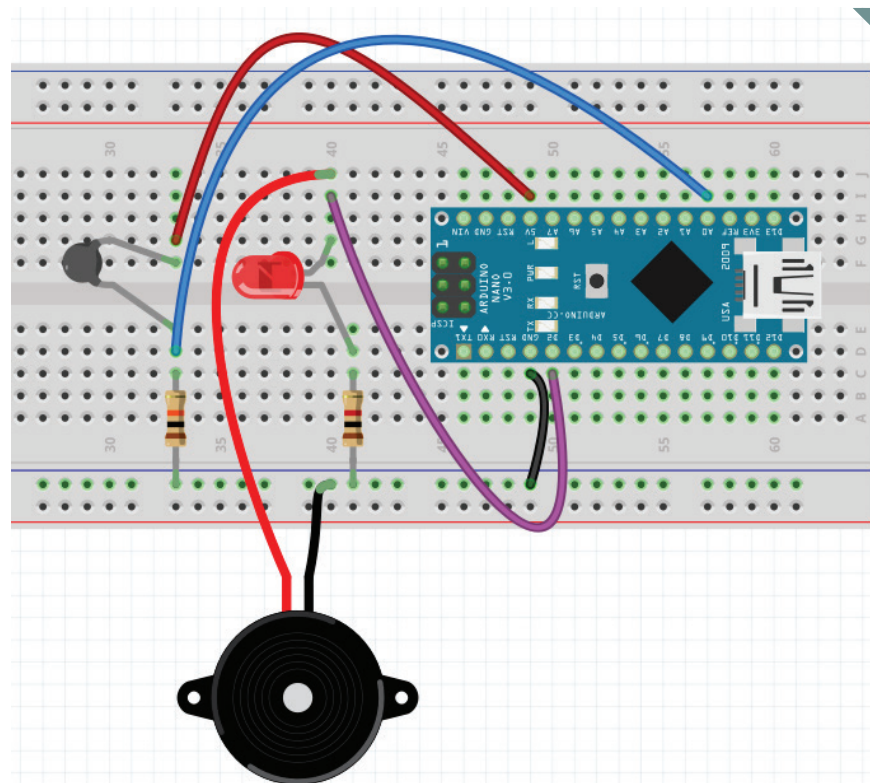
na plus svetleče diode oziroma na pin D2 krmilnika, črno vezno žičko pa na GND.

## Delovanje

Od temperature odvisno vrednost spremenljivke NTCvrednost zagotavlja vezje z uporoma R2 in uporom NTC (termistor). Takemu zaporednemu vezju dveh uporov rečemo delilnik napetosti. Ker oba upora povežemo na napajalno napetost, nam že sam izraz pove, da se ta napetost razdeli med oba upora. To pomeni, da se, če se spremeni napetost na NTC-uporu, spremeni tudi na zaporedno vezanem uporu R2, in sicer tako, da ostane njuna vsota enaka. Na primer, če se napetost na NTC-uporu poveča, se za enako vrednost zmanjša napetost na uporu R2. Ker je v vezju (slika 3) modra žička vezana med NTC-upor in upor R2, nam krmilnik Arduino prek pina A0 (pin smo v programu nastavili z ukazom const int NTCupor = A0) dejansko meri napetosti med stikom NTC-upora z uporom R2 in GND. Sicer analogno napetost na uporu R2 krmilnik pretvori v ustrezno digitalno vrednost, ki pri krmilniku Arduino lahko doseže vrednosti med 0 in 1023.

V zanki loop v vrstici NTCvrednost = analogRead(NTCupor); na analognem vhodu A0 vsake pol sekunde beremo (»vzorčimo«) digitalno vrednost napetosti na uporu R2. Z ukazom if (NTCvrednost >= NTCrefvrednost) { pa preverjamo, ali je prebrana vrednost spremenljivke večja oziroma enaka vrednosti konstante NTCrefvrednost. Če je to res (odgovor if pogoja je TRUE), z ukazom digitalWrite(diodaInPiezo, HIGH); prek digitalnega izhoda D2 svetlečo diodo vklopimo, v nasprotnem primeru pa z else { digitalWrite(diodaInPiezo, LOW); } izklopimo. Vrednost konstante diodaInPiezo smo na D2 nastavili s const int diodaInPiezo = 2;. Ker smo piezopiskač vezali vzporedno k svetleči diodi in uporu R1, se hkrati s svetlečo diodo vklopi oziroma oglasi tudi piskač.

Po potrebi lahko program prilagodimo tako, da bo zaznaval preseženo telesno temperaturo. Pri tem si lahko pomagamo s termometrom za merjenje telesne temperature. Podobno lahko zasnujemo tudi napravo za opozarjanje na požar ali napravo, ki bi opozarjala na vrelišče vode.



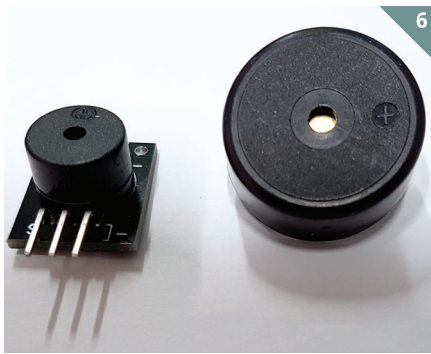
5

Seveda moramo v tem primeru upoštevati vse varnostne predpise in zahteve.

In kako bi spremenili program, da bi svetleča dioda in piskač opozarjala na zmrzal?

## Zaključek

V okviru tokratnega prispevka smo glede na predhodne spoznali dva nova elektronska elementa: termistor in piskač. Oba lahko uporabimo v različnih situacijah. Tako lahko piskač na podoben način uporabimo povsod, kjer smo za prikaz stanja uporabili svetlečo diodo. Za izziv lahko s pridobljenim znanjem poskusimo izdelati še napravo, ki bo prek dveh različnih analognih vhodov, na primer A0 in A1, hkrati spremljala temperaturo in osvetljenost ter to prikazovala prek računalnika. Dodamo lahko tudi to, da se naprava v posebnih okoliščinah javlja s piskanjem. Razmislimo pa tudi o možnih problemih iz vsakdanjika, ki jih lahko reši tovrstna naprava.



29,80 EUR

Knjiga **Sto in ena maketa**, katere sozaložnik je ZOTKS, bo dragocen pripomoček za vse tiste, ki se podajajo na pota tehničnega ustvarjanja in natančnega upodabljanja objektov v pomanjšanem merilu, mladim pa izziv za udejstvovanje na področjih, ki spodbujajo razvijanje ročnih spretnosti. Ob tem ne smemo spregledati dejstva, da gre tudi za dokument posebnega pomena za ohranjanje slovenske tehnične kulturne dediščine.

Naročila sprejemamo na:  
info@zotks.si  
(01) 25 13 743

Zveza za tehnično kulturo Slovenije  
Zaloška 65, p. p. 2803  
1000 Ljubljana

## REGISTRACIJA PREČKANJA CILJNE ČRTE (1. del)

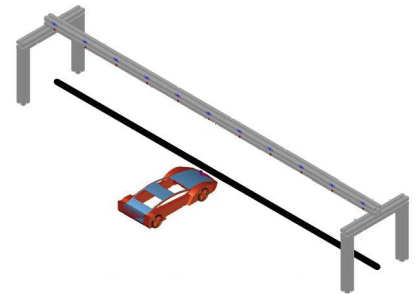
Jernej Böhm

**P**red kakim letom sem se z urednikom zapletel v zanimiv pogovor o tekmovanju modelov električnih avtomobilov v vožnji v cilj. Na Zvezi za tehnično kulturo Slovenije želijo tudi v tej tehnični disciplini povečati privlačnost modelarskih srečanj. S to problematiko se že nekaj časa ukvarja tudi Iztok Sever iz Zavoda ZRTK v občini Šentjernej, s katerim sodelujeva in poskušava najti primerno elektronsko opremo za registracijo prečkanja ciljne črte. S tem bi se izognili včasih dvomljivim sodniškim odločitvam, še zlasti v primerih, ko model prevozi ciljno črto prek ali tik mimo črte, ki označuje sredino proge.

Registracija prečkanja ciljne črte in kak tehnično pretirano zapleten problem in vsak elektroničar bi za to znal takoj naštetih nekaj uporabnih rešitev. Sam sem se že kmalu oprijel ideje, da bi za to uporabil laserski merilnik razdalje, postavljen za ciljno črto, ki bi ga s pomočjo servomehanizma obračal proti avtomobilčku na progi. Glede na kot zasuka merilnika, ki bi določal zasuk osi servomehanizma ali bi ga odbral z laserskega merilnika, bi poleg razdalje do modela na progi, določil tudi to, kje se je model dotaknil roba proge in koliko točk je s tem dosegel. Poleg tega bi potrebovali še računalnik z nekaj osnovnega matematičnega programja, kot je na primer Pitagorov izrek. Laserski merilnik razdalje z USB podatkovnim izhodom sem prek spleta naročil na Kitajskem. Priložena CD programska oprema pa je bila brez dokumentacije, iz katere bi bilo razvidno, kako neposredno dostopati do merilnih podatkov, sprožiti meritev ipd. S tem merilnikom sem se kar nekaj časa neuspešno ukvarjal, čeprav je na terenu do milimetra natančno izmeril razdalje do 100 m, izračunal površino še tako nemogoče ploskve ali prostornino zaprtega prostora.

Do lanskega državnega tekmovanja modelarjev osnovnošolcev mi je tako uspelo pripraviti le modelarski semafor (TIM LVII – 8, 9), projekt merilnika za registracijo vožnje v cilj pa sem bil prisiljen preložiti na naslednjo tekmovalno sezono.

Sredi decembra sem se spet lotil dela, medtem pa sem od nekdanjega sodelavca, ki v svoji pisarni »skriva« pravo fizikalno delavnico, prejel povezavo do kamniškega podjetja Tech, d. o. o. Opozoril me je na obilo najrazličnejše opreme za modelarsko robotiko (<https://www.prohobi.net>). V njihovi ponudbi je bil tudi senzorski merilnik razdalje, ki sem ga dobil za dobrih 10 evrov. Ob tem sem hitro pozabil na bistveno dražji kitajski merilnik, vendar sem se



Prosta vožnja v cilj električnih modelov avtomobilov (D1)

zavedal, da me zato čaka več dela, celo s strojno opremo, toda obetal se je velik izziv. Treba bi bilo izdelati USB-vmesnik z vso potrebno programsko opremo.

Če bi naloga predvidevala izdelavo nekaj tisoč kosov, bi se je zagotovo z veseljem lotil na tak način, ker pa gre za enkratni prototipni izdelek, sem moral razmišljati drugače. Že nekaj časa lahko po neverjetno nizkih cenah kupimo množico modulčkov tipa Arduino, Raspberry, Gizmo in Orange, vsakega celo v različnih izvedbah, in podobno enokartično elektroniko. Obetavna pa je predvsem bogata ponudba uporabne programske opreme, ki je prek spleta brezplačno dostopna na strani skupnosti, ki povezuje nesebične ustvarjalce programja.

Manj vsehč mi je omenjena strojna oprema, ki je sicer visoko profesionalna, a ker ni vezana le na eno rešitev, se projekt prav lahko razbohoti v množico razpršenih modulčkov, ki so med seboj povezani kar z žico za elektroinstalacije. Situacijo na začetku preverjanja delovanja laserskega merilnika oddaljenosti sem namenoma dokumentiral s fotoaparatom.

Na tem mestu naj omenim, da uporabljena oprema ni izbrana optimalno, posamezni modulčki se mi pač nabirajo po predalih in sem jih uporabil kot take. Vseeno pa vztrajam pri tej izbiri, saj poskušam opozoriti na privlačnost sestavljanja teh elektronskih »legokock«. Prepričan sem, da starejšim modulčkom zlahka najdemo zamenjavo in se celo znebimo katere od »kock«. Toda o tem pozneje, ko bodo stvari postale jasnejše.

## Vežalna shema laserskega merilnika oddaljenosti

Uporabil sem naslednje modulčke:

- Arduino pro mini (mikrokrmilnik)
- BTE13-0098 (USB – RS232C pretvornik)
- VL53L1X (laserski dajalnik razdalje v izvedbi Pololu)