

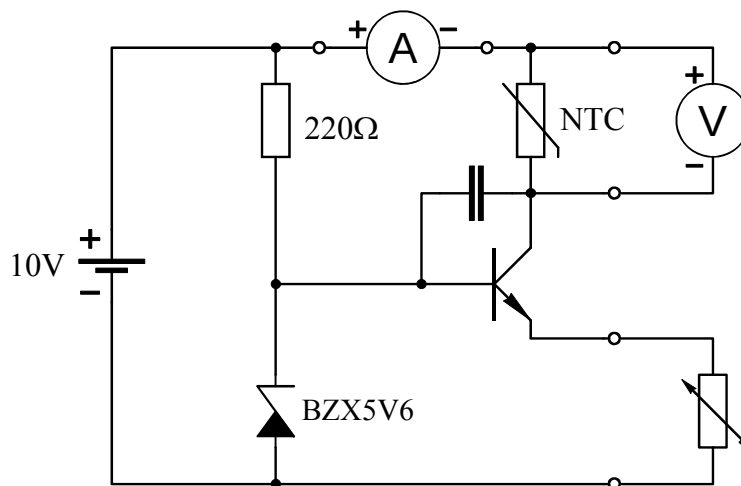
Ime in priimek: _____

Šolsko leto: _____

Datum: _____

KARAKTERISTIKA NTC TERMISTORJEV

Določite temperaturno odvisnost upornosti NTC termistorja $R(T)$ in jo narišite za območje od 20°C do 100°C. Na osnovi izmerjenih vrednosti upornosti R_{20} in R_{80} pri temperaturah 20°C in 80°C določite konstanti termistorja A in B in temperaturni koeficient TK_R .



Slika 1: Shema merilnega vezja.

Opis meritve:

NTC (negativni temperaturni koeficient) termistor je temperaturno odvisen nelinearni upor, ki mu upornost $R(T)$ nelinearno pada z rastočo temperaturo. Karakteristika termistorja, ki predstavlja odvisnost upornosti od temperature, je podana z enačbo:

$$R(T) = Ae^{\frac{B}{T}} \quad (1)$$

Na podlagi rezultatov meritve upornosti pri sobni temperaturi (ca. 20°C), in pri 80°C izračunajte konstanti A in B ter temperaturni koeficient TK_R za omenjeni temperaturi. Konstanto B lahko določimo tako, da enačbo (1) izpišemo za vrednosti pri 80°C (353K) in pri 20°C (293K) ter dobljeni enačbi delimo in logaritmiramo.

$$R_{80} = Ae^{\frac{B}{353K}} \quad R_{20} = Ae^{\frac{B}{293K}} \rightarrow \ln\left(\frac{R_{80}}{R_{20}}\right) = B \cdot \left(\frac{1}{353K} - \frac{1}{293K}\right) \rightarrow B = \frac{\ln\left(\frac{R_{80}}{R_{20}}\right)}{\left(\frac{1}{353K} - \frac{1}{293K}\right)}$$

Konstanto A izračunamo tako, da dobljeno konstanto B vstavimo v eno od enačb za R_{20} ali R_{80} . Temperaturni koeficient NTC elementa TK_R izračunamo tako, da v enačbo (2) vstavimo izraz za $R(T)$ iz enačbe (1) in izračunamo odvisnost temperaturnega koeficienta izraženega s konstantama A in B :

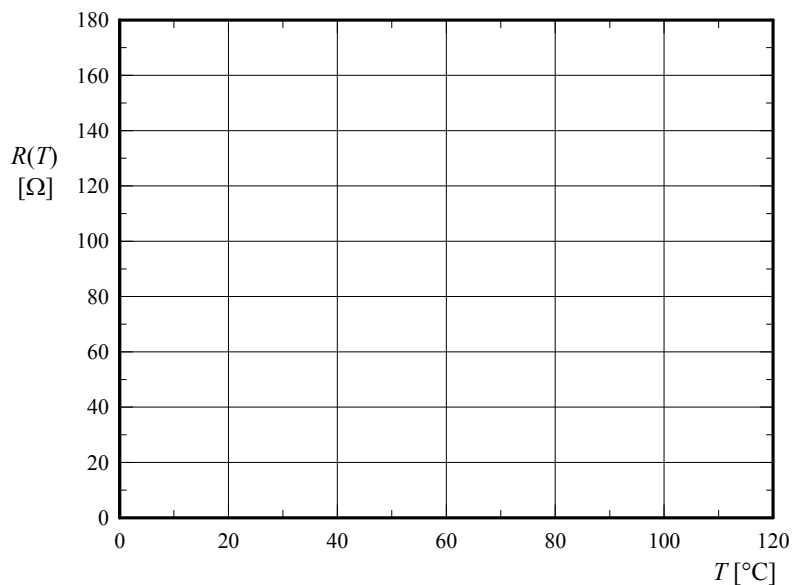
$$TK_R = \frac{1}{R(T)} \cdot \frac{dR(T)}{dT} = \frac{1}{A \cdot e^{\frac{B}{T}}} \cdot \frac{d\left(A \cdot e^{\frac{B}{T}}\right)}{dT} = -\frac{1}{A \cdot e^{\frac{B}{T}}} \cdot A \cdot e^{\frac{B}{T}} \cdot \frac{B}{T^2} = -\frac{B}{T^2} \quad (2)$$

Potek meritve:

Vezje priključite po sliki v prilogah. S pomočjo uporovne dekade nastavljajte tok preko NTC elementa. V tabelo rezultatov vpisujte izmerjene napetosti in dejanskega toka. Višje vrednosti toka boste težko nastavili, zato se jim poskusite čimbolj približati ($I_{DEJANSKI}$). Za začetni približek nastavite dekada na $9.999\text{k}\Omega$ in vrednost uporovne dekade samo znižujte, da bi dosegli višji tok. **Pri nastavljanju toka pazite na največjo vrednost toka, ki sme teči skozi upore uporovne dekade. Vrednost maksimalnega toka je napisana nad vsakim preklopnikom dekade v mA. Med vsemi uporabljenimi preklopniki velja najnižja vrednost. Če danega preklopnika ne uporabljate (preklopnik na 0Ω) prestavite levo sponko dekade¹ eno mesto v desno. S tem dosežete, da preko iste upornosti lahko teče večji tok. Meritev pri 200mA in 250mA ne izvajajte predolgo. Po vsaki nastavitvi toka spremljajte napetost na termistorju – ko ta neha padati, takrat se je temperatura termistorja ustalila. Upornost PT100 mora po ustalitvi temperature ostati konstantna. Ko se temperatura ustali, odčitajte tok in napetost ter upornost R_{NTC} termistorja izračunajte kot kvocient izmerjene napetosti in dejanskega toka. Temperaturo NTC elementa izmerite s pomočjo referenčnega PT100 upora, ki se nahaja na tiskanem vezju vaje. Navodilo za delo s PT100 elementom se nahaja v prilogi vaje.**

Rezultati:

$I[\text{mA}]$	$I_{DEJANSKI}[\text{mA}]$	$U[\text{V}]$	$R_{NTC}[\Omega]$	$R_{PT100}[\Omega]$	$T_{NTC} [^{\circ}\text{C}]$
0,5					
10					
30					
60					
90					
120					
150					
180					
210					
250					

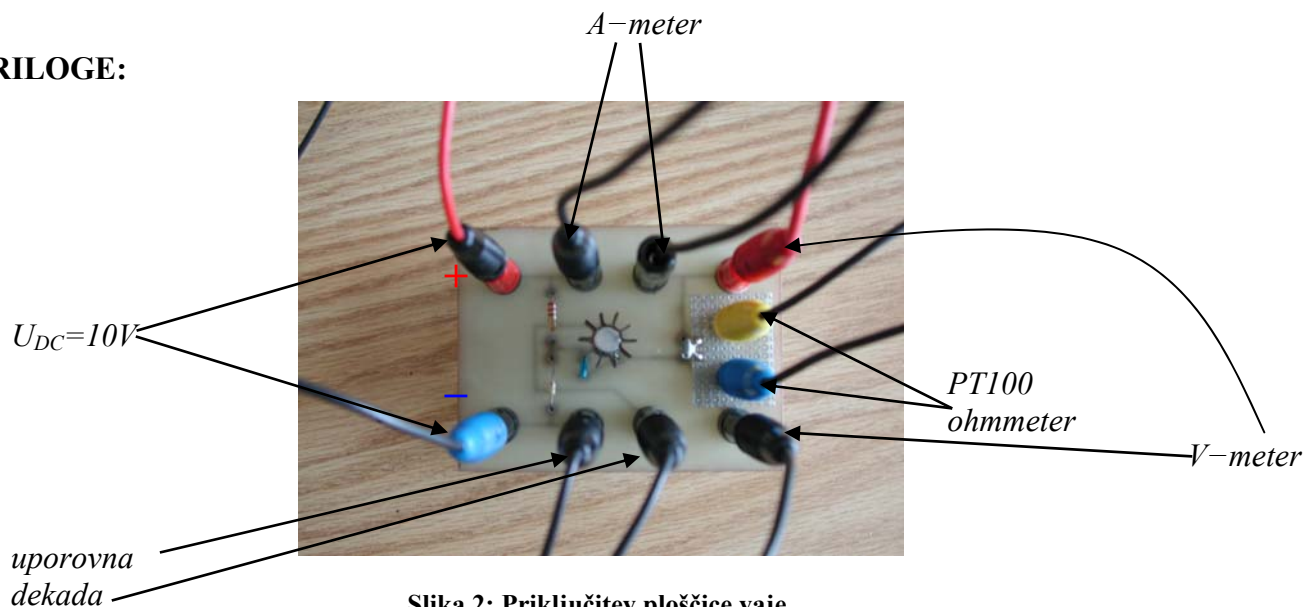


A	
B	

T	20°C	80°C
TK_R		

¹ <http://nakup.metrel.si/izdelki/oprema-za-laboratorije-in-sole/r-l-c-dekade.html>

PRILOGE:



Slika 2: Priključitev ploščice vaje.

Tabela 1: Upornosti platinastega upora PT100

T[°C]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1X	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40
2X	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29
3X	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.15
4X	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
5X	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86
6X	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
7X	127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52
8X	130.90	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.57	133.95	134.33
9X	134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	138.13
10X	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.78	141.16	141.54	141.91
11X	142.29	142.67	143.05	143.43	143.80	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69
12X	146.07	146.44	146.82	147.20	147.57	147.95	148.33	148.70	149.08	149.46

Zgornja tabela povzema vrednosti referenčnega senzorja temperature – platinastega PT100 upora, ki ga uporabljate za meritev temperature na NTC elementu. Tabela je urejena tako, da so dekadne vrednosti temperature (1X, 2X, 3X °C ...) navedene v vrsticah, vmesne vrednosti dekade pa v stolpcih (X = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Primer uporabe: PT100 upornost priključimo neposredno na multimeter, s katerim merimo upornost (Ω -meter). Merilno področje Ω -metra nastavimo na 0 do 200 Ω . Denimo, da na Ω -metru preberemo vrednost 109.7 Ω . Najboljši približek prebrane upornosti poiščemo v zgornji tabeli. Iskana vrednost se nahaja v 2. vrstici in 6. stolpcu. Če je vrednost v 2. vrstici, potem bo temperatura med 20°C in 29°C, saj je začetek druge vrstice označen z 2X. Pogledamo še stolpec tabele, da določimo zadnjo cifro vrednosti temperature – za 6. stolpec iz tabele preberemo vrednost zadnje cifre 5. Temperatura, ki ustreza prebrani upornosti s PT100 elementa 109.7 Ω znaša torej 25°C. Ilustracijo uporabe povzema izsek iz zgornje tabele.

T[°C]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1X	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40
2X	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29

Tabelo za širše merilno področje PT100 najdete na Spletu².

² http://en.wikipedia.org/wiki/Resistance_thermometer