

Природно - математички факултет - УКИМ
"Алгоритми и примена"
Семинар (10.12.2016)

АЛГОРИТМИ ЗА
МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА
СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

дипл.инж. Игор Јаневски

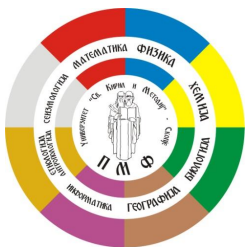
ПМФ-УКИМ Скопје

igor_janevski@hotmail.com

д-р Роман Голубовски

ПМФ-УКИМ Скопје

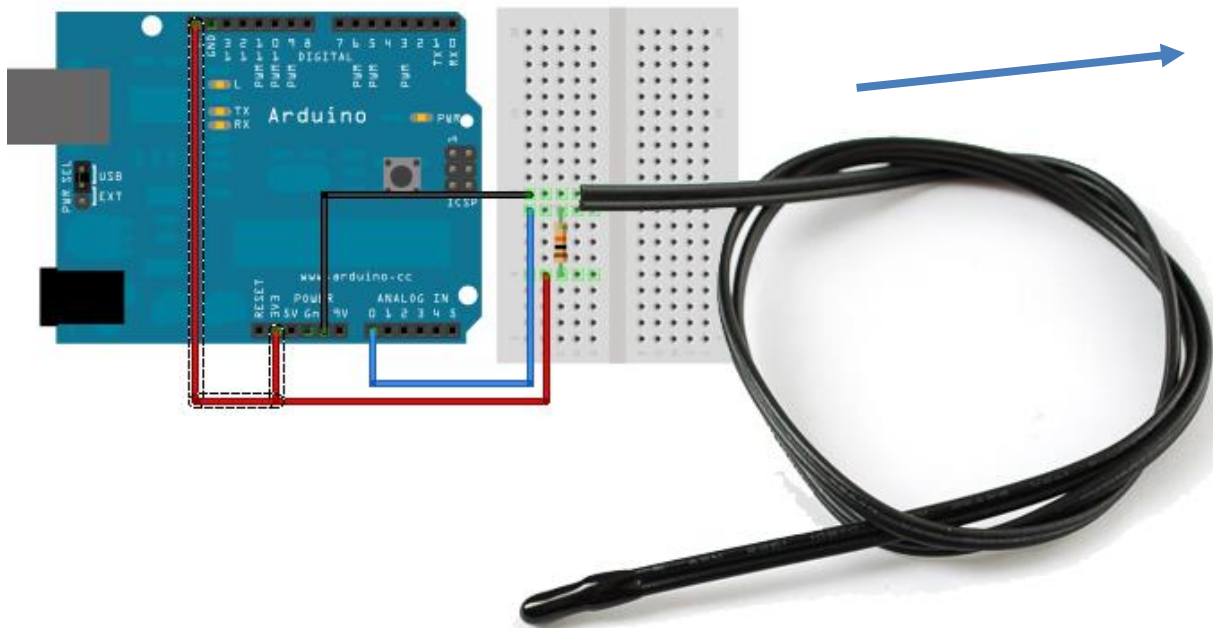
roman.golubovski@t.mk

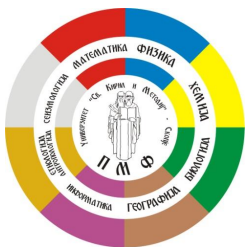


АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

Вовед

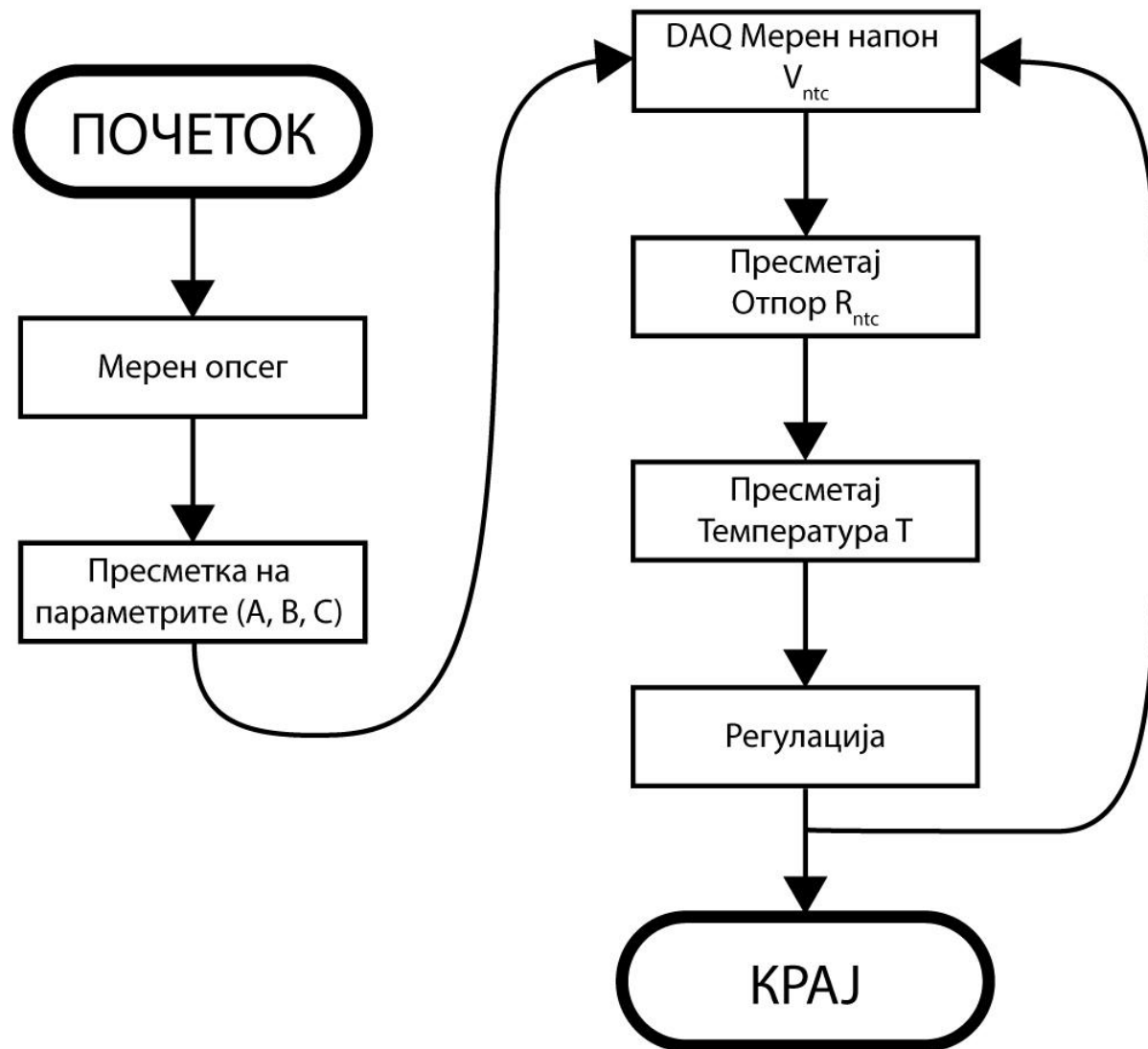
- Типична апликација е температурна контролна јамка
- Типичен сензор е NTC (Negative Temperature Coefficient) термистор

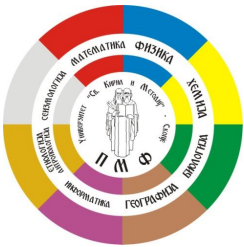




АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

Алгоритам

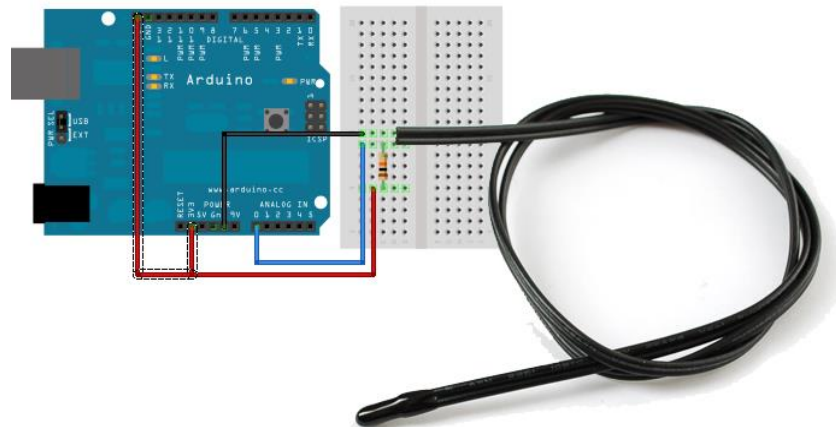




АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

Мерење температура

- Потребни се вградлив развоен систем и NTC сонда
- Потребен е математички модел кој ги поврзува:
 - отпорот на NTC сондата
 - тековната температура

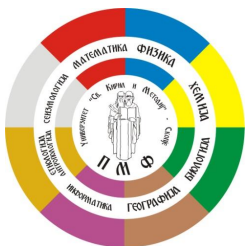


STEINHART-HART EQUATION

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R)$$

B – COEFFICIENT EQUATION

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln \left(\frac{R}{R_0} \right)$$



АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

Математички модел - Steinhart-Hart

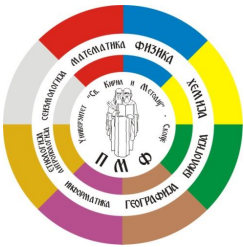
$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C (\ln(R))^3$$

- Математичка релација помеѓу R и T е дадена од вендорот
- Недефинирани параметри се A , B и C кои ја дефинираат NTC кривата
- Потребен е линеарен систем од 3 равенки за утврдување на A , B и C
- Познавање на мерниот опсег ја зголемува прецизноста

R&T-TABLE

$R_{25}=10000 \Omega : \pm 3\%$ $B_{25/50}=3380K (B_{25/85}=3435K) : \pm 1\%$

(°C)	(Ω)			(%)		(°C)	
				ΔR	$-\Delta R$	ΔT	$-\Delta T$
-55	408305.000	437139.000	467587.000	6.965	6.595	2.828	2.678
-54	385208.000	412169.000	440619.000	6.902	6.541	2.782	2.637
-53	363546.000	388762.000	415354.000	6.840	6.486	2.738	2.596
-52	343221.000	366814.000	391677.000	6.777	6.432	2.694	2.556
-51	324144.000	346226.000	369480.000	6.716	6.377	2.650	2.516
-50	306232.000	326906.000	348662.000	6.655	6.324	2.607	2.478
-49	289408.000	308770.000	329131.000	6.594	6.270	2.565	2.439
-48	273600.000	291739.000	310800.000	6.533	6.217	2.523	2.401
-47	258742.000	275740.000	293591.000	6.473	6.164	2.482	2.364
-46	244772.000	260706.000	277428.000	6.413	6.111	2.442	2.327
-45	231632.000	246574.000	262243.000	6.354	6.059	2.402	2.290
-44	219269.000	233284.000	247971.000	6.295	6.007	2.363	2.255
-43	207633.000	220782.000	234553.000	6.237	5.955	2.324	2.219
-42	196677.000	209018.000	221934.000	6.179	5.904	2.286	2.184
-41	186359.000	197945.000	210062.000	6.121	5.853	2.248	2.150
-40	176638.000	187518.000	198889.000	6.063	5.802	2.211	2.116
-39	167476.000	177696.000	188370.000	6.006	5.751	2.175	2.082
-38	158839.000	168442.000	178465.000	5.950	5.700	2.139	2.049
-37	150694.000	159720.000	169133.000	5.893	5.650	2.103	2.017
-36	143011.000	151496.000	160340.000	5.837	5.600	2.069	1.985
-35	135760.000	143739.000	152051.000	5.782	5.551	2.034	1.953
-34	128916.000	136422.000	144235.000	5.727	5.501	2.000	1.922
-33	122454.000	129516.000	136862.000	5.672	5.452	1.967	1.891
-32	116350.000	122997.000	129906.000	5.617	5.403	1.934	1.860
-31	110583.000	116940.000	123310.000	5.562	5.355	1.901	1.830



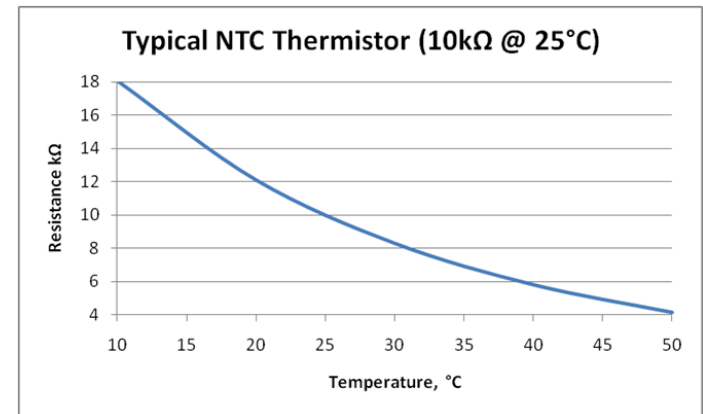
АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

Математички модел - Steinhart-Hart

R&T-TABLE

$R_{25}=10000 \Omega \pm 3\%$ $B_{25/50}=3380K (B_{25/85}=3435K) : \pm 1\%$

(°C)	(Ω)			(%)		(°C)	
				ΔR	$-\Delta R$	ΔT	$-\Delta T$
-55	408305.000	437139.000	467587.000	6.965	6.595	2.828	2.678
-54	385208.000	412169.000	440619.000	6.902	6.541	2.782	2.637
-53	363546.000	388762.000	415354.000	6.840	6.486	2.738	2.596
-52	343221.000	366814.000	391677.000	6.777	6.432	2.694	2.556
-51	324144.000	346226.000	369480.000	6.716	6.377	2.650	2.516
-50	306232.000	326906.000	348662.000	6.655	6.324	2.607	2.478
-49	289408.000	308770.000	329131.000	6.594	6.270	2.565	2.439
-48	273600.000	291739.000	310800.000	6.533	6.217	2.523	2.401
-47	258742.000	275740.000	293591.000	6.473	6.164	2.482	2.364
-46	244772.000	260706.000	277428.000	6.413	6.111	2.442	2.327
-45	231632.000	246574.000	262243.000	6.354	6.059	2.402	2.290
-44	219269.000	233284.000	247971.000	6.295	6.007	2.363	2.255
-43	207633.000	220782.000	234553.000	6.237	5.955	2.324	2.219
-42	196677.000	209018.000	221934.000	6.179	5.904	2.286	2.184
-41	186359.000	197945.000	210062.000	6.121	5.853	2.248	2.150
-40	176638.000	187518.000	198889.000	6.063	5.802	2.211	2.116
-39	167476.000	177696.000	188370.000	6.006	5.751	2.175	2.082
-38	158839.000	168442.000	178465.000	5.950	5.700	2.139	2.049
-37	150694.000	159720.000	169133.000	5.893	5.650	2.103	2.017
-36	143011.000	151496.000	160340.000	5.837	5.600	2.069	1.985
-35	135760.000	143739.000	152051.000	5.782	5.551	2.034	1.953
-34	128916.000	136422.000	144235.000	5.727	5.501	2.000	1.922
-33	122454.000	129516.000	136862.000	5.672	5.452	1.967	1.891
-32	116350.000	122997.000	129906.000	5.617	5.403	1.934	1.860
-31	110583.000	116840.000	123222.000	5.562	5.355	1.901	1.830

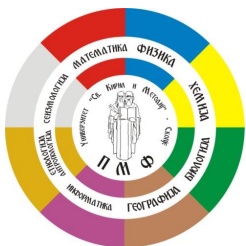


$$T_1 = \frac{1}{A + B \ln R_1 + C (\ln R_1)^3}$$

$$T_2 = \frac{1}{A + B \ln R_2 + C (\ln R_2)^3}$$

$$T_3 = \frac{1}{A + B \ln R_3 + C (\ln R_3)^3}$$

- 3 променливи \Rightarrow потреба од 3 равенки
- 3 равенки \Rightarrow потребни 3 реда од табелата
- систем од 3 линеарни равенки



АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

$$I = \frac{V_{CC}}{R + R_{NTC}}$$

Пресметка на R_{NTC}

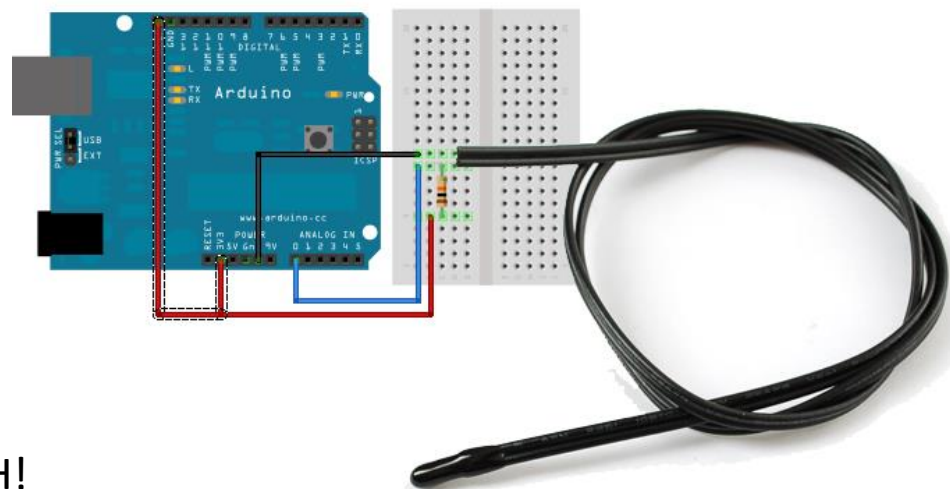
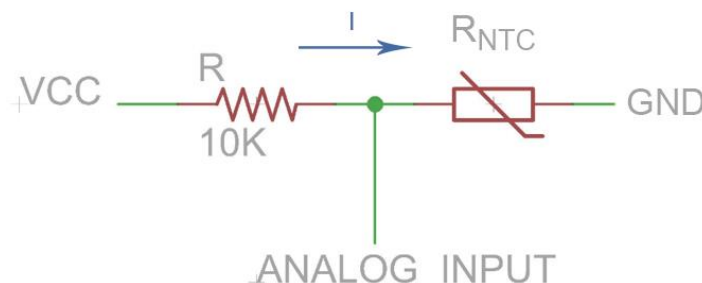
$$V_{NTC} = I * R_{NTC}$$

$$V_{NTC} = V_{CC} * \frac{R_{NTC}}{R + R_{NTC}}$$

$$V_{NTC} * R + R_{NTC} * V_{NTC} = V_{CC} * R_{NTC}$$

$$R_{NTC} * (V_{CC} - V_{NTC}) = V_{NTC} * R$$

$$R_{NTC} = R * \frac{V_{NTC}}{V_{CC} - V_{NTC}}$$

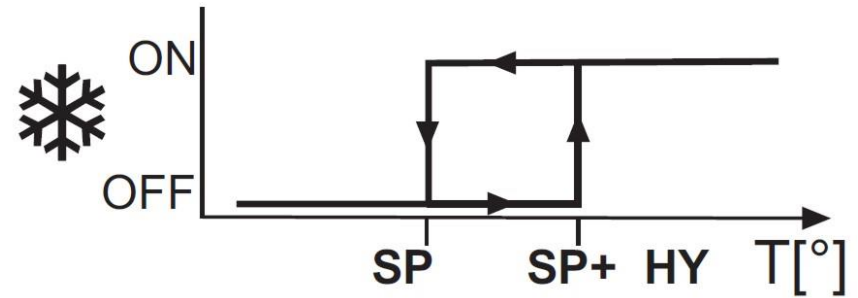
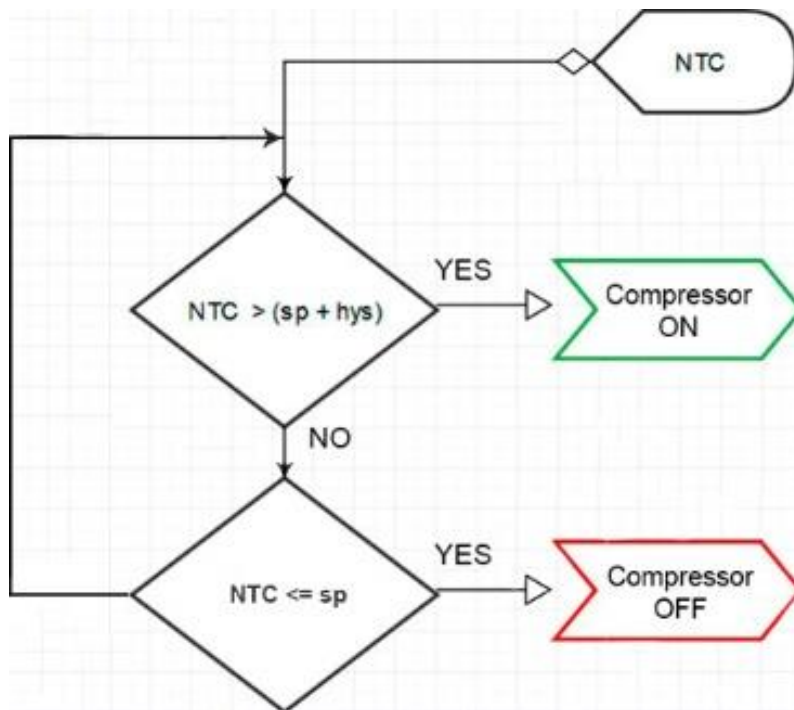


- A/D конверторот аквизира НАПОН!
- Значи неопходна е конверзија на променливиот NTC отпор во варијабилен напон
- Напонски делител може да ја моделира струјата I според NTC промените



АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

Управување со хистереза - ON/OFF





АЛГОРИТМИ ЗА МАТЕМАТИЧКО КАЛИБРИРАЊЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ВГРАДЛИВИ АПЛИКАЦИИ

Дискусија

- Математичките модели се неопходни за пресметките кај вградливите системи
- На пример, без Steinhart-Hart равенката калибрирањето температура со NTC сонда е практично неизводливо.

