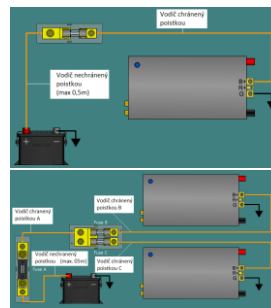


SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
 FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY
 Ústav automobilovej mechaniky
 Oddelenie elektroniky, mikropočítačov a PLC systémov (OAEM)
 Elektronické systémy automobilov (ELSA)

Poistky:

DC poistky sú obvykle väčšie ako AC („oblúk“)

- Základné charakteristiky poistiek:
- Nominálny prúd I_N (poistka neprehorí pri tomto prúde)
 - Výber poistky: $T_a = 25^\circ\text{C}$ ($I_N^*1,35$) a zaokrúhli nahor. Ak je $\Delta T_a \pm 20^\circ\text{C}$ potom zvýš dimenzovanie poistky o $\pm 10\%$
 - P_t Miera energie, ktorá sa prenese poistkou pri skrate predtým ako sa obvod preruší. $t = t_m + t_a$ čas na roztozenie a zhasnutie oblúka.
 - Rýchlosť zhorenia poistky je funkciou nadprúdu a času. Čím väčší prúd, tým rýchlejšie sa poistka prepáli.
 - F: (Fast Fuses) reagujú veľmi rýchle.
 - Používajú sa na ochranu polovod. zariadení
 - T: Pomalé poistky sa pri nadprúde prepália za niekoľko sekúnd.
 - Nominálne napätie: Každá poistka má stanovené tzv. nominálne napätie. Poistka na 32V nemôže byť použitá v obvode kde je napätie 230V. Iné izolácie vzdialenosti.



Ako postupovať pri výbere poistiek: P_t poistiek B, resp. C musí byť menší ako P_t poistky A.

Typický model poistky: <http://www.fuse.com> (p=1,2,3) 2

Poistky:

Porcelánové:
 Plastové: Označenie farbou

- 7,5 A hnedá
- 15 A modrá
- 25 A biela
- 10 A červená
- 20 A žltá
- 30 A zelená



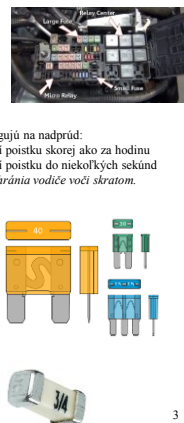
Poistky reagujú na nadprúd:
 2* I_N prenuší poistku skoraj ako za hodinu
 3* I_N prenuší poistku do niekoľkých sekúnd
 Poistky chránia vodiče voči skratom.

Ističe:

Jadro tvorí bimetal.
 Chránia jednotlivé prvky (napr. motorčeky), nie vodiče.

Odpájачe baterky:

Namontované sú pri baterke. Odpájajú + pól.
 Aktivované sú airbagom.
 Dve prevedenia: – pyropatron,
 – elektrický odpájач.



Farebné značenie poistiek:

FUSE AMPERAGE COLOR RATINGS
 Fuse ampere color ratings for both the mini and standard ATO fuses are identical. However, the ampere color ratings of mini fuses use a different color scheme.

Fuse Amp Rating	Identification Color
3	Violet
5	Tan
7.5	Brown
10	Red
15	Blue
20	Yellow
25	Colorless
30	Green

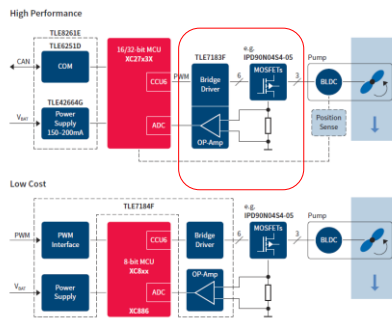
MAXI	STANDARD	MINI
Color Ratings For MAXI Fuses		
Fuse Amp Rating	Identification Color	
20	Yellow	
30	Green	
40	Amber	
50	Red	
60	Blue	
70	Brown	
80	Colorless	

Vodiče:

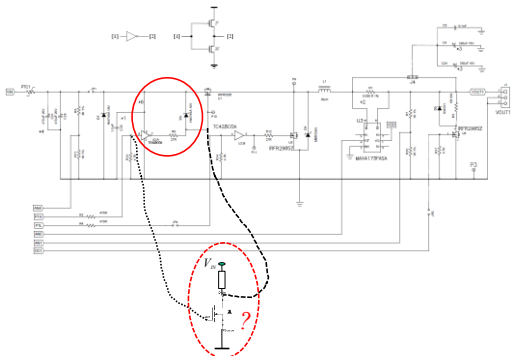
American wire gauge (AWG - americká káblová miera) je normou prierezu neželezných vodičov a káblov používaných v elektropriemysle. Používa sa v USA, Kanada, (Ázia). V Európe sa používa metrický systém podľa IEC 60228.

International standard wire sizes (IEC 60228)						
	0.5 mm ²	0.75 mm ²	1 mm ²	1.5 mm ²	2.5 mm ²	4 mm ²
0000(AWG)	1.62	17.43	17.72	18.12	18.62	19.29
0001(AWG)	0.4086	10.4	10.78	11.15	11.68	12.31
0002(AWG)	0.3648	9.266	10.31	10.74	11.27	11.93
0003(AWG)	0.3249	8.251	10.65	11.09	11.63	12.30
1	0.2893	7.348	10.69	11.14	11.69	12.36
2	0.2576	6.544	10.37	10.83	11.39	12.05
3	0.2294	5.817	10.00	10.47	11.02	11.68
4	0.2043	5.199	10.74	11.2	11.76	12.41
5	0.1819	4.621	10.3	10.81	11.36	12.08
6	0.162	4.115	10.33	10.83	11.38	12.1
7	0.1443	3.685	10.72	11.13	11.68	12.31
8	0.1285	3.264	10.62	11.07	11.63	12.26
9	0.1144	2.896	10.38	10.83	11.39	12.05
10	0.1019	2.588	10.28	10.72	11.27	11.93
11	0.907	2.305	10.21	10.65	11.19	11.84
12	0.8098	2.053	10.33	10.81	11.36	12.08
13	0.727	1.829	10.37	10.85	11.4	12.12
14	0.6495	1.628	10.31	10.76	11.29	11.97
15	0.5773	1.44	10.26	10.7	11.24	11.91
16	0.5098	1.269	10.29	10.73	11.26	11.93
17	0.4465	1.11	10.28	10.74	11.24	11.91
18	0.3885	0.9629	10.2	10.66	11.16	11.83

Electric Water Pump

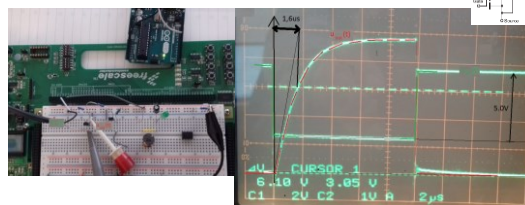


DC-DC menič: Je možná naznačená náhrada?



7

Budenie MOSFET BS170 výstupom µP:



Symbol	Parameter	Conditions	Type	Min.	Typ.	Max.	Units
OFF CHARACTERISTICS							
V_{GS}	Gate-Source Breakdown Voltage	$V_{DS} = 0V, I_G = 100\mu A$	All	60			V
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current	$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 0V$	All		0.5		mA
I_{DSC}	Gate-Source Leakage Current	$V_{GS} = 10V, V_{DS} = 0V$	All		10		mA
ON CHARACTERISTICS (Notes 1)							
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{GS} = V_{DS}, I_D = 10mA$	All	0.8	2.1	3	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain-Source On-Resistance	$V_{GS} = 10V, I_D = 200mA$	All		1.2	5	Ω
Dynamic Characteristics							
C_{in}	Input Capacitance	$V_{GS} = 10V, V_{DS} = 0V, f = 1MHz$	All	24	40		pF
C_{out}	Output Capacitance	$V_{GS} = 10V, I_D = 200mA$	All	17	30		pF
Switching Characteristics (Notes 1)							
t_{on}	Turn-On Time	$V_{GS} = 25V, I_D = 200mA$	BS170		10		ns
t_{off}	Turn-Off Time	$V_{GS} = 25V, I_D = 200mA$	BS170		10		ns

$$\tau = CR \quad [s; \mu s; \Omega]$$

$$R = 22k\Omega$$

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{1,6\mu s}{22k\Omega} \doteq 73pF$$

<https://www.dps-az.cz/mereni-hlavni>

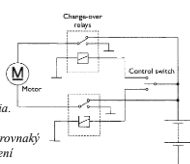
8

Elektronické systémy zabezpečujúce kvalitu, komfort a bezpečnosť

Elektrický pohyb zrkadiel, sedadiel, okien a systém centrálného zatvárania dverí je realizovaný na podobnom princípe.

Všetky tieto systémy využívajú jednosmerné motory s permanentným magnetom. Elektronika tvorí systém zabezpečujúci zmenu smeru otáčania.

Vid. bloková schéma.



Prepnutie „Control switch“ do hornej/dolnej polohy realizuje pripojenie motora k napájaniu. Mení sa pritom polarita napájania.

Ak je „Control switch“ v strednej polohe, oba póly motora majú rovnaký potenciál. Toto spôsobuje okamžitú zabrzdzenie motora pri odpojení od napájania.

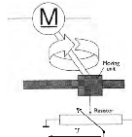
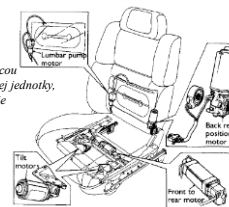
Ak treba, tento základ je doplnený o koncové spínače, obvody pamätania si poslednej polohy, obmedzovače sily, ...

9

Elektrické obvody nastavenia polohy sedadla

Nastavenie polohy sedadla sa deje pomocou niekoľkých motorčekov, ktoré umožňujú polohovanie sedadla. Pohyb sa realizuje v rôznych smeroch.

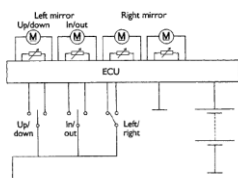
Polohovanie sedadla je často koordinované s nastavením zrkadiel. Spätná vŕtba od polohy sedadiel je realizovaná pomocou potenciometrov. Táto informácia je vedená do riadiacej jednotky, ktorá potom môže zabezpečiť konkrétne napohovanie sedadla. Potenciometre sú pripojené na napájanie. Napätie bežca odpovedá konkrétnej polohe. Táto informácia je do riadiacej jednotky privedená cez A/D prevodník.



10

Elektronické polohovanie zrkadiel

Polohovanie zrkadiel – princíp je podobný ako polohovanie sedadiel. Pohyb v dvoch smeroch, vertikálny a horizontálny sa realizuje pomocou dvoch motorčekov. Niektoré systémy majú aj vyhrievací prvok. Vyhrievanie je aktivované na určitý čas po prvom zapnutí zapalovania. Činnosť tohto obvodu môže byť prepojená s ohrievaním zadného skla. Potenciometre realizujú polohovú SV.



11

Centrálné zatváranie – zamykanie

Centrálné zatváranie/otváranie dverí je často spojené aj s automatickým zatvorením okien.

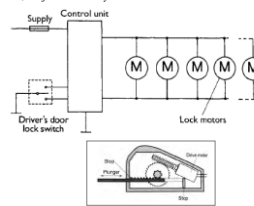
Zamknutie/odmknutie dverí

Ovládanie dverí (všetky dvere majú vlastný akčtuátor – motorček) sa realizuje

- pomocou kľúča
- diaľkovým ovládaním
- kvalitné Alarm systémy automaticky uzamknú dvere, ak je aktivovaný ALARM.

Diaľkové ovládanie je realizované pomocou napr. infrared vysielača/príjmača.

Výhodnocovacia jednotka kontroluje prijatý kód. Ak je OK, zapne sa relé odmknutie/zamknutie dverí. Ak CPU prijme nesprávny kód niekoľko krát po sebe, deaktivuje sa otváranie dverí. Otvorenie je možné len mechanicky pomocou kľúča. Nasleduje automatické odblokovanie infrared ovládania.



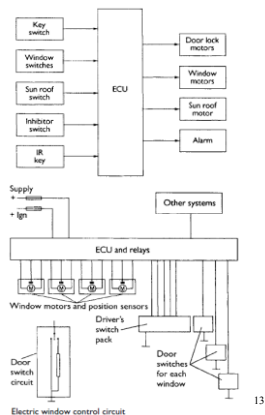
12

Elektrické ovládanie okien

Princíp je podobný už spomínaným. Prepínanie motorčekov je realizované pomocou relé, resp. pomocou prepínačov. Moderné riadiace systémy umožňujú: One shot up or down. Inch up or down. Lazy lock. Back-off.

Ovládanie okien býva kombinované s ďalšími systémami. Napr. so zamykaním dverí.

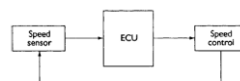
Lazy lock – pomocou jedného príkazu (infrared) sa realizuje bezpečné uzatvorenie dverí a okien (aj strešného). Poradie je: Okná, strešné okná, uzamknutie dverí. Nakoniec sa môže aktivovať ALARM. Veľký prídový odber môžeme minimalizovať postupným zatváraním okien.



13

Automatické udržiavanie rýchlosti vozidla – tempomat

Tempomat je typickým predstaviteľom uzatvoreného regulačného obvodu. Vodič nastaví požadovanú rýchlosť a regulačný obvod ju udržiava.



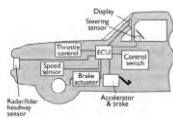
Regulačný obvod spracuje rýchlosť vozidla a nastaví požadovanú „polohu plynového pedálu“. Riadiaca jednotka upravuje rýchlosť zmeny polohy pedálu tak, aby nedochádzalo k trhaniu. Riadiaca jednotka umožňuje zvýšiť/znížiť požadovanú rýchlosť. Posledne nastavená hodnota je zapamätaná. Po zatlačení tlačidla sa vyvolá – nastaví ako želaná rýchlosť. Za samozrejmosť sa považuje vyradenie tempomatu pri brzdení, respektíve pri zatlačení spojkového pedálu. Riadenie rýchlosti – tempomat je prepojený na riadenie vstrekovania. Činnosť tempomatu je podmienená okrem iného aj minimálnou rýchlosťou (cca 40km/h). Systém udržiava regulačnú odchýlku na hodnote menšej ako 4km/h. Realizácia akčného člena („pridávanie plynu“) realizujú výrobcovia rôzne. Na činnosť tempomatu vplyva okrem už spomenutého aj „prevodovka“. Snímač rýchlosti býva spoločný s tým, ktorý je použitý na meranie/zobrazovanie rýchlosti vozidla.

14

Automatické udržiavanie rýchlosti vozidla – tempomat

Adaptácia na okolie

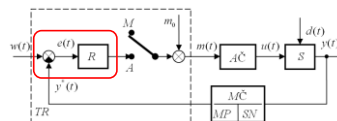
Bežné tempomaty neumožňujú prispôbenie – adaptáciu na okolitý svet. Na odmeriavanie vzdialenosti sa používajú Radar: mikrovlnný vysielač cca 35 GHz. Meria sa čas medzi vyslaním a prijatím odrazeného impulzu. Meraná vzdialenosť je čierna čas. Radar nepracuje kvalitne v daždi a za hmly. Lidar: Použitý je laserová dióda. Infračervený signál sa zachytí fotodiódou. Problémom oboch systémov je rušenie. Hlavné rušenie od okolitých vozidiel vybavených tým istým systémom.



- Výššie popísané vlastnosti dosiahneme:
- odpovedajúcim spracovaním meraných signálov
 - riadením v otvorenej regulačnej slučke (OVLÁDANIE)
 - uzatvorenej regulačnej slučke

15

Vplyv rozdielového člena na kvalitu regulačného obvodu



- Vlastnosti regulačného obvodu:
- stabilita,
 - kvalita,
 - prechodné procesy
 - ustálené stavy (trvalá regulačná odchýlka)

Teória učí, že vlastnosti regulačného obvodu sú dané samotnou regulovanou sústavou a regulátorom – akčným členom – meracím členom. V praktických aplikáciách nesmieme zabudnúť ani na realizáciu rozdielového člena.



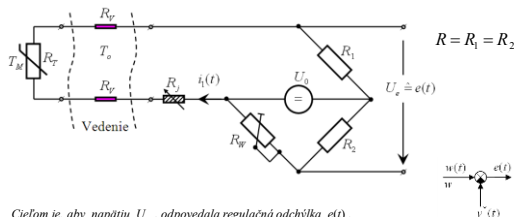
Analyzujme vplyv rozdielového člena na kvalitu regulačného pochodu. Niekedy je rozdielový člen súčasťou regulátora, niekedy meracieho člena.

16

Dvojvodičové pripojenie snímača:

$$R_W \rightarrow T_{Zel}$$

$$R_T = f(T_M)$$



$$R = R_1 = R_2$$



Cieľom je, aby napätiu U_e odpovedala regulačná odchýlka $e(t)$.

a regulačnej odchýlke rozdiel $T_{Zel} - T_M$

\Rightarrow Ak $U_e = 0$ potom $T_{Zel} = T_M$ a teda $e(t \rightarrow \infty) = 0$

Zistíme, či je to pravda?

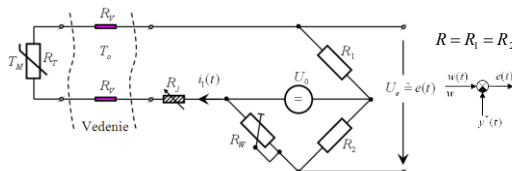
17

Dvojvodičové pripojenie snímača:

$$R_W \rightarrow T_{Zel}$$

$$R_T = f(T_M)$$

Odpor vedenia sa môže meniť pod vplyvom okolitej teploty.



$$R = R_1 = R_2$$

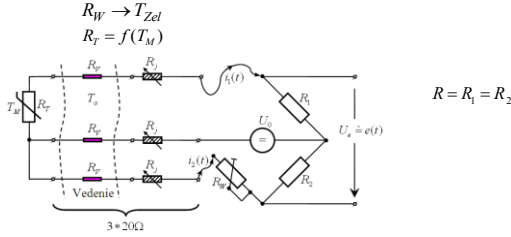
$$\text{Riešenie: } U_e = U_0 R \frac{R_W - R_T - 2R_V}{(R_T + 2R_V + R)(R_W + R)}$$

$$U_e = 0 \Rightarrow R_T = R_W - 2R_V \Rightarrow e(t \rightarrow \infty) = 0 \Rightarrow T_{Zel} \neq T_M$$

Nevyhovuje pre účely TR.

18

Trojvodičové pripojenie snímača:

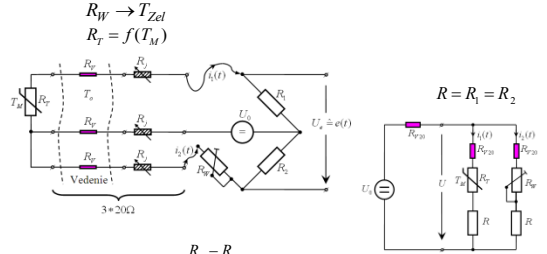


Cieľom je, aby napätiu U_e , odpovedala regulačná odchýlka $e(t)$, a regulačnej odchýlke rozdiel $T_{Zel} - T_M$
 \Rightarrow Ak $U_e = 0$ potom $T_{Zel} = T_M$ a teda $e(t \rightarrow \infty) = 0$

Zistíme, či je to pravda?

19

Trojvodičové pripojenie snímača:



Riešenie: $U_e = UR \frac{R_T - R_W}{(R_T + R_W + R)(R_W + R) + R}$

V ustálenom stave $U_e \approx 0$ odpovedá $R_T = R_W$, resp. $T_Z = T_M$. Lahko sa dá ukázať, že mimo ustálený stav neplatí: $T_Z - T_M = k(R_T - R_W)$.

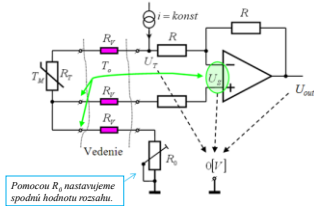
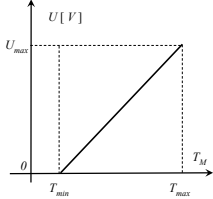
V ustálenom stave vyhovuje pre účely TR.

20

Merací prevodník:

$R_T = f(T_M) \rightarrow U_{T_M}$

Priamka - úsečka je definovaná:
 - dvoma bodmi
 („nastavenie trvá dlho“)
 - jedným bodom a smernicou
 („nastavenie na dva krát“)

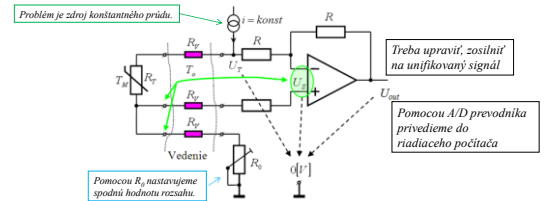


Cieľ:
 - Lineárna prevodová charakteristika.
 - Výstup: unifikovaný signál, napätie/prúd

21

Merací prevodník:

$R_T = f(T_M) \rightarrow U_{T_M}$



Riešenie: $U_T - U_S = -(U_{out} - U_S)$
 $\Rightarrow U_T - 2U_S = -U_{out} \Rightarrow i(2R_1 + R_0 + R_T) - 2i(R_2 + R_0) = -U_{out}$
 $\Rightarrow i(2R_1 + R_0 + R_T - 2R_2 - 2R_0) = -U_{out} \Rightarrow -U_{out} = i(R_T - R_0)$

Vhodné aj pre ustálené aj pre prechodné stavy.

22

Zdroj konštantného prúdu, Howlandova prúdová pumpa

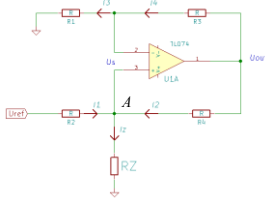
Nech $U_{ref} = 10.000V$ (MAC01)
 a
 $R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4$
 potom pre uzol A platí:

$I_1 + I_2 - I_z = 0$
 $\frac{U_{ref} - U_S}{R} + \frac{U_{out} - U_S}{R} = I_z$

Dalej platí:
 $I_3 = I_4$
 $I_3 = \frac{U_S - 0}{R} = \frac{U_{out} - U_S}{R}$

Výsledkom je: $I_z = \frac{U_{ref}}{R}$ prúd záťažou „nezávisí“ od veľkosti RZ.

Nesmieme zabudnúť na: $U_{zdroja} = (\text{napr.}) \pm 12V$
 To znamená: Ak $I_z = 2.0 \text{ mA}$, potom $R = 5k\Omega$ (Rad E192 4k99)
 Treba voliť $R > R_z$

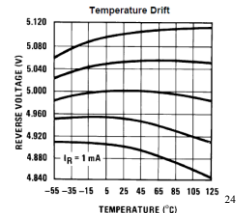
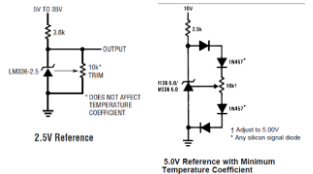


23

Zdroj referenčného napätia:

IO MAC 01, zdroj referenčného napätia
 $U_{ref} = 10.000V$ je drahá súčasť.
 Použiteľná (lacnejšia) náhrada je napr.:

LM 336 2.5V ; 5.0V (presnosť 1% a lepšia)
 Vhodná pre 8-Bit A/D a D/A prevodníky



24

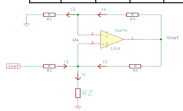
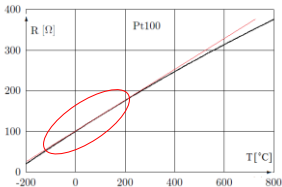
PT 100 ako snímač teploty:

V rozsahu teplôt -50°C až 200°C môžeme nahradit' prevodovú charakteristiku priamkou.
 $R(T) = 100 + 0.385 T$ [Ω; °C]

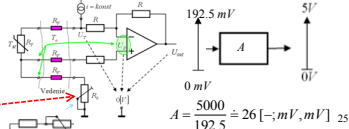
Meraná teplota je z rozsahu $T = (-50^\circ\text{C} \text{ až } 200^\circ\text{C})$.
 Cieľom je navrhnuť merací prevodník, ktorého výstupné unifikované napätie bude v rozsahu $U_{out} = (0 \text{ až } 5 \text{ V})$.

T [°C]	R ₀ [Ω]	R _n [Ω]	ΔT [°C]	U _{out} [mV]	ΔU _{out} [mV]
-50	80.31	80.75	-1	161.50	0.0
0	100	100	0	200.00	38.75
100	138.5	138.5	0	277.00	115.50
200	175.84	177.00	3	354.00	192.50

Prúd $I_{RZ} = 2 \text{ mA}$ tečúci cez PT100 nespôsobí výrazné oteplenie.



$\Delta U_{out} = 0 \text{ mV}$ ak
 $\Rightarrow R_0 = 80.31 = 68.1 + 33$ [Ω]

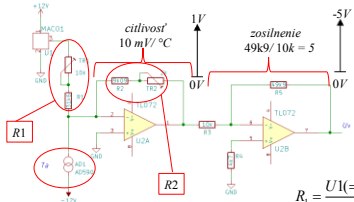


192.5 mV
 0 mV
 5 V
 $A = \frac{5000}{192.5} \approx 26$ [-; mV, mV]

AD590 snímač teploty:

Merací rozsah teploty (-50°C až 150°C). Je to presný zdroj prúdu 1 μA/K.
 Je trimovaný tak, že pri 25°C tečie prúd 298.2 μA.
 Hodnota meranej teploty v °C je daná vzťahom $T [^\circ\text{C}] = "i - 273.2"$
 $0 \text{ K} = -273.15^\circ\text{C}$.

Úloha:
 Navrhnuť merací kanál teploty tak, aby meranej teplote z rozsahu (0°C až 100°C) odpovedalo napätie (0 až 5 V).
 Zdroj referenčného napätia MAC 01 $\Rightarrow U_{ref} = 10.000 \text{ V}$.



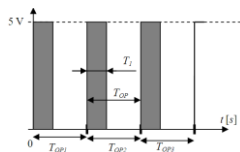
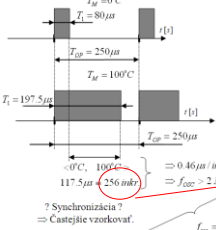
$R_1 = \frac{U_1 (= 10.000 \text{ V})}{273.2 \cdot 10^{-6}} = 36,603 \text{ k}\Omega$

SMT 160-30 snímač teploty:

Plnenie ako funkcia meranej teploty:
 $pI = \frac{T_1}{T_{OP}} = 0.32 + 0.0047 \cdot T_M$ [;- °C]

Spracovanie informácie:
 Treba merať aj T_1 aj T_{OP} počas jednej periódy opakovania.

Priklad: Pomocou snímača SMT 160 - 30 merame teplotu v rozsahu $T_M = (T_0 \text{ až } 100^\circ\text{C})$,
 $T_0 = (0 \text{ až } 20^\circ\text{C})$.



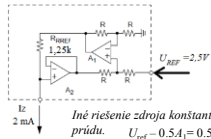
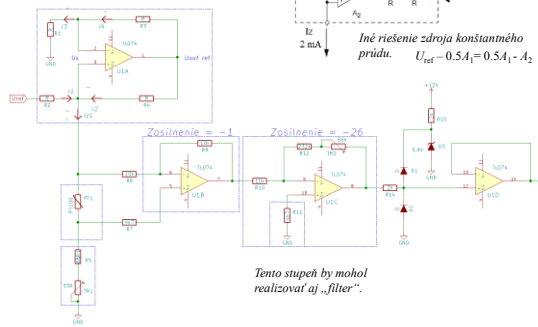
T_M počítame zo vzťahu
 $\frac{T_1}{T_{OP}} = 0.32$
 $T_M = \frac{T_{OP}}{0.0047} [^\circ\text{C}; -; -]$

T_1 aj T_{OP} treba merať tak, aby presnosť merania odpovedala 8-bitovému prevodníku.

? Synchronizácia?
 \Rightarrow Častejšie vzorkovanie.

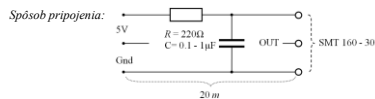
$f_{clk} = 8 \text{ MHz}$

Základné bloky meracieho prevodníka PT100:

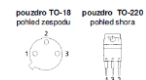


SMT 160-30 snímač teploty:

Snímač teploty s PWM výstupom. PWM vo funkcii D/A prevodníka.
 Je to prevodník teplota na široko modulovaný signál PWM.
 Merací rozsah je (-45°C až 150°C). Vyrába sa v páždach, napr.: T018, T092, T0220.



- Základné vlastnosti, parametre:
- Rozsah meranej teploty je -45 až 130°C
 - Absolútna presnosť ±0.7°C
 - Odchýlka prevodovej charakteristiky od lineárnej je < 0.2°C
 - Výstupný signál je kompatibilný s TTL a CMOS logikou
 - S potreba obvodu je menšia ako 1 mW
 - Snímač je kalibrovatý vo výrobe
 - Výstup PWM signál
 - s frekvenciou opakovania: $f_{OP} = 1 + 4$ [kHz],
 $T_{OP}(\text{pre } 4 \text{ kHz}) = 250$ [μs]



SMT 160-30 snímač teploty:

Informácia je prvotne spracovaná pomocou C/T mikropočítača. Vlastnosti určité takto:

Počítadlo viaceré napočíta ak
 Horší prípad odpovedá: $T_{OP}(1 \text{ kHz}) = 1000 \mu\text{s}$
 Za čas T_{OP} počítadlo napočíta $\frac{1000 [\mu\text{s}]}{0.125 [\mu\text{s}]} = 8000$ [SC]

\Rightarrow Treba použiť 16 bitové počítadlo.

Čas spracovania: $(0.25 [\text{ms}] + 1 [\text{ms}])$

Ak nechceme použiť aritmetiku, pohyblivej rádovej čiarky, upravíme vzťah do tvaru:

Rozsahy čísel:
 $T_1 \in (0^\circ \div 8000)$
 $T_{OP} \in (2000 \div 8000)$

$\frac{T_1}{T_{OP}} = 0.32$
 $T_M = \frac{T_{OP}}{0.0047} [^\circ\text{C}; -; -]$

$T_M \cdot 10^3 = \frac{T_1 \cdot 10^3}{T_{OP}} - 32000$
 $T_M \cdot 10 = \frac{T_1 \cdot 10^3}{47}$

Výsledok predpokladáme v tvare napr.: $995 \equiv 99.5$
 Správny výsledok získame, len ak je vzorec naprogramovaný v „správnom“ poradí a AK zvolíme správne dátové typy.