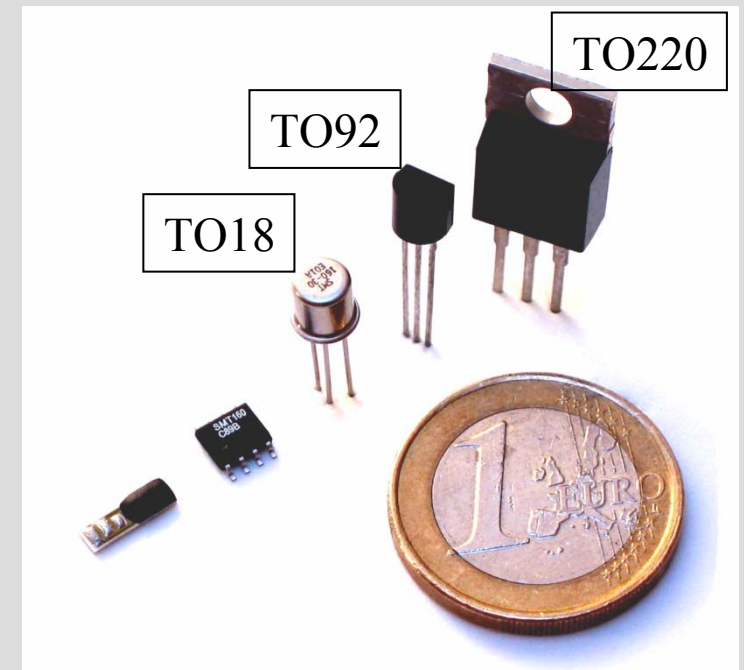
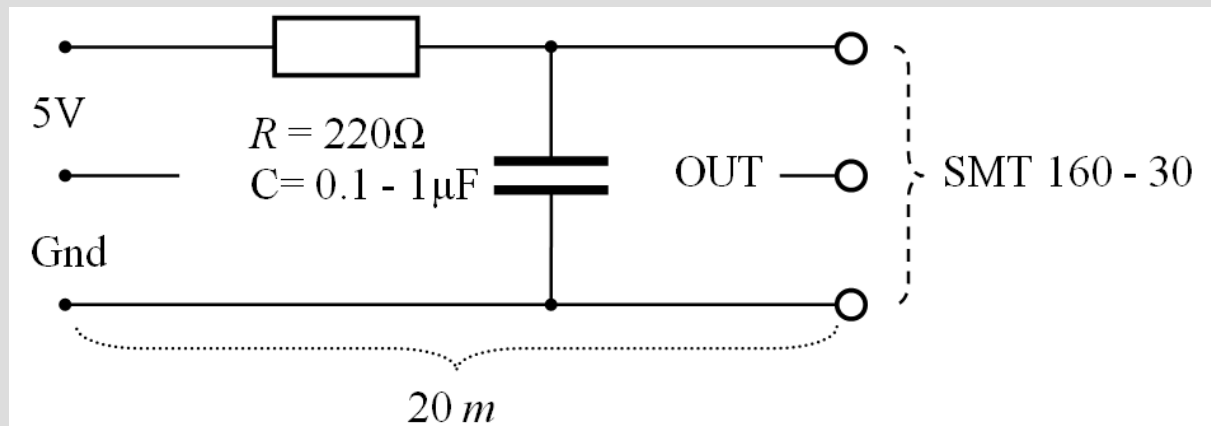


MIKROPOČÍTAČOVÉ RIADENIE tepelnej sústavy 1. rádu

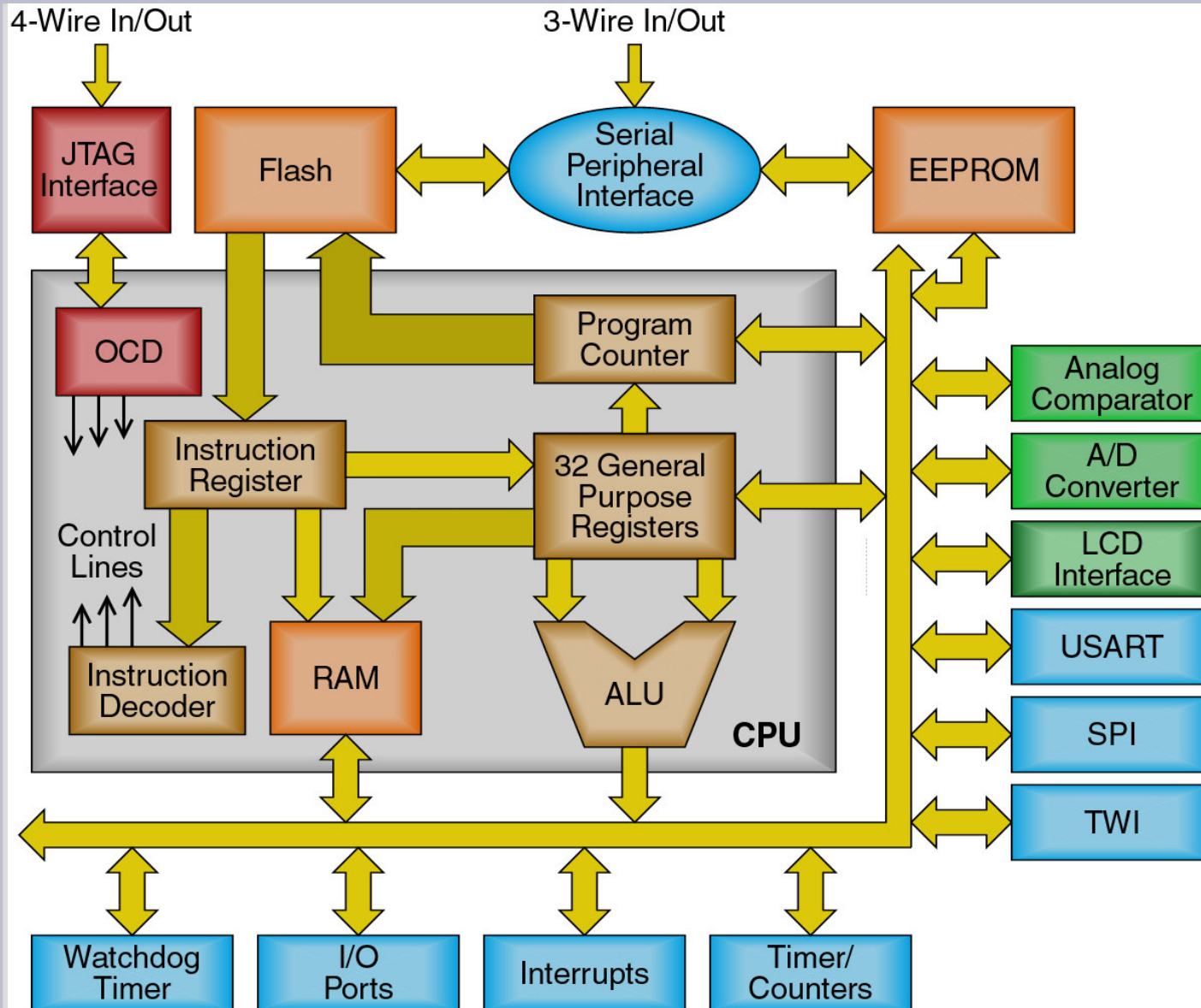
- Spracovanie informácie zo snímača teploty SMT 160 – 30
- PWM vo funkcii D/A prevodníka



Monolitické μ -počítače

Pôvodne sme používali :

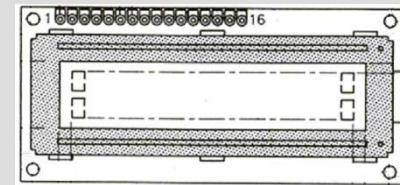
- 8080
- 8051 (552)
- MICROCHIP
- ATMEL AVR



Programovanie

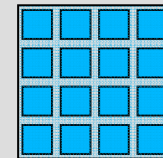
Display:

- PWM kontrast



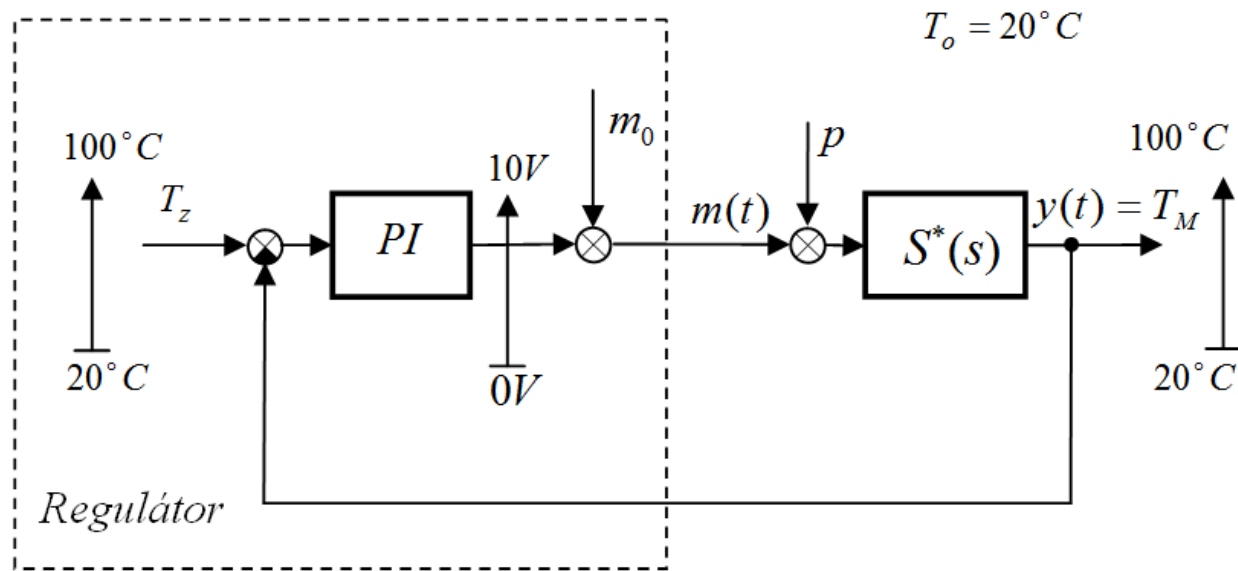
Klávesnica 4*4:

- načítanie na dva krát
- zdvojené klávesy
- ? diódy ?



Embedded system

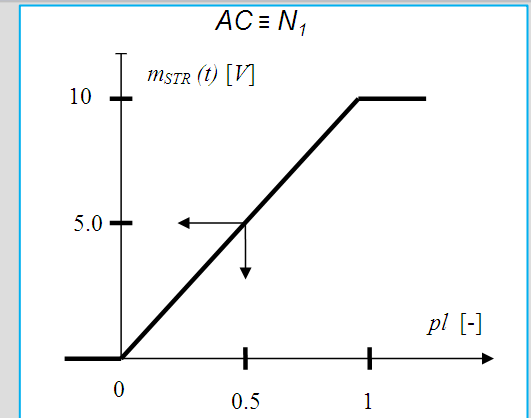
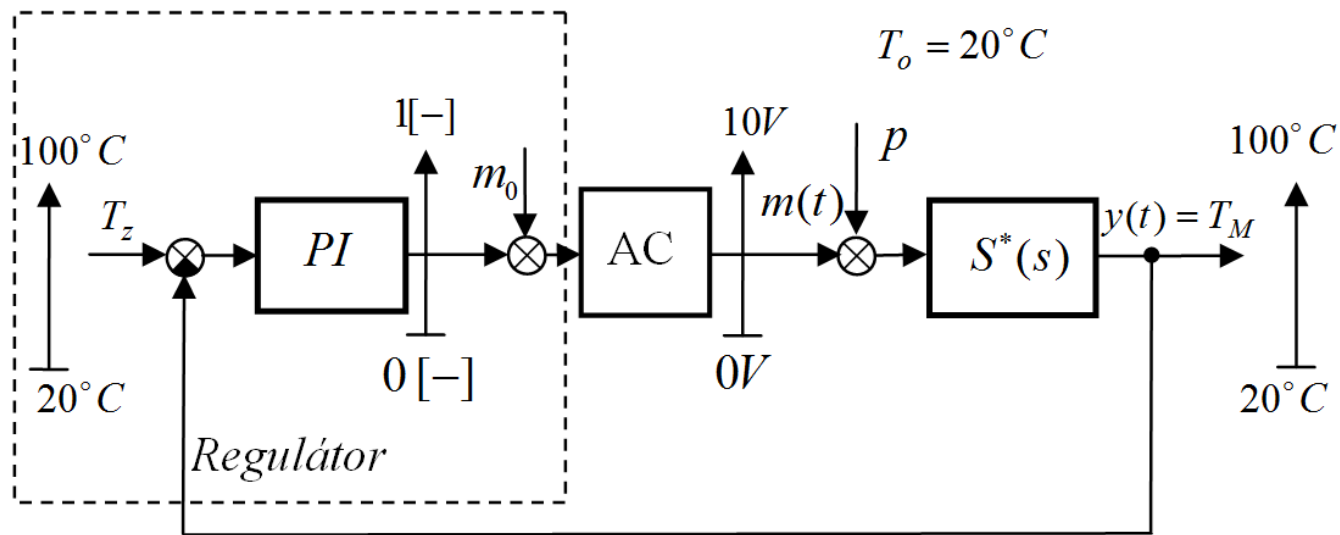
Mikropočítačové riadenie tepelnej sústavy 1. rádu



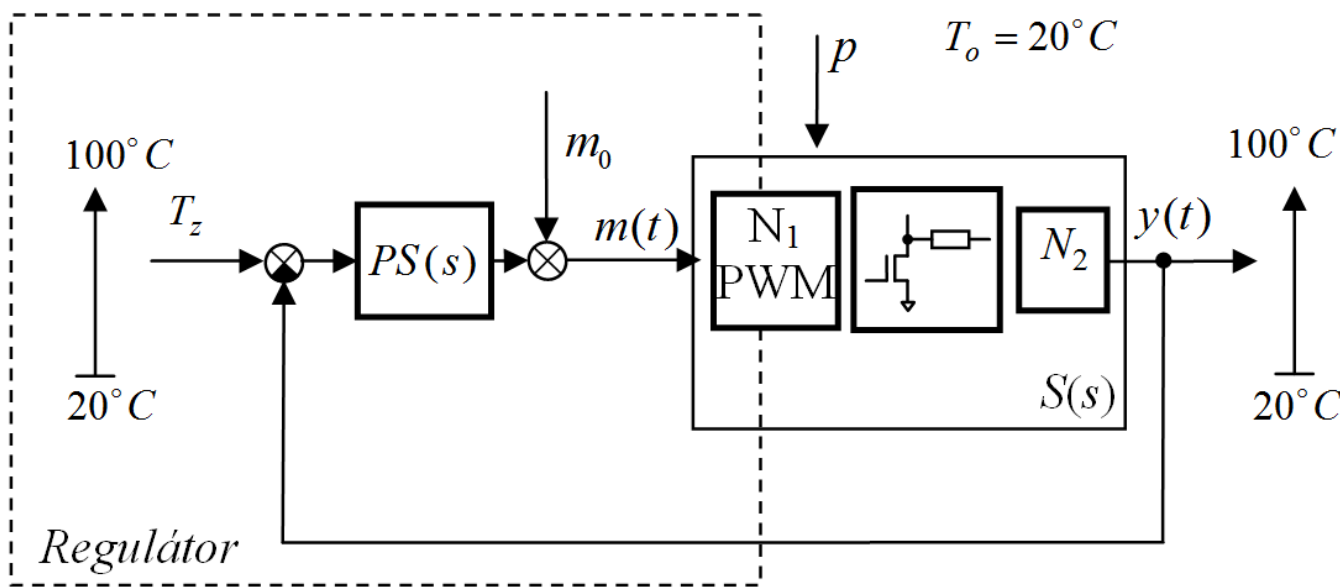
$$S^*(s) = \frac{K}{1 + sT}, \quad K^* = 8 [^\circ\text{C}/\text{V}], T = 60 [\text{s}]$$

$$R(s) = K_R \frac{1 + sT_I}{sT_I}, \quad T_w = T_I = T = 60 [\text{s}], K_R = \frac{1}{8} [\text{V}/\text{C}^\circ]$$

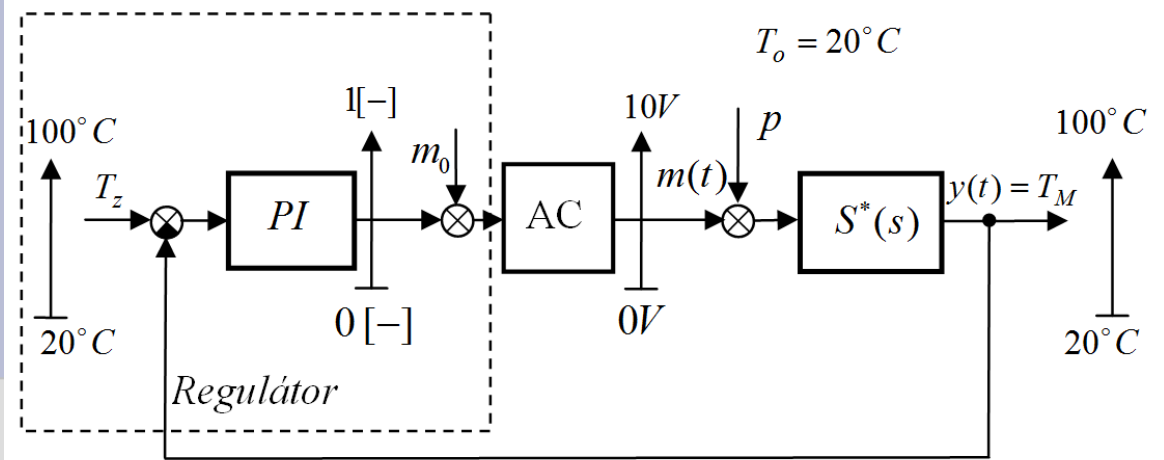
Mikro počítačové riadenie tepelnej sústavy 1. rádu



$$K_{AC} = 10 [V / -]$$



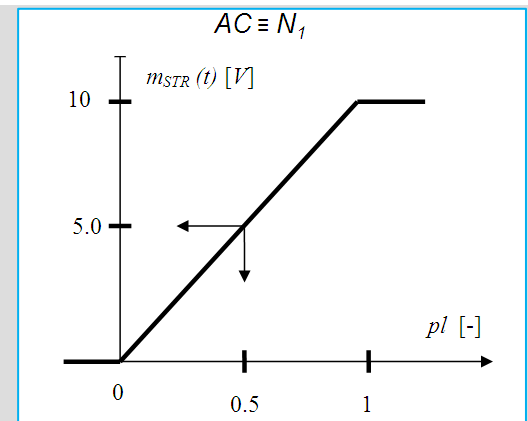
Návrh PI regulátora:



Želaná dynamika systému: $T_w = T_I = T = 60 [s]$.

$$S(s) = 10 [V / -] * \frac{8 [^\circ C / V]}{1 + sT} = \frac{K}{1 + sT}$$

$$K = 80 [^\circ C / -], T = 60 [s]$$

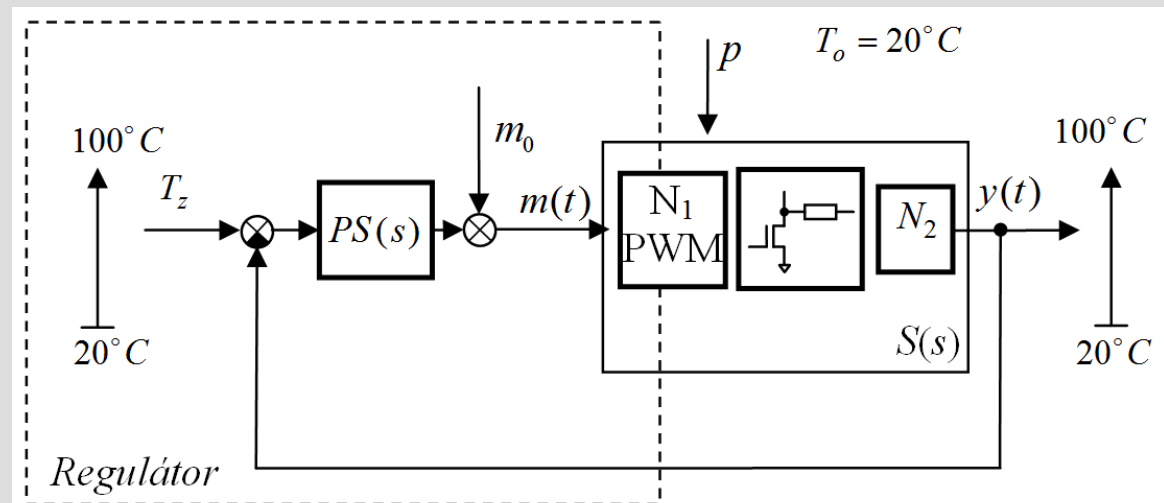


$$K_{AC} = 10 [V / -]$$

Metódou **ID** určíme štruktúru:
a parametre regulátora.

$$R(s) = K_R \frac{1 + sT_I}{sT_I}$$

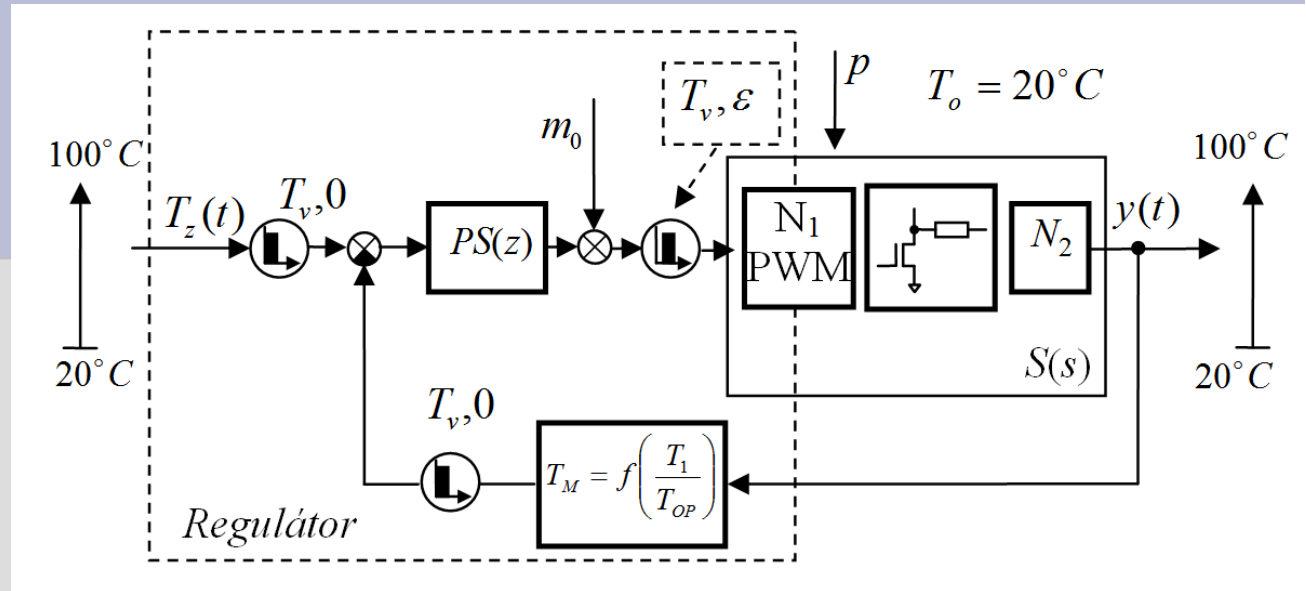
$$T_I = 60 [s], K_R = 1/80 [-/^\circ C]$$



Ciel':

Navrhnuť a realizovať
PS regulátor:

- SMT 160-30
- A/D (PWM)



$$PS_S : m(nT_v) = m_P(nT_v) + m_S(nT_v) + m_0$$

$$m_P(nT_v) = K_R e(nT_v); \quad m_S(nT_v) = m_S((n-1)T_v) + K_R \frac{T_v}{T_I} e((n-1)T_v)$$

$$e(nT_v) = w_z(nT_v) - y(nT_v)$$

m_0 – posunutie akč. zásahu, T_v – perióda vzorkovania

tak, aby:

- presnosť regulácie odpovedala 8, 10-bitovému A/D prevodníku a
- zvlnenie bolo menšie ako rozlíšenie „8, 10 – bitového A/D prevodníka“.

Použiť celočíselnú aritmetiku.

SMT 160 – 30 :

Základné vlastnosti, parametre

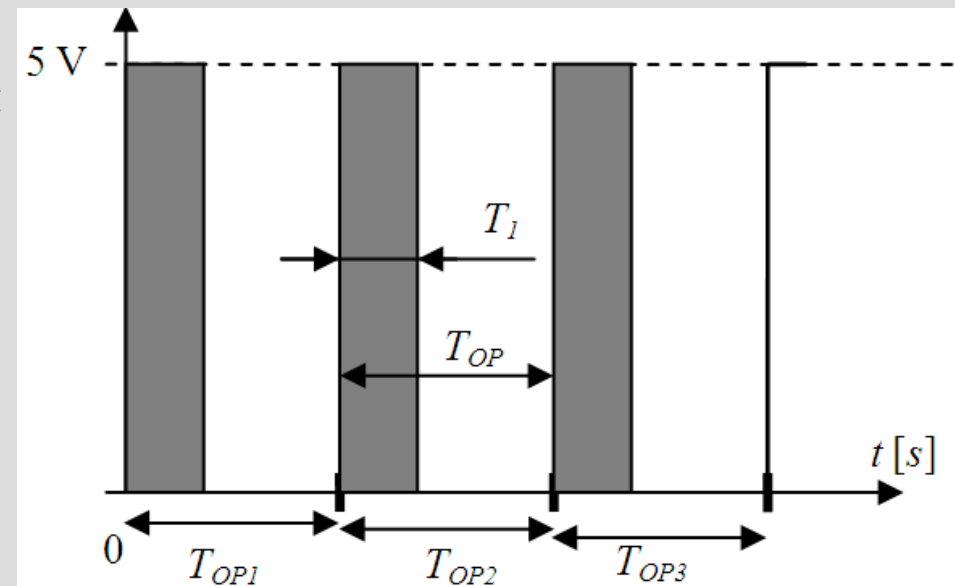
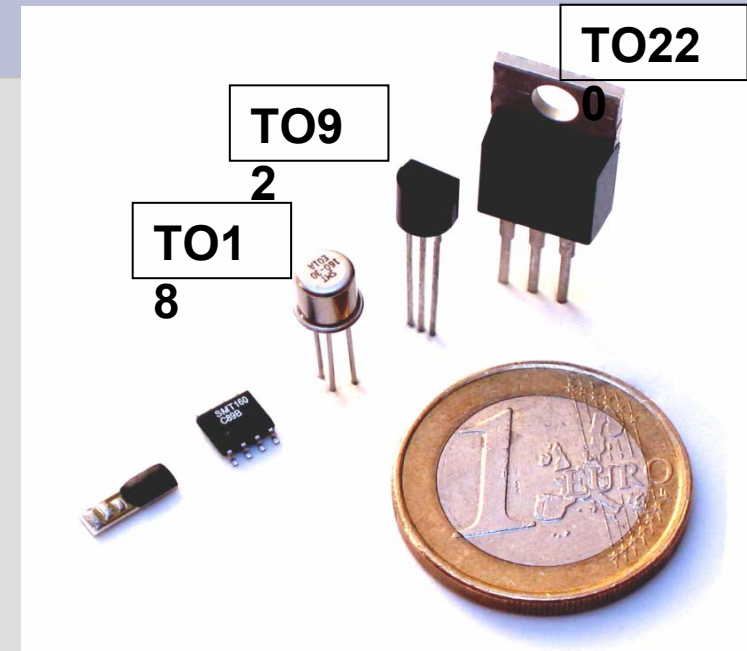
- Nevyžaduje A/Č prevodník
- Rozsah meranej teploty je -45 až 130°C
- Absolútna presnosť ± 0.7 °C
- Odchýlka prevodovej charakteristiky od lineárnej je menšia ako 0.2 °C
- Výstupný signál je kompatibilný s TTL a CMOS logikou a možno priamo pripojiť na vstupy mikroprocesora
- Výstupný signál možno spracovať: číslicovo, analógovo
- Spotreba obvodu je menšia ako 1 mW
- Snímač je kalibrovaný vo výrobe
- Výstup PWM signál s frekvenciou opakovania:

$$f_{OP} = 1 \div 4 \text{ [kHz]},$$

$$T_{OP} (\text{pre } 4 \text{ kHz}) = 250 \text{ [\mu s]}$$

- Plnenie ako funkcia meranej teploty:

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



Určenie f_{osc} :

Spracovanie signálu regulovanej veličiny (SMT 160 – 30):

$$T_M \in (T_o \div 100 \text{ } ^\circ\text{C}); \quad T_o \in (0 \div 20 \text{ } ^\circ\text{C})$$

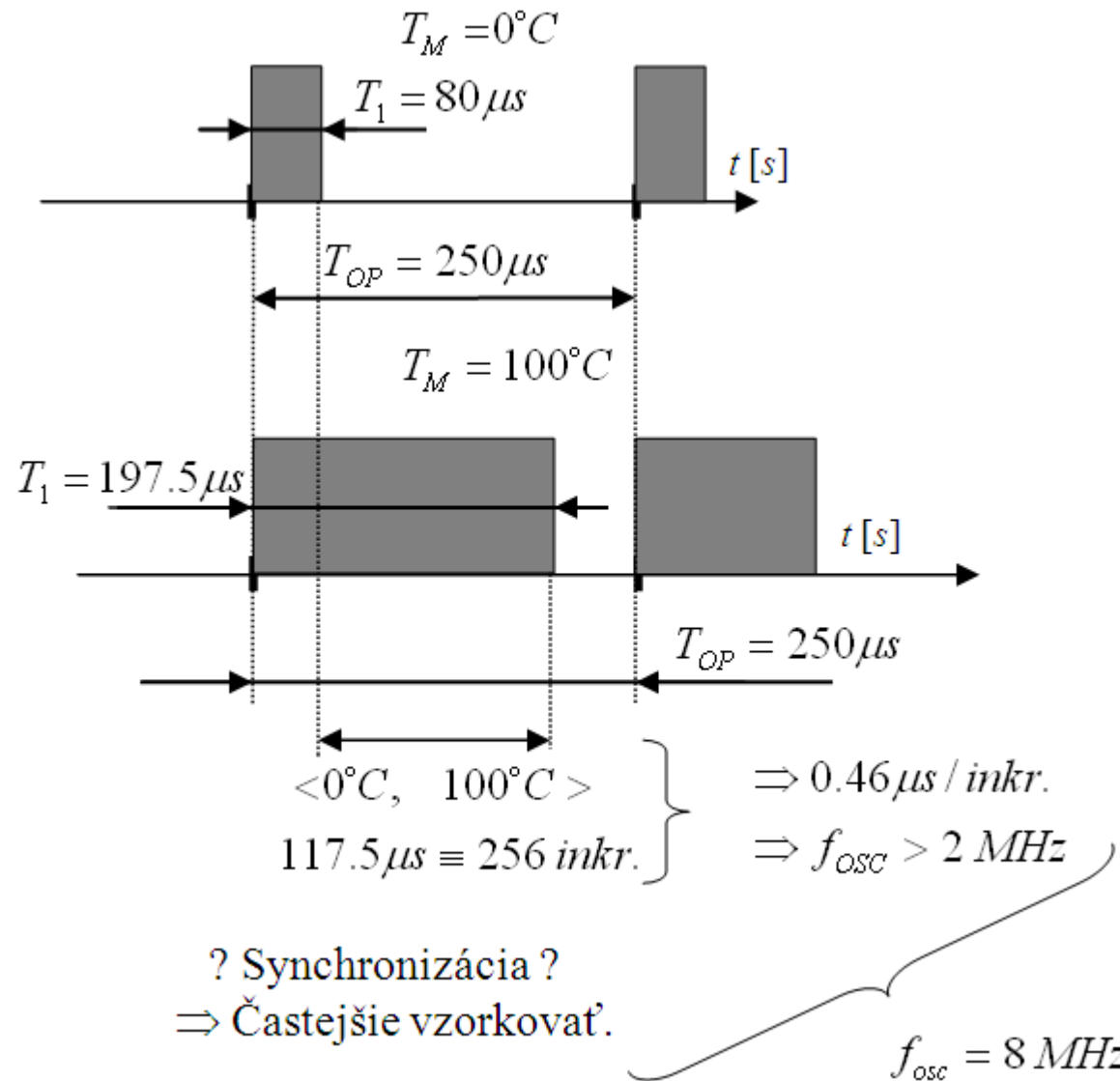
Výsledok:

„8-bitový prevodník“

$$\frac{100 [^\circ\text{C}]}{256 [-]} \doteq 0.39 [^\circ\text{C} / \text{inkr.}]$$

Horší prípad:

$$T_{OP} (4 \text{ kHz}) = 250 [\mu\text{s}]$$



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

$$T_M * 10 = \frac{\frac{T_1 \cdot 10^5}{T_{OP}} - 32000}{47}$$

Spracovanie $\ll 250 \mu\text{s}$

Nech $f_{OSC} = 8 \text{ MHz} \Rightarrow SC = 0.125 \mu\text{s}$

Prvotný výber počítadla:

Horší prípad: $T_{OP}(1 \text{ kHz}) = 1000 [\mu\text{s}] \Rightarrow$

Za čas T_{OP} počítadlo napočíta: $\frac{1000 [\mu\text{s}]}{0.125 [\mu\text{s}]} = 8000 [SC] \Rightarrow$

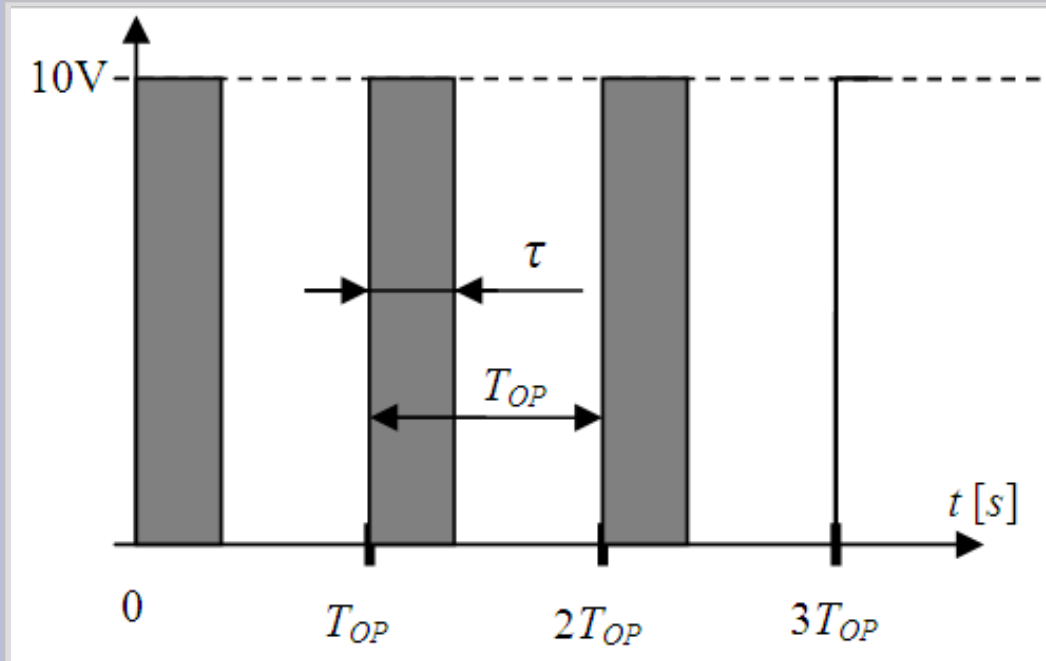
16-bitové počítadlo (alebo)

Čas spracovania: $(0.25 [ms] \div 1 [ms])$

Rozsah čísiel: $T_1 \in ("0" \div 8000)$ a $T_{OP} \in (2000 \div 8000)$

Určenie dátových typov pre: $T_M * 10 = \frac{T_1 \cdot 10^5}{T_{OP}} - 32000$
47

PWM vo funkcii D/A prevodníka:

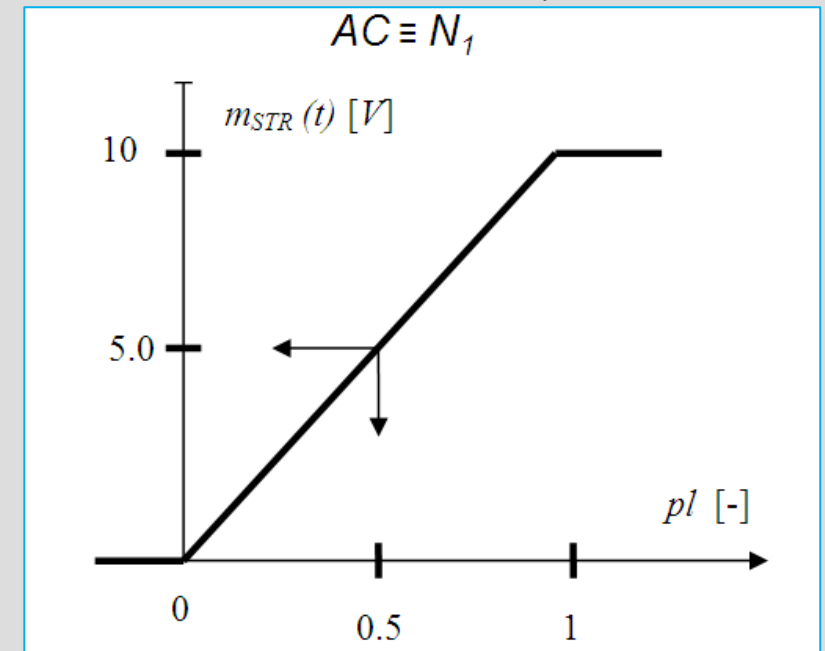


Určenie periódy opakovania:

.ALFCH

.Predpísané zvlnenie

$$pl = \frac{\tau}{T_{OP}} \begin{matrix} < 0, 1 > \\ \leftarrow < 0, 100 \% > \\ ? \end{matrix}$$



PWM vo funkcii D/A prevodníka:

Určenie periódy opakovania PWM bloku pomocou maximálneho zvlnenia regulovanej veličiny:

Chceme zvlnenie menšie ako „ $LSB/2$ “

Riešením „ \triangle “ je pre:

8 bit prevodník

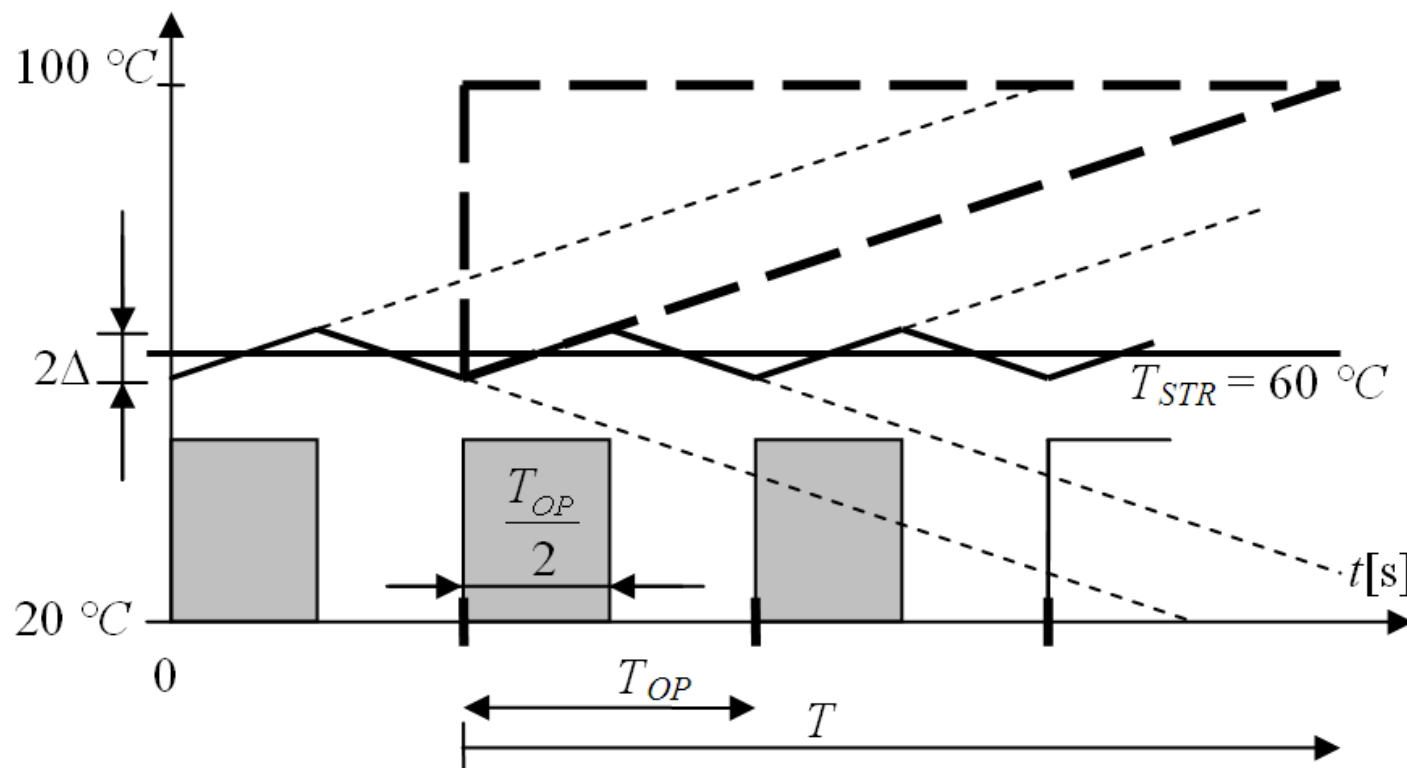
$$\Delta \doteq 0.2 [^{\circ}C]$$

$$T_{OP} \doteq 1.19 [s]$$

10 bit prevodník

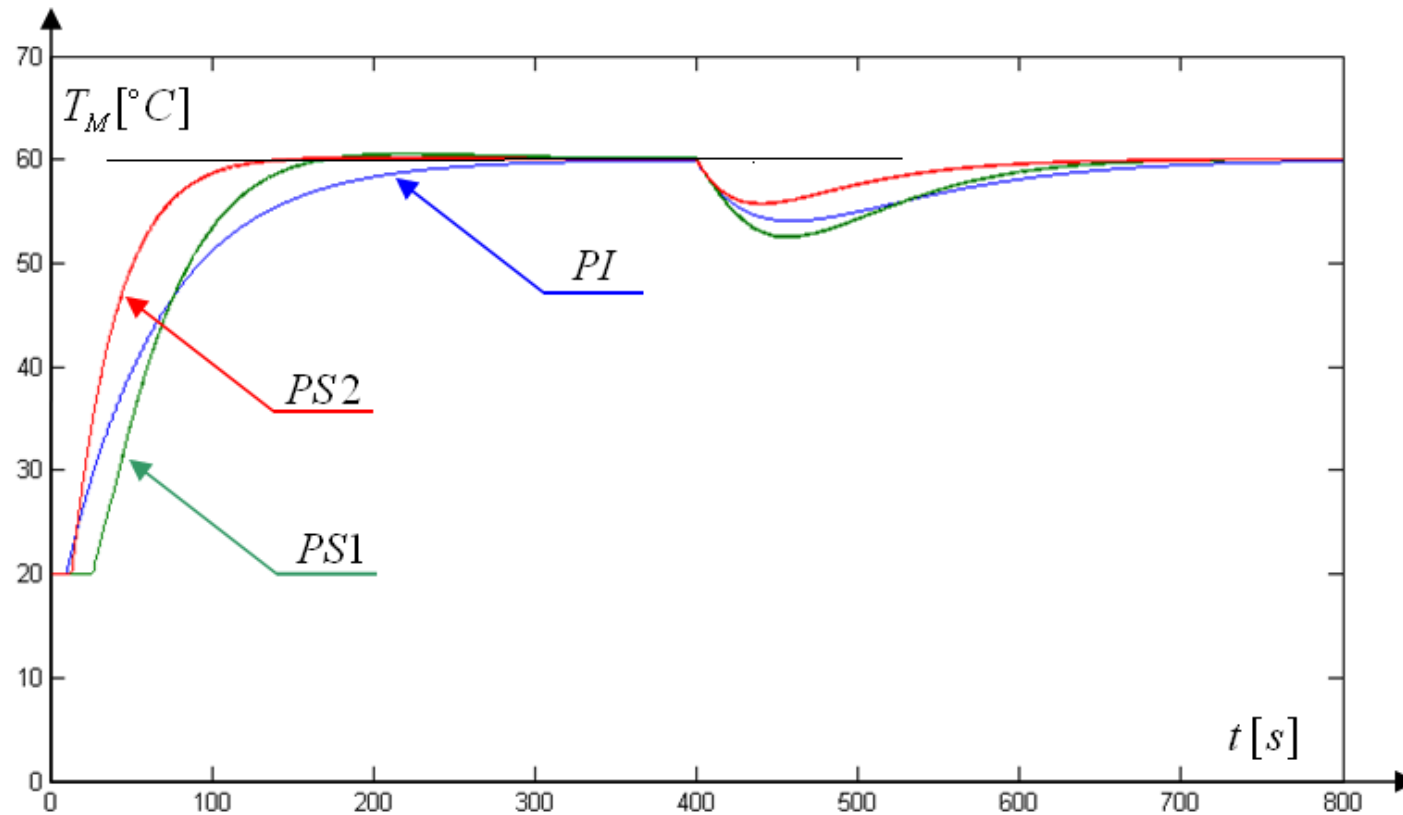
$$\Delta \doteq 0.05 [^{\circ}C]$$

$$T_{OP} \doteq 0.3 [s]$$



$$\frac{100 [^{\circ}C] - ((T_{STR}(t) = 60 [^{\circ}C]) - \Delta)}{2\Delta} = \frac{T = 60 [s]}{T_{OP} / 2}$$

Overenie riešenia: simulácia



PS1:

$$T_I = 60 [s]$$

$$K_R = 1/80 [-/^\circ C]$$

$$T_v = 13.2 [s], \quad \varepsilon = 1$$

PS2:

$$T_I = 60 [s]$$

$$K_R = 2/80 [-/^\circ C]$$

$$T_v = 6.6 [s], \quad \varepsilon = 0$$

PI:

$$T_I = 60 [s]$$

$$K_R = 1/80 [-/^\circ C]$$

Nespomenuli sme:

- ARW
- Normovanie veličín.
- ...

Ďakujem za pozornosť

.

2DOF

