

středa 3. ledna 2024 10:03

$$t_s = 8760 - tr$$

Systém s mikrokontrolérem Kinetis KL05 je napájen z baterie typu CR2032 s nominálním napětím 3V, se kapacitou 220 mAh. Je požadováno, aby byl systém dokázal být výkonný i při nízkém napětí alespoň 100 ms. Systemem může být pouze jeden obrazec, který času busa nebo času do režimu VLPS (Very Low Power Stop Mode). Určete, kolik % zatížení může být systém v režimu (RUN) a kolik % zatížení může být napájen (VLPS), aby byly požadované výkony splněny.

Uváděte nejen výsledek, ale naznačte rozdílnost také využití minimální rovnici, použitou k výpočtu. Určete také, kolik mAh energie z celkové kapacity 220 mAh takto připadne na RUN režim a kolik na VLPS. Předpokládejte teplotu 25°C.

Symbol	Description	Min.	Typ.	Max. ¹	Unit
I _{DD, RUN}	Run mode current - 48 MHz core / 24 MHz bus and flash, all peripheral clocks enabled, code executing from flash, at 3.0 V	—	5.7	6.2	mA
I _{DD, VLPS}	Very-low-power stop mode current at 3.0 V	—	2.25	8.76	μA

60/28 run

$$366 \cdot 24 \cdot 5.76 \mu A = 0,00576 \text{ mA}$$

$$110 = t_r \cdot 5,8 + x_s \cdot 0,00576$$

$$220 = tr \cdot 5,8 + (8760 - tr) \cdot 0,00576$$

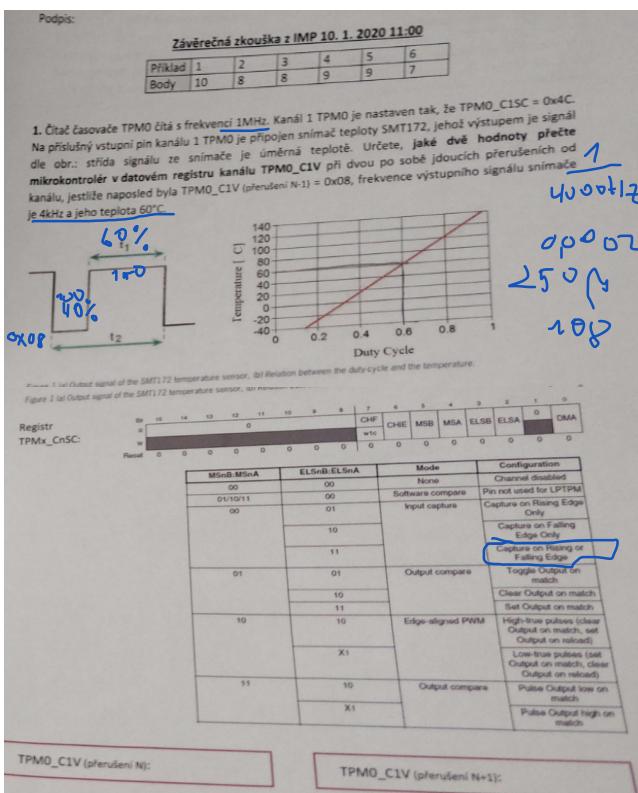
$$2695424 = 5,79 \cdot 124 tr$$

$$292605 = tr \quad t_r = 8730,23$$

$$8760 = \dots 100$$

$$27302375 \dots x = 9766598 \%$$

$$run 0,334 \%$$



Symbol	Description	Temp.	Typ.	Max.	Unit
I _{DDA}	Analog supply current	—	—	See note	mA
I _{DD, RUN}	Run mode current - 48 MHz core / 24 MHz bus and flash, all peripheral clocks enabled, code executing from flash, at 3.0 V	—	4.8	5.2	mA
I _{DD, VLSS1}	Very low-leakage stop mode 1 current at 3.0 V	at 25 °C	0.58	0.69	μA
		at 50 °C	0.9	1.04	μA
		at 70 °C	1.68	2.02	μA
		at 85 °C	3.51	4.05	μA

0,0005

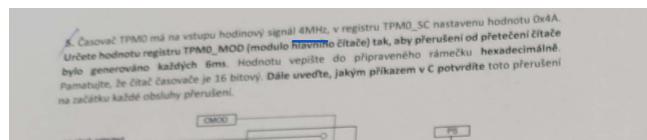
20T generátor

Přesunutí:
115 μs = 0,000115 · 5 ms = 0,000575

$$48000000 : 15000 = 0,003125 \cdot 5 = 0,015625$$

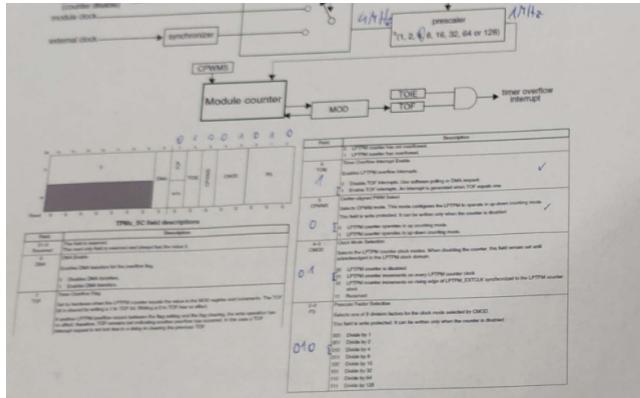
$$0,0001 \cdot 35 = 0,0035$$

$$\Delta t_{sleep} = 0,9985725 \text{ s} \cdot 0,00069 = 0,000689$$

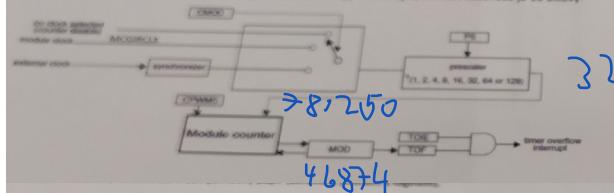


$$\Delta t_{sleep} = T$$

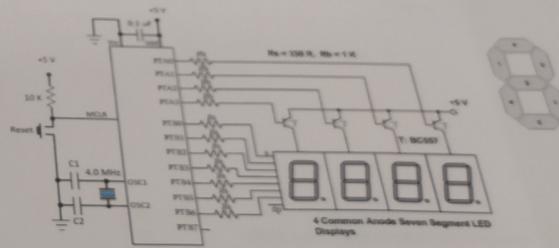
$$7000000 : 6000$$



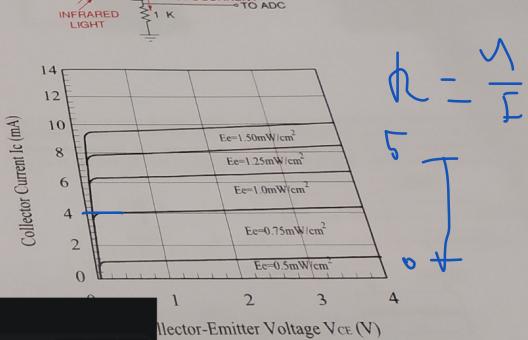
5. Je třeba generovat periodicky přerušení pomocí časovače TPM0 s periodou 60 ms. Hodinový signál vstupu je poskytován časovačem TMR0 s frekvencí 25 MHz. Určete hodnotu nastavení předělovítka, když že hodnotu předělovítka musí být vždy mocnina dvou, nejdříve vlož 128. Určete také modulu čísla, které se zapíše do registru TPM0_MOD (dekadický). Pamatujte, že čísel časovače je 16 bitový.



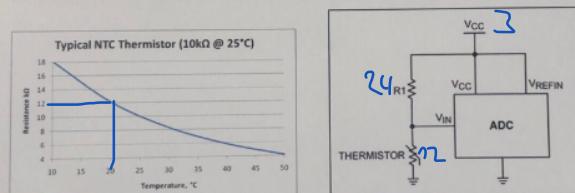
6. Na obrazovce je připojen čtyřice sedmsegmentových LED zobrazovacích. V počtu: $N = 16$ mikrokontrolérka pro multiplexní režim zobrazení. Segmeny jsou označeny primárnou a sekundárnou polosou (segmenty je vidět na obrazovce, rotačním způsobem), a když vstupuje segmentový signál na všechny sedmsegmentové displeje vložit do datového registru (segment a na PTB0, segment b na PTB1 atd.). Anody všech segmentů v jednom zobrazení jsou spojeny (vývod k transistoru). Určete, jakou hodnotu (hexadekamílové) zapíšete do danových registrů portu A a B (PTA, PDOR a PTB, PDOR), aby na první řadu vložené svítily číslo 4, zvykající tří zobrazenou hodnotu v tu chvíli zhasnuté. Pamatujte, že aby LED svítila, proud u musí procházet ve směru od anody ke katodě.



3. K AD převodníku uvnitř mikrokontroléra (ADC) je připojen teplotní senzor - termistor NTC podle schématu, uvedeného níže. Dále jsou uvedeny voltampérní charakteristiky použitého transistoru. Určete, jakou hodnotu bude mít číslo v datovém registru ADC v případě, že transistor bude osvětlen intenzitou $E_e = 0.75 \text{ mW/cm}^2$, $V_{CC} = 5V$ a převodník je nastaven jako desibitový. Výsledek převodu zapište jako hexadecimální číslo do připraveného rámečku, vypočet přeměny ještě.



1. K AD převodníku uvnitř mikrokontroléra (ADC) je připojen teplotní senzor - termistor NTC podle schématu, uvedeného vpravo. Závislost odporu termistoru na teplotě vidíte na grafu vlevo. Určete, jakou hodnotu bude mít číslo v datovém registru ADC v případě, že teplota bude 20°C , $V_{CC} = 3V$, $R_1 = 24\text{k}\Omega$ a převodník je nastaven jako osmibitový. Průběh odporu termistoru s teplotou ukazuje přiložený graf. Výsledek převodu zapište jako hexadecimální číslo do připraveného rámečku.



2. Systém s mikrokontrolérem Kinetis KL60, je napájen ze zdroje obsahující Niž akumulátor typu AAA s nominálním svorkovým napětím 3V a kapacitou 900 mAh. Je požadováno, aby každý vyrobený Power Stop Mode). Určete, kolik % času může být systém

$$\begin{aligned} U_L &= R \cdot I \\ &= 1250 \cdot 5 \\ &= 6250 \text{ mV} \\ &= 6.25 \text{ V} \\ &= 1250 + 1800 \\ &= 3050 \text{ mV} \\ &= 3.05 \text{ V} \\ &= 5 \cdot 1250 \\ &= 6250 \text{ mV} \\ &= 6.25 \text{ V} \\ &= 1250 + 1800 \\ &= 3050 \text{ mV} \\ &= 3.05 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &3 \cdot 24 = 72 \\ &72 + 12 = 84 \\ &84 \cdot 255 = 21420 \text{ mV} \\ &21420 \text{ mV} = 21.42 \text{ V} \\ &21.42 \text{ V} = 255 \text{ mA} \\ &255 \text{ mA} = 255 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$ts = 168 - tr$$

$$7.24 = 168 \text{ celk. mAh}$$

bude uveden do režimu VLPS (very low power stop mode) v běhu (RUN) a kolik % času musí být uspán (VLPS), aby bylo požadavku na životnost baterie vyhoveno. Určete nejen výsledek, ale naznačte přehledně také výpočet (minimálně rovnici, použitou k výpočtu).

Určete také, kolik mAh energie z celkové kapacity 900 mAh takto připadne na RUN režim a kolik na VLPS. Předpokládejte teplotu 25°C.

Výňatek z tabulky spotřeby MCU z datového listu Kinetis KL60:

Symbol	Description	Min.	Typ.	Max.	Unit
I _{DD_RUN}	Run mode current — all peripherals clocked enabled, code executing from flash	—	74.43	99.97	mA
			74.28	100.41	mA
I _{DD_VLPS}	Very-low-power stop mode current at 3.0 V	—	0.22	0.38	mA
			0.78	1.33	mA
			2.18	3.56	mA

OneNote

$$100 = t_r \cdot 100,41 + t_s \cdot 0,1$$

$$100 = t_r \cdot 100,41 + (168 - t_r) \cdot 0,38$$

$$83,6,16 = 100,03 t_r$$

$$t_r = 8,359092$$

$$t_s = 159,6409$$

$$159,6409 \dots x = 0,024\% t_c$$

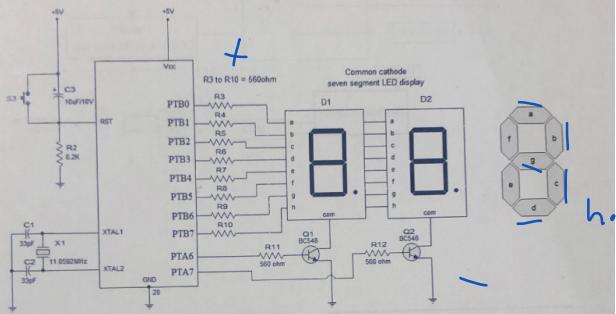
$$168 \dots 100$$

$$t_s = 4,97576 t_c$$

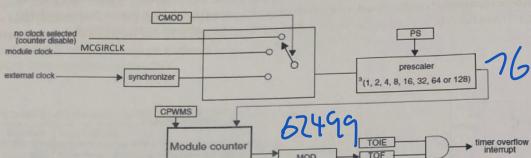
$$R \text{ mAh} \rightarrow 8,359092 \cdot 100,41 = 839,336 \text{ mAh}$$

$$S \text{ mAh} \rightarrow 0,6636$$

3. K mikrokontroléru je připojena dvojice sedmsegmentových LED zobrazovačů pro multiplexní zobrazení dle schématu. Připojení jednotlivých anod LED v segmentech k pinům portu B je dle písmenek a-f. Tedy segment a je připojen k PTB0, segment b k pinu PTB1 atd. Segment h je desetinná tečka. Katody všech LED na jedné pozici jsou společné (vývod com směrem k transistoru). Doplňte chybějící operandy (vepiste hexadecimálně do červených rámečků dole) tak, aby na displeji svítil údaj „3.1“.



4. Je třeba generovat periodicky přerušení pomocí časovače TPM0 s periodou 50 ms. Hodinový signál MCGIRCLK, který je používán pro časovač, má frekvenci 20 MHz. Určete hodnotu nastavení předělčíky, všechny, že hodnota předělčíky musí být vždy mocnina dvou, nejvýše však 128. Určete také modulo čítače, které se zapíše do registru TPM0_MOD (dekadicky). Pamatujte, že čítač časovače je 16 bitový.



```
for (;;) {
    PTB -> PDOR = ①;
    PTA -> PDOR = ②;
    Delay();
    PTB -> PDOR = ③;
    PTA -> PDOR = ④;
    Delay();
}
```

- | |
|---------|
| ① 0X AF |
| ② 0X 40 |
| ③ 0X 06 |
| ④ 0X 80 |

h g s e d c l a
1 1 0 0 1 1 1 1
0 0 0 1 0 1 1 0

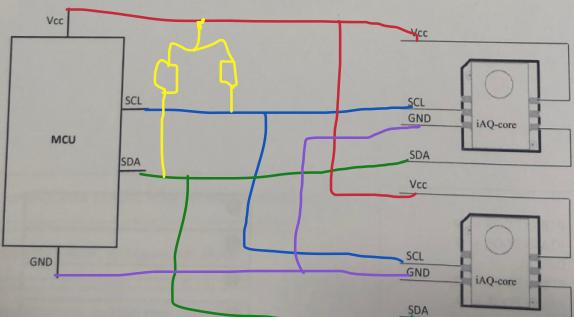
$$T = 50 \text{ ms}$$

$$\frac{1}{2} = 2000000$$

Předělč. rých. . . . 1 s

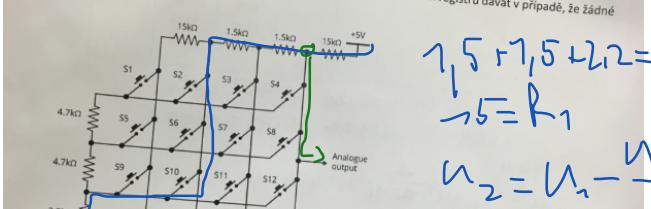
$$X \dots 0,055$$

5. K mikrokontroléru MCU (master) je třeba připojit dva snímače kvality ovzduší iAQ-Core (slave) pomocí sběrnice I2C. Dokreslete do obrázku propojení mikrokontroléra a snímačů a všechny další potřebné součástky, které v obrázku chybí, aby přenos fungoval.



1. Na obrázku je zapojení maticové klávesnice 4x4, která je ovšem zapojena tak, aby z ní do mikrokontroléru byl zapojen jen jeden vodič na vstup analogového/výstupového převodníku (modul ADC) v 10 bitovém režimu. Převodník má referenční napětí $V_{REF} = 0V$ (spodní mez) a $V_{REFH} = 5V$ (horní mez).

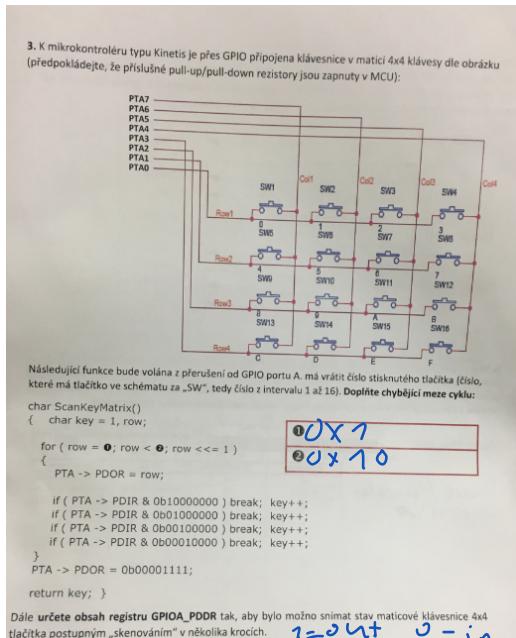
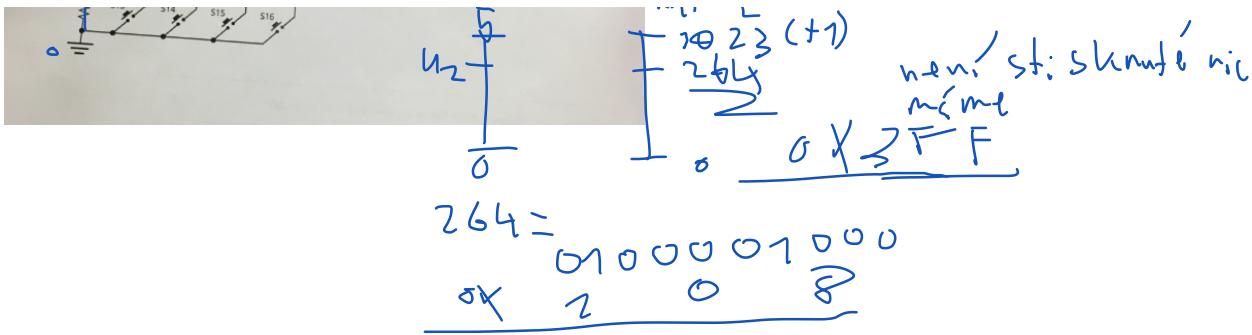
Určete, jakou hodnotu (hexadecimálně) přečte v datovém registru převodníku, když bude převodník v datovém registru dávat v případě, že žádné tlačítka S10-D nebudou stisknuta.



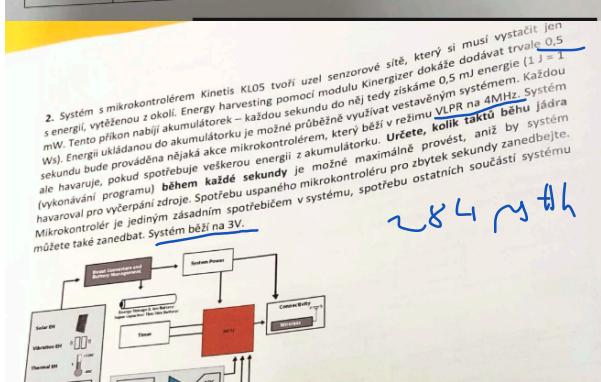
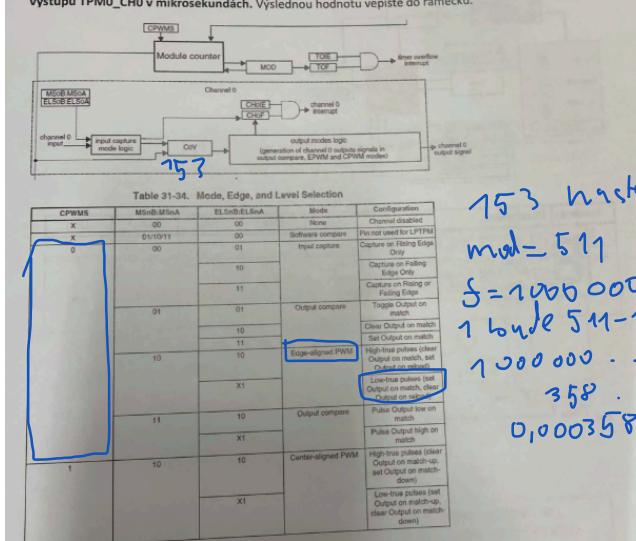
$$1,5 + 1,5 + 2,2 = 5,2 = R_2$$

$$1,5 = R_1$$

$$U_2 = U_1 - \frac{U_1 \cdot 1,5}{R_1 + R_2} = 5 - \frac{5 \cdot 1,5}{20,2} = 1,287129$$

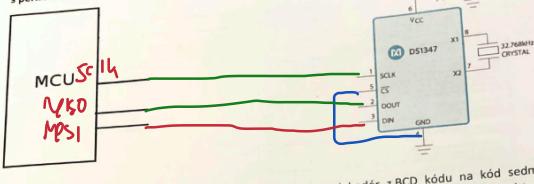


1. Kanál 0 časovače TPM0 mikrokontroléru Kinetis KL05 má generovat PWM signál v režimu edge aligned (CPWMS = 0). Čitač časovače čítá pulsy s frekvencí 1 MHz, modulo registr TPM0_MOD = 511. Registr kanálu TPM0_COV = 153, bity ELSOB = 0 a ELSOA = 1. Stavovite dobu trvání úrovne log. 1 na výstupu TPM0_CH0 v mikrosekundach. Výslednou hodnotu vepiste do rámečku.

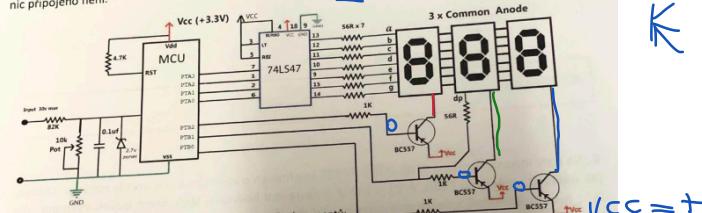


Symbol	Description	Min.	Typ.	Max. ¹	Unit
I _{DDA}	Analog supply current	—	—	284	μA
I _{DD_VLPR}	Very low power run mode current - 4 MHz core / 0.8 MHz bus and flash, all peripheral	213	284	—	—

3. Firma Dallas-Maxim vyrábí obvod hodin reálného času DS1347, který lze k mikrokontrolérovi připojit pomocí rozhraní typu SPI. Obvod DS1347 má k připojení 4 vodice: hodinový signál rozhvani SCLK, signál výběru zařízení pro komunikaci CS (obvod komunikuje, pokud je na tomto vodici log. 0) a dale vstup dat DIN a výstup dat DOUT. Doplňte zapojení o správně propojení - nezbytné vodice propojte s periferií a vodice na straně MCU popište. Na rozhraní bude pouze tento obvod DS1347!



4. K mikrokontrolérovi jsou připojeny LED zobrazovače přes dekodér z BCD kódu na kód sedmisegmentového displeje (74LS47) dle obrázku. V programu doplňte chybějící operandy v místech číslovaných ①, ②, ③ (do červených rámečků dole), aby na displeji svítilo číslo 507. Na zbytek portů nic připojenio není.



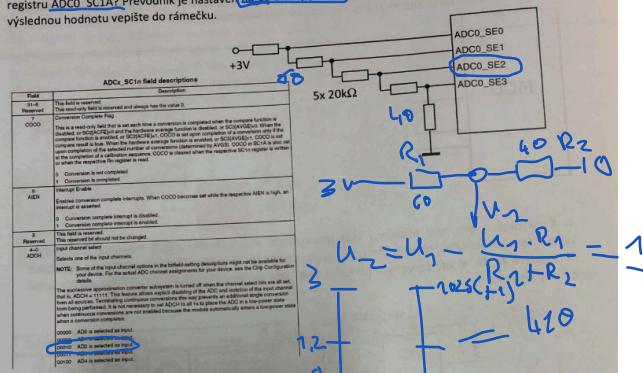
Input	Output
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Označení segmentů:

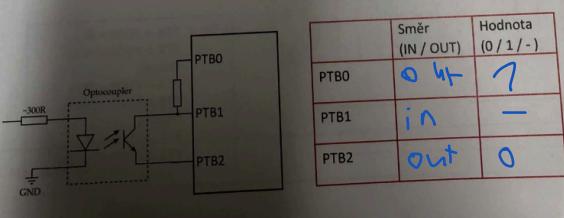
7 PTA > PDOR = ①;
PTB > PDOR = 0x06;
Delay();
PTA > PDOR = ②;
PTB > PDOR = 0x05;
Delay();
PTA > PDOR = ③;
PTB > PDOR = 0x03;
Delay();

- ①
- ②
- ③

5. Uvažujte zapojení dle následujícího schématu. Dále předpokládejte, že V_{REFH} = 3V a V_{REFL} = 0V (tj. zem) a že vstupní odpor převodníku je nekoncový. Jakou hodnotu bude možné vyzístat z datového registru A/D převodníku po dokončení A/D převodu, je-li převod odstartován zápisem hodnoty 02 do registru ADC0_SC1A? Převodník je nastaven na 10 bitový převod. Naznačte přehledně postup řešení, výslednou hodnotu vepiste do rámečku.



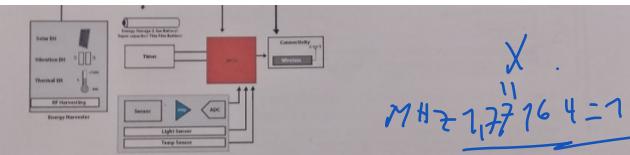
6. Na piny mikrokontroléra PTB0, PTB1 a PTB2 je připojen oddělovací optočíp dle obrázku. Určete, jak nastaví směr pinů PTB0, PTB1 a PTB2 a nastavěte hodnotu u těch, které budou výstupní, aby bylo možné korektně snímat stav signálu připojeného na vstup optočípu. Uvedete do přiložené tabulky nastavení směru pinů (u vstupních uvedte do tabulky IN a u výstupních OUT) a hodnoty (0 nebo 1), které musíte nastavit na výstupní piny, aby systém fungoval dle popisu výše. Uvnitř mikrokontroléra nejsou zapojeny žádné pull-up ani pull-down rezistory.



1. Energy harvesting pomocí modulu Kinergizer dokáže dodávat trvale 1 mW. Tento příkon nabije akumulátor - každou sekundu do něj tedy získáme 1 mJ energie (1 J = 1Ws). Energii ukládanou do akumulátoru je možné přiběhnout využívajíc vestavěným systémem. Každou sekundu bude prováděna nějaká akce. Pochopitelně ale platí, že pokud spotřebujeme veškerou energii z akumulátoru, systém havaruje. Určete, kolik taktů běhu jádra (vykonávaní programu) během každé sekundy je možné provést, anž by systém havaroval po vyčerpání zdroje (spotřebu uspaného mikrokontroléra pro zbytek sekundy zanedbejte). Předpokládejte, že mikrokontrolér běží v režimu VLPR na 4MHz a spotřeba ostatních součástí systému zanedbejte (mikrokontrolér je jakoby jediným zásadním spotřebičem v systému). Systém běží na 3V.

$$1 \text{ mW} = \text{mA} \cdot \text{V}$$

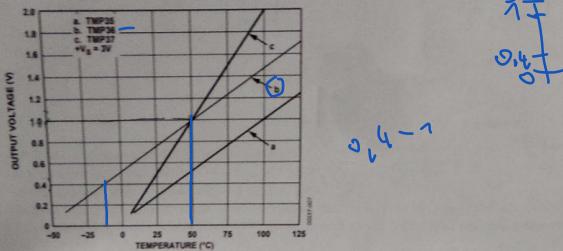
$$4 \text{ MHz} \dots 0,7526 \cdot 3$$



$MHz = 1,77 \cdot 16^4 = 177160 \text{ Hz} \approx 177160 \text{ Hz}$

Symbol	Description	Min.	Typ.	Max. ¹	Unit
I _{DDA}	Analog supply current	—	—	—	—
I _{DD_VLPRC}	Very-low-power run core mark in flash in compute operation mode 4 MHz core/1 MHz flash, V _D = 3.0 V at 25 °C	—	710	752.6	μA

5. Na vstup A/D převodníku mikrokontroléru je připojen aktivní snímač teploty TMP36, který na výstupu dává napětí úměrné teplotě dle přenosové funkce znázorněné na obrázku. Výstup snímače je připojen přímo na vstup A/D převodníku. V jakém intervalu se budou pohybovat hodnoty v datovém registru ADC0_RA modulu ADC0 (uveďte interval dekadický), jestliže budeme měřit teplotu v rozsahu -12 až +50°C, převodník je nastaven na 8 bitový převod a referenční napětí jsou V_{REFL} = 0V a V_{REFH} = 3V?

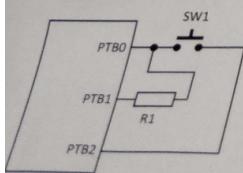


= 0,7526 mA

$\frac{255}{85} (+)$
 $\frac{34}{0}$

0,4 - 1

6. Na pinu mikrokontroléru PTB0, PTB1 a PTB2 je připojeno tlačítko SW1 a odpor R1 dle obrázku. Určete, jak nastavit směr pinů PTB0, PTB1 a PTB2 a nastavení hodnot u těch, které budou výstupní, aby bylo možno při stisku tlačítka získat hodnotu 0 a při nestisknutém tlačítka hodnotu 1. Uvedte do přiložené tabulky nastavení směru pinů (u vstupních uvedte do tabulky IN a u výstupních OUT) a hodnoty (0 nebo 1), které musíte nastavít na výstupní pin, aby systém fungoval dle popisu výše. Uvnitř mikrokontroléru nejsou zapojeny žádné pull-up ani pull-down rezistory.



	Směr (IN / OUT)	Hodnota (0 / 1 / -)
PTB0	in	—
PTB1	out	1
PTB2	out	0

2. Systém s mikrokontrolérem Kinetis KL05, který bude využíván jako dálkový ovladač, je napájen z dvojice v sérii zapojených alkalických článek typu AAA s nominálním napětím 1,5V každý. Pokud uživatel ovladač právě nepoužívá (netiskne žádná tlačítka), mikrokontrolér je uspán do VLPS (Very Low Power Stop Mode) režimu. Výrobce přehravačů požaduje, aby životnost baterie byla nejméně 4 roky v režimu, kdy ovladač není používán. Určete nejméně potřebnou kapacitu baterie v mAh (millampéroviny), aby byl splněn požadavek výrobce. Předpokládejte provoz ovladače při pokojové teplotě, samovykoupení baterie zanedbejte.

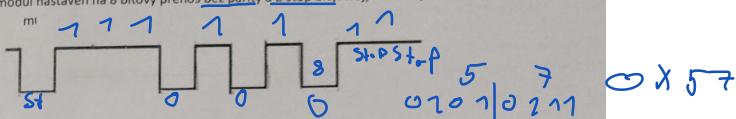
$3V \cdot D \cdot H = 4 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0,00576 = 201,8204 \text{ Ah}$

Výňatek z tabulky spotřeby MCU z datového listu Kinetis KL05:

Symbol	Description	Min.	Typ.	Max. ¹	Unit
I _{DD_STOP}	Stop mode current • at 3.0 V • at 25 °C • at 50 °C • at 70 °C • at 85 °C • at 105 °C	—	257 265 278 295 353	277 285 303 326 412	μA
I _{DD_VLPS}	Very-low-power stop mode current • at 3.0 V • at 25 °C • at 50 °C • at 70 °C • at 85 °C • at 105 °C	—	2.25 4.08 8.10 14.18 37.07	5.76 8.27	μA

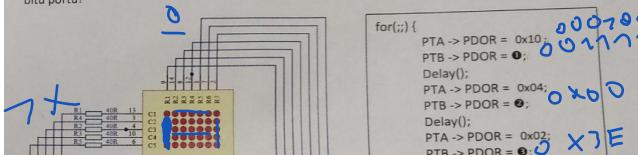
= 0,00576 Ah

3. Na vstupu RxD rozhraní UART0 je připojen osciloskop, který ukázal průběh dle obrázku. Napište, jakou hodnotu (hexadecimálně) přečtete v datovém registru UART0_D modulu UART0, jestliže je modul nastaven na 8 bitový přenos bez parity a 2 stop bity. Nejprve se vysílá nejméně významný bit.



0x57

4. K mikrokontroléru je připojen maticový LED displej 5x7 bodů (na schématu označeno). Při rozsvícení příslušného LED (bodu na displeji) je třeba připojit napětí mezi příslušnou sloupkou a rádkový vodič. V programu doplňte chybějící operandy (uveďte hexadecimálně do rámečků dole), aby na displeji svítlo písmeno „D“ ze vzoru. Pozor na připojení rádkových a sloupcových vodičů k portům! Prosím pozor: aby bylo možno použít jednostrannou DPS, není dodrženo pořadí vzhledem k pořadí bitů portu!

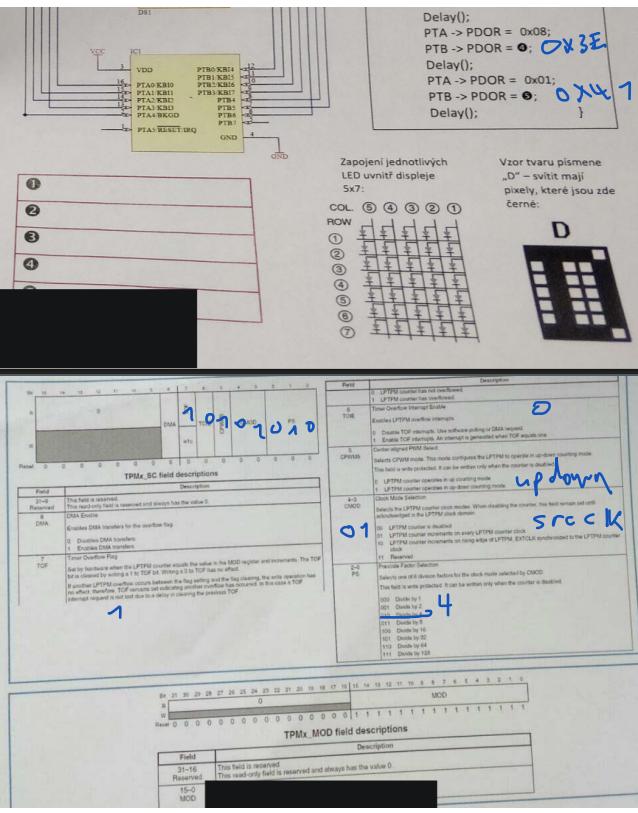


```
for(); {
    PTA->PDOR = 0x10;
    PTB->PDOR = 0x0;
    Delay();
    PTA->PDOR = 0x04;
    PTB->PDOR = 0x0;
    Delay();
    PTA->PDOR = 0x02;
    PTB->PDOR = 0x0;
    Delay();
    PTA->PDOR = 0x00;
    PTB->PDOR = 0x0;
}
```

00010000
00111110 = 0x3E

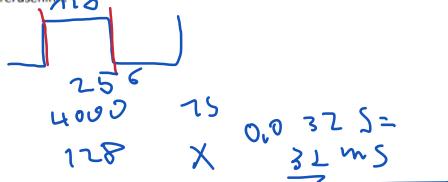
0x3E

26543210



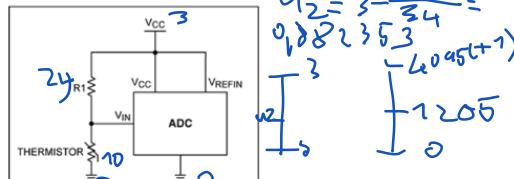
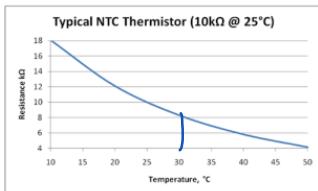
Časovač TPM1 je nastaven níže uvedenou inicializační funkcí TPM1INIT, aby generoval přerušení. Na vstupu jsou hodnoty counter_clocks s frekvencí 16 kHz a external_clocks(PTM_EXTCLK) s frekvencí 64 kHz. Určete interval (v milisekundách) mezi jednotlivými přerušeními.

```
void TPM1INIT(void)
{
    4K Hz = 5
    TPM1->CNT = 0x00;
    TPM1->MOD = 0x7F; 255
    TPM1->SC = 0xCC; 1020
}
```



Příklad 3

K AD převodníku uvnitř mikrokontroleru (ADC) je připojen teplotní senzor – thermistor NTC podle schématu níže. Určete, jakou hodnotu bude mít číslo v datovém zdroji hodin pro FLL na 1 bitu RDIV, registru MCG_C1). Přitom nesmíte změnit ostatní nastavení MCG, jinak riskujete ztrátu hodinového signálu a následnou havárii systému. Rozsah oscilátoru "RANGE" je 1. Nepoužívejte makra.



Potrebujeme zpomaliť činnosť mikrokontroleru snížením taktu hodin. Napište konkrétní příkaz v jazyce C, ktorým zmôžete dôľžíci pomér predĺžiť vnejšieho zdroje hodin pre FLL na 1 bitu RDIV, registru MCG_C1). Přitom nesmíte změnit ostatní nastavení MCG, jinak riskujete ztrátu hodinového signálu a následnou havárii systému. Rozsah oscilátoru "RANGE" je 1. Nepoužívejte makra.

Poznámka: Výstřížek z dokumentace není úplně stejný, když byl ten na testu, ačkoliv se jedná o stejný registr. Na testu byly vytíštěny pouze pole CLKS a RDIV (tedy o ostatní nechá tak, jak jsou v RESET).

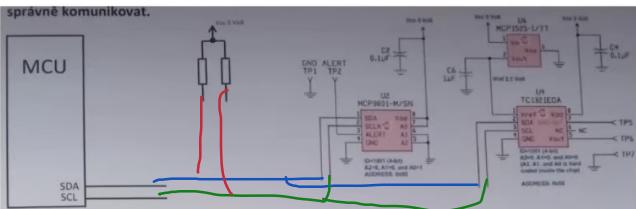
8.3.1 MCG Control Register 1 (MCGC1)

R	7	6	5	4	3	2	1	0
W	CLKS			RDIV		IREFS	IRCLKEN	IREFSTEN
Reset:	0	0	0	0	0	1	0	0

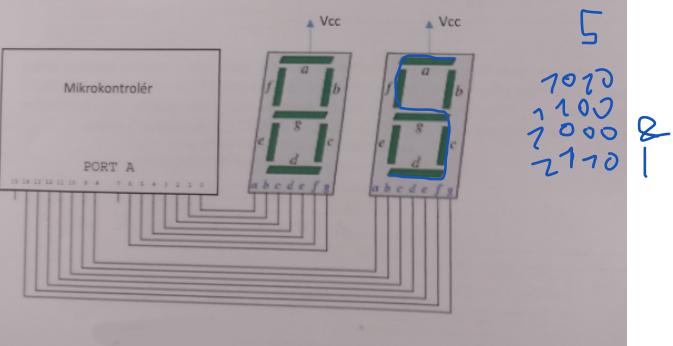
Figure 8-3. MCG Control Register 1 (MCGC1)

Field	Description
7:6 CLKS	Clock Source Select — Selects the system clock source: 00 Encoding 0 — Output of FLL or PLL is selected. 01 Encoding 1 — Internal reference clock is selected. 10 Encoding 2 — External reference clock is selected. 11 Encoding 3 — Reserved, defaults to 00.
5:3 RDIV	Reference Divider — Selects the amount to divide down the reference clock selected by the IREFS bit. If the FLL is selected, the resulting frequency must be in the range 31.25 kHz to 39.0625 kHz. If the PLL is selected, the resulting frequency must be in the range 1 MHz to 2 MHz. 000 Encoding 0 — Divides reference clock by 1 (reset default) 001 Encoding 1 — Divides reference clock by 2 010 Encoding 2 — Divides reference clock by 4 011 Encoding 3 — Divides reference clock by 8 100 Encoding 4 — Divides reference clock by 16 101 Encoding 5 — Divides reference clock by 32 110 Encoding 6 — Divides reference clock by 64 111 Encoding 7 — Divides reference clock by 128
2:1 IREFS	Internal Reference Select — Selects the reference clock source: 0 Internal reference clock selected 1 External reference clock selected
1 IRCLKEN	Internal Reference Clock Enable — Enables the internal reference clock for use as MCGIRCLK. 0 MCGIRCLK inactive 1 MCGIRCLK active
0 IREFSTEN	Internal Reference Stop Enable — Controls whether or not the internal reference clock remains enabled when the MCG enters stop mode. 0 Internal reference clock stays enabled in stop if IRCLKEN is set or if MCG is in FEI, FBI, or BLPI mode before entering stop 1 Internal reference clock is disabled in stop

K mikrokontroléru (MCU) je treba pripojiť teplotní senzor MCP9801 a D/A převodník TC1321 pomocí rozhraní I_C. Propojte MCU obvody - doplňte schéma niže tak, aby zařízení spolu mohla správně komunikovat.



6. K mikrokontroléru jsou připojeny LED zobrazovače dle obrázku. Příslušný segment displeje se rozsvítí tak, že na příslušnou katodu (ozn. a-g) se připojí zem, anody jsou přímo připojeny na kladný pól zdroje. Na displeji již svítí nějaký údaj. Napište příkazy v jazyce C, které umožní zobrazit na pravém zobrazovači číslo „5“, anž by byl ovlivněn údaj, svítící na levém zobrazovači. Příklad zápisu, kterým se rozvíti úplně všechny segmenty: PTA->PDOR = 0xFFFF; *Spvitne* 0x0000



1. Systém s mikrokontrolérem Kinetis KL05 je napájen z baterie typu CR2032, u které výrobce udává nominální napětí 3V a kapacitu 100 mAh (tj. proudem 100 mA by byla vyčerpána za hodinu, polovičním proudem za dvě hodiny atd.). Mikrokontrolér běží v režimu VLPR (Very low power run mode). Vypočtěte, jak dlouho (jaký čas) lze garantovat funkci systému (nejméně), než se baterie vyčerpá. Výsledný čas v hodinách vepишte do rámečku.

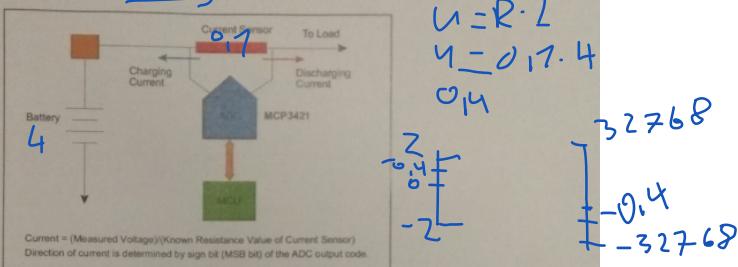
Symbol	Description	Min.	Typ.	Max. ¹	Unit
I_{DDA}	Analog supply current	—	—	See note	mA
I_{DD_VLPR}	Very low power run mode current \downarrow 4 MHz core / 0.8 MHz bus and flash, all peripheral clocks enabled, code executing from flash \downarrow at 3.0V	—	243	313	μ A

100 mAh

PTA->PDOR |= 0xFF00;
//1111111000000000
PTA->PDOR &= 0x12FF;
//0001001011111111

0,313 mA h spotřeba
100 / 0,313 = 319,4888179 hodin

3. AD převodník (ADC na obrázku dole) snímá napětí na rezistoru (odporu) nazvaném „Current Sensor“, který má hodnotu $0,1\Omega$, a převádí jí na desetnáctibitové číslo. Určete, jakou hodnotu bude mit číslo na výstupu ADC (jaké číslo přečte MCU) v případě, že baterie se bude nabíjet proudem 4A a je-li $V_{REFH} = +2V$ a $V_{REFL} = -2V$. Vstupním napětím převodníku je rozdíl potenciálů mezi vstupy „+“ a „-“. Výsledné číslo je v doplněkovém kódě, tj. maximální záporná hodnota (rozdíl potenciálů mezi vstupy „+“ a „-“) je roven V_{REFL} dává na výstupu 0x8000, nulový rozdíl potenciálů mezi vstupy „+“ a „-“ dává na výstupu 0x0000 a maximální kladná hodnota (rozdíl potenciálů mezi vstupy „+“ a „-“) je roven V_{REFH} dává na výstupu číslo 0x7FFF. Výslednou hodnotu zapишte hexadecimálně ve formátu jazyka C do připraveného rámečku.



Výsledek převodu =

4. Na pin 6 portu B máte připojeno tlačítko, jehož stisknutí má vyuvolat přerušení. Přerušení příšlo.