
ETC22 - Embedded Technology Club

ETC22 - Embedded Technology Club

Organizovaný ČVUT FEL v r. 2024 pro středoškolské studenty se zájmem o techniku a další její studium

5. Setkání 22.4.2024

5. ETC22- náplň

Pokračování – dle náplně z 3.a 4. setkání

Pro připomenutí:

Použití obvodu 74HC132 jako časovací obvod a generátor pro bzučák a další

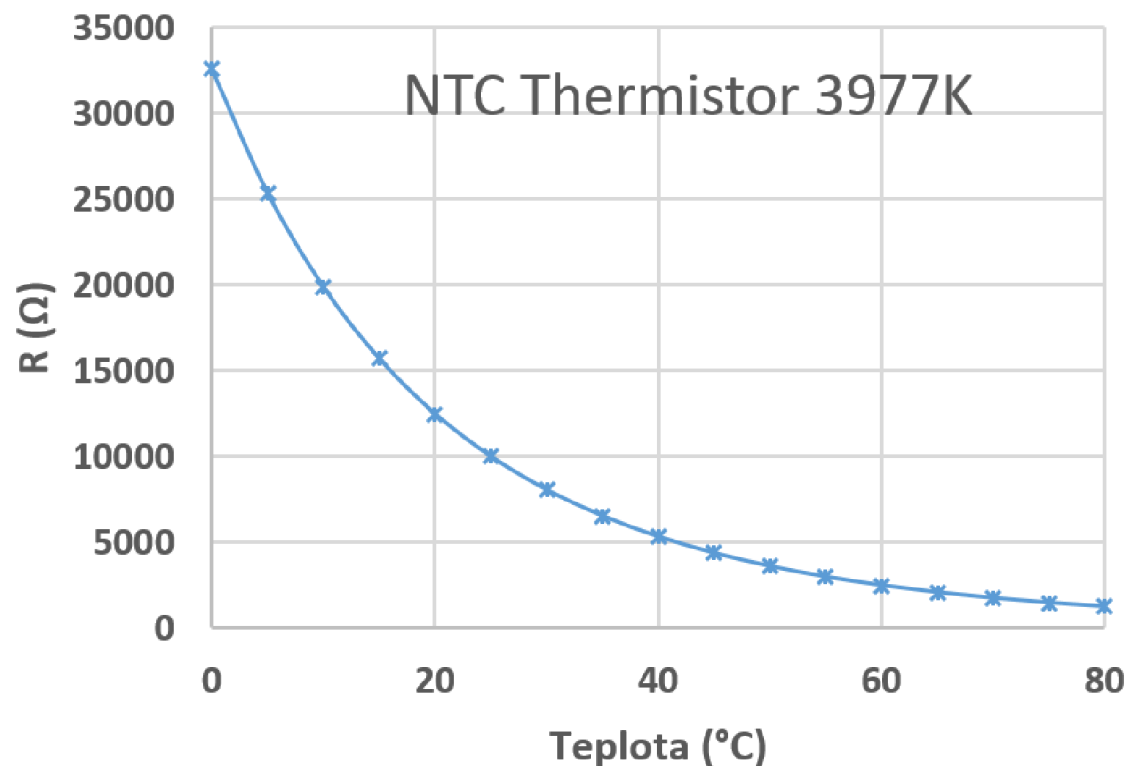
Nově - termistor jako snímače teploty

Měření frekvence a periody generovaného signálu (z HC132) pomocí čítače s STM32G030

Termistor

Poovodičový prvek s výraznou závislostí odporu na teplotě

Příklad závislosti



Termistor- máme typ TT7-10KC3-11

Také má odpor 10 000 Ohmů při 25 °C

Teplota
°C

20	12,354	12,507	12,660
21	11,812	11,953	12,094
22	11,298	11,427	11,557
23	10,808	10,927	11,046
24	10,343	10,452	10,561
25	9,900	10,000	10,100
26	9,470	9,570	9,670
27	9,062	9,161	9,261
28	8,673	8,772	8,872
29	8,303	8,402	8,501
30	7,951	8,049	8,147
31	7,616	7,713	7,811
32	7,297	7,393	7,490
33	6,993	7,088	7,184
34	6,704	6,798	6,892
35	6,428	6,521	6,614
36	6,165	6,256	6,349
37	5,914	6,004	6,095
38	5,675	5,764	5,854
39	5,447	5,534	5,623
40	5,229	5,315	5,402
41	5,021	5,106	5,192
42	4,822	4,906	4,990

odpor v kΩ
min, střední, max. hodnota
-tolerance výroby

25 °C 10 000 Ω

30 °C 8,049 Ω

35 °C 6,521 Ω

Termistor jako **senzor teploty**

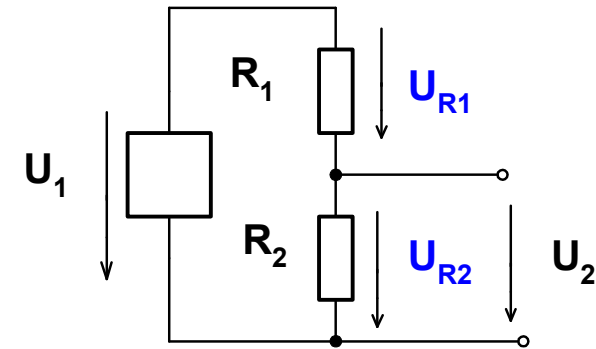
Termistor zapojit na místě R_1 , („horní“) – v odporovém napěťovém děliči

$R_2 = 10\text{ k}$ rezistor (modrý, tolerance 1%)

Určení velikosti odporu termistoru – R_1

Pro odporový napěťový dělič platí vztah

Pro ty, kdo toto ještě neměli ve fyzice –



Výstupní napětí $U_2 =$ vstupní napětí U_1 x poměr- zlomek

„dolní odpor“ R_2 děleno celkovým odporem $R_1 + R_2$ - „dolní“ + „horní“)

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Z toho vztahu si odvodíme vztah pro velikost měřeného odporu termistoru R_1

zkuste si to odvodit

$$R_1 = R_2 \cdot \frac{(U_1 - U_2)}{U_2}$$

Zkuste zapojit a změřit napětí U_2 při chladném termistoru a termistoru ohřátém prsty

Určete odpor termistoru a zkuste z tabulky určit

Termistor jako **senzor teploty**- experiment

Termistor zapojit na místě R_1 , („horní“) –
Zkuste zapojit a změřit napětí U_2 při chladném termistoru a termistoru ohřátém prsty

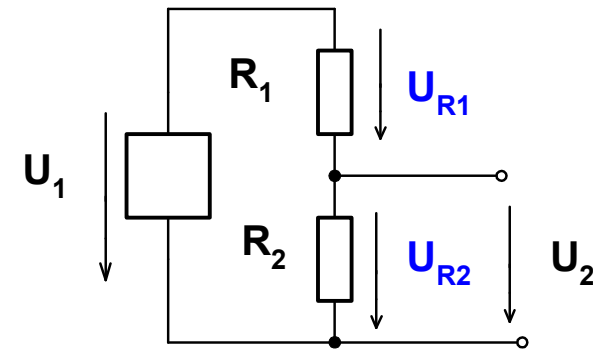
Určete odpor termistoru a zkuste z tabulky určit ty dvě teploty.

K čemu to je dobré?

Pokud chceme vytvořit např. regulátor teploty
- topení do akvária,

Potřebujeme snímat teplotu, vyhodnotit ji vzhledem k žádané hodnotě – to je zjistit **regulační odchylku** (odchylka skutečné od žádané hodnoty) a podle toho aktivovat topení (?? Chlazení)- spínat relé,...

Jednoduchý demonstrační regulátor teploty můžete vytvořit s STM32G030 (programovaný jako Arduino) nebo s Raspberry PI PICO.



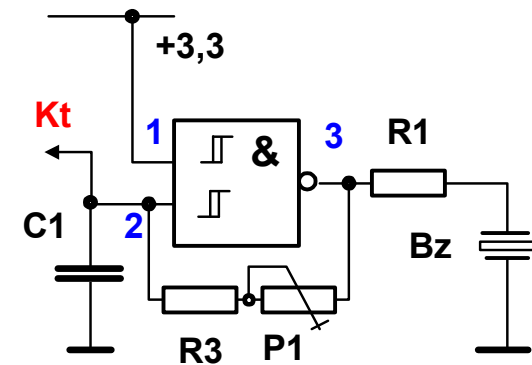
$$R_1 = R_2 \cdot \frac{(U_1 - U_2)}{U_2}$$

Akustický teploměr s 74HC132 a termistorem

Akustický teploměr- **varování-** „pozor teplé“

Místo P1 **zapojit termistor** $C_1 = 100 \text{ nF}$ (50 nF, 33 nF)
(50 nF = 2x 100 nF sériově pro snížení kapacity)

Zvolit vhodně kapacitu pro pásmo
frekvencí „**tak aby to bylo dobře slyšet**“ s



ohledem na vlastnosti piezobuzzeru

(max. hlasitost při 2000 až 4000 Hz) $= k_p \cdot R_M$

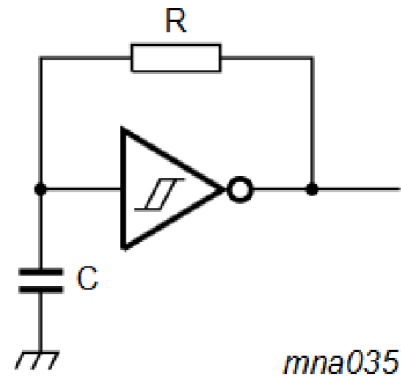
Záhřát pomocí prstů termistor a sledovat změny frekvence generovaného
signálu, **Čítačem měřit frekvenci**

(Bod **Kt** pro připojení další kapacity paralelně k C_1 .)

Pro pokročilé studenty: kalibrace - nejdříve zapojíme jako rezistor $R_3 = 10 \text{ k}$ při zvolené C_1 , změříme frekvenci f . Ze změřené frekvence a známe kapacity C_1 určíme konstantu K do vzorce

$$f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{K \times RC}$$

Relaxační oscilátor s 74HC132- určení frekvence



For 74HC14 and 74HCT14: $f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{K \times RC}$

For K-factor see [Fig. 13](#)

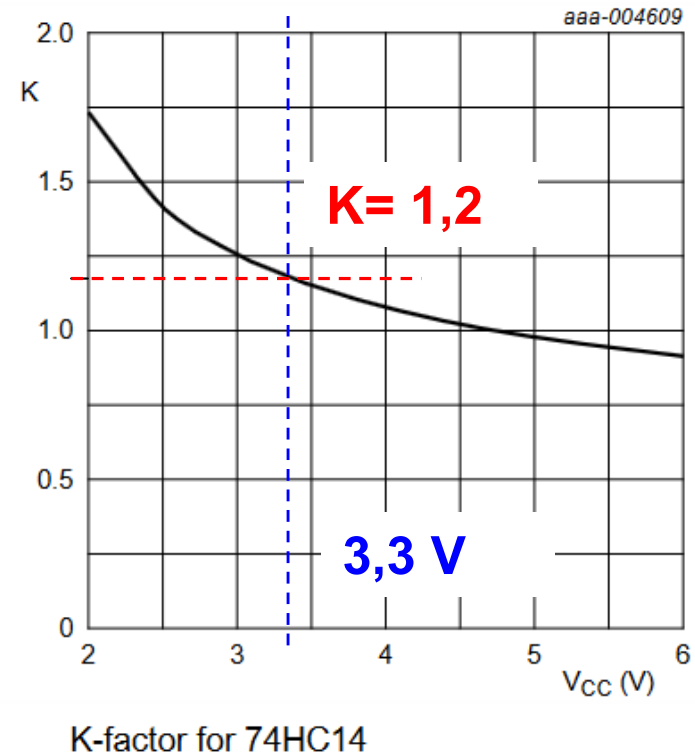


Fig. 13. Typical K-factor for relaxation oscillator

Odhadneme **k = 1,2**

Pro C = 100 nF a R = 10 k bude **f ≈ 830 Hz**

Úlohy s čítačem- doplněk

Čítač využijeme pro zjednodušení měření periody nebo frekvence impulsů generovaných relaxačním oscilátorem s 74HC132.

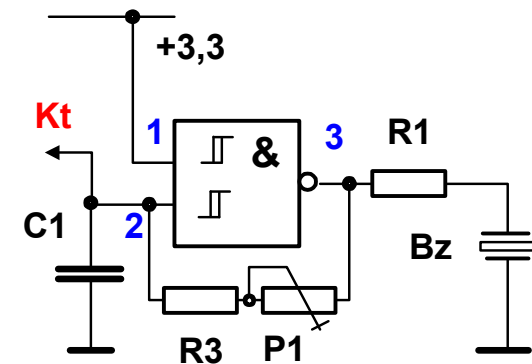
Zpojit 74HC132 100 nF a R3 = 10 k (P1 = 0- zkrat)

- a změřit periodu a frekvenci

Porovnat s údajem dle vzorce (odhad k = 1,2)

$$\text{For 74HC14 and 74HCT14: } f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{K \times RC}$$

For K-factor see [Fig. 13](#)



Použít menší kapacitu- jiný kondenzátor nebo 2x 100 nF sériově (Cs= 50 nF)

„ Akustický teploměr“ Na místě R = 10 k zapojit termistor, C1 zvolit 50 nF, nebopodobně (zkusit experiemntálně tak, aby signál z buzzeru akustického teploměru byl zřetelný) a vyhodnotit , jak se mění frekvence s termistorem ve vzduchu a s termistorem jenž držíme v prstech.

Čítač s STM32G031J6

Využití pinů funkcí čítače pro měření frekvence „akustického“ teploměru“

Zapojení pro **jednokanálové měření**) :

PA0 - Pin4 – vstup čítače

Firmware čítače

na: <https://embedded.fel.cvut.cz/STM32G030/citac>

Bakalářská práce **Ondřej Hloušek** <https://dSPACE.cvut.cz/handle/10467/109025>

PC aplikace **Data plotter** –

Bakalářská práce **Jiří Maier** na: <https://dSPACE.cvut.cz/handle/10467/94674>

Čítač s STM32G031J6

Použité piny STM32G031J6 pouzdro SO8 (8 vývodů)

č. 8 PB6 - výstup PWM (stejně, jako v osciloskopu)

č. 7 PA13 - vstup osciloskop

č. 4 PA8 - vstup čítače

č. 8 PB5 - vstup logického analyzátoru

Při použití funkce logického analyzátoru musí PA1 - pin. č. 4 musí **zůstat nezapojený**, protože na něj je vyveden hodinový **signál SCK !!**

To je dáno funkcí rozhraní SPI, I2S použitého pro vzorkování a převod sírových dat na paralelní)

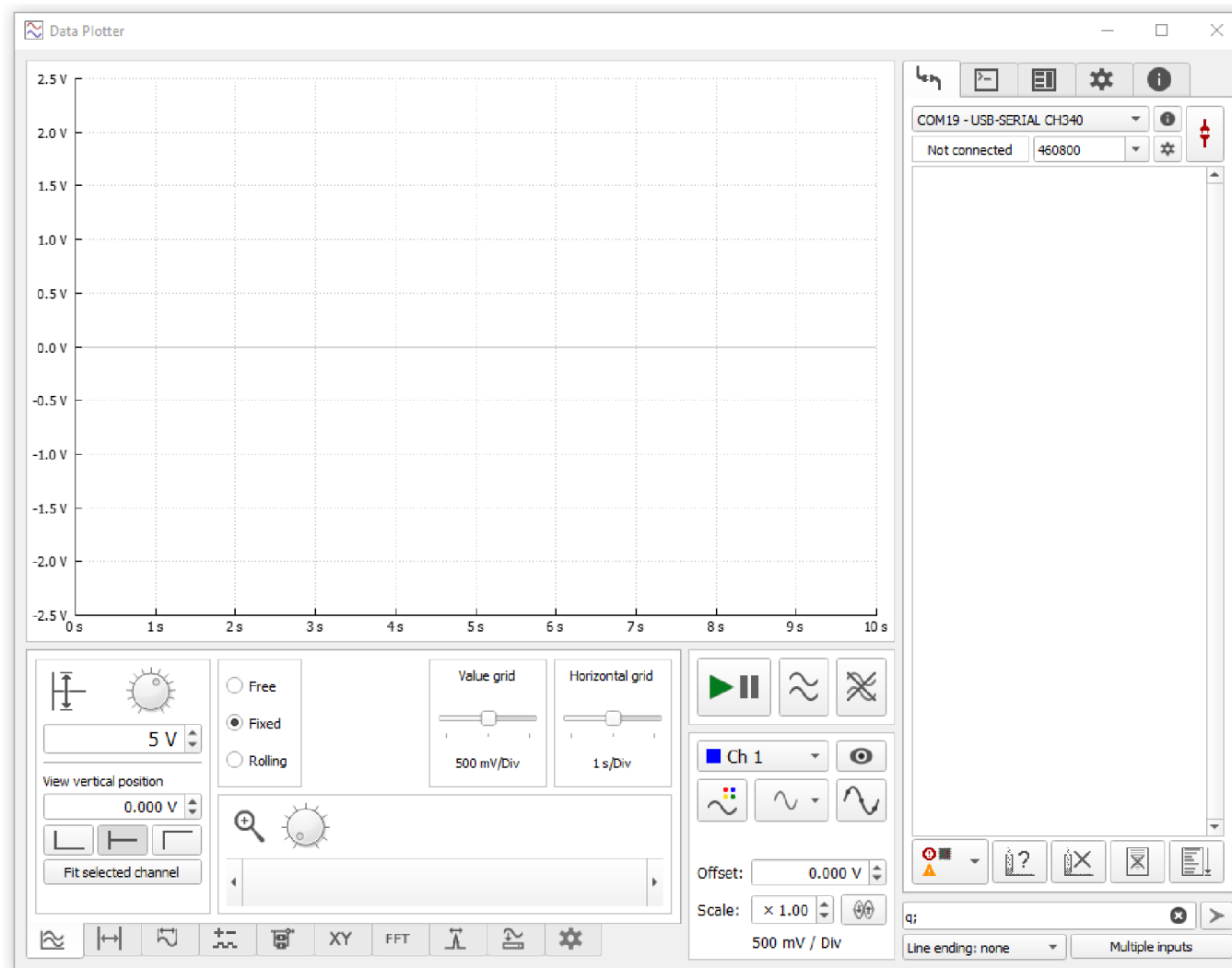
<https://embedded.fel.cvut.cz/STM32G030/citac>

<https://dspace.cvut.cz/handle/10467/109025>

PC aplikace Data plotter

Čítač s STM32G030- začátek (opakování)

Nahrát firmware, s pustit Data plotter



Čítač -opakování

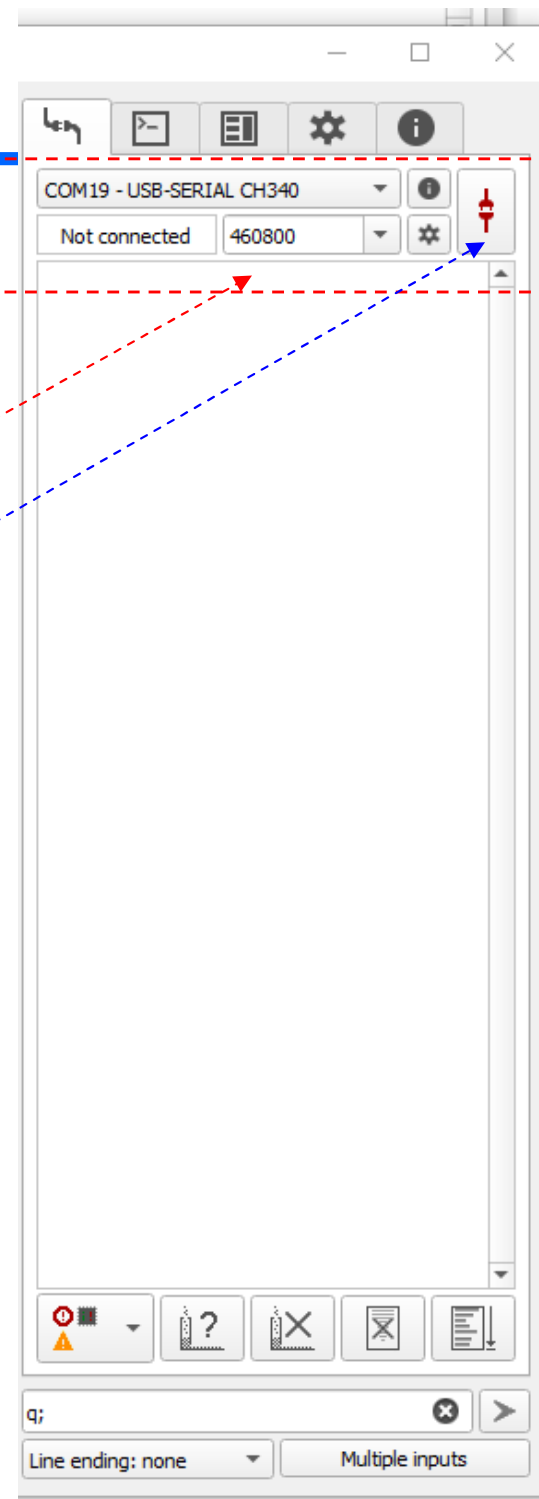
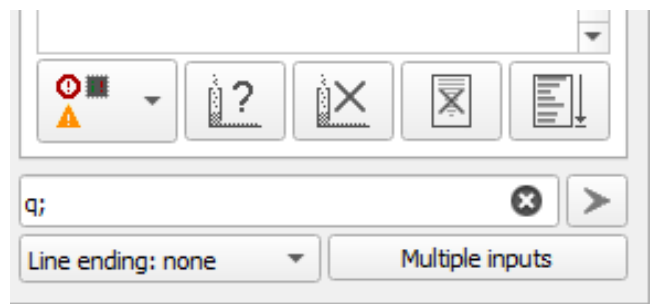
Ovládání – „klikem“ na bílé čtverečky

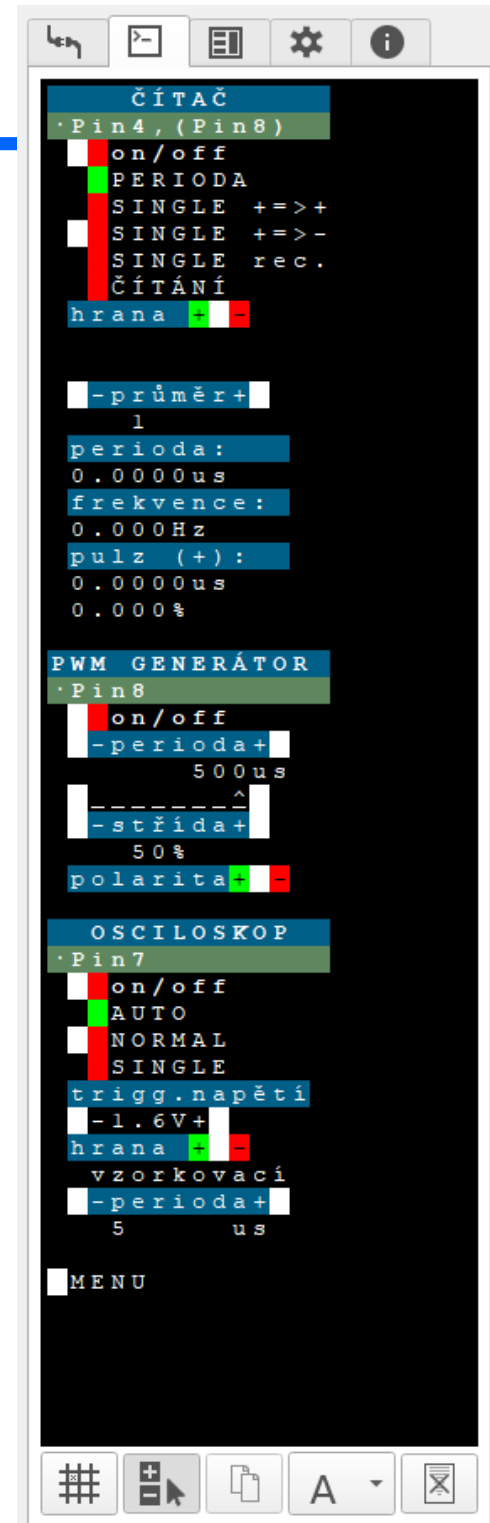
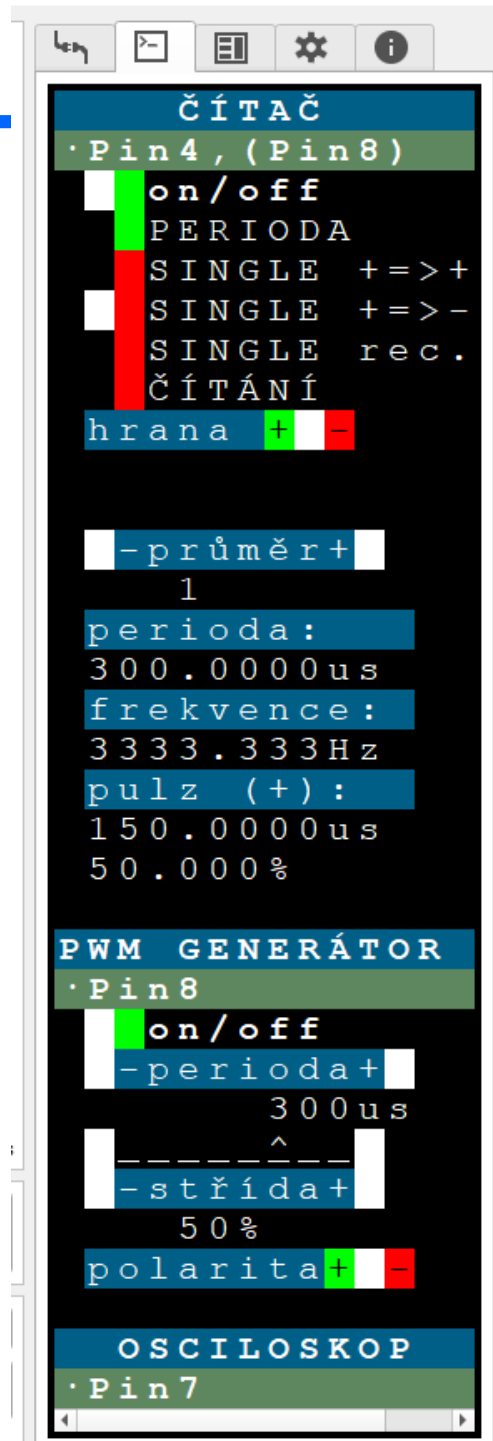
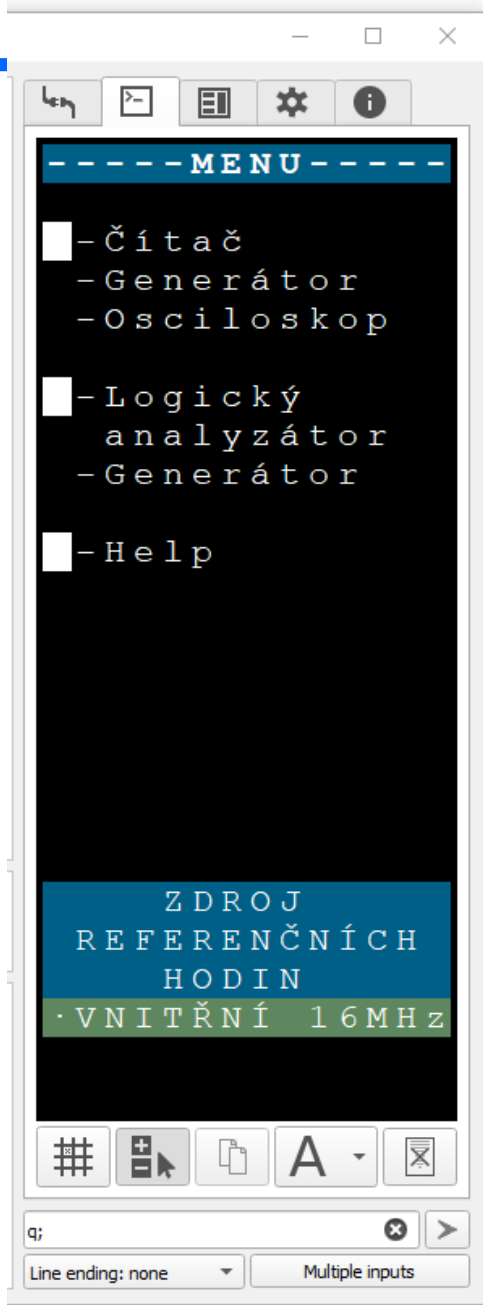
Vzhledem k tomu, že čítač používá univerzální PC aplikaci Data plotter, která je primárně určena pro realizaci osciloskopů, je ovládání čítače poněkud složitější.

Zvolit správně COM Port

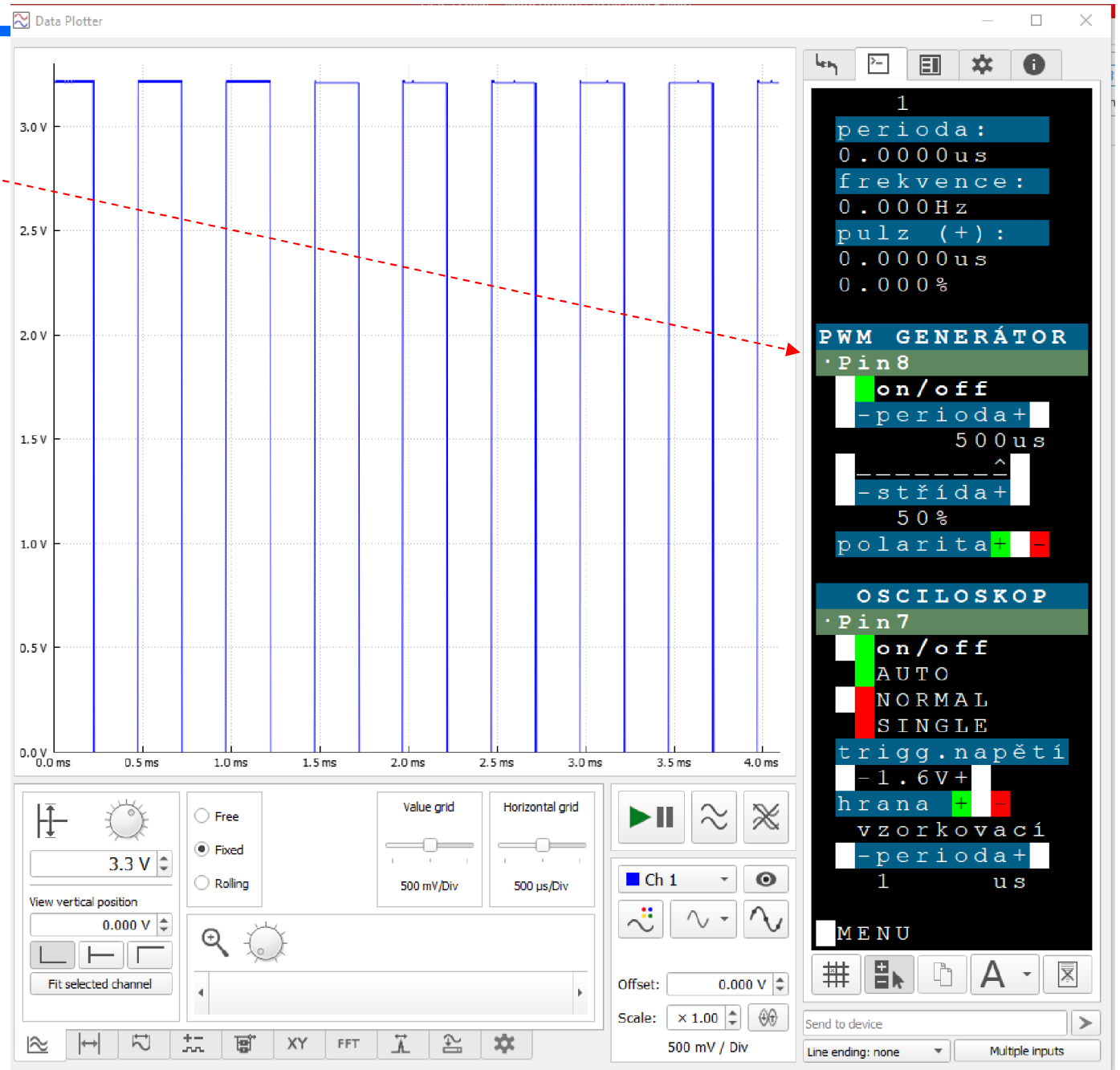
Nastavit **rychlost 460 800 Bd !**

Připojit





Funkci ověříme nejdříve pomocí vnitřního Impulsního genrátoru
S výstupem na **pinu č.8**
Propojit na **pin č. 4**



Čítač, PWM generátor a osciloskop

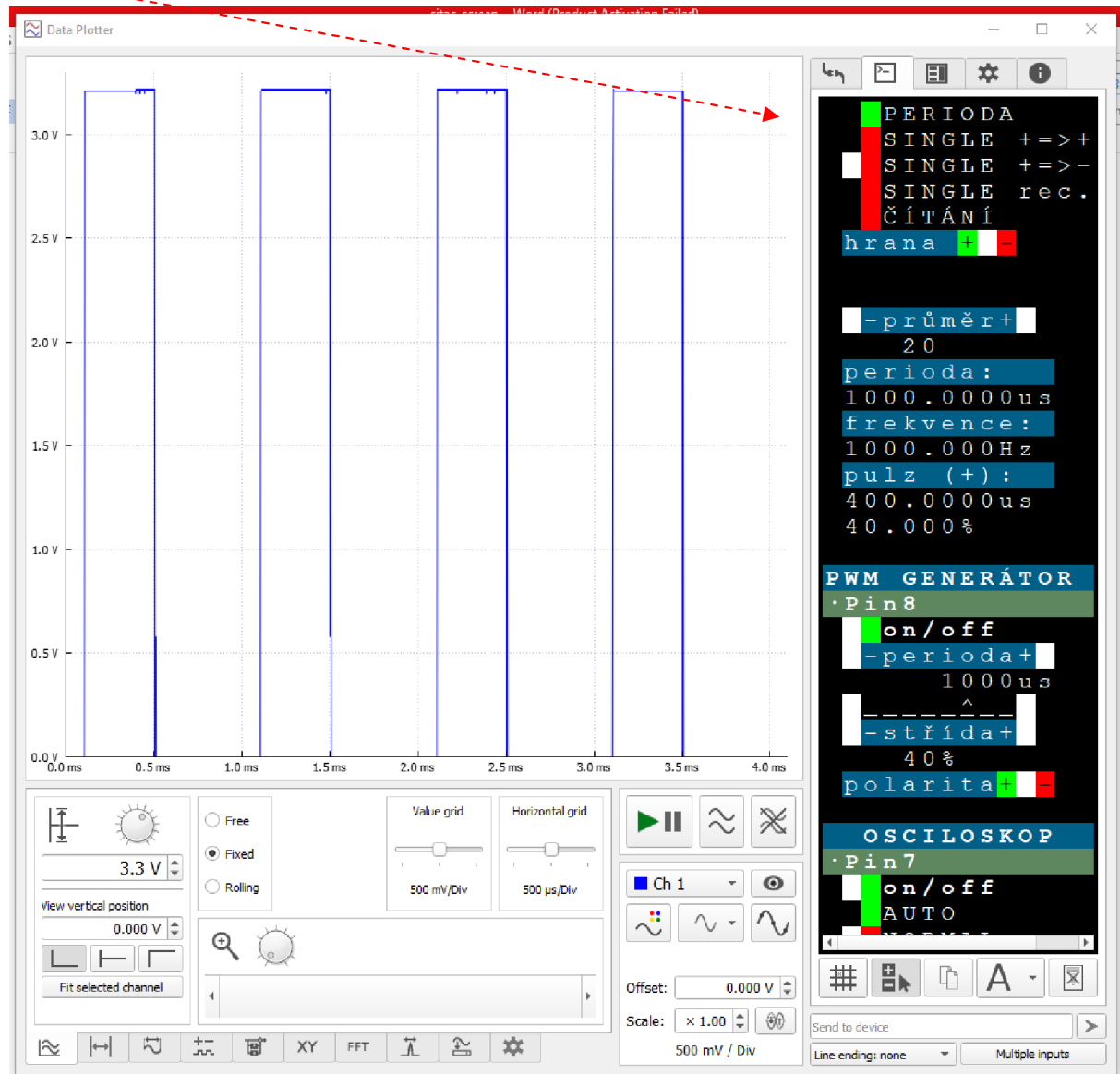
Volba režimu čítače

Perioda - opakovaně měří dobu periody

- z jedné nebo více period-
průměr

Čítání - počítání impulsů
po zvolenou dobu (např. 1 s)

*Je nutné „ručně“ startovat
jednotlivé odměry*



Kalibrace měření odporu čítačem- pro pokr. studenty

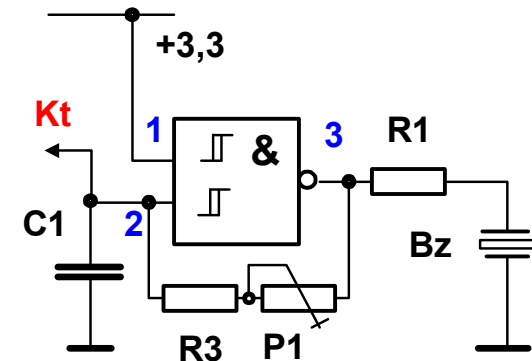
Budeme předpokládat, že systém je lineární, tedy perioda T_P generovaného signálu se bude měnit (růst) lineárně s velikostí měřeného odporu R .

Mezi periodou a frekvencí platí vztah

$$T_P = \frac{1}{f}$$

Tedy vztah z katalogu upravíme na

$$f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{K \cdot R \cdot C} \quad T = \frac{1}{f} = K \cdot R \cdot C$$



Obvod relax. oscilátoru s 74HC132 budeme chápat jako měřicí **obvod**, který převádí **odpor** R_M na **dobu periody** T_P .

Kalibrace: Máme nepřesný měřicí obvod pro měření odporu, který je však lineární a chceme jej zpřesnit kalibrací.

Použijeme známý $R_3 = 10 \text{ k}$ ($P_1 = 0$) při zvolené C_1 , změříme frekvenci f a periodu T_N . určíme **kalibrační konstantu** k_K

$$k_K = \frac{R_N}{T_N}$$

Kalibrace měření odporu - pro pokročilé studenty

Uurčíme **správnou** hodnotu odporu R_M

$$R_M = k_K \cdot T_P$$

Pouze pro vysvětlení, že to je vlastně jen trojčlenka

$$R_M = R_N \cdot \frac{T_P}{T_N} = T_P \cdot \frac{R_N}{T_N} = T_P \cdot k_K = k_K \cdot T_P$$

Z periody určíme odpor a z tabulky následně i teplotu

▪

.Konec