

# MĚŘENÍ KMITOČTU A DOBY PERIODY ČÍTAČEM

**Jakub Dvořák**

27.10.2020



**FACULTY OF  
ELECTRICAL ENGINEERING**

GENERÁTOR - nízkofrekvenční generátor, typ GOLDSTAR FG-8002  
 ČÍTAČ - univerzální čítač, typ *made by ČVUT*  
 PŘÍPRAVEK - přípravek s hodinami řízenými krystalem

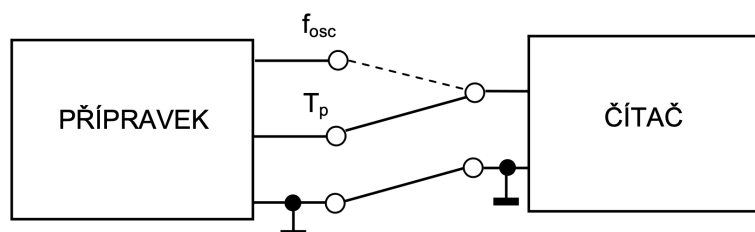
## 1 Úkol měření

1. Nakreslete blokové schéma čítače v obou režimech činnosti.
2. Zkontrolujte správnost stupnice nízkofrekvenčního generátoru:
  - a) čítačem v režimu **měření frekvence při různých dobách měření**,
  - b) čítačem v režimu **měření doby periody** jednak **přímo**, jednak s **využitím průměrování**.

Měřte při kmitočtech 60 Hz, 500 Hz, 5 kHz, 10 kHz, 20 kHz, 50 kHz, 100 kHz. U všech měření určete **nejistotu** měření **způsobenou rozlišením**.
3. Ověřte přesnost krystalem řízených hodin:
  - a) měřením doby periody pulsů pro krokový motor (správná hodnota je 2 s),
  - b) přímým měřením frekvence oscilátoru (správná hodnota je  $2^{15}$ , tj. 32 768 Hz, resp.  $2^{22}$  tj. 4 194 304 Hz).

V obou případech určete nepřesnost hodin v sekundách za den.

## 2 Schéma zapojení



Obrázek 1: Schéma zapojení měření na přípravku

### 3 Seznam použitých přístrojů

### 4 Teoretický úvod

Měření frekvence a doby periody je zpravidla provázáno čítačem. Ten v závislosti na nastaveném typu měření měří následovně. Při měření frekvence ve vstupní signál upraven podle blokového schéma 1. Signál prochází zesílením a tvarovačem, díky čemuž se stane vhodným pro hradlo. Toto hradlo počítá kmity za danou periodu. Ta je dána vnitřním krystalovým oscilátorem.

Pro měření doby periody naopak použijeme zapojení podle schématu 2. V tomto režimu vstupním signálem určujeme, jak dlouho bude hradlo otevřeno, zatímco mu z krystalového oscilátoru sypeme kmitů, dokud to jde. Podle kmitů, které se vešly do doby jedné periody vstupního signálu poté určíme dobu periody.

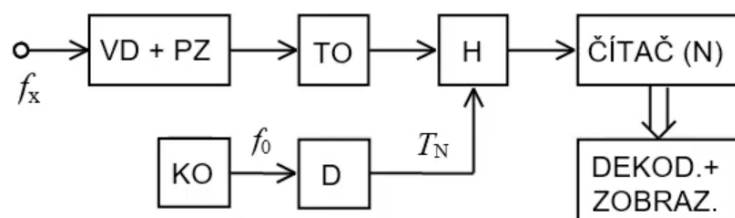


Schéma 1: Režim měření frekvence

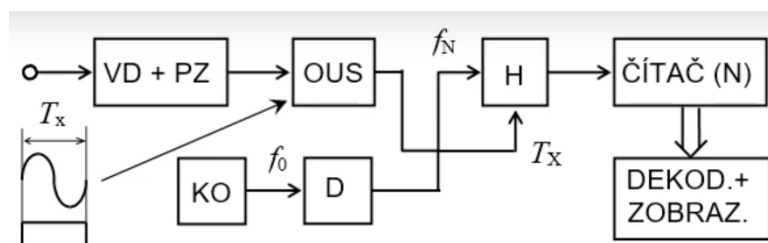


Schéma 2: Režim měření doby periody

### 5 Naměřené hodnoty

Naměřená data z měření frekvenčního generátoru jsou v tabulce ?? a ??.

Data z měření hodin jsou v tabulce 3.

	60 Hz [Hz]	10 kHz [kHz]	100 kHz [kHz]
0,1 s	70	10,63	110,83
1 s	68	10,622	110,828
10 s	67,9	10,6231	110,8373

Tabulka 1: Naměřené hodnoty frekvence

	60 Hz [ $\mu$ s]	10 kHz [ $\mu$ s]	100 kHz [ $\mu$ s]
1 T	15100,7	93,6	9
10 T	15101,87	93,64	-
100 T	-	93,6488	-
1000 T	-	93,63633	9,05553

Tabulka 2: Naměřené hodnoty periody

## 6 Zpracování naměřených hodnot

Pro určení nejistoty měření frekvence způsobenou rozlišením budeme vycházet ze vzorce 1.

$$u_{f_X} = \sqrt{\left(\delta' f_X / \sqrt{3}\right)^2 + \left(\delta f_X / \sqrt{3}\right)^2} \quad (1)$$

Pro určení nejistoty měření doby periody způsobenou rozlišením budeme vycházet ze vzorce 2.

$$u_{T_X} = \sqrt{\left(\delta' T_X / \sqrt{3}\right)^2 + \left(\delta T_X / \sqrt{3}\right)^2 + 2u_k^2} \quad (2)$$

Jelikož neznáme efektivní hodnotu šumu vstupního zesilovače, nemůžeme určit člen  $u_k^2$  a budeme ho proto ignorovat. Nejistoty jsou dále v tabulce.

Pro zjištění přesnosti hodin použijeme rovnice 4 a ?? . Budeme vycházet z toho, že den má  $24 \cdot 60 \cdot 60 = 86\,400$  s.

$$\left(\frac{T_m}{T} - 1\right) \cdot 86\,400 \text{ s} = \left(\frac{2,0000389}{2} - 1\right) \cdot 86\,400 \text{ s} = 1,68 \text{ s/den} \quad (3)$$

$$\left(\frac{f_m}{f} - 1\right) \cdot 86\,400 \text{ s} = \left(\frac{32\,767,7}{32\,768} - 1\right) \cdot 86\,400 \text{ s} = -0,79 \text{ s/den} \quad (4)$$

f [kHz]	T [ $\mu$ s]
32,7677	2000038,9

Tabulka 3: Hodnoty pro ručičkové hodiny

	60 Hz [Hz]	10 kHz [Hz]	100 kHz [Hz]
0,1	5,773502692	5,773502822	5,773516875
1	0,577350269	0,577351572	0,577492082
10	0,057735027	0,057748056	0,059136555

Tabulka 4: Nejistoty měření frekvence

T, T= 1 $\mu$ s	60 Hz [ $\mu$ s]	10 kHz [ $\mu$ s]	100 kHz [ $\mu$ s]
1	0,001743679	1,08234E-05	1,18884E-06
10	0,001743823	1,22575E-05	
100		5,8739E-05	
1000		0,000577452	0,000577351

Tabulka 5: Nejistoty měření periody

Relativní chyba stupnice vůči měřené hodnotě je zobrazena v tabulce ??.

	60 Hz [Hz]	10 kHz [Hz]	100 kHz [Hz]
Naměřeno	67,9	10623,1	110837,3
Absolutní chyba	7,9	623,1	10837,3
Relativní chyba	0,11634757	0,058655195	0,097776651

Tabulka 6: Relativní chyba stupnice na generátoru funkcí

## 7 Závěrečné vyhodnocení

Zjistili jsme nepřesnost hodin a jaký rozchod můžeme čekat za den. Také jsme ověřili, jak se při průměrování a při používání delšího časového okna pro počítání tiků může zvýšit přesnost resp. snížit nejistota měření. Dále jsme zjistili absolutní a relativní chybu stupnice generátoru funkcí.

## **Seznam použité literatury a zdrojů informací**

### **Seznam použitých internetových zdrojů**

[1] Návod k laboratorní úloze