

# **Číslicový osciloskop a generátor programovatelného průběhu**

**Jakub Dvořák**

12.11.2020

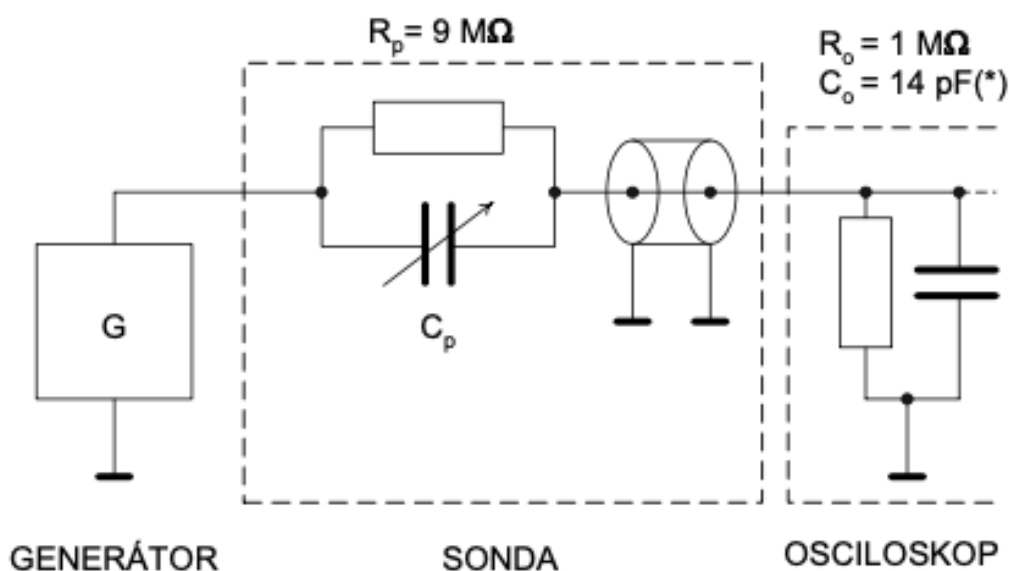


**FACULTY OF  
ELECTRICAL ENGINEERING**

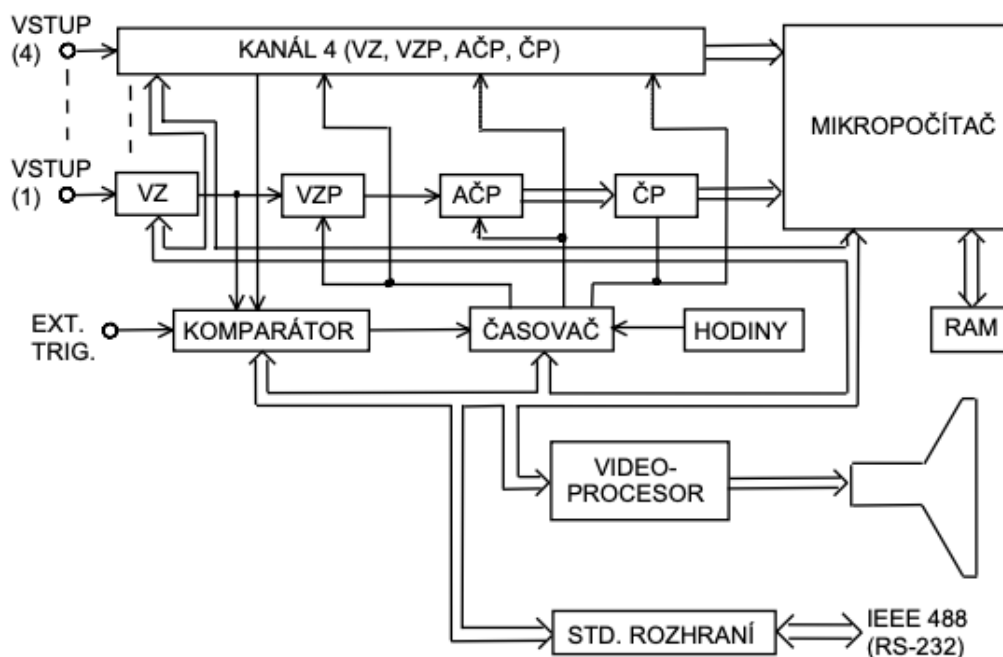
## 1 Úkol měření

1. Seznamte se s blokovým schématem číslicového osciloskopu na obr. 2 a funkčního generátoru na obr. 3.
2. Odvoďte vztah pro dosažení frekvenčně nezávislého přenosu obvodu pasivní frekvenčně kompenzované sondy 10:1 dle 1.
3. Pomocí generátoru programovatelného průběhu (1 kHz, 1 V , obdélník) proveďte kompenzaci modelu sondy 10 : 1, která je připojena ke vstupu osciloskopu CH1. Pro obě mezní polohy proměnného kondenzátoru („překompenzovaná“/„podkompenzovaná“ sonda) zakreslete pozorovaný průběh do sešitu a zjistěte jeho parametry (amplitudu, frekvenci, délku náběžné a sestupné hrany, příp. překmitnutí). Pro odečítání hodnot těchto parametrů využijte kurzory. Na druhém kanálu osciloskopu (vstup CH2) pozorujte a do sešitu zakreslete průběh téhož signálu snímáný profesionální sondou obdobných parametrů. Tuto sondu nekompenzujte.
4. Přepněte generátor do režimu „Burst“. Změřte velikost překmitnutí signálu v případě „překompenzované“ sondy. Pro optimální zobrazení průběhu využijte spouštění sestupnou hranou a vysvětlete režim osciloskopu „pre-trigger“, ve kterém v tomto případě přístroj pracuje.

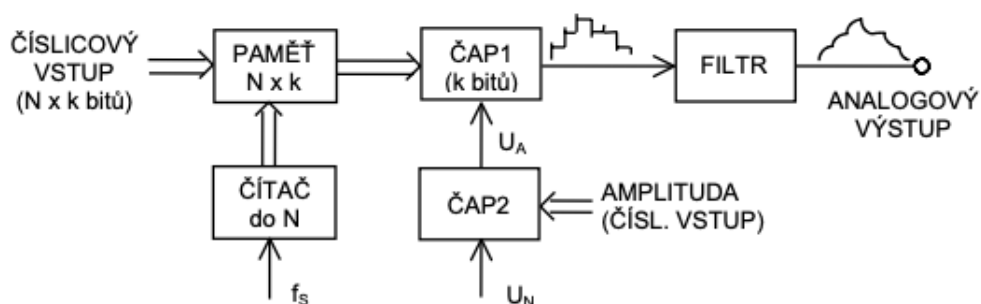
## 2 Schéma zapojení



Obrázek 1: Schéma zapojení



Obrázek 2: Blokové schéma číslicového osciloskopu



Obrázek 3: Blokové schéma generátoru programovatelného průběhu

### 3 Seznam použitých přístrojů

G	Generátor funkcí Agilent 33220A, rozsah 20 MHz, rozlišení 14 bit, 20 MSa/s
P	Přípravek s nastavitelným kondenzátorem
SONDA	Profesionální sonda
OSCILOSKOP	Osciloskop DSOX2002A, vstupní impedance 11 MΩ, 2 pF

### 4 Teoretický úvod

Při přenosu signálu dochází k parazitním jevům. Na vstupu osciloskopu najdeme tedy nejen vstupní odpor o hodnotě 1 MΩ, ale také kapacitu o hodnotě dané výrobcem, zpravidla 15 pF. Při zvyšování

frekvence se nepřímo úměrně snižuje kapacitance vnitřního kondenzátoru a kondenzátoru je poté nižší napětí. Kompenzační kondenzátor v sondě je určen k tomu, aby se spolu s kapacitancí v osciloskopu snižovala i kapacitance v sondě. Výsledný dělič napětí bude mít v ideálním případě tedy stále stejný poměr. Pro výpočet hodnoty kapacity kompenzačního kondenzátoru v sondě můžeme použít následující vzorec:

$$\frac{R_p}{R_0} = \frac{C_0}{C_p} \rightarrow C_p = \frac{R_0}{R_p} \cdot C_0 = 1,2 \text{ pF}. \quad (1)$$

## 5 Naměřené hodnoty

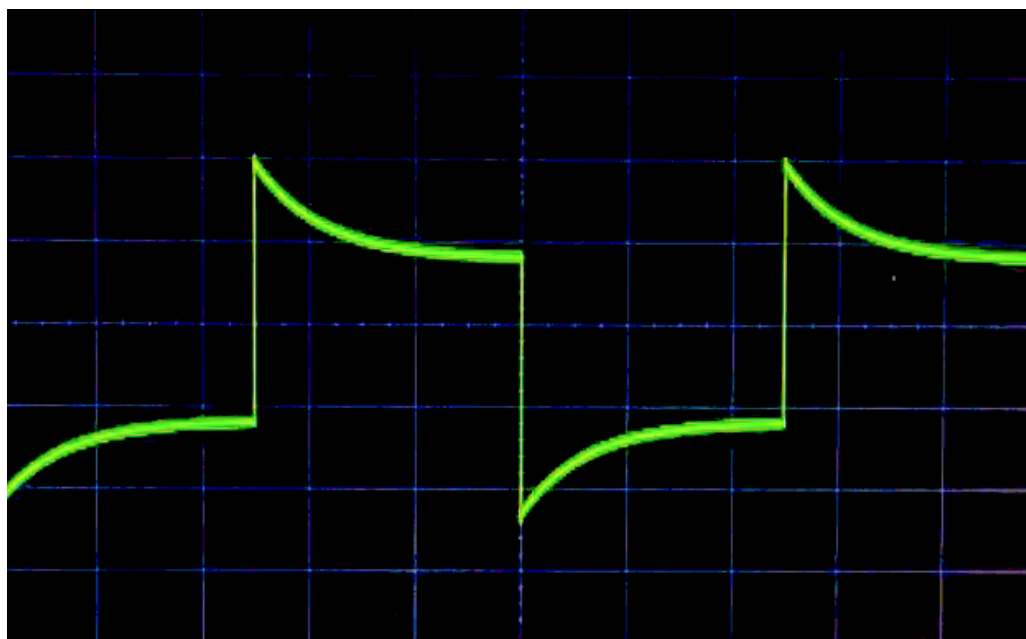
Naměřené hodnoty jsou zapsány v tabulce 1.

	Podkompezoaná	Překompenzovaná	Kompenzovaná
Sestupná hrana	15 ns	9 ns	15 ns
Vzestupná hrana	15,3 ns	9 ns	15,3 ns
Překmit	-	575 mV	35 mV

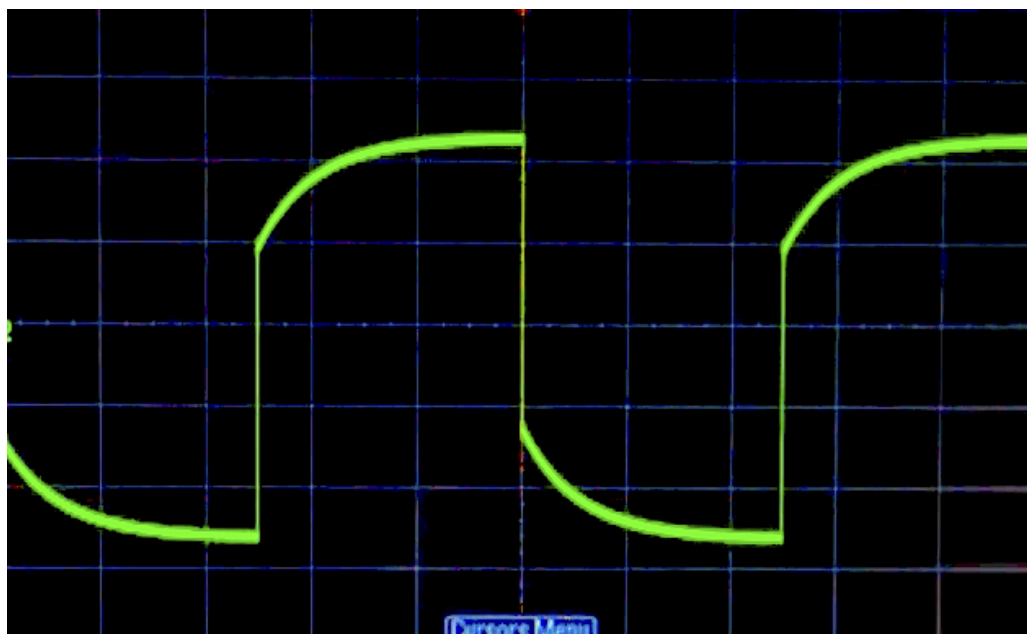
Tabulka 1: Naměřené hodnoty

BURST	
překmit	587 mV

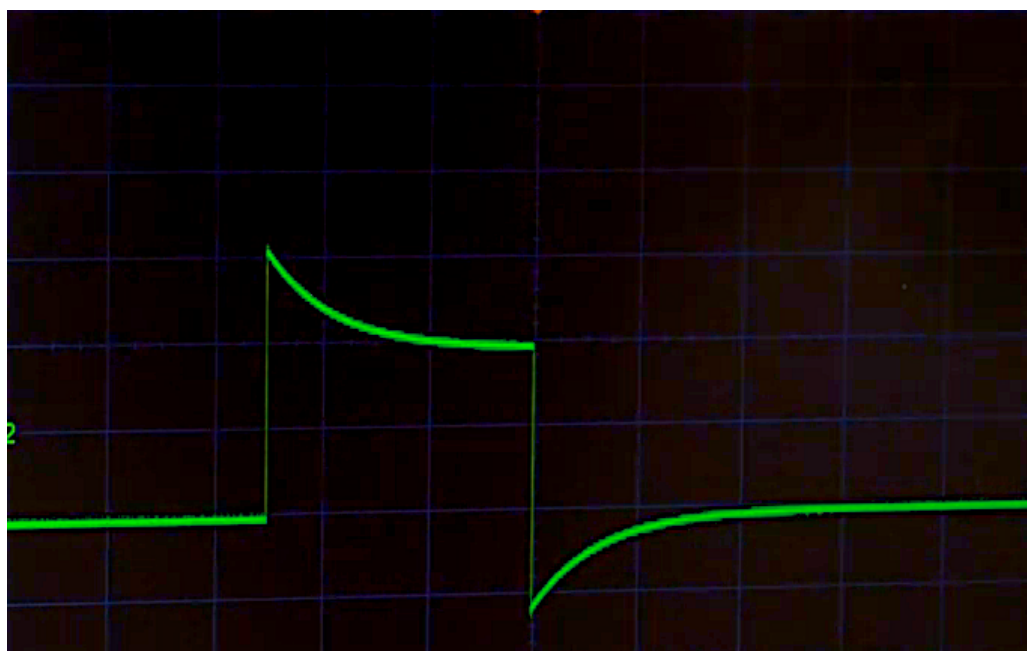
Níže jsou snímky obrazovky při měření jednotlivých stavů.



Obrázek 4: Překompenzovaná sonda



Obrázek 5: Podkompezovaná sonda



Obrázek 6: Režim Burst

## 6 Zpracování naměřených hodnot

Pro výpočet vztahu ze vzorce 1 použijeme následující způsob.

$$\begin{aligned}
 \hat{Z}_p &= R_p \parallel \frac{1}{j\omega C_p} \frac{\frac{R_p}{j\omega C_p}}{R_p + \frac{1}{j\omega C_p}} \\
 \hat{Z}_0 &= R_0 \parallel \frac{1}{j\omega C_0} = \frac{\frac{R_0}{j\omega C_0}}{R_0 + \frac{1}{j\omega C_0}} = \frac{R_0}{R_0 j\omega C_0 + 1} \\
 \frac{\hat{U}_2}{\hat{U}_1} &= \frac{\hat{Z}_P}{\hat{Z}_P + \hat{Z}_0} \\
 \hat{Z}_1 &= \frac{R_1}{R_1 j\omega C_1 + 1} \\
 \hat{Z}_2 &= \frac{R_2}{R_2 j\omega C_2 + 1} \\
 \frac{U_2}{U_1} &= \frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2} = \frac{\frac{R_2}{R_2 j\omega C_2 + 1}}{\frac{R_2}{R_2 j\omega C_2 + 1} + \frac{R_1}{R_1 j\omega C_1 + 1}}
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 R_2 \omega j C_2 &= R_1 \omega j C_1 \\
 \frac{R_2}{R_1} &= \frac{C_1}{C_2}
 \end{aligned} \tag{3}$$

## 7 Závěrečné vyhodnocení

Zjistili jsme, že při kompenzaci vstupní kapacity osciloskopu může dojít ke dvěma nechtěným stavům. A to k podkompenzaci a překompenzaci. Při podkompenzaci má sonda kapacitní charakter a dochází k integraci signálu, jak je zachyceno na obr. 5. Při překompenzaci má sonda induktivní charakter, což je vidět na obrázku 4. Při módu Burst vysílá generátor funkcí  $n$  pulzů a při zvolení režimu *pretrigger* můžeme zachytit nejen změnu náběžné hrany, ale také část signálu. To díky tzv. *kruhovému bufferu*, který ukládá průběh signálu.

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

### **Seznam použitých internetových zdrojů**

[1] Návod k laboratorní úloze