

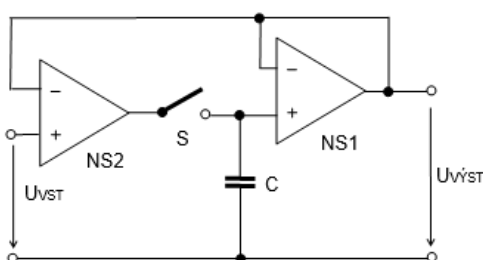
10. PRINCIP VZORKOVÁNÍ

10.1. Úvod

Při vzorkování periodického signálu musí pro vzorkovací kmitočet f_{vz} platit vzorkovací teorém

$$f_{vz} > 2f_m, \quad (1)$$

kde f_m je maximální kmitočet obsažený ve spektru vzorkovaného signálu. Pro rychlé vzorkování, např. v osciloskopech, se používají přímo vázané vzorkovací obvody, kde je spínač realizován můstkem se Schottkyho diodami.



Obr. 10.1 Zpětnovazební vzorkovací obvod

Základem vzorkovacího obvodu (obr. 10.1) je spínač S s kondenzátorem C . Pokud je spínač S sepnut (režim „sample“ – sledování), napětí na kondenzátoru sleduje vstupní napětí. Při rozepnutí spínače S zůstane na kondenzátoru napětí odpovídající okamžiku rozepnutí spínače (režim „hold“ – pamatování). Požadavkem je, aby se toto napětí po dobu jeho dalšího zpracování pokud možno neměnilo. Ve vzorkovacích obvodech pro přesnější aplikace a pomalejší děje lze použít např. zapojení na obr. 10.1, kde je napětí na kondenzátoru snímáno napěťovým sledovačem NS1 s co největším vstupním odporem a sledovačem NS2 s minimálním výstupním odporem je oddělen vstupní obvod, aby nabíjecí konstanta byla co nejmenší. Spínač je většinou realizován FET tranzistorem. Při přechodu mezi stavy sledování a pamatování dochází k přechodovým dějům, jejichž tvar je závislý na použitém zapojení (může docházet i k překmitům).

10.2. Domácí příprava

10.2.1. Prostudujte si teoretický úvod.

10.2.2. Uveďte definiční integrál efektivní hodnoty a z něj plynoucí vztah pro výpočet efektivní hodnoty z ovzorkovaného, diskrétního, signálu.

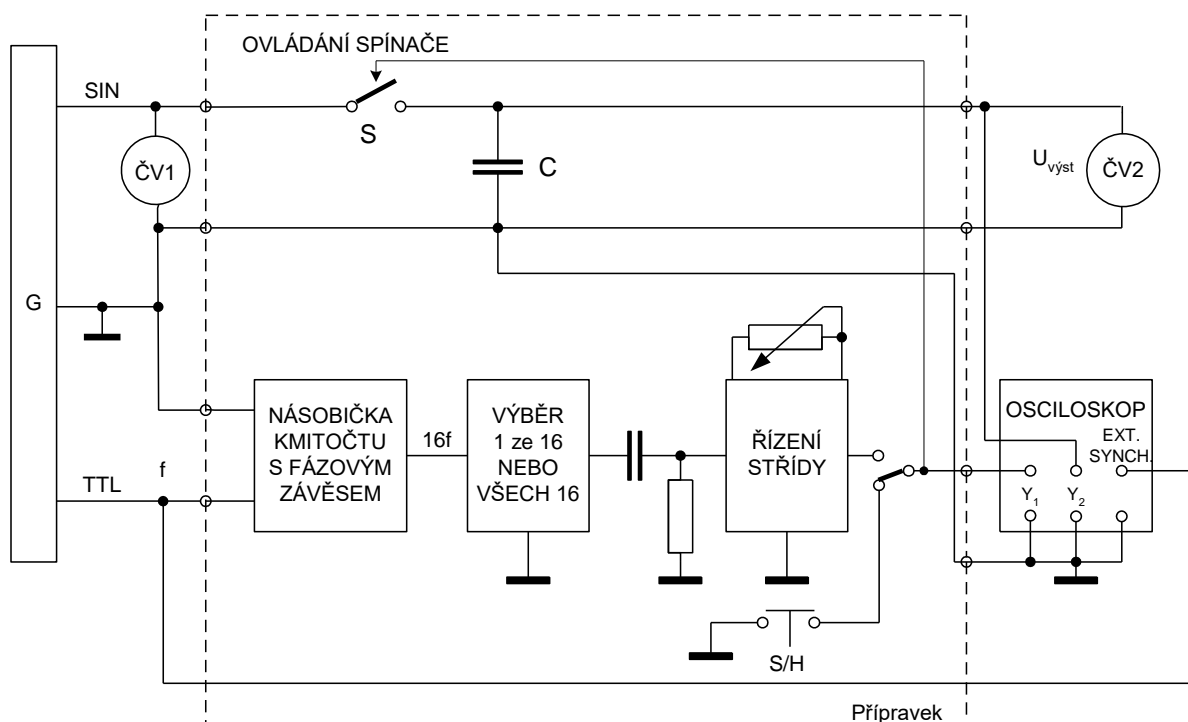
10.3. Úkol měření

10.3.1. Pomocí přípravku se vzorkovačem, jehož blokové schéma je nakresleno na obr. 10.2, zobrazte na osciloskopu ovzorkovaný průběh harmonického napětí z generátoru s frekvencí 1 kHz a efektivní hodnotou střídavé složky 2 V.

10.3.2. V režimu "ruční vzorkování" sledujte na číslicovém voltmetru změnu hodnoty ovzorkovaného výstupního napětí $U_{výst}$ v závislosti na čase (chyba v režimu pamatování), stanovte velikost této změny za 10 s a přepočtěte ji na mV/ms.

- 10.3.3. S vhodně nastaveným rozlišením horizontální osy na osciloskopu zobrazte průběh napětí $U_{\text{výst}}$ na výstupu v časovém intervalu "upnutí" a určete přibližně upínací dobu.
- 10.3.4. V režimu přípravku "1 ze 16" změřte pomocí stejnosměrného číslicového voltmetru postupně všech 16 hodnot vzorků napětí, časový průběh signálu graficky rekonstruujte, vypočítejte efektivní hodnotu rekonstruovaného signálu a porovnejte výsledek s hodnotou změřenou střídavým číslicovým voltmetrem přímo na výstupu funkčního generátoru. Případné rozdíly diskutujte.

10.4. Schéma zapojení



Obr. 10.2. Zapojení přípravku pro demonstraci principu vzorkování

10.5. Poznámky k měření

- 10.5.1. Pomocí čtyř tlačítek (stisknuto = 1, nestisknuto = 0) můžeme postupně zvolit číslo vzorku 0 až 15 (binárně 0000 až 1111) a jednotlivé hodnoty změřit stejnosměrným číslicovým voltmetrem.
- 10.5.2. V přípravku, který máme k dispozici pro měření, je pro odvození vzorkovacího signálu použit obvod tzv. fázového závěsu, pomocí něhož je generován vzorkovací signál o kmitočtu $16f$ (f je kmitočet vzorkovaného harmonického napětí odebíraného z funkčního generátoru). Časovou základnu osciloskopu musíme synchronizovat s měřeným signálem, k čemuž s výhodou použijeme obdélníkové napětí z druhého výstupu funkčního generátoru (výstup TTL).

Princip násobičky kmitočtu s fázovým závěsem - pro násobení kmitočtu se v obvodu fázového závěsu (obr. 10.3.) využívá napětím řízený oscilátor a fázový komparátor. Na vstup A fázového komparátoru je přiveden kmitočet f_1 , který chceme vynásobit, na vstup B výstupní kmitočet napětím řízeného oscilátoru vydělený šestnácti. Jako dělička je zde použit binární synchronní

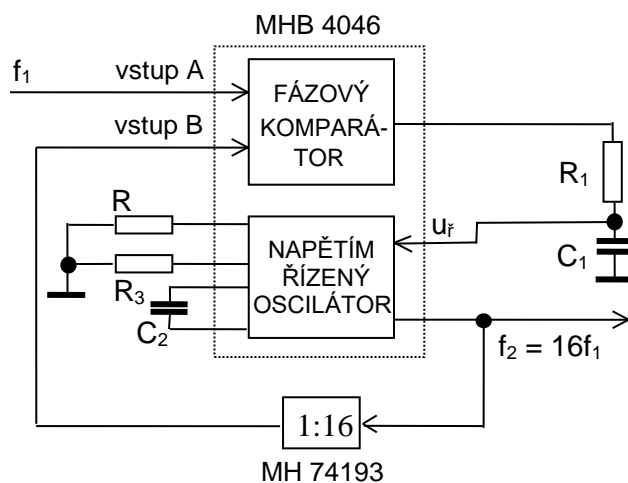
vratný čítač MH 74193. Výstupním napětím z fázového komparátoru je řízen napětím řízený oscilátor. Na jeho výstupu bude v ustáleném stavu kmitočet f_2 , pro který platí

$$\frac{f_2}{16} = f_1$$

a tedy

$$f_2 = 16f_1.$$

Kmitočtový rozsah NŘO se nastavuje pomocí rezistorů R_2 , R_3 a kondenzátoru C_2 .



Obr. 10.3. Principiální zapojení násobičky s fázovým závěsem