

## Automatická kompenzace offsetu

Ing Vlček

*doplněk publikace Moderní elektronika*

Tato metoda má celou řadu aplikací při měření velmi malých napětí, v přesných integrátorech, apod. Na vstup a na výstup přesného zesilovače OZ1, jehož nesymetrii chceme kompenzovat, zapojíme elektronické přepínače S1 a S2, které řídí generátor G. Střída řídicího signálu bývá přibližně 1:1, řídicí kmitočet v jednotkách Hz.

Zesílené vstupní napětí v jedné půlperiodě měřicího cyklu nabíjí kondenzátor C1.

V druhé půlperiodě se vstup zesilovače uzemní. Na výstupu zesilovače zůstane pouze chybové napětí (součin vstupní napěťové nesymetrie OZ1 a jeho zesílení). Toto napětí nabije kondenzátor C2.

Sledovače napětí OZ2 a OZ3 mají nekonečný vstupní odpor (OZ s JFETem na vstupu) a zajišťují „zapamatování“ příslušného napětí pro druhou část měřicí periody.

Chybové napětí se invertuje invertorem OZ4 a v sumátoru OZ5 se přičítá k naměřenému napětí.

V klidovém stavu se pak na výstupu bude trvale držet nulové napětí. Měřené napětí nebude zatíženo chybou způsobenou změnami nesymetrie OZ.

Tímto způsobem kompenzujeme teplotní drift a časovou nestabilitu vstupní napěťové nesymetrie operačních zesilovačů. Samozřejmě, že napěťovou nesymetrii OZ kompenzujeme běžným způsobem pomocí odporového trimru a že jej napájíme stabilizovaným napětím.

Zapojení by bylo možné ještě zjednodušit, obě napětí sečíst pouze na odporech a vynechat OZ5.

Rovněž by bylo možné vynechat OZ3 a zvětšit hodnotu rezistoru R3 na jednotky megaohmů.

Zesílení OZ1 musí být co možná největší. Velmi malé vstupní napětí se musí dostatečně zesílit, aby se neuplatnila napěťová nesymetrie dalších OZ. (Pochopitelně nesmí ale dojít k jeho zalimitování.) Jako OZ2 až OZ5 pak můžeme použít běžný typ, např. TL074.

Jako přepínač S1 a S2 lze použít CMOS 4053, u kterého výrobce uvádí tyto parametry:

Odpor v sepnutém stavu 250, 120 a 80  $\Omega$  pro napájecí napětí 5, 10 a 15 V.

Doba zpoždění sepnutí je 25, 8 a 6 ns pro napájecí napětí 5, 10 a 15 V.

V rozepnutém stavu se udává maximální proud rozepnutým spínačem 100 nA, je-li jeden vstup přepínače zapojen ke kladnému napětí a druhý k zápornému napětí. To znamená, že odpor rozepnutého spínače bude v řádu minimálně desítek megaohmů.

Proto můžeme takový spínač považovat za téměř ideální.

Jako generátor bych použil obvod NE 555C v běžném zapojení. Využít jako generátor třeba OZ5 (při vynechání výstupního sumátoru) bych neriskoval. Při použití vícenásobných OZ není vhodné, aby jeden z nich pracoval jako multivibrátor a druhý zpracovával velmi slabé signály.

Rezistory R1 a R2 jsou ve skutečnosti odpory sepnutých spínačů. Chrání obvod před nahodilými jevy při spínání a rozpínání (kondenzátory se nemohou v takovém případě „skokově“ nabít).

Kondenzátory C1 a C2 nesmí být elektrolytické, pokud zpracováváme napětí obou polarit. Jejich kapacitu bych zvolil ve stovkách nanofaradů, aby se během jedné půlperiody spolehlivě stihly z OZ1 (maximální proud 10 mA) přes odpor sepnutého spínače úplně nabít a během druhé půlperiody se přes rozepnutý spínač a vstup OZ vlivem svodových proudů nezačaly podstatným způsobem vybíjet.

Kmitočet spínání není kritický. Nemá smysl jej volit příliš vysoký, aby při přepínání nevznikaly přechodové jevy. Příliš nízký kmitočet by zase zpomaloval měření.

Volba ostatních součástek je rovněž bezproblémová:

$$R3 = R4 \quad R5 = R6 = R8 \quad R7 = R3 R4 / (R3 + R4) = R3 / 2 \quad R9 = R5 / 3$$

Rezistory R7 a R9 slouží ke kompenzaci vstupního proudu OZ.

