



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

217768

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
H 03 K 5/19

(22) Přihlášeno 21 05 80

(21) [PV 3534-80]

(40) Zveřejněno 28 05 82

(45) Vydáno 15 08 84

[75]

Autor vynálezu

NEUMANN PŘEMEK doc. ing. CSc., PRAHA

(54) Zapojení sledovače napětí s velkou vstupní impedancí

1

2

Vynález se týká zapojení sledovače napětí s velkou vstupní impedancí, které je vhodné k použití na vstupech stejnosměrných i střídavých měřicích a vyhodnocovacích zařízení. Je v něm řešen problém vytvoření ekonomického sledovače s nulovým vstupním proudem a s nepatrnou vstupní kapacitou.

Podstata zapojení sledovače napětí s velkou vstupní impedancí spočívá v tom, že se skládá z diferenčního stupně s FETy, jehož zátěž je tvořena proudovým zrcadlem. Toto spojení diferenčního stupně s FETy a proudového zrcadla nahrazuje operační zesilovač, jehož napájecí přívod k emitorům proudového zrcadla je připojen k výstupu emitorového sledovače s bipolárním tranzistorem.

Obvod je vhodný k použití na vstupech měřicích zařízení pro měření elektrických i neelektrických veličin.

Vynález se týká zapojení sledovače napětí s velkou vstupní impedancí, které je vhodné k použití na vstupech stejnosměrných i střídavých měřicích a vyhodnocovacích zařízení. Je v něm řešen problém vytvoření ekonomického sledovače s nulovým vstupním proudem a s nepatrnou vstupní kapacitou.

U dosud známých a používaných elektronických obvodů je dosahováno velké vstupní impedance jednak osazením vstupu tranzistorů řízenými polem — FET, jednak zaváděním silných záporných zpětných vazeb. Použitím FETů se sníží vstupní proud téměř na nulu — prakticky 10^{-10} A — jejich výstupní napětí však nepravidelně driftuje jednak náhodně, jednak se změnami napájecích napětí a teploty. Pokud je FET zapojen jako jednoduchý a ekonomický sledovač, přenáší napětí rovnoměrně v širokém pásmu kmitočtů — do desítek MHz — jeho přenos však je poměrně malý — od 0,5 do 0,8 — nestálý a dá se reprodukovatelně navrhnout s přesností parametrů jen na 10 %. Za další nevýhody lze považovat poměrně veliký výstupní odpor — stovky Ohmů — značná poruchovost a choulostivost u strmějších FETů (je nutné je vybavit složitými ochrannými obvody) a velká vstupní kapacita — přes 10 pF.

Zavádění silných záporných zpětných vazeb v obvodech s bipolárními tranzistory a s operačními zesilovači sice umožňuje též značně zvětšit vstupní impedanci, avšak neumožní potlačit stejnosměrný vstupní napájecí proud pod 10^{-8} A. Proto jsou tam, kde jsou kladeny přísnější nároky na velkou vstupní impedanci a malý vstupní proud, používány dva FETy na vstupu v diferenčním zapojení a za ně je zařazen operační zesilovač, aby obvod mohl být stabilizován silnou zpětnou vazbou. Získané výhody jsou zde však vykoupeny značným omezením kmitočtového pásma — nejvýše do set kHz — a vstupní kapacita sledovače se nijak výrazně nezmění.

Uvedené nedostatky odstraňuje zapojení sledovače napětí s velkou vstupní impedancí podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že se skládá z diferenčního stupně s FETy, jehož zátěž je tvořena proudovým zrcadlem. Neinvertující vstup diferenčního stupně je spojen se vstupní svorkou, invertující vstup je spojen s emitorovým vývodem proudového zrcadla a s výstupní svorkou. Výstup diferenčního stupně je spojen se vstupem napěťového sledovače, zejména emitorového sledovače, jehož výstup je spojen s výstupní svorkou a přes první odpor s první svorkou napájecího zdroje. Druhá svorka napájecího zdroje je spojena s kolektorovým vývodem emitorového sledovače a přes druhý odpor, případně elektronický zdroj proudu, s emitory diferenčního stupně.

Podle vynálezu je výhodné, jestliže mezi výstupní svorku a emitorový vývod prou-

ového zrcadla je vřazen třetí odpor nebo druhý emitorový sledovač.

Spojení diferenčního stupně s FETy a proudového zrcadla nahrazuje operační zesilovač, jehož napájecí přívod k emitorům proudového zrcadla je připojen k výstupu emitorového sledovače s bipolárním tranzistorem. Tímto spojením se sdruží výhody FETového vstupu, silné zpětné vazby, obvodu typu „bootstrap“ i emitorového sledovače.

Spojením FETového diferenčního stupně s proudovým zrcadlem se získá zesilovač se zesílením napětí kolem sta a s tranzitním kmitočtem podstatně větším než u běžných operačních zesilovačů. Připojení proudového zrcadla k výstupu emitorového sledovače podstatně sníží podíl kolektorové kapacity vstupního FETu na vstupní kapacitě, zabezpečí shodné pracovní podmínky pro oba FETy, a tím omezí vliv teploty a napájení na výstupní napětí.

Na výkresu je uvedeno zapojení obvodu podle vynálezu. Sledovač napětí s velkou vstupní impedancí je tvořen spojením FETového diferenčního stupně 2 s emitorovým sledovačem 4 s bipolárním tranzistorem. Vstupní svorka 1 napěťového zesilovače je spojena s neinvertujícím vstupem diferenčního stupně 2, jehož výstup je přes emitorový sledovač 4 navázán na výstupní svorku 5. Spojením výstupní svorky 5 s invertujícím vstupem diferenčního stupně 2 vzniká stoprocentní záporná zpětná vazba, která upravuje výsledné zesílení napětí přesně na hodnotu 1 a zajišťuje tak základní funkci sledovače napětí. Mezi výstupní svorku 5 a první svorku 8 napájecího zdroje je připojen první odpor 6, zastávající funkci napájecího a zatěžovacího odporu. Jím je zajištěna vhodná hodnota pracovního proudu emitorového sledovače 4. K výstupní svorce je též připojen emitorový vývod proudového zrcadla 3. Tím je zabezpečen přívod napájení k proudovému zrcadlu 3 tak, že stejnosměrná napětí na obou tranzistorech proudového zrcadla 3 jsou stejná a jsou stejná napětí i proudy i na FETech v diferenčním stupni 2. Tak je zajištěna přísná symetrie diferenčního stupně 2, která nepodléhá ani změnám teploty ani změnám napájení. K emitorovému vývodu FETového diferenčního stupně 2 je připojen druhý odpor 7, napojený k druhé svorce 9 napájecího zdroje. Jeho velikostí se nastavuje velikost pracovního proudu diferenčního stupně 2 a proudového zrcadla 3 současně.

Zapojení podle vynálezu lze rozšířit vřazením třetího odporu mezi výstupní svorku 5 a emitorový vývod proudového zrcadla 3. Tím se zvýší stabilita zpětnovazební smyčky a rozšíří se kmitočtový rozsah sledovače napětí. Vřazením druhého emitorového sledovače mezi výstupní svorku 5 a emitorový vývod proudového zrcadla 3 se docílí lepšího přiblížení hodnoty zesílení napětí celého zapojení k jedničce.

Pro konkrétní provedení navrženého obvodu byly použity následující součásti: diferenční stupeň byl osazen vybranou dvojicí MOS-FETů z integrovaného multiplexoru MH 2009 A, proudové zrcadlo dvojicí tranzistorů KCZ 58 nebo KC 810 a emitorový sledovač tranzistorem KC 507. První odpor měl hodnotu 4 k Ω , druhý 6 k Ω , napájecí napětí ± 12 V. Sledovač sledoval napětí do maximální amplitudy 6 V v kmitočtovém rozsahu od 0 Hz do 1 MHz, při amplitudě 0,5 V až do 10 MHz. Dlouhodobé driftování výstupu se pohybovalo kolem 0,2 mV, špič-

ky šumového napětí pozorované na osciloskopu dosahovaly 1 mV. Vstupní odpor sledovače byl neměřitelně veliký, vstupní kapacita včetně přívodů byla asi 4 pF. Výstupní odpor byl menší než 100 Ohmů. Obvod byl úspěšně použit jako vstupní obvod osciloskopu a jako vstupní obvod stejnosměrného a střídavého širokopásmového číslicového multimetru.

Obvod je vhodný k použití na vstupech měřicích zařízení, pro elektronická měření na elektronických zařízeních i při měření neelektrických veličin.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení sledovače napětí s velkou vstupní impedancí, vyznačující se tím, že se skládá z diferenčního stupně (2) s FETy, jehož zátěž je tvořena proudovým zrcadlem (3), přičemž neinvertující vstup diferenčního stupně (2) je spojen se vstupní svorkou (1), invertující vstup je spojen s emitorovým vývodem proudového zrcadla (3) a s výstupní svorkou (5) a výstup diferenčního stupně (2) je spojen se vstupem napěťového sledovače, zejména emitorového sledovače (4), jehož výstup je spojen s výstupní svorkou (5) a přes první odpor (6) s první svorkou (8) napájecího zdroje, zatímco druhá

svorka (9) napájecího zdroje je spojena s kolektorovým vývodem emitorového sledovače (4) a přes druhý odpor (7), případně elektronický zdroj proudu, s emitory diferenčního stupně (2).

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi výstupní svorku (5) a emitorový vývod proudového zrcadla (3) je vřazen třetí odpor.

3. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi výstupní svorku (5) a emitorový vývod proudového zrcadla (3) je vřazen druhý emitorový sledovač.

1 list výkresů

217768

