



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

254278

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 21 12 84

(21) PV 10 151-84

(40) Zveřejněno 14 05 87

(45) Vydáno 15 09 88

(51) Int. Cl.⁴

G 01 R 17/18,
G 01 R 19/00

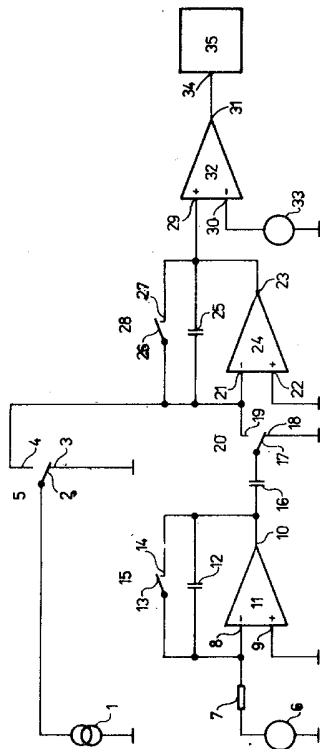
(75)

Autor vynálezu

KNAPP KAREL ing., PRAHA

(54) Zapojení pro měření malých stejnosměrných elektrických proudů

Zapojení pro měření malých stejnosměrných elektrických proudů spočívá ve využití upravené metody dvojí integrace, v němž je místo nestabilního vysokoobjemového odporu použito stabilnějšího nízkokapacitního kondenzátoru. Vliv dlouhodobých nestabilit použitého kondenzátoru je odstraněn právě použitím metody dvojí integrace.



Vynález se týká zapojení pro měření malých stejnosměrných elektrických proudů upravenou metodou dvojí integrace.

Dosud běžně používaná zapojení pro měření malých proudů využívají jako měřicí elementy zpravidla málo stabilní vysokohomové odpory. Výstupní signál mívá většinou formu napětí a k jeho digitalizaci je potřeba příslušných převodníků.

Uvedený problém vhodnějším způsobem řeší zapojení pro měření malých stejnosměrných elektrických proudů upravenou metodou dvojí integrace podle vynálezu. Podstatou vynálezu je, že zdroj měřeného proudu je připojen k prvnímu kontaktu prvního přepínače, jehož druhý kontakt je uzemněn a třetí kontakt je připojen jednak na invertující vstup elektrometrického operačního zesilovače, jehož neinvertující vstup je uzemněn a jeho výstup je připojen jednak na jeden vývod druhého zpětnovazebního kondenzátoru, jehož druhý vývod je připojen na invertující vstup elektrometrického operačního zesilovače, jednak na první kontakt druhého spínače a jednak na neinvertující vstup komparátoru, na jehož invertující vstup je připojen zdroj prahového napětí, přičemž výstup komparátoru je spojen se vstupem řídicího obvodu, přitom zdroj referenčního napětí je připojen přes odpor na invertující vstup operačního zesilovače, jehož neinvertující vstup je uzemněn a jehož výstup je připojen jednak na jeden vývod prvního zpětnovazebního kondenzátoru, jehož druhý vývod je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače, jednak na první kontakt prvního spínače, jehož druhý kontakt je rovněž spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače a jednak přes kondenzátor na první kontakt druhého přepínače, jehož druhý kontakt je uzemněn a třetí kontakt je připojen na invertující vstup elektrometrického operačního zesilovače.

Zapojení podle vynálezu neobsahuje jako měřicí elementy nestabilní vysokohomový odpor, ale stabilnější nízkokapacitní kondenzátor. Vliv dlouhodobých nestabilit tohoto kondenzátoru je navíc použitou metodou odstraněn.

Zapojení pro měření malých stejnosměrných elektrických proudů upravenou metodou dvojí integrace podle vynálezu je uvedeno na přiloženém výkresu. Zdroj 1 měřeného proudu je připojen k prvnímu kontaktu 2 prvního přepínače 5, jehož druhý kontakt 3 je uzemněn a třetí kontakt 4 je připojen jednak na invertující vstup 21 elektrometrického operačního zesilovače 24, jehož neinvertující vstup 22 je uzemněn a jehož výstup 23 je připojen jednak na jeden vývod zpětnovazebního kondenzátoru 25, jehož druhý vývod je připojen na invertující vstup 21 elektrometrického operačního zesilovače 24, jednak na první kontakt 27 druhého spínače 28 a jednak na neinvertující vstup 29 komparátoru 32, na jehož invertující vstup 30 je připojen zdroj 33 prahového napětí, přičemž výstup 31 komparátoru 32 je spojen se vstupem 34 řídicího obvodu 35, přitom zdroj 6 referenčního napětí je připojen přes odpor 7 na invertující vstup 8 operačního zesilovače 11, jehož neinvertující vstup 9 je uzemněn a jehož výstup 10 je připojen jednak na jeden vývod prvního zpětnovazebního kondenzátoru 12, jehož druhý vývod je spojen s invertujícím vstupem 8 operačního zesilovače 11, jednak na první kontakt 14 prvního spínače 15, jehož druhý kontakt 13 je rovněž spojen s invertujícím vstupem 8 operačního zesilovače 11 a jednak přes kondenzátor 16 na první kontakt 17 druhého přepínače 20, jehož druhý kontakt 18 je uzemněn a třetí kontakt 19 je připojen na invertující vstup 21 elektrometrického operačního zesilovače 24.

Zapojení podle vynálezu převádí elektrický proud na délku časového intervalu, kterou lze případně dále snadno převést na počet impulsů. Měření proudu v uvedeném zapojení má pět fází.

V první fázi je první kontakt 2 spojen s druhým kontaktem 3 prvního přepínače 5 a první kontakt 17 je spojen s druhým kontaktem 18 druhého přepínače 20. Dále je spojen druhý kontakt 13 s prvním kontaktem 14 prvního spínače 15 a druhý kontakt 26 s prvním kontaktem 27 druhého spínače 28. V této fázi se nastaví počáteční podmínky. Ve druhé fázi se spojí první kontakt 2 se třetím kontaktem 4 prvního přepínače 5 a druhý kontakt 26 a první kontakt 27 druhého spínače 28 se rozpojí.

Zůstanou spojeny první kontakt 17 s druhým kontaktem 18 druhého přepínače 20 a druhý kontakt 13 s prvním kontaktem 14 prvního spínače 15. Zdroj 1 měřeného proudu je tedy připojen na vstup integrátoru, tvořeného elektrometrickým operačním zesilovačem 24 a zpětnovazebním kondenzátorem 25. Dále uvažujeme například zápornou polaritu měřeného proudu. Napětí na výstupu 23 elektrometrického operačního zesilovače 24 bude narůstat. V okamžiku, kdy toto napětí překročí velikost prahového napětí zdroje 33, komparátor 32 překlápí řídicí obvod 35, který ovládá všechny kontakty, zajistí ukončení druhé fáze po době T_1 od tohoto okamžiku.

Ve třetí fázi je první kontakt 2 spojen s druhým kontaktem 3 prvního přepínače 5, první kontakt 17 zůstává spojen s druhým kontaktem 18 druhého přepínače 20, druhý kontakt 26 a první kontakt 27 druhého spínače 28 zůstávají rozpojeny a druhý kontakt 13 a první kontakt 14 prvního spínače 15 se rozpojí. Při záporném referenčním napětí začne na výstupu 10 operačního zesilovače 11, který tvoří spolu s kondenzátorem 12 a odporem 7 integrátor, lineárně narůstat napětí. Kondenzátorem 16 bude protékat proud uměrný velikosti kapacity kondenzátoru 16 a rychlosti změny napětí na výstupu 10. Ve čtvrté fázi zůstane první kontakt 2 spojen s druhým kontaktem 3 prvního přepínače 5, druhý kontakt 13 a první kontakt 14 prvního spínače 15 zůstanou rozpojeny, druhý kontakt 26 a první kontakt 27 druhého spínače 28 zůstanou také rozpojeny první kontakt 17 a třetí kontakt 19 druhého přepínače 20 se spojí.

Napětí na výstupu 23 elektrometrického operačního zesilovače 24 začne klesat. Za dobu T_2 poklesne na hodnotu prahového napětí zdroje 33, komparátor 32 překlápí a řídicí obvod 35 ukončí tuto fázi. V páté fázi zůstane první kontakt 2 spojen s druhým kontaktem 3 prvního přepínače 5, druhý kontakt 13 a první kontakt 14 prvního spínače 15 zůstanou rozpojeny, první kontakt 17 a druhý kontakt 18 druhého přepínače 20 se spojí a druhý kontakt 26 a první kontakt 27 druhého spínače 28 se spojí. Třetí a pátá fáze byly zařazeny z důvodů potlačení vlivu přechodových jevů při spínání kontaktů.

Označíme-li C_1 kapacitu kondenzátoru 12, C_2 kapacitu kondenzátoru 16, R velikost odporu 7 a U_{ref} velikost výstupního napětí zdroje 6 referenčního napětí, bude pro velikost měřeného proudu I_x zdroje 1 měřeného proudu platit vztah:

$$I_x = U_{ref} \cdot \frac{C_2}{R \cdot C_1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \quad (1)$$

Z tohoto vztahu vyplývá, že velikost měřeného proudu je uměrná době trvání čtvrté fáze T_2 a do jisté míry nezávisí na velikosti měřicího druhého zpětnovazebního kondenzátoru 25. Navíc lze citlivost zapojení měnit vhodnou volbou velikosti referenčního napětí U_{ref} a doby spínání T_1 bez přepínání měřicího elementu.

Zapojení pro měření malých proudů podle vynálezu představuje neobvyklý princip měření malých stejnosměrných elektrických proudů. Může se stát základem pikoampérmetrů řízených mikropočítačem a určených pro experimenty na výzkumných a vývojových pracovištích v řadě oblastí vědy a techniky, například ve fyzice pevných látek, v jaderné fyzice, chemii atd.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zapojení pro měření malých stejnosměrných elektrických proudů, vyznačující se tím, že zdroj (1) měřeného proudu je připojen k prvnímu kontaktu (2) prvního přepínače (5), jehož druhý kontakt (3) je uzemněn a třetí kontakt (4) je připojen jednak na invertující vstup (21) elektrometrického operačního zesilovače (24), jehož neinvertující vstup (22) je uzemněn a jehož výstup (23) je připojen jednak na jeden vývod druhého zpětnovazebního kondenzátoru (25), jehož druhý vývod je připojen na invertující vstup (21) elektrometrického operačního zesilovače (24), jednak na první kontakt (27) druhého spínače (28) a jednak na neinvertující vstup (29) komparátoru (32), na jehož invertující vstup (30) je připojen zdroj (33) prahového napětí, přičemž výstup (31) komparátoru (32) je spojen se vstupem (34)

řídícího obvodu (35), přitom zdroj (6) referenčního napětí je připojen přes odpor (7) na invertující vstup (8) operačního zesilovače (11), jehož neinvertující vstup (9) je uzemněn a jehož výstup (10) je připojen jednak na jeden vývod prvního zpětnovazebního kondenzátoru (12), jehož druhý vývod je spojen s invertující vstupem (8) operačního zesilovače (11), jednak na první kontakt (14) prvního spínače (15), jehož druhý kontakt (13) je rovněž spojen s invertujícím vstupem (8) operačního zesilovače (11) a jednak přes kondenzátor (16) na první kontakt (17) druhého přepínače (20), jehož druhý kontakt (18) je uzemněn a třetí kontakt (19) je připojen na invertující vstup (21) elektrometrického operačního zesilovače (24).

1 výkres

