



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

256146

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

G 01 J 1/44

(22) Přihlášeno 18 04 86

(21) PV 2844-86.M

(40) Zveřejněno 13 08 87

(45) Vydáno 15 12 88

(75)

Autor vynálezu

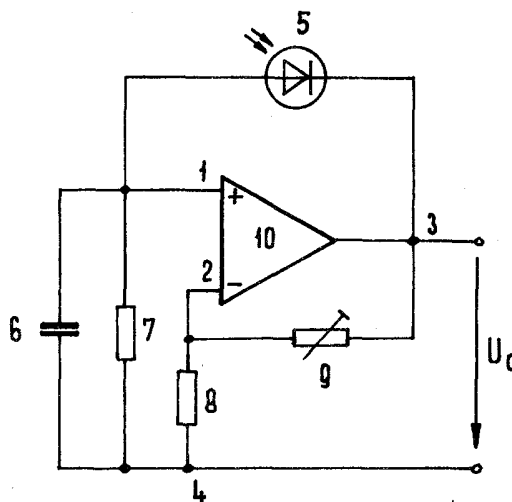
VLČEK ČESTMÍR doc. ing. CSc., BRNO

(54) Fotodetektor s kompenzací kapacity fotodiody

Zapojení řeší zvětšení šířky pásma fotodetektoru při použití velkoplošných fotodiód s přechodem PN.

Fotodetektor sestává z fotodiody, zapojené anodou k neinvertujícímu vstupu a katodou k výstupu operačního zesilovače, dále z prvního rezistoru a kondenzátoru, jejichž paralelní kombinace je připojena mezi neinvertující vstup a zemnicí svorku. Záporná zpětná vazba je tvořena druhým rezistorem, připojeným mezi invertující vstup a výstup operačního zesilovače. Vhodnou volbou hodnoty kondenzátoru a nastavením napětového zesílení operačního zesilovače pomocí změny poměru hodnot třetího rezistoru a druhého rezistoru, lze v přenosové funkci fotodetektoru vykompenzovat frekvenčně závislé členy, a tím zvětšit šířku pásma fotodetektoru.

Uvedeného zapojení může být využito při aplikaci fotodetektorů v průmyslových zařízeních, např. v čidlech pro měření neelektrických veličin, pro robotiku, navádění strojů pro zemní práce apod.



Obr. 1

Vynález se týká fotodetektoru s kompenzací kapacity fotodiody, umožňující obecně rozšíření frekvenčního rozsahu fotodetektoru, zvláště při použití velkoplošných fotodiod.

Jsou známy obvody fotodetektorů využívající fotodiody v různých pracovních režimech: fotodiodovém, fotodiodovém nakrátko, fotovoltaičtém a fotovoltaičtém naprázdno. Nejčastěji používané jsou první dva, ať již z hlediska malé kapacity fotodiody ve zpětném směru nebo vzhledem k lineární závislosti fotoproudu na zářivém toku při režimu nakrátko. Základním omezujícím faktorem z hlediska frekvenčního rozsahu fotodetektoru sestaveného z fotodiody a zesilovače je kapacita fotodiody, která spolu se vstupní kapacitou zesilovače a zatěžovacím odporem tvoří výslednou časovou konstantu fotodetektoru, určující jeho frekvenční vlastnosti.

V praxi vznikají požadavky na realizaci fotodetektorů s velkoplošnými fotodiodami, ať již v lineárním nebo kvadrantovém uspořádání pro řešení různých úloh navádění. Značná kapacita těchto diod omezuje frekvenční oblast jejich využití.

Účelem vynálezu je vytvořit fotodetektor, umožňující dosáhnout větší šířky pásma při použití fotodiod běžné konstrukce, např. křemíkových s přechodem PN.

Podstata fotodetektoru s kompenzací kapacity fotodiody podle vynálezu obsahující jednu fotodiodu, jeden operační zesilovač, jeden pomocný rezistor a jeden kondenzátor a dva rezistory pro nastavení napětového zesílení operačního zesilovače, spočívá v tom, že kapacita fotodiody je vykompenzována sumou kapacit připojených na vstup operačního zesilovače, přičemž konstantou pro dosažení rovnosti je napětové zesílení operačního zesilovače.

Stabilita fotodetektoru je dosaženo volbou hodnoty rezistoru připojeného mezi vstupní svorkou operačního zesilovače a zem.

Zapojení podle vynálezu umožňuje dosáhnout větší šířky pásma fotodetektoru s velkoplošnou fotodiodou s přechodem PN, než vykazují v praxi běžně používaná zapojení fotodetektorů. Zvětšení šířky pásma je způsobeno vykompenzováním kapacity fotodiody, která se na setrvačnosti fotodiody významně podílí. Další složky, podílející se na setrvačnosti fotodiody zejména difúze nosičů a doba potřebná k vyprázdnění ochuzené vrstvy fotodiody po skončení ozáření, nejsou postihnuty.

Na připojených výkresech je uvedeno zapojení fotodetektoru, kde na obr. 1 je schéma elektrického zapojení fotodetektoru podle vynálezu a na obr. 2 je schéma zapojení fotodetektoru podle vynálezu s náhradním obvodem fotodiody pro odvození výstupního napětí.

Na obr. 1 je znázorněno schéma zapojení fotodetektoru složeného z fotodiody 5, zapojené anodou k neinvertujícímu vstupu 1 a katodou k výstupu 3 operačního zesilovače 10, prvního rezistoru 7 a kondenzátoru 6 v paralelní kombinaci a připojených mezi neinvertující vstup 1 a zemnicí svorkou 4 operačního zesilovače 10. Druhý rezistor 8, připojený mezi invertující vstup 2 a zemnicí svorku 4 a třetí rezistor 9, připojený mezi invertující vstup 2 a výstup 3 operačního zesilovače 10, tvoří obvod záporné zpětné vazby.

V závislosti na dopadajícím zářivém toku prochází fotodiodou fotoelektrický proud, vytvářející úbytek napětí na vstupním odporu operačního zesilovače 10, v paralelní kombinaci s prvním rezistorem 7. Výstupní napětí je odebíráno mezi výstupem 3 a zemnicí svorkou 4. Kapacita fotodiody 5 je kompenzována vstupní kapacitou operačního zesilovače 10 spolu s kapacitou kondenzátoru 6 a to v závislosti na zesílení operačního zesilovače 10, které je možno nastavit zápornou zpětnou vazbou, tvořenou druhým rezistorem 8 a třetím rezistorem 9. Přitom stabilita celého obvodu je udržována vhodnou volbou hodnoty prvního rezistoru 7.

Na obr. 2 je fotodiody 5 nahrazena modelem, sestávajícím ze zdroje proudu I , vodivosti fotodiody G_d a kapacity fotodiody C_d .

Výstupní napětí U_o je dáno vztahem:

$$U_o = \frac{-AI}{-G - G_d - p/C + C_d/ + ApC_d + AG_d}$$

Při vhodné volbě napěťového zesílení A a pomocí kapacity C lze odstranit ze jmenovatele uvedeného výrazu frekvenčně závislé členy:

$$ApC_d - p/C + C_d/ = 0$$

$$A = \frac{C}{C_d} + 1$$

Aby byl zesilovač stabilní, musí být zbývající část jmenovatele nenulová:

$$-G - G_d + AG_d \neq 0$$

Po dosazení za A z předchozí podmínky vychází požadavek, aby např. G bylo větší než $G_d \cdot C/C_d$. Pro daný typ fotodiody 5 a operačního zesilovače 10 se dají obě podmínky splnit volbou C , G a A . Přitom se napěťové zesílení A nastaví zpětnou vazbou v invertujícím vstupu poměrem třetího rezistoru 9 a druhého rezistoru 8, kdy platí $A = R_B/R_A + 1$.

Při opačné polaritě fotodiody 5 se změní polarita výstupního napětí při stejné funkci ostatních prvků.

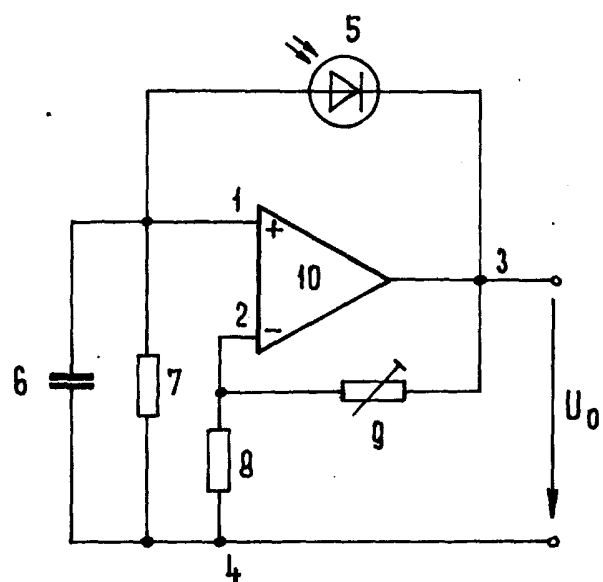
P Ř E D M Ě T V Y N Ā L E Z U

1. Fotodetektor s kompenzací kapacity fotodiody, vyznačený tím, že fotodiody 5/ je zapojena anodou na neinvertující vstup /1/ a katoda na výstup /3/ operačního zesilovače /10/, první rezistor /7/ a kondenzátor /6/ jsou spolu spojeny paralelně a připojeny mezi neinvertující vstup /1/ a zemnicí svorku /4/, přičemž druhý rezistor /8/ je připojen mezi invertující vstup /2/ a zemnicí svorku /4/ a třetím rezistorem /9/ je připojen mezi invertující vstup /2/ a výstup /3/ operačního zesilovače /10/.

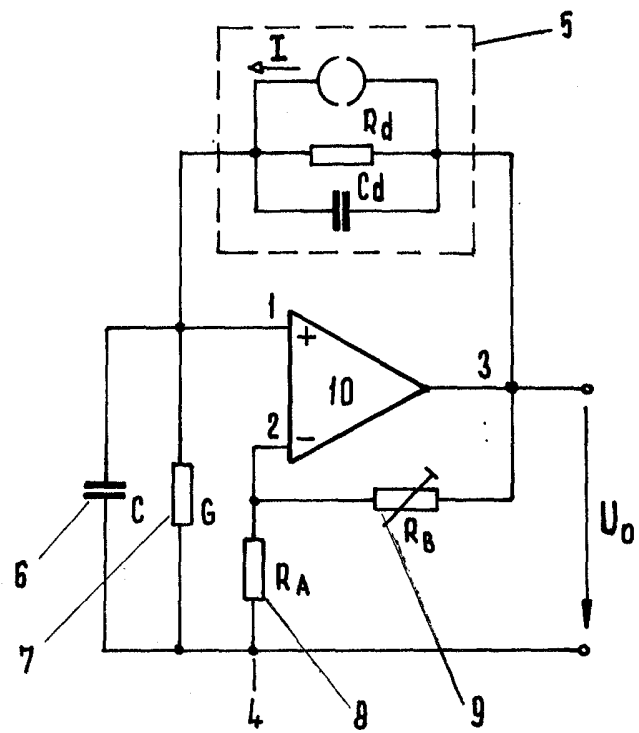
2. Fotodetektor podle bodu 1, vyznačený tím, že fotodiody 5/ je zapojena svou katodou na neinvertující vstup /1/ a anodou na výstup /3/ operačního zesilovače /10/.

2 výkresy

256146



0br. 1



Obr. 2