



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226 753

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 11 08 77
(21) PV 5312-77

(51) Int. Cl.³ G⁰⁵ F 1/10

(40) Zveřejněno 29 07 83
(45) Vydáno 01 08 85

(75)

Autor vynálezu MRÁZ ZDENĚK ing. CSc., BRNO

(54) Zapojení napěťově řízeného komparátoru s hysterézí

1

Vynález se týká komparátoru s hysterézí, u něhož je možno velikost hysterezní smyčky řídit změnou řídicího napětí.

Dosud známé komparátory s hysterézí se řídí změnou velikosti odporu ve zpětně kladené vazbě komparátoru. Takto řízený komparátor má omezené použití, protože řízení lze provádět pouze ručně.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zapojení napěťově řízeného komparátoru s hysterézí podle vynálezu, jehož podstatou je operační zesilovač se zpětnovazebními impedancemi zapojenými z výstupu na neinvertující a invertující vstup operačního zesilovače, přičemž do série alespoň s jednou zpětnovazební impedancí je zapojen nelineární prvek, na jehož vstup je připojena jednak řídicí impedance a jednak zpětnovazební impedance, přičemž řídicí impedance je svým druhým koncem spojena se svorkou řídicího napětí komparátoru a zpětnovazební impedance je spojena s výstupem komparátoru. Na vstup operačního zesilovače je připojena vstupní impedance, jejíž druhý konec je spojen se svorkou vstupního napětí komparátoru, přičemž výstup operačního zesilovače je současně výstupem řízeného komparátoru. Jako nelineárního prvku je použito např. diody, tyristoru, tranzistoru, nebo jiné nelinearity.

Použitím nelineární říditelné zpětné vazby z výstupu operačního zesilovače na jeho vstup se docílí toho, že velikost kladné zpětné vazby operačního zesilovače se mění lineárně v

závislosti na řídicím napětí. Protože zapojení operačního zesilovače s kladnou zpětnou vazbou se chová jako komparátor s hysterézí, získá se komparátor, jehož velikost hystereze je možno řídit řídicím napětím.

Na připojených výkresech jsou uvedeny čtyři příklady zapojení napěťově řízeného komparátoru s hysterézí, kde na obr. 1 je nakreslen řízený komparátor s nelineární kladnou zpětnou vazbou a na obr. 2 je jiné zapojení řízeného komparátoru s kladnou i zápornou zpětnou vazbou, přičemž řízení hystereze komparátoru je provedeno v záporné zpětné vazbě. Na obr. 3 je symetrické zapojení řízeného komparátoru se dvěma nelineárními kladnými zpětnými vazbami a na obr. 4 je uvedeno zapojení téhož komparátoru jako na obr. 3, ale s tzv. ideálními diodami. K obrázkům je připojena statická charakteristika komparátoru.

Vstupní napětí řízeného komparátoru se přivádí na svorku 1 a výstupní napětí se odebírá ze svorky 2 podle obr. 1. Řídicí napětí, jímž se řídí velikost hysterese smyčky komparátoru, je připojeno na svorku 8. Kladnou zpětnou nelineární vazbu tvoří zpětnovazební odpor 4 a dioda 6, jež jsou zapojeny z výstupu 2 na vstup operačního zesilovače 3 tím způsobem, že dioda 6 je jedním pólem připojena na vstup zesilovače 3, přičemž zpětnovazební odpor 4 a dioda 6 jsou spojeny do série. V důsledku nelineární kladné zpětné vazby je možno velikost této kladné zpětné vazby řídit řídicím napětím ze svorky 8 pomocí řídicího odporu 2. Odpor 2 je zapojen na svorku 8 a vzájemný spoj odporu 4 a diody 6. Statická charakteristika tohoto napěťově řízeného komparátoru je nakreslena na témže obrázku. Vstupní napětí U_1 přiváděné na operační zesilovač 3 přes vstupní odpor 7 ze svorky 1 je vynášeno na os X, na os Y je výstupní napětí komparátoru U_2 a řídicí napětí U_8 je jako parametr. Když řídicí napětí U_8 je nulové, komparátor má charakteristiku viz plně vytvářená čára. Pro kladné řídicí napětí $U_8 > 0$ se hysterese smyčka zvětšuje, pro záporné napětí $U_8 < 0$ se hysterese smyčka zmenšuje, jak je čárkovane naznačeno, až při určité hodnotě $U_8 < 0$ se komparátor chová jako komparátor bez hystereze. Místo diody 6 je možno použít tyristoru, tranzistoru apod.

Na obr. 2 je nakreslen jiný komparátor s kladnou a zápornou zpětnou vazbou, přičemž řízení komparátoru řídicím napětím se provádí v záporné zpětné vazbě. Značení jednotlivých částí komparátoru je stejné jako v předcházejícím případě podle obr. 1. Zpětnovazební odpor 4 je zapojen na výstup 2 operačního zesilovače 3 do série s diodou 6 a druhý pól diody je připojen na invertující vstup operačního zesilovače 3. Hlavní řídicí odpor 2 je spojený s řídicím napětím přivedeným na svorku 8 a druhý konec řídicího odporu 2 je zapojen na vzájemný spoj diody 6 a zpětnovazební odporu 4. Vstupní napětí komparátoru je připojeno na svorku 1 spolu se vstupním odporem 7, jehož druhý konec je připojen na vstup operačního zesilovače 3. Kladná vazba komparátoru je provedena zpětnovazebním odporem 2 zapojeným z výstupu 2 na neinvertující vstup operačního zesilovače 3. Statická charakteristika řízeného komparátoru je na obr. 2. Když řídicí napětí U_8 je nulové, komparátor má základní hysterese danou velikostí kladné zpětné vazby. Kladná i záporná zpětná vazba jsou zde stejné. Čárkovane je na diagramu vyznačen vliv řídicího napětí $U_8 < 0$, kterým se základní hysterese smyčka zvětšuje. Při kladném $U_8 > 0$ je komparátor náchylný ke kmitání a může pracovat jako oscilátor. Zapojení je vhodné doplnit kompenzací úbytku napětí na diodě 6

např. antiparalelním spojením diod v kladné zpětné vazbě.

Symetricky řízený komparátor je na obr. 3. Má zápornou zpětnou vazbu z výstupu 2 na vstup operačního zesilovače 3 provedenou zpětnovazebním odporem 14 a dvě kladné nelineární zpětné vazby.

Řídicím napětím připojeným na první svorku 8 se řídí komparátor ve spojení se vstupním odporem 7, zpětnovazebním odporem 4 a řídicím odporem 5 podle obr. 1. Druhá kladná zpětná vazba je provedena zapojením zpětnovazebního odporu 10 z výstupu 2 komparátoru na vstup - řídicí elektrodu - nelineárního prvku např. tranzistoru, tyristoru 12 analogového multiplexoru, přičemž jeden pól nelineárního prvku je spojen se vstupem operačního zesilovače 3 a druhý pól nelineárního prvku je spojen s řídicím odporem 11, jehož druhý konec je připojen na druhou svorku 13 řídicího napětí.

Pro případ, že záporná zpětná vazba je stejně velká jako kladná zpětná vazba jsou na obr. 3 nakresleny statické charakteristiky tohoto řízeného komparátoru. Pro $U_8 = U_{13} = 0$ komparátor nemá hysterezi. Napětím $U_8 = 0$ a $U_{13} = 0$ se řídí velikost hysteretické smyčky komparátoru, jak je čárkovně naznačeno.

Symetrický komparátor řízený napětím U_8 , U_{13} přiváděným na svorky 8, 13 s tzv. ideálními diodami podle obr. 4 se chová stejně jako komparátor na obr. 3. Ideální diody představované známým zapojením s operačními zesilovači 17, 24, odpory 15, 19, 18 a diodami 21, 22, 23 umožňují dosáhnout lineárních závislostí mezi řídicími napětími U_8 , U_{13} a šířkou hysteretické smyčky, neboť samotná dioda má v propustném směru úbytek napětí, který působí rušivě na tuto linearitu. Na obr. 4 jsou uvedeny dvě možnosti zapojení ideální diody. Odpory 4, 10, 16, 20 jsou zpětnovazební impedance a odpory 5, 11 představují řídicí impedance. Ideálních diod a polovodičových prvků je možno použít i ve všech ostatních uvedených případech a tím dosáhnout lineární závislosti mezi řídicím napětím a šířkou hysteretické smyčky. Místo odporů uvedených na obrázcích se použitím impedancí dosáhne požadovaných dynamických vlastností řízeného komparátoru. V závislosti na řídicím napětí komparátor může pracovat jako oscilátor, komparátor může měnit strukturu přenosu, může přecházet z komparačního režimu na režim zesilovací, tzn. může pracovat jako např. adaptivní regulátor při vhodně volených kladných i záporných zpětných vazbách. Komparátor může mít reléovou statickou charakteristiku s řízeným napětím přitahu a odpadu. Ve všech případech může být komparátor řízen proudem místo napětím a jako polovodičových prvků může být použito analogových multiplaxorů. Úbytek napětí na diodě 6 podle obr. 2, 3 je vhodné kompenzovat v kladné zpětné vazbě podle obr. 2 nebo v záporné zpětné vazbě podle obr. 3 např. antiparalelním zapojením diod.

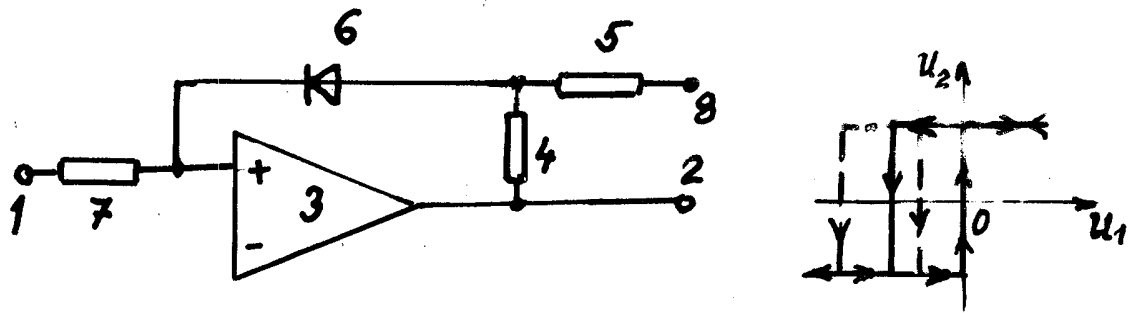
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zapojení napěťově řízeného komparátoru s hysterezí, s operačním zesilovačem, se zpětnou vazbou, se zpětnovazebními impedancemi zapojenými z výstupu na vstup operačního zesilovače vyznačené tím, že svorka vstupního napětí (1) řízeného komparátoru je připojena na vstupní impedanci (7), jejíž druhý konec je spojen se invertujícím nebo neinvertujícím vstupem operačního zesilovače (3), přičemž výstup (2) operačního zesilovače (3) je současně výstupem řízeného komparátoru, kde do série s alespoň jednou zpětnovazební impedancí (4, 10, 16, 20) je zapojen nelineární prvek (6, 12), na jehož vstup je při-

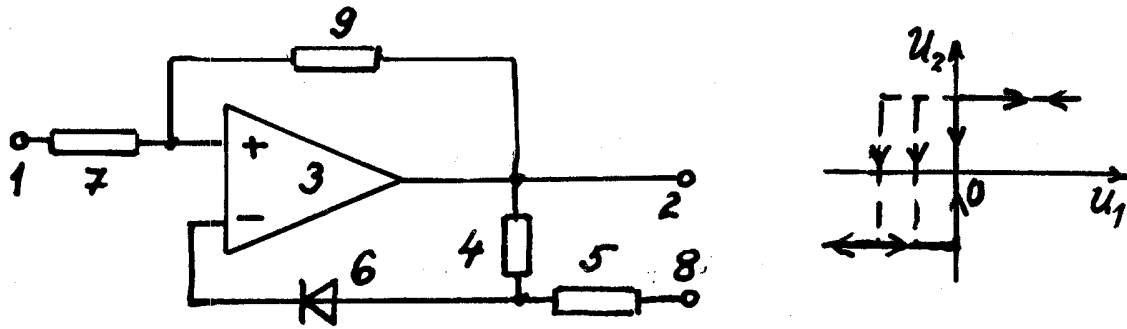
pojena jednak řídící impedance (5, 11) a jednak zpětnovazební impedance (4, 10), přičemž řídící impedance (5, 11) je svým druhým koncem spojena se svorkou (8, 13) řídícího napětí komparátoru a zpětnovazební impedance (4, 10) je svým druhým koncem spojena s výstupem (2) komparátoru.

2. Zapojení řízeného komparátoru podle bodu 1 vyznačené tím, že nelineární prvek je tvořen diodou (6) zapojenou jedním pólem na vstup operačního zesilovače (3) a druhým pólem na vzájemný spoj zpětnovazební impedance (4) a řídící impedance (5).
3. Zapojení řízeného komparátoru podle bodu 1 vyznačené tím, že nelineární prvek je zapojen svým výstupem do série se zpětnovazební impedancí (16, 20), přičemž druhý konec zpětnovazební impedance (16, 20) je spojen se vstupem operačního zesilovače (3), kde na vstup nelineárního prvku je zapojena jednak řídící impedance (5, 11) a jednak zpětnovazební impedance (4, 10), přičemž nelineární prvek tvoří zapojení dalšího operačního zesilovače (17, 24), z jehož výstupu na jeho invertující vstup je zapojena dioda (21, 22, 23) v sérii s odporem (15, 18, 19), kde výstupem nelineárního prvku je vzájemný spoj odporu (15, 18) a diody (21, 23) a vstupem nelineárního prvku je vstup tohoto dalšího operačního zesilovače (17, 24).
4. Zapojení řízeného komparátoru podle bodu 1, vyznačené tím, že nelineární prvek je tvořen tranzistorem nebo tyristorem (12) zapojeným jedním svým pólem na vstup operačního zesilovače (3) a druhým svým pólem na řídící impedanci (11), kde zpětnovazební impedance (10) je připojena na řídící elektrodu tranzistoru nebo tyristoru (12), přičemž druhý konec zpětnovazební impedance (10) je spojen s výstupem (2) komparátoru.

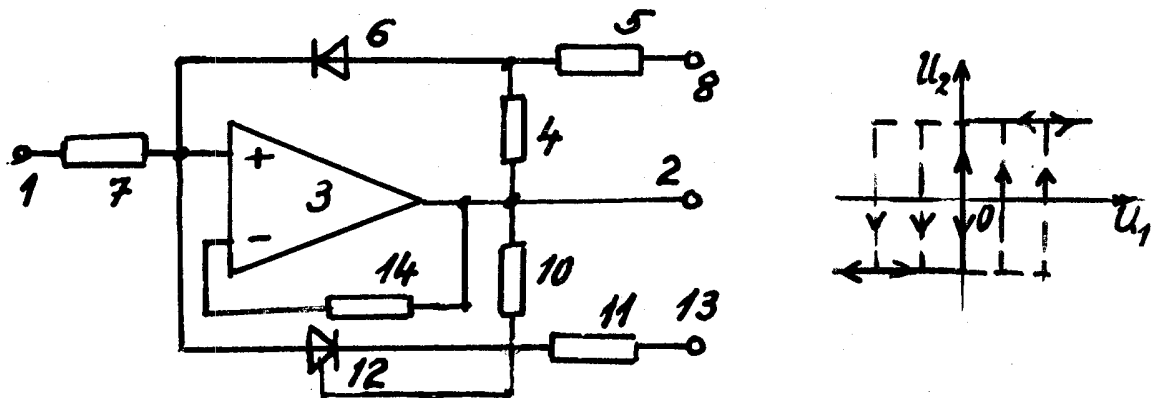
1 výkres



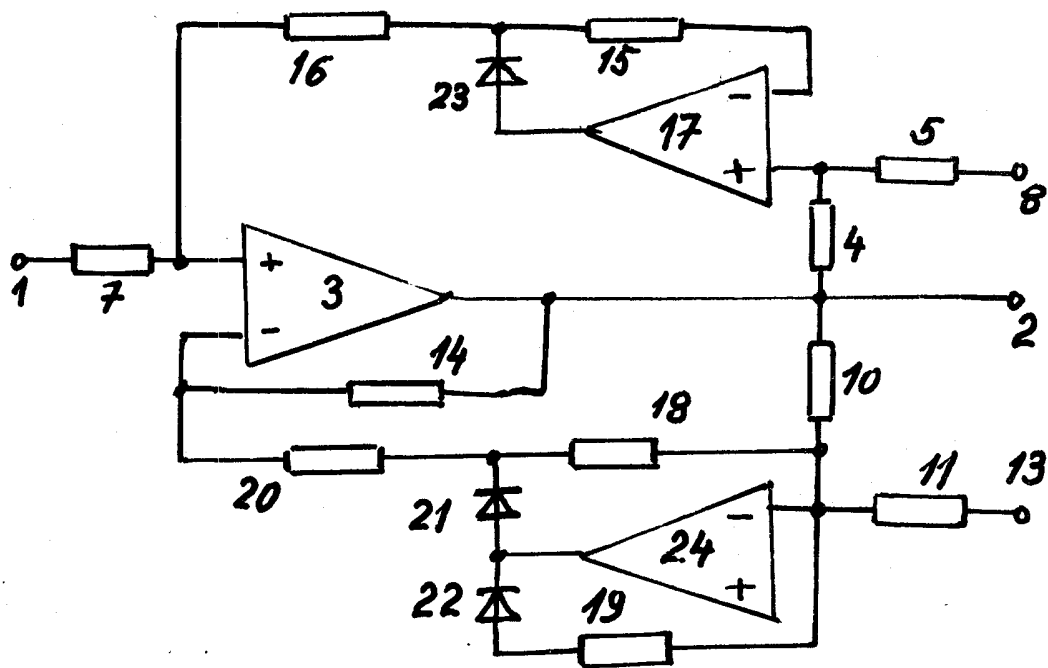
OBR.1.



OBR.2.



OBR.3.



OBR.4.