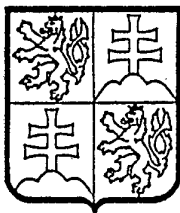


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

PATENTOVÝ SPIS 276 043

(21) Číslo přihlášky : 7584-89.G

(22) Přihlášeno : 29 12 89

(30) Prioritní data :

(13) Druh dokumentu : B6

(51) Int. Cl.⁵ :
H 03 K 4/08

(40) Zveřejněno : 16 07 91

(47) Uděleno : 22 01 92

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku : 18 03 92

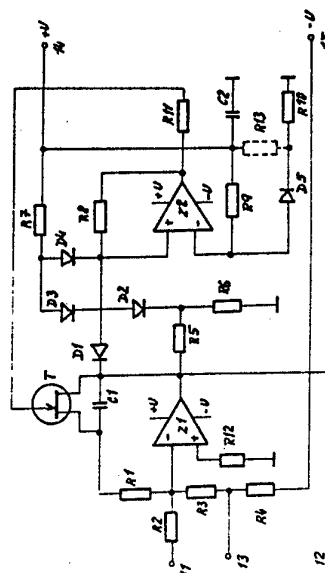
(73) Majitel patentu : TESLA KOLÍN s.p., KOLÍN

(72) Původce vynálezu : MAŠÍN ZDENĚK ing., ČESKÝ BROD

(54) Název vynálezu : Zapojení generátoru pilového napětí pro
rozmítání napěťově řízeného oscilátoru

(57) Anotace :

Zapojení lze využít v synchronním fázovém detektoru leteckého radiokompasu v dlouhovlnném a středovlnném pásmu. Zaručuje neměnnou funkci ve velkém rozsahu teplot při dosažení stabilního velkého rozkmitu výstupního pilového průběhu o stabilním kmitočtu. Mezi podstatné prvky zapojení patří první operační zesilovač (Z1), který má mezi svým výstupem a invertujícím vstupem zapojenu zpětnou vazbu z prvního rezistoru (R1) a prvního kondenzátoru (C1). Z výstupu druhého operačního zesilovače (Z2) je potom připojen jednak osmý rezistor (R8) na jeho invertující vstup, jednak přes jedenáctý rezistor (R11) řídicí elektroda tranzistoru (T), jehož emitor je připojen mezi první rezistor (R1) a první kondenzátor (C1), a jehož kolektor je připojen k výstupu prvního operačního zesilovače (Z1), zatímco jeho invertující vstup je připojen přes rezistory ke vstupním svorkám (11), (13) zapojení a k zápornému napěťovému zdroji -U, je jeho výstup připojen na výstupní svorku (12) pro připojení napěťově řízeného oscilátoru (2). V zapojení jsou první a čtvrtá dioda (D1), (D4) funkční, ostatní diody jsou zapojeny jako teplotní kompenzace v zapojení.



obr. 2

Vynález se týká zapojení generátoru pilového napětí pro rozmítání napěťově řízeného oscilátoru s využitím v synchronním fázovém detektoru leteckého radiokompasu v dlouhovlnném a středovlnném pásmu.

Generátor pilového napětí se používá tam, kde je požadováno řízení kmitočtu oscilátoru stejnosměrným napětím a rychlé zavěšení volně kmitajícího oscilátoru na pilotní kmitočet.

Dlouhovlnné a středovlnné letecké radiokompasy používají pro přenos směrové informace amplitudovou nebo fázovou modulaci. U moderních leteckých radiokompasů se s výhodou užívá modulace fázové. Dosahuje se lepšího odstupu detekovaného signálu od šumu při větší odolnosti na amplitudovém rušení. Vstupní díly leteckého radiokompasu se řeší jako širokopásmové s mezifrekvenčí na vyšším kmitočtu, například 10,7 MHz, pro dosažení lepšího potlačení mezifrekvenčních a zrcadlových kmitočtů. Vzhledem k vysokému mezifrekvenčnímu kmitočtu a pro dosažení vysoké stability v rozsahu teplot je referenční oscilátor fázového závěsu krystalem řízený s dolaďováním výstupním napětím fázového detektoru.

Dolaďování krystalem řízeného oscilátoru se obvykle provádí kapacitní diodou. Pro snadné zachycení oscilátoru a zasynchronizování na vstupní řídicí kmitočet fázového synchronního detektoru je vhodné oscilátor přeladovat - rozmítat generátorem pilového napětí, který je odpojen, nebo jehož činnost je přerušena v okamžiku zasynchronizování oscilátoru. Po zasynchronizování je důležité, aby napěťově řízený oscilátor byl řízen, to jest dolaďován pouze stejnosměrnou výstupní složkou fázového detektoru a nebyl ovlivňován obvody generátoru pilového napětí. Pokud je generátor pilového napětí řešen samostatně, nastávají určité problémy, které vedou ke složitosti řešení při přepínání, odepínání, zapínání nebo vypínání pilového generátoru při rozsynchronizování nebo zasynchronizování napěťově řízeného oscilátoru ve spojení napěťově řízeného oscilátoru s výstupem fázového detektoru. Generátor pilového napětí může být součástí synchronního fázového detektoru, kdy v zasynchronizovaném stavu pracuje jako stejnosměrný integrační zesilovač, který je vstupem připojen na výstup fázového detektoru a výstupem připojen na dolaďovací kapacitní diodu napěťově řízeného oscilátoru. V těchto známých kombinovaných řešeních se obvykle obtížně stanovují horní a dolní meze napětí rozmítání s jejich teplotní stálostí, a tím i kmitočet rozmítání.

Uvedené nedostatky zmírňuje zapojení generátoru pilového napětí pro rozmítání napěťově řízeného oscilátoru s první vstupní svorkou připojenou k výstupu synchronního fázového detektoru a výstupní svorkou připojenou na řídicí vstup napěťově řízeného oscilátoru, přičemž ke druhé vstupní svorce je připojen spínač pro vypínání rozmítání podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že první operační zesilovač je svým neinvertujícím vstupem připojen přes dvanáctý rezistor k zemi a svým invertujícím vstupem jednak přes sériové spojení prvního rezistoru a prvního kondenzátoru ke svému vstupu, jednak přes druhý rezistor k první vstupní svorce a jednak přes první dělič sestávající z třetího a čtvrtého rezistoru ke svorce záporného napěťového zdroje - U. Střed prvního děliče je vyveden ke druhé vstupní svorce, zatímco výstup prvního operačního zesilovače je připojen jednak k výstupní svorce, jednak přes druhý dělič, skládající se z pátého a šestého rezistoru k zemi, jednak kolektoru tranzistoru, jehož emitor je připojen do bodu spojení prvního rezistoru s prvním kondenzátorem a jednak ke katodě první diody, jejíž anoda je připojena k neinvertujícímu vstupu druhého operačního zesilovače, jehož invertující vstup je připojen jednak k anodě páté diody, jejíž katoda je připojena přes desátý rezistor k zemi, a jednak přes devátý rezistor ke svorce kladného napěťového zdroje +U, ke které je připojen dále jednak první konec druhého kondenzátoru, jehož druhý konec je připojen k zemi a jednak první konec sedmého rezistoru, jehož druhý konec je připojen k anodě třetí diody, jejíž katoda je připojena k anodě druhé diody, jejíž katoda je připojena do středu druhého děliče. K neinvertujícímu vstupu druhého operačního zesilovače jsou připojeny ještě jednak katoda čtvrté diody, jejíž anoda je připojena k anodě třetí diody a jednak první konec osmého rezistoru připojeného svým druhým koncem k výstupu druhého operačního zesilovače, ke kterému je připojen ještě první konec jedenáctého rezistoru, jehož druhý konec je připojen k řídicí

elektrodě tranzistoru.

Vyšší účinky zapojení generátoru pilového napětí pro rozmitání napěťově řízeného oscilátoru podle vynálezu lze spatřovat v jednoduchosti zapojení generátoru pilového napětí, který je zároveň součástí synchronního fázového detektoru, kde dokonalá teplotní kompenzace dolní a horní meze úrovně napětí výstupního pilového průběhu při rozmitání zaručuje neměnnou funkci ve velkém rozsahu teplot při dosažení stabilního velkého rozkmitu výstupního pilového průběhu o stabilním kmitočtu.

Na připojených výkresech je znázorněno na obr. 1 blokové schéma generátoru pilového napětí pro rozmitání napěťově řízeného oscilátoru ve smyčce zpětné vazby fázového detektoru a na obr. 2 je podrobné schéma zapojení vlastního generátoru pilového napětí pro rozmitání napěťově řízeného oscilátoru podle vynálezu.

Zapojení generátoru pilového napětí pro rozmitání napěťově řízeného oscilátoru 2 připojeného k výstupní svorce 12 zapojení ve smyčce zpětné vazby synchronního fázového detektoru 4 připojeného svým výstupem k první vstupní svorce 11 zapojení se spínačem 5 pro vypínání rozmitání připojeným ke druhé vstupní svorce 13 je provedené konkrétně tak, že první operační zesilovač Z1 je svým neinvertujícím vstupem připojen přes dvanáctý rezistor R12 k zemi a svým invertujícím vstupem jednak přes sériové spojení prvního rezistoru R1 a prvního kondenzátoru C1 ke svému výstupu, jednak přes druhý rezistor R2 k první vstupní svorce 11 a jednak přes první dělič R3, R4 sestávající z třetího rezistoru R3 a čtvrtého rezistoru R4 ke svorce 15 záporného napěťového zdroje -U, přičemž střed prvního děliče R3, R4 je vyveden ke druhé vstupní svorce 13, zatímco výstup prvního operačního zesilovače Z1 je připojen jednak k výstupní svorce 12, jednak přes druhý dělič R5, R6, skládající se z pátého rezistoru R5 a šestého rezistoru R6 k zemi, jednak ke kolektoru tranzistoru T, jehož emitor je připojen do bodu spojení prvního rezistoru R1 s prvním kondenzátorem C1 a jednak ke katodě první diody D1, jejíž anoda je připojena k neinvertujícímu vstupu druhého operačního zesilovače Z2, jehož invertující vstup je připojen jednak k anodě páté diody D5, jejíž katoda je připojena před desátý rezistor R10 k zemi a jednak přes devátý rezistor R9 ke svorce 14 kladného napěťového zdroje +U, ke které je připojen dále jednak první konec druhého kondenzátoru C2, jehož druhý konec je připojen k zemi a jednak první konec sedmého rezistoru R7, jehož druhý konec je připojen k anodě třetí diody D3, jejíž katoda je připojena k anodě druhé diody D2, jejíž katoda je připojena do středu druhého děliče R5, R6, přičemž k neinvertujícímu vstupu druhého operačního zesilovače Z2 jsou připojeny ještě jednak katoda čtvrté diody D4, jejíž anoda je připojena k anodě třetí diody D3 a jednak první konec osmého rezistoru R8, připojeného svým druhým koncem k výstupu druhého operačního zesilovače Z2, ke kterému je připojen ještě první konec jedenáctého rezistoru R11, jehož druhý konec je připojen k řídicí elektrodě tranzistoru T.

Odlišná, účinná varianta zapojení teplotní kompenzace má připojen první konec třináctého rezistoru R13 mezi katodu páté diody D5 a první konec desátého rezistoru R10, přičemž druhý konec třináctého rezistoru R13 je připojen ke kladnému napěťovému zdroji +U.

Ve stavu, kdy napěťově řízený oscilátor 2 není zasynchronizován na vstupní signál, v našem případě mezifrekvenční o kmitočtu 3,2 MHz, který je fázově modulován kmitočtem směrové informace 108 MHz, se přivádí vstupní signál na vstup synchronního fázového detektoru 4. Vstupní signál se zároveň přivádí na synchronní detektor 3 shody fáze, který pro svoji funkci využívá zároveň signálu z napěťově řízeného oscilátoru 2. Výstup synchronního detektoru 3 shody fáze nedává povel k sepnutí spínače 5, protože vstupní signál nemá shodnou fázi ani kmitočet se signálem z napěťově řízeného oscilátoru 2. Spínač 5 není sepnut, invertující vstup prvního operačního zesilovače Z1 dostává přes třetí a čtvrtý rezistor R3, R4 záporné napětí oproti zemi i vůči uzemněnému neinvertujícímu vstupu prvního operačního zesilovače Z1. Výstup prvního operačního zesilovače Z1 má proto snahu zaujmout kladné napětí kladného napěťového zdroje +U. Rychlému dosažení kladného napětí brání zpětná vazba prvním kondenzátorem C1 v sérii s prvním rezistorem R1 zapojená mezi výstup a invertující

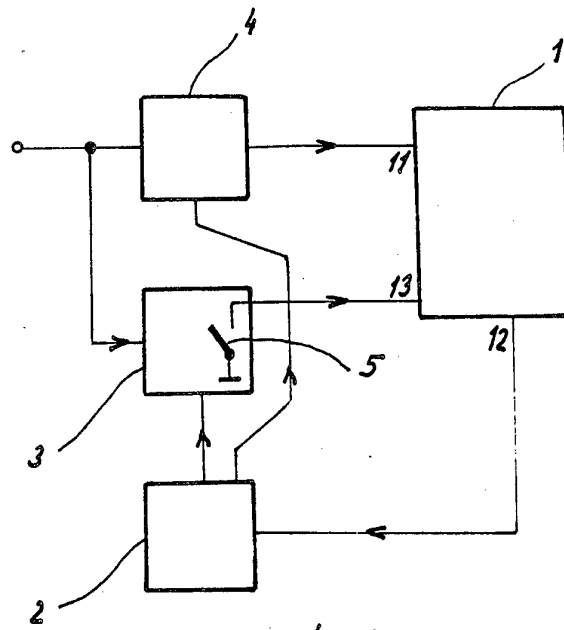
vstup prvního operačního zesilovače Z1. Napětí na výstupu prvního operačního zesilovače Z1 postupně narůstá tak, jak se nabíjí první kondenzátor C1. Tranzistor T je v nevodivém stavu - rozeprnutý, protože jeho řídicí elektroda dostává přes jedenáctý rezistor R11 z výstupu druhého operačního zesilovače Z2 záporné napětí, předpokládáme a popisujeme takovýto stav. Až výstup prvního operačního zesilovače Z1 dosáhne předem dohodnuté, nastavené hodnoty, je to horní mez stejnosměrného napětí rozmítání, daná dělicím poměrem pátého a šestého rezistoru R5, R6, který dělí výstupní stejnosměrné napětí na výstupu prvního operačního zesilovače Z1. Se zvětšováním napětí na děliči z pátého a šestého rezistoru R5, R6 dochází ke zvyšování napětí v uzlu třetí a čtvrté diody D3, D4 a sedmého rezistoru R7, protože druhou a třetí diodou D2, D3 protéká stejnosměrný proud z kladného napěťového zdroje +U přes sedmý rezistor R7 o velké hodnotě do poměrně tvrdého děliče z pátého a šestého rezistoru R5, R6 z rezistorů o menší hodnotě. Podělené výstupní napětí z výstupu prvního operačního zesilovače Z1 děličem z pátého a šestého rezistoru R5, R6 se tímto nepatrným proudem prakticky nezmění. Přes čtvrtou diodu D4 se toto kladné narůstající napětí v uzlu třetí a čtvrté diody D3, D4 a sedmého rezistoru R7 dostává na neinvertující vstup druhého operačního zesilovače Z2. Až překročí napětí na neinvertujícím vstupu druhého operačního zesilovače Z2 napětí na jeho invertujícím vstupu, dané děličem tvořeným devátým rezistorem R9, pátou diodou D5 a desátým rezistorem R10, napětí na výstupu druhého operačního zesilovače Z2 se překlápí ze záporného napětí na kladné napětí dané přibližně kladným napěťovým zdrojem +U. K rychlému překlopení dojde vlivem kladné vazby osmým rezistorem R8 z výstupu druhého operačního zesilovače Z2 na neinvertující vstup druhého operačního zesilovače Z2. Z výstupu druhého operačního zesilovače Z2 se dostává kladné napětí přes jedenáctý rezistor R11 na řídicí elektrodu spínacího tranzistoru T řízeného polem. Tranzistor T sepne, první kondenzátor C1 se vybiže, kladné napětí z výstupu prvního operačního zesilovače Z1 se dostává přes první rezistor R1 na invertující vstup prvního operačního zesilovače Z1. Napětí na výstupu prvního operačního zesilovače Z1 se snaží skokem, velice rychle, zaujmout hodnotu blízkou nule, odpovídající stavu, kdy vzhledem k hodnotám prvního až čtvrtého rezistoru R1, R2, R3, R4, popřípadě vzhledem k okamžité hodnotě stejnosměrného napětí na výstupu synchronního fázového detektoru 4 bude mezi invertujícím vstupem a neinvertujícím vstupem prvního operačního zesilovače Z1 nulové napětí. Této hodnoty ovšem nedosáhne, protože výstupní napětí z výstupu prvního operačního zesilovače Z1 přes první diodu D1 na neinvertující vstup druhého operačního zesilovače Z2 překlápí výstup druhého operačního zesilovače Z2 z kladné hodnoty do záporné hodnoty napětí. K tomuto překlopení dojde pokud výstupní napětí na výstupu prvního operačního zesilovače Z1 bude menší, než napětí na invertujícím vstupu druhého operačního zesilovače Z2 dané děličem z devátého a desátého rezistoru R9, R10. K rychlému překlopení napětí na výstupu druhého operačního zesilovače Z2 dojde vlivem kladné zpětné vazby z výstupu operačního zesilovače Z2 na neinvertující vstup druhého operačního zesilovače Z2 osmým rezistorem R8. Záporné napětí z výstupu druhého operačního zesilovače Z2 se dostává přes jedenáctý rezistor R11 na řídicí elektrodu tranzistoru T. Tranzistor T se zavře - rozeprne, přeruší se galvanické spojení výstupu prvního operačního zesilovače Z1 s invertujícím vstupem prvního operačního zesilovače Z1, který je přes třetí a čtvrtý rezistor R3, R4 připojen na záporný napěťový zdroj -U. Na výstupu prvního operačního zesilovače Z1 narůstá napětí a děj se opakuje. Rozmítání má pilový charakter, kmitočet závisí na časových konstantách, volbě prvního až čtvrtého rezistoru R1, R2, R3, R4, první kapacity C1 a na nastavení hodnot napěťových mezí rozmítání, přičemž dolní mez je dána děličem z devátého a desátého rezistoru R9, R10 a horní mez je dána děličem z pátého a šestého rezistoru R5, R6 vzhledem k děliči z devátého a desátého rezistoru R9, R10. První a čtvrtá dioda D1, D4 jsou funkční. Pro dolní mez napětí při rozmítání je funkční první dioda D1 teplotně kompenzována pátou diodou D5 v děliči z devátého a desátého rezistoru R9, R10. Pro horní mez napětí při rozmítání je funkční čtvrtá dioda D4 teplotně kompenzována třetí diodou D3 a již zapojená pátá dioda D5 je kompenzována druhou diodou D2.

Ve stavu zasynchronizování synchronního fázového detektoru 4 a napěťově řízeného osci-

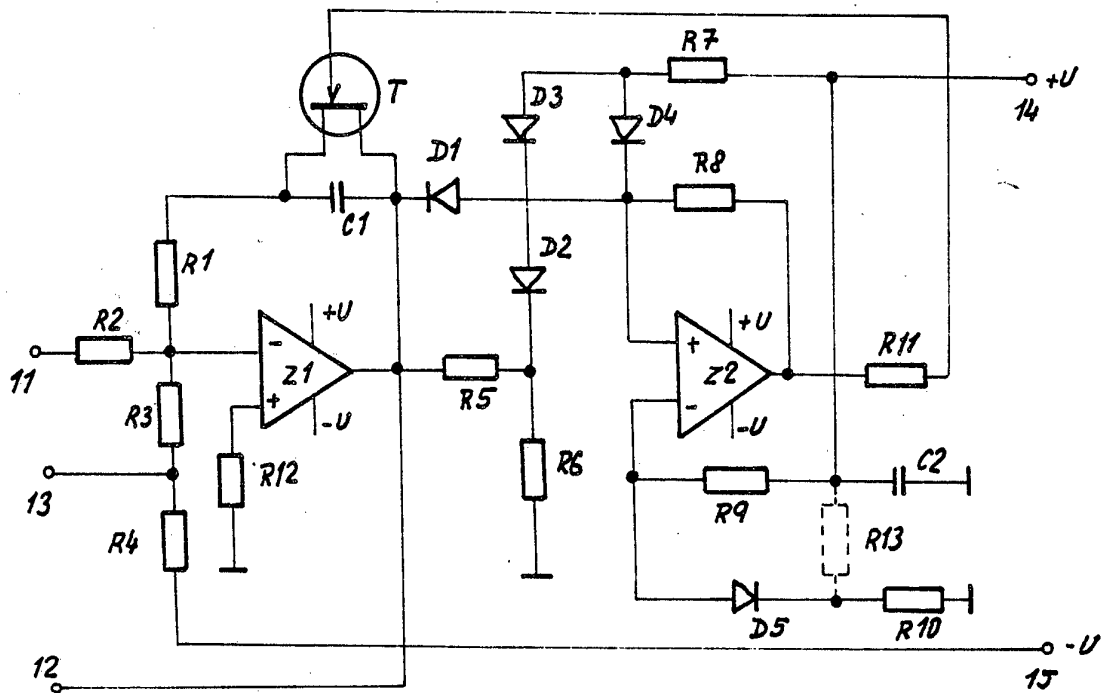
látoru 2 dochází při rozmítání, při plynulém nárůstu stejnosměrného napětí na výstupu prvního operačního zesilovače Z1 od dolní meze napětí směrem po horní mez napětí pilového průběhu k plynulému přeladování napěťově řízeného oscilátoru 2. V okamžiku shody kmitočtu a fáze napěťově řízeného oscilátoru 2 se vstupním řídicím kmitočtem synchronního fázového detektoru 4 zareaguje synchronní detektor 3 shody fáze a sepne spínač 5. Tím se zruší záporné předpětí pro invertující vstup prvního operačního zesilovače Z1 a invertující vstup i neinvertující vstup prvního operačního zesilovače Z1 jsou prakticky na stejném potenciálu, a to nulovém. Rozmítání se zastaví s výstupním napětím na výstupu prvního operačního zesilovače Z1, které bylo v okamžiku shody kmitočtu a fáze napěťově řízeného oscilátoru 2 se vstupním řídicím kmitočtem synchronního fázového detektoru 4. Napěťově řízený oscilátor 2 je držen v synchronismu, první operační zesilovač Z1 pracuje jako integrační zesilovač výstupního napětí z synchronního fázového detektoru 4 a svým výstupním napětím na výstupu prvního operačního zesilovače Z1 dolaďuje napěťově řízený oscilátor 2. Smyčka zpětné vazby fázového závěsu je uzavřena pokud vstupní signál neklesne pod prahovou hodnotu a nebo se smyčka nerozpadne vnější poruchou. Po rozpadnutí smyčky není sepnut spínač 5 ze synchronního detektoru 3 shody fáze a uvede se do činnosti opět rozmítání.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

Zapojení generátoru pilového napětí pro rozmítání napěťově řízeného oscilátoru s první vstupní svorkou připojenou k výstupu synchronního fázového detektoru a výstupní svorkou připojenou na řídicí vstup napěťově řízeného oscilátoru, přičemž ke druhé vstupní svorce je připojen spínač pro vypínání rozmítání, vyznačující se tím, že první operační zesilovač (Z1) je svým neinvertujícím vstupem připojen přes dvanáctý rezistor (R12) k zemi a svým invertujícím vstupem jednak přes sériové spojení prvního rezistoru (R1) a prvního kondenzátoru (C1) ke svému výstupu, jednak přes druhý rezistor (R2) k první vstupní svorce (11) a jednak přes první dělič (R3, R4) sestávající z třetího rezistoru (R3) a čtvrtého rezistoru (R4) ke svorce (15) záporného napěťového zdroje -U, přičemž střed prvního děliče (R3, R4) je vyveden ke druhé vstupní svorce (13), zatímco výstup prvního operačního zesilovače (Z1) je připojen jednak k výstupní svorce (12), jednak přes druhý dělič (R5, R6) skládající se z pátého rezistoru (R5) a šestého rezistoru (R6) k zemi, jednak ke kolektoru tranzistoru (T), jehož emitor je připojen do bodu spojení prvního rezistoru (R1) s prvním kondenzátorem (C1) a jednak ke katodě první diody (D1), jejíž anoda je připojena k neinvertujícímu vstupu druhého operačního zesilovače (Z2), jehož invertující vstup je připojen jednak k anodě páté diody (D5), jejíž katoda je připojena přes desátý rezistor (R10) k zemi a jednak přes devátý rezistor (R9) ke svorce (14) kladného napěťového zdroje +U, ke které je připojen dále jednak první konec druhého kondenzátoru (C2), jehož druhý konec je připojen k zemi a jednak první konec sedmého rezistoru (R7), jehož druhý konec je připojen k anodě třetí diody (D3), jejíž katoda je připojena k anodě druhé diody (D2), jejíž katoda je připojena do středu druhého děliče (R5, R6), přičemž k neinvertujícímu vstupu druhého operačního zesilovače (Z2) jsou připojeny ještě jednak katoda čtvrté diody (D4), jejíž anoda je připojena k anodě třetí diody (D3) a jednak první konec osmého rezistoru (R8) připojeného svým druhým koncem k výstupu druhého operačního zesilovače (Z2), ke kterému je připojen ještě první konec jedenáctého rezistoru (R11), jehož druhý konec je připojen k řídicí elektrodě tranzistoru (T).



obr. 1



obr. 2