



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

208432
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 03 B 5/08

(22) Přihlášeno 29 11 79
(21) (PV 8232-79)

(40) Zveřejněno 31 12 80

(45) Vydáno 01 02 84

(75)

Autor vynálezu

OBERMAJER PETR ing. CSc., BRNO

(54) Napěťově řízený gyrátorový generátor harmonických kmitů

Vynález se týká napěťově řízeného gyrátorového generátoru harmonických kmitů.

V mnohých elektronických obvodech se používají generátory harmonických kmitů, pracující v kmitočtové oblasti řádově hertzu až desítek kilohertzů. Tyto generátory jsou podle účelu a požadovaného kmitočtu konstruovány jako LC generátory, nebo častěji jako RC generátory s RC členem ve zpětné vazbě. Jejich nevýhodou, především LC generátorů je, že při konstrukci elektronických obvodů, zejména pro nízké kmitočty, dosahují jejich pasivní prvky neúnosných rozměrů. Například rozměry induktoru LC generátoru mohou vzhledem k požadavkům na kvalitu LC obvodu generátoru dosahovat značných hodnot, takže zmíněné indukty se většině případů nelze úspěšně aplikovat přímo do integrovaných obvodů.

K odstranění těchto nevýhod byla vyvinuta řada elektronických obvodů – syntetických induktorů, které se chovají obdobně jako klasické indukty, avšak neobsahují cívky. Tyto syntetické indukty obsahují jeden nebo více gyrátorů, přičemž k aplikaci v generátorech kmitů lze použít gyrátor pouze v takovém uspořádání, které umožňuje vytvoření nulové, případně záporné reálné složky jeho vstupní admitance.

Nevýhodou těchto obvodů generátorů kmitů

zahrnujících gyrátory je, že při řízení kmitočtu generovaných kmitů generátoru změnou přenosové veličiny jednoho nebo obou dílčích řízených zdrojů gyrátoru dochází k výrazné změně amplitudy generovaných kmitů, a při jeho řízení v širší kmitočtové oblasti k jejich značnému tyarovému zkreslení.

Tyto nevýhody do značné míry odstraňuje napěťově řízený tyrátorový generátor harmonických kmitů, podle vynálezu, jehož podstatou je, že výstupní svorka gyrátoru je přes kapacitor připojena na svorku invertujícího vstupu operačního zesilovače, přičemž společná svorka gyrátoru je připojena na svorku neinvertujícího vstupu operačního zesilovače, když výstupní svorka operačního zesilovače je připojena jednak přes první rezistor na svorku invertujícího vstupu operačního zesilovače, jednak přes druhý rezistor na vstupní svorku gyrátoru, přičemž operační zesilovač a první rezistor tvoří zdroj napětí řízený proudem, který se zdrojem proudu řízeného napětím v přímé větvi gyrátoru tvoří impedanční konvertor zatížený druhým rezistorem.

Podstatou napěťově řízeného gyrátorového generátoru harmonických kmitů podle vynálezu rovněž je, že mezi vstupní svorkou a společnou svorkou gyrátoru je připojen stejnosměrným napě-

tím řízený kapacitor obsahující alespoň jednu dvojici kapacitních diod zapojených v sérii a orientovaných vzájemně opačně.

Výhodou napětově řízeného gyrátorového generátoru harmonických kmitů podle vynálezu je jeho velká přeladitelnost při současné vysoké stabilitě amplitudy a tvaru generovaného signálu v čase i v průběhu přeladování.

Výhodou napětově řízeného gyrátorového generátoru podle vynálezu rovněž je jeho relativní jednoduchost a vhodnost pro mikroelektronické obvody, neboť celý generátor lze realizovat v jediném, například hybridním, integrovaném obvodu.

Napětově řízený gyrátorový generátor harmonických kmitů podle vynálezu je schematicky znázorněn na výkresu, kde obr. 1 představuje jeho příkladné zapojení a obr. 2 blokové schéma gyrátoru.

Napětově řízený gyrátorový generátor harmonických kmitů podle vynálezu – obr. 1 – zahrnuje řízený gyrátorový induktor, který obsahuje napětím řízený gyrátor 1 – obr. 2 – opatřený vstupní svorkou 2, výstupní svorkou 3 a společnou svorkou 4. Napětím řízený gyrátor 1 obsahuje známým způsobem zapojenou dvojici zdrojů 5, 5' proudu řízených napětím, přičemž jeden ze zmíněných zdrojů 5 proudu je zapojen v přímé větvi 6 gyrátoru 1. Řízený gyrátorový induktor rovněž obsahuje diferenční operační zesilovač 7 opatřený svorkou 8 invertujícího a svorkou 9 neinvertujícího vstupu a výstupní svorkou 10, kapacitor 11 a první rezistor 12 a druhý rezistor 13. Výstupní svorka 3 napětím řízeného gyrátoru 1 je přes kapacitor 11 připojena na svorku 8 invertujícího vstupu operačního zesilovače 7, přičemž společná svorka 4 gyrátoru 1 je připojena na svorku 9 neinvertujícího vstupu operačního zesilovače 7. Výstupní svorka 10 operačního zesilovače 7 je připojena jednak přes první rezistor 12 na svorku 8 invertujícího vstupu operačního zesilovače 7, jednak přes druhý rezistor 13 na vstupní svorku 2 gyrátoru 1, přičemž hodnota prvního rezistoru 12 je s výhodou nastavitelná. Operační zesilovač 7 a první rezistor 12 tvoří zdroj napětí řízený proudem, který se zdrojem 5 proudu řízeného napětím zapojeným v přímé větvi 6 gyrátoru 1 tvoří negativní impedanční konvertor zatížený druhým rezistorem 13. Mezi vstupní svorkou 2 gyrátoru 1 a společnou svorkou 4 gyrátoru 1 je připojen stejnosměrným napětím řízený kapacitor 14, který obsahuje alespoň jednu dvojici kapacitních diod 15, které jsou zapojeny v sérii a orientovány navzájem opačně, přičemž vzhledem k požadovanému kmitočtu generovaného signálu a k požadovaným parametrům kapacitoru 14 lze výhodně použít i většího počtu zmíněných dvojic kapacitních diod 15, které jsou navzájem paralelně spojeny.

Napětově řízený gyrátorový generátor harmonických kmitů podle vynálezu je doplněn řízeným zdrojem 16 elektrického napětí, který může být obvyklého zapojení a může být tvořen, jak je

znázorněno na obr. 1, například zdrojem 17 konstantního stejnosměrného napětí, k němuž je paralelně připojen potenciometr 18, přičemž kladným pólem zmíněného řízeného zdroje 16 je svorka 19 spojená s jezdcem potenciometru 18 a záporným pólem svorka 20 spojená se záporným pólem zdroje 17 konstantního napětí. V tomto případě jsou kapacitní diody 15 dvojice, případně jednotlivých dvojic kapacitních diod 15 spojeny katodami, přičemž kladná svorka 19 řízeného zdroje 16 elektrického napětí je připojena přes oddělovací rezistor 21 ke zmíněným katodám kapacitních diod 15, kdežto záporná svorka 20 řízeného zdroje 16 elektrického napětí je připojena ke společné svorce 4 gyrátoru 1.

Podmínku pro vznik kmitů napětově řízeného gyrátorového generátoru harmonických kmitů podle vynálezu lze při ideálních obvodových prvcích vyjádřit vztahem

$$\frac{1}{R_3} (1 - |rg_1|) + \frac{1}{2R_1} \leq 0 \quad (1)$$

při $R_1 \gg R_4$,

kde r ($r < 0$) je přenosová veličina zdroje napětí řízeného proudem, který je tvořen diferenčním operačním zesilovačem 7 a prvním rezistorem 12, pro niž platí $r \approx -R_2/g_1$ ($g_1 > 0$) je přenosová veličina zdroje 5 proudu řízeného napětím v přímé větvi 6 gyrátoru 1, R_1 je hodnota odporu oddělovacího rezistoru 21, R_2 je hodnota odporu prvního rezistoru 12, R_3 je hodnota odporu druhého rezistoru 13 a R_4 je hodnota odporu potenciometru 18.

Při splnění podmínky (1) platí pro kmitočet generovaných kmitů vztah

$$\omega_{osc} = \frac{1}{\sqrt{C_D(U_0) \frac{C}{|g_1 g_2|}}} \quad (2)$$

kde ω_{osc} je kmitočet generovaných kmitů, g_2 je přenosová veličina druhého zdroje 5' proudu řízeného napětím gyrátoru 1, přičemž $g_2 < 0$, $C_D(U_0)$ je kapacita stejnosměrným napětím U_0 řízeného kapacitoru 14 a C je kapacita kapacitoru 11, který tvoří zátěž gyrátoru 1.

Změnou výstupního stejnosměrného napětí řízeného zdroje 16 elektrického stejnosměrného napětí se mění řídicí napětí na stejnosměrným napětím řízeném kapacitoru 14, čímž se mění jeho kapacita a dochází tak ke změně kmitočtu generovaných kmitů.

U gyrátorového generátoru podle vynálezu realizovaného pomocí prvků s reálnými vlastnostmi je účinné pásmo řízení kmitočtu generovaných kmitů vymezeno horním a dolním kmitočtem $\omega_{osc,max}$ a $\omega_{osc,min}$, pro které platí vztahy

$$\omega_{osc. max} \approx \frac{1}{\sqrt{C_e \frac{C}{|g_1 g_2|}}} \quad (3)$$

při $C_D(U_0) = 0$ a

$$\omega_{osc. min.} \approx \frac{1}{R_v C} \quad (4)$$

při $R_v \approx R_2$,

kde C_e je kapacita neznázorněného syntetického kapacitoru vzniklého vlivem fázových posuvů ve zdroji 5 proudu řízeném napětím v přímé větvi 6 gyrátoru 1 a ve zdroji napětí řízeném proudem, tvořeném operačním zesilovačem 7 a prvním rezistorem 12. Zmíněná kapacita C_e se uplatňuje mezi vstupní svorkou 2 gyrátoru 1 a jeho společnou svorkou 4, které jsou rovněž vstupem syntetického induktoru, zahrnujícího gyrátor 1, kapacitor 11, operační zesilovač 7 a první a druhý rezistor 12, 13. R_v ve vztahu (4) značí hodnotu výstupního odporu gyrátoru 1.

Kmitočet $\omega_{osc. max.}$ je při $C_D(U_0) = 0$ určen kapacitou neznázorněného syntetického kapacitoru C_e a indukčností syntetického induktoru

$$L_e \approx \frac{C}{g_1 g_2}.$$

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Napětově řízený gyrátorový generátor harmonických kmitů, zahrnující řízený gyrátorový induktor obsahující napětím řízený gyrátor opatřený vstupní svorkou, výstupní svorkou a společnou svorkou a obsahující známým způsobem zapojenou dvojici zdrojů proudu řízených napětím, přičemž jeden ze zmíněných zdrojů proudu je zapojen v přímé větvi gyrátoru, diferenční operační zesilovač opatřený svorkou invertujícího a svorkou neinvertujícího vstupu a výstupní svorkou, kapacitor a první a druhý rezistor, vyznačující se tím, že výstupní svorka (3) gyrátoru (1) je přes kapacitor (11) připojena na svorku (8) invertujícího vstupu operačního zesilovače (7), přičemž společná svorka (4) gyrátoru (1) je připojena na svorku (9) neinvertujícího vstupu operačního zesilovače (7), když výstupní svorka (10) operačního zesilovače

Gyrátorový generátor pracuje v tomto případě jako LC generátor se syntetickými prvky, přičemž v jeho zapojení se vyskytuje pouze jediný klasický akumulací prvek, to je kapacitor 11, tvořící zátěž gyrátoru 1.

Kmitočet $\omega_{osc. min.}$ je při $C_D(U_0) \neq 0$ určen časovou konstantou $\tau \approx R_v C$ vstupního obvodu operačního zesilovače 7, který v daném uspořádání pracuje rovněž jako horní propust. Při přeladění generátoru podle vynálezu na kmitočty $\omega < \omega_{osc. min.}$ dochází k výraznému poklesu amplitudy generovaných kmitů a posléze k jejich zániku.

V rozmezí kmitočtů $\omega_{osc. min.}$ až $\omega_{osc. max.}$ lze kmitočet generovaných kmitů řídit změnou velikosti kapacity $C_D(U_0)$ řízeného kapacitoru 14, přičemž nedochází k výrazné změně amplitudy generovaných kmitů ani k jejich tvarovému zkreslení.

Výhodné vlastnosti napětově řízeného gyrátorového generátoru harmonických kmitů podle vynálezu, zejména relativní stálost amplitudy i sinusového tvaru generovaných kmitů při změně jejich kmitočtu v poměrně širokém rozsahu a možnost řízení kmitočtu generovaných kmitů stejnosměrným napětím předurčují možnosti jeho výhodného uplatnění jako generátoru harmonického signálu nižších kmitočtů zejména v radio-elektronických soustavách s automatickým doladováním kmitočtu a podobně.

(7) je připojena jednak přes první rezistor (12) na svorku (8) invertujícího vstupu operačního zesilovače (7), jednak přes druhý rezistor (13) na vstupní svorku (2) gyrátoru (1), přičemž operační zesilovač (7) a první rezistor (12) tvoří zdroj napětí řízený proudem, který se zdrojem (5) proudu řízeného napětím v přímé větvi (6) gyrátoru (1) tvoří negativní impedanční konvertor zatížený druhým rezistorem (13).

2. Napětově řízený gyrátorový generátor harmonických kmitů podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi vstupní svorkou (2) a společnou svorkou (4) gyrátoru (1) je připojen stejnosměrným napětím řízený kapacitor (14), obsahující alespoň jednu dvojici kapacitních diod (15) zapojených v sérii a orientovaných vzájemně opačně.

