



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 215 728

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 13 08 80
(21) PV 5563-80

(11) (B 1)

(51) Int. Cl.³

H 03 H 11/00

(40) Zveřejněno 30 06 81
(45) Vydáno 15 10 84

(75)

Autor vynálezu

KONEČNÝ IVAN ing. CSc., NÝŘANY

(54) Zapojení dvojného kapacitoru

Vynález se týká oboru slaboproudé sdělovací elektrotechniky. Vynález řeší zapojení dvojného kapacitoru s minimalizovaným počtem kativních a pasivních prvků.

Podstatou vynálezu je využití kmitočtové závislosti napěťového zesílení reálného operačního zesilovače s interní nebo externí korekcí frekvenční charakteristiky, která u většiny běžných operačních zesilovačů odpovídá přenosové funkci ideálního integrátoru. Zapojení je vyznačené tím, že první vstupní svorka je připojena jednak na vstup operačního zesilovače, jednak přes kondenzátor na výstup operačního zesilovače. Druhá vstupní svorka je připojena na společnou (zemní svorku) operačního zesilovače.

Vynálezu lze využít zejména ve slaboproudé elektrotechnice pro realizaci elektrických frekvenčních filtrů s příčkovou strukturou a jednou společnou svorkou dvojného kapacitoru, například v Cauerových filtrech typu dolní propust.

Na obr. 2 přihlášky vynálezu je náhradní schéma, charakterizující zapojení dvojného kapacitoru.

Vynález se týká zapojení dvojného kapacitoru s minimalizovaným počtem aktivních i pasivních obvodových prvků. V zapojení se využívá kmitočtové závislosti napěťového zesílení reálného operačního zesilovače.

V moderní syntéze elektrických frekvenčních filtrů se využívá aktivní funkční blok s vstupní admitancí

$$Y(p) = p^2 \cdot D,$$

kdy $Y(p)$ je kmitočtově závislá admitance, p je komplexní kmitočet a D je hodnota dvojná kapacita, který se nazývá frekvenčně nezávislý negativní odpor nebo vhodněji dvojný kapacitor. Dosud známá zapojení pro realizaci dvojného kapacitoru využívají relativně složitá zapojení s mutátory nebo operačními zesilovači a sítě pasivních RC prvků. Pro realizaci dvojného kapacitoru je zapotřebí relativně značné množství aktivních prvků, jejichž použití komplikuje výsledné zapojení elektrického frekvenčního filtru s dvojnými kapacitami. Rostou rovněž požadavky na příkon takto realizovaného aktivního filtru a úroveň vnitřního šumu.

Výše uvedené obtíže řeší zapojení dvojného kapacitoru podle vynálezu, vyznačené tím, že první vstupní svorka je připojena jednak na neinvertující vstup reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače, jednak přes kondenzátor na výstup reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače. Druhá vstupní svorka je připojena na společnou (zemní) svorku reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače a na invertující vstup reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače.

Oproti dosud známým zapojením dvojných kapacitorů má zapojení dvojného kapacitoru podle vynálezu výhodu v jednoduchosti zapojení, v jeho nízké ceně a v tom, že pro jeho realizaci se používají běžné integrované operační zesilovače.

Navržené zapojení vykazuje na vstupních svorkách impedanci

$$Z(p) = R_v + \frac{1}{pC} + \frac{A_o \cdot \omega_{z1}}{p^2 \cdot C},$$

kde R_v je výstupní odpor operačního zesilovače, A_o je stejnosměrné napěťové zesílení operačního zesilovače, ω_{z1} je kmitočet zlomu frekvenční charakteristiky napěťového zesílení operačního zesilovače se standardní korekcí frekvenční charakteristiky, p je komplexní kmitočet, C je hodnota kapacity kondenzátoru připojeného mezi vstupní a výstupní svorkou operačního zesilovače. Náhradní model takto realizovaného dvojného kapacitoru sestává ze sériově řazeného ideálního dvojného kapacitoru s impedancí

$$Z'(p) = \frac{A_o \cdot \omega_{z1}}{p^2 \cdot C}$$

o hodnotě dvojná kapacita

$$D = \frac{C}{A_o \cdot \omega_{z1}}$$

a z parazitních prvků - odporu R_v a kapacitoru C . Při praktickém návrhu elektrických frekvenčních filtrů lze ve většině případů vliv parazitních prvků zanedbat, popřípadě jej zahrnout do výpočtu filtru. Oproti jiným užívaným zapojením frekvenčních filtrů s dvojnými kapacitami realizovanými jinými způsoby je zapojení podle vynálezu mnohem jednodušší co do počtu použitých aktivních i pasivních prvků a umožňuje plně využít velkosériově vyráběných monolitických integrovaných operačních zesilovačů.

Na obr. 1 je zapojení dvojného kapacitoru podle vynálezu, na obr. 2 je náhradní nulorový model dvojného kapacitoru podle vynálezu, na obr. 3 je náhradní model dvojného kapacitoru podle vynálezu včetně parazitních prvků, na obr. 4 je příklad praktické realizace elektrického dolnoproústného filtru třetího řádu s dvojným kapacitorem podle vynálezu.

Při konkrétní realizaci dvojného kapacitoru je první vstupní svorka 1 připojena jednak na neinvertující vstup 2 reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače 3, jednak přes kondenzátor 4 na výstup 5 reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače 3. Druhá vstupní svorka 6 je připojena na zemnicí svorku 7 reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače 3.

Funkce zapojení vyplývá z matematického popisu náhradního nulorového modelu zapojení podle obr. 2. Nulorovým modelem, admitancí 8 o hodnotě

$$Y_0(p) = \frac{A_0 \cdot \omega z_1}{p \cdot R_v}$$

a odporem 9 respektujícím nenulovou hodnotu výstupního odporu R_v je simulován reálný operační zesilovač. Zapojení využívá kmitočtovou závislost napěťového zesílení reálného operačního zesilovače s interní nebo externí korekcí frekvenční charakteristiky, kterou lze u většiny běžných operačních zesilovačů popsat vztahem

$$A_u(p) = \frac{A_0 \cdot \omega z_1}{p},$$

Ke $A_u(p)$ je hodnota frekvenčně závislého napěťového přenosu operačního zesilovače, který odpovídá přenosové funkci ideálního integrátoru. Zkrácená redukovaná admitanční matice zapojení podle obr. 2 má tvar:

$$[Y]_r = \begin{array}{cc} & \begin{matrix} 1 & 2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \begin{pmatrix} pC & -pC \\ -pC - Y_0(p) & pC + Y_0(p) + G_v \end{pmatrix} \end{array}$$

Vstupní impedanci na svorkách 11' zapojení podle obr. 2 vyjádříme z algebraických doplňků admitanční matice jako

$$Z_{vst}(p) = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} = R_v + \frac{1}{pC} + \frac{A_0 \cdot \omega z_1}{p^2 \cdot C}$$

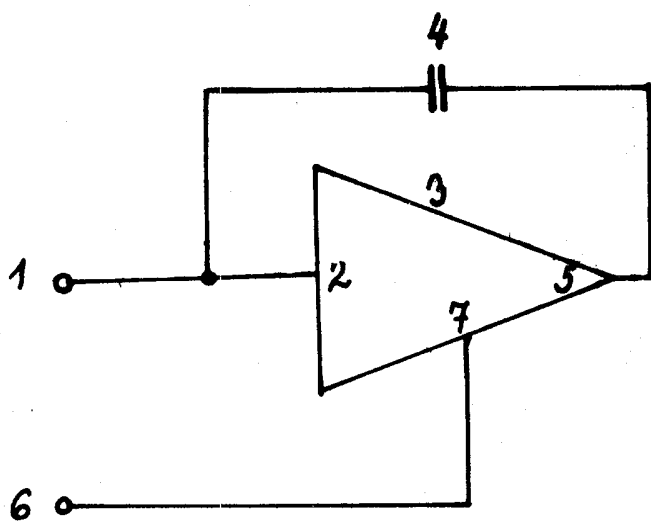
Mezi vstupními svorkami 1 a 6 vykazuje tedy zapojení podle obr. 1 impedanci s charakterem impedance dvojné kapacity.

Zapojení dvojného kapacitoru podle vynálezu lze využít zejména pro realizaci elektrických frekvenčních filtrů s příčkovou strukturou a jednou společnou svorkou dvojného kapacitoru. Výhodnou vlastností zapojení je minimalizovaný počet obvodových prvků. Zapojení dvojného kapacitoru podle vynálezu lze využít i ve složitějších zapojeních elektrických frekvenčních filtrů typu dolní propust, například Cauerových filtrech. Zapojení lze snadno realizovat ve formě hybridního integrovaného obvodu.

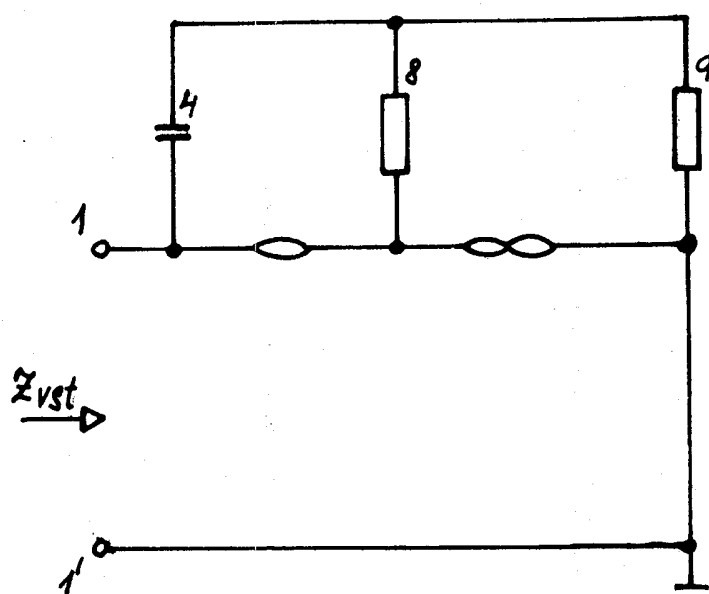
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení dvojnásobného kapacitoru, vyznačené tím, že první vstupní svorka (1) je připojena jednak na neinvertující vstup (2) reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače (3), jednak přes kondenzátor (4) na výstup (5) reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače (3), druhá vstupní svorka (6) je připojena na společnou (zemní) svorku (7) operačního zesilovače (3) a na invertující vstup (8) reálného kmitočtově kompenzovaného operačního zesilovače (3).

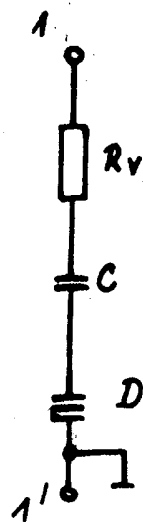
2 výkresy



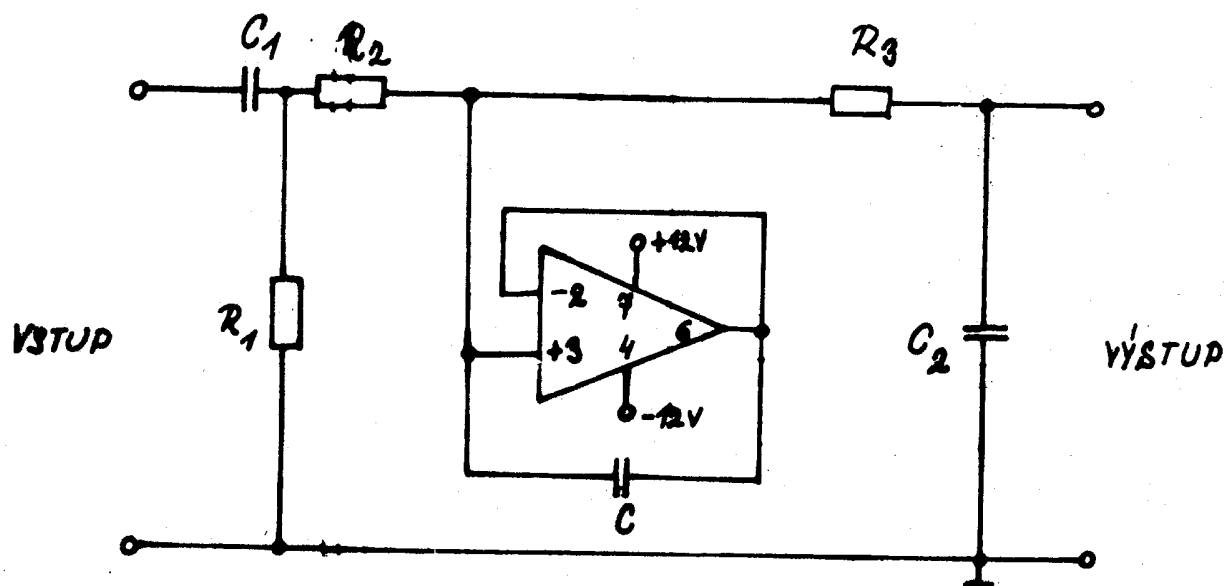
OBR.1.



OBR.2.



OBR. 3.



OBR. 4.