

文章编号: 1007-2985(2010) 03-0055-04

# 一种新颖的电压模式三输入单输出双二阶滤波器设计\*

吴先明<sup>1</sup>, 吴 云<sup>2</sup>

(1. 吉首大学物理科学与信息工程学院, 湖南 吉首 416000; 2. 中国石油大学机电工程学院, 山东 东营 257061)

**摘 要:** 提出了一种采用第 2 代电流传送器构成的电压模式三输入单输出通用双二阶滤波电路. 该电路由 2 个电流传送器(CCH+/-)、3 个电容、2 个电阻构成, 它能实现二阶低通、带通、高通、陷波、全通滤波函数, 电路的无源、有源灵敏度很低. 对该电路用 PSPICE 进行了仿真, 仿真结果表明该电路设计正确.

**关键词:** 电压模式; 电流传送器; 滤波器

中图分类号: TN713

文献标志码: A

1968 年 Smith 和 Sedra 首次提出了第 1 代电流传送器(First Generation Current Conveyor, 简称 CCI)<sup>[1]</sup>, 1970 年 Smith 和 Sedra 又提出了第 2 代电流传送器(Second Generation Current Conveyor, 缩写 CCH)<sup>[2]</sup>. 由于电流传送器在工作电压、工作频率等方面具有很大的优点, 使得电流传送器成为学术界研究的热门课题, 近年来, 电流传送器在滤波电路方面得到了一些应用<sup>[3-8]</sup>. 笔者提出了 1 种新颖的电压模式三输入单输出通用双二阶滤波电路, 该电路由 2 个电流传送器(CCH+/-)、3 个电容、2 个电阻构成, 能分别实现二阶低通、高通、带通、陷波和全通 5 种滤波功能, 电路的有源灵敏度和无源灵敏度都很低. 用 PSPICE 对该电路进行了仿真, 仿真结果表明, 该电路设计正确.

## 1 电路描述

现设计一个通用双二阶滤波电路如图 1 所示, 该电路由 2 个 CCH+/-、3 个电容和 2 个电阻来组成.

图 1 中 CCH+/- 的理想端口特性为

$$\begin{pmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_y \\ I_x \\ V_z \end{pmatrix}, \quad (1)$$

其中“+”对应 CCH+;“-”对应 CCH-.

对图 1 电路进行电路分析可得

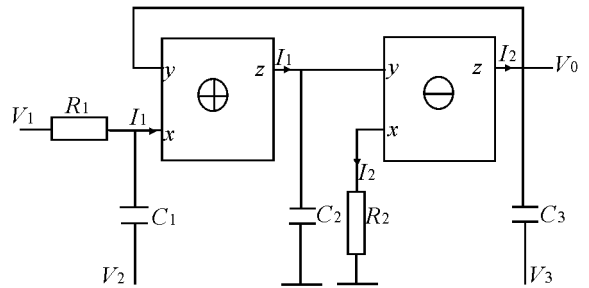


图 1 通用双二阶滤波器电路

\* 收稿日期: 2010-03-11

基金项目: 湖南省教育厅科学研究项目(09C792)

作者简介: 吴先明(1972-), 男(苗族), 湖南保靖人, 吉首大学物理科学与信息工程学院副教授, 主要从事电流模式电路理论、滤波器理论研究.

$$I_1 = \frac{V_1 - V_o}{R_1} + (V_2 - V_o) s C_1, \quad (2)$$

$$I_1 = I_2 R_2 s C_2, \quad (3)$$

$$I_2 = (V_o - V_3) s C_3. \quad (4)$$

由(1)至(4)式可求得

$$V_o = \frac{s^2 V_3 + s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} V_2 + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3} V_1}{s^2 + s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}}, \quad (5)$$

由(5)式可知, 改变输入信号的接入位置, 可以分别实现不同类型的滤波函数, 实现条件与滤波器类型的对应关系如表 1 所示.

表 1 5种滤波器类型与实现条件

滤波器类型	实现条件			传输函数
	$V_1$	$V_2$	$V_3$	
低通	$V_1$	地	地	$\frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$ $s^2 + s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$
带通	地	$V_1$	地	$s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3}$ $s^2 + s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$
高通	地	地	$V_1$	$s^2$ $s^2 + s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$
陷波	$V_1$	地	$V_1$	$s^2 + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$ $s^2 + s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$
全通	$V_1$	$V_1$	$V_1$	$s^2 + s \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$ $s^2 + \frac{C_1}{R_2 C_2 C_3} + \frac{1}{R_1 R_2 C_2 C_3}$

由(5)式可知, 该电路的极点参数为

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_2 C_3}} \quad (6)$$

$$f_p = \frac{\omega_p}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_2 C_3}} \quad (7)$$

$$Q_p = \frac{1}{C_1} \sqrt{\frac{R_2 C_2 C_3}{R_1}} \quad (8)$$

电路  $\omega_p$ ,  $Q_p$  的无源灵敏度为

$$\begin{cases} s C_1^p = 0, \\ s R_1^p = s R_2^p = s C_2^p = s C_3^p = -\frac{1}{2}, \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} s L_1^p = -1, \\ -s R_1^p = s R_2^p = s L_2^p = s L_3^p = \frac{1}{2}. \end{cases} \quad (10)$$

由(6), (8) 式可知  $\omega_p, Q_p$  可调, 由(9), (10) 式可知  $\omega_p, Q_p$  的无源灵敏度很低.

现考虑 CCH 的非理想情况, 则其端口特性变为

$$I_z = \pm \alpha I_x, \tag{11}$$

$$V_x = \beta V_y. \tag{12}$$

其中  $\alpha = 1 - \varepsilon_1$ ;  $|\varepsilon_1| \ll 1$ ;  $\varepsilon_1$  表示电流传送器的电流跟踪误差;  $\beta = 1 - \varepsilon_2$ ;  $|\varepsilon_2| \ll 1$ ;  $\varepsilon_2$  表示电流传送器的输入电压跟踪误差, 同样通过电路图 1 分析, 可求得输出电压为

$$V_o = \frac{s^2 V_3 + s \frac{C_1 \beta_2}{R_2 C_2 C_3 \alpha_1 \alpha_2} V_2 + \frac{\beta_2}{R_1 R_2 C_2 C_3 \alpha_1 \alpha_2} V_1}{s^2 + s \frac{C_1 \beta_1 \beta_2}{R_2 C_2 C_3 \alpha_1 \alpha_2} + \frac{\beta_1 \beta_2}{R_1 R_2 C_2 C_3 \alpha_1 \alpha_2}}, \tag{13}$$

由(13) 式可得  $\omega_p, Q_p$  的有源灵敏度为

$$-s_{\alpha_1^p}^{\omega_p} = -s_{\alpha_2^p}^{\omega_p} = s_{\beta_1^p}^{\omega_p} = s_{\beta_2^p}^{\omega_p} = \frac{1}{2}, \tag{14}$$

$$s_{\alpha_1^p}^{Q_p} = s_{\alpha_2^p}^{Q_p} = -s_{\beta_1^p}^{Q_p} = -s_{\beta_2^p}^{Q_p} = \frac{1}{2}, \tag{15}$$

由(14) ~ (15) 式可知电路  $\omega_p, Q_p$  有源灵敏度也很低.

## 2 电路仿真

为了检验滤波电路的理论分析, 用 PSPICE 对所设计滤波电路进行了电路仿真. 当  $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = C_2 = C_3 = 0.1 \mu\text{F}$ , 由(7) 式可求得  $f_p = 1.59 \text{ kHz}$ . 在 PSPICE9.1 下, 对图 1 所示电路用 PSPICE 进行仿真, 得到所设计滤波电路的幅频特性如图 2 所示, 由图 2 中可知, 仿真结果与要求的技术参数相吻合.

## 3 结论

(1) 提出了 1 种采用第 2 代电流传送器 (CCII+ / -) 的构成的电压模式三输入、单输出通用双二阶滤波电路, 该滤波电路由 2 个 CCII+ / -、3 个电容和 2 个电阻来组成, 能分别实现二阶低通、带通、高通、带阻、全通滤波功能.

(2) 用 PSPICE 对该滤波器电路进行了仿真, 仿真结果表明, 该滤波器电路设计正确.

(3) 该滤波电路具有如下特点: 通过改变输入信号位置, 电路能实现电压模式二阶低通、带通、高通、陷波、全通滤波函数; 无源、有源灵敏度都很低;  $\omega_p, Q_p$  可调.

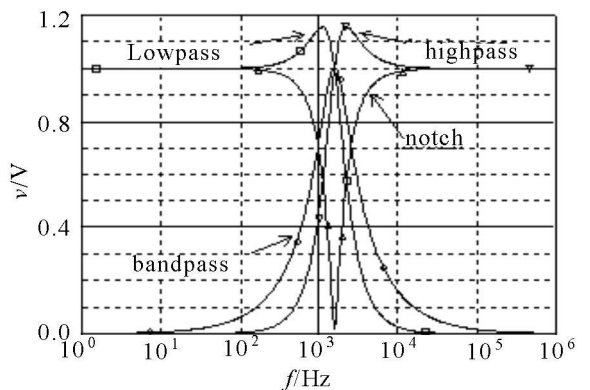


图 2 双二阶通用滤波器的幅频响应

### 参考文献:

[1] K. C. SMITH, A. SEDRA. The Current Conveyor: A New Circuit Building Block [J]. IEEE Proc., 1968, 56(8): 1368-1369.

[2] A. S. SEDRA, K. C. SMITH. A Second-Generation Current Conveyor and Its Application [J]. IEEE Transactions on Circuit Theory, 1970, CT-17: 132-134.

[3] RAJ SENANI. New Current-Mode Biquad Filter [J]. Int. J. Electronics, 1992, 73(4): 735-742.

[4] ALAIN FABRE, MUSTAPHA ALAMI. Universal Current Mode Biquad Implemented from Two Second Generation Current Conveyors [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems-I, 1995, 42(7): 383-385.

[5] 黄满池, 彭良玉. 电流模式多功能二阶滤波器 [J]. 微电子学, 1997, 27(2): 98-101.

[6] 彭良玉, 何怡刚, 黄满池. 新颖的电压模式通用双二阶滤波器 [J]. 微电子学, 2000, 30(5): 362-364.

- [7] 彭良玉, 何怡刚, 黄满池. 连续时间电压型 CCII+ /- 双二阶滤波器 [J]. 电路与系统学报, 2000, 5(4): 90-92.  
[8] 彭良玉, 何怡刚, 黄满池. 电压模式 CCII+ /- 双二阶滤波器 [J]. 电工技术学报, 2000, 15(4): 58-61.

## A Novel Design of Voltage-Mode Three Inputs and One Output Biquadratic Filter

WU Xian-ming<sup>1</sup>, WU Yun<sup>2</sup>

(1. College of Physics Science and Information Engineering, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China; 2. College of Mechanical and Electronic Engineering in China University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong China)

**Abstract:** A voltage-mode 3-input and 1-output universal biquadratic filter based on second generation current conveyor (CCII) is presented. The circuit consists of two CCII, three capacitors and two resistors, which can realize functions of second-order low-pass, band-pass, high-pass, notch and all-pass, and it has low passive and active sensitivities. The circuit is simulated with PSPICE, and results show that the design of circuit is correct.

**Key words:** voltage-mode; current conveyor; filter

(责任编辑 陈炳权)

(上接第 54 页)

## Scheme of Four Quantum Bit Secret Sharing Based on GHZ State

WANG Peng-peng, ZHOU Xiao-qing, LI Xiao-juan, ZHAO Han, YANG Xiao-lin

(College of Physics Science and Information Engineering, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China)

**Abstract:** With GHZ state as a quantum channel, quantum bit secret sharing can be realized after transmitting the information by a classical channel, which is measured by the GHZ state. Based on the above ideas, making full use of the correlation of a six-particle entanglement GHZ state, by a Bell measurement, four single-particle measurements and the corresponding unitary transformation, a four-qubit secret sharing scheme can be achieved.

**Key words:** teleportation; GHZ state; secret sharing

(责任编辑 陈炳权)