北海道教育大学学術リポジトリ
Hokkaido University of Education Repository
国立大学法人 北海道教育大学
HOKKAIDO UNIVERSITY OF EDUCATION

CFAを用いた周波数依存性負性コンダクタンスとCR発振回路

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2010-07-12
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 北守, 進
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00004783

北海道教育大学紀要（第２部Ａ）第48巻　第１号
Journal of Hokkaido University of Education (Section IIA) Vol. 48, No.1

平成９年８月
August, 1997

CFA を用いた周波数依存性負性コンダクタンスと CR 発振回路

北守　進
北海道教育大学函館校技術教室

A Frequency Dependent Negative Resistance and A CR Oscillator Using Current Feedback Amplifiers

Susumu KITAMORI
Technical Laboratory, Hakodate Campus, Hokkaido University of Education, Hakodate 040

Abstract

A new amplifier, called the current feedback amplifier (CFA), has been developed. Since CFA have both a low output impedance and a high output impedance, it is suitable for both voltage output and current output. In this paper, a method for realizing frequency dependent negative resistance using two CFAs is presented. A CR oscillator using the proposed circuit is also given. Experimental results that confirm the theoretical analysis are obtained.

1．ま　え　が　き

最近，電流帰還増幅器（CFA：Current Feedback Amplifier）のアナログ信号処理への応用に関して多くの報告がある[(1)~(6)]．CFA は汎用の演算増幅器と比較して，広帯域，高スルーレート特性を有している．また，電圧出力を取り出すのに好都合である低出力インピーダンスと電流出力を取り出すのに好都合である高出力インピーダンスの両出力を有している．筆者は，先に CFA を用いて周波数依存性負性コンダクタンスを実現する回路について報告した[(7)]．本論文では，その周波数依存性負性コンダクタンスを CR 発振回路に適用した場合について考察した結果，実測値と理論値とを比較し良い一致が得られたので報告する．

2．電流帰還増幅器（CFA）

電流帰還増幅器（CFA）は，図１に示されるように，第２世代のカレントコンベア（CC II）と電圧ホロワで表すことができ，その各端子における電圧，電流特性は式(1)のハイブリッドマトリクスで示される[(8)]．ただし，各端子の電圧，電流の基準方向は，図１に示された方向を正とする．

図２に，演算増幅器を使用した CFA 回路を示す[(9)]．同図において，本論文では $R_1=120\,\Omega$，$R_2=100\,\Omega$，$R_3=10\,\mathrm{K}\Omega$ とした．

$$\begin{bmatrix} I_Y \\ V_X \\ I_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_Y \\ I_X \\ V_Z \end{bmatrix} \text{ and } V_o = V_Z \tag{1}$$

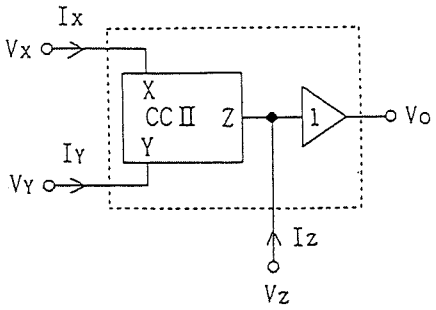

図 1　CFA の端子電圧と電流

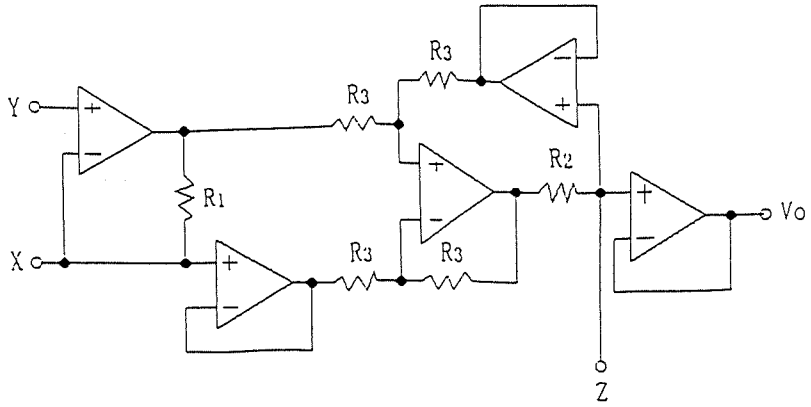

図 2　CFA 回路

3．周波数依存性負性コンダクタンスの構成

図 3 は，2 個の CFA を用いた周波数依存性負性コンダクタンス回路構成である．図 3 の回路の入力アドミタンス $Y_i(s)$ は次式で与えられる．

$$Y_i(s) = \frac{I\,i}{V\,i} = \frac{Y_1 Y_3}{Y_2} \tag{2}$$

ここで式(2)において，$Y_1 = sC_1$，$Y_2 = 1/R_2$，$Y_3 = sC_3$ とすれば，次式の入力アドミタンスとなる．

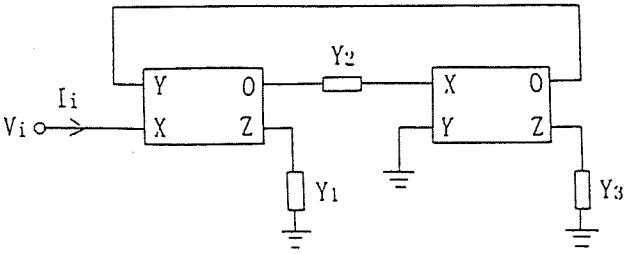

図 3　周波数依存性負性コンダクタンス回路

$$Y\,i\,(s)=s^2C_1C_3R_2 \tag{3}$$

このときの等価コンダクタンス G_e は，

$$G_e=-\omega^2C_1C_3R_2 \tag{4}$$

となり，周波数の 2 乗に比例する負性抵抗素子となる．

4．CR 発振回路の構成

次にこのようにして得られる周波数依存性負性コンダクタンスを CR 発振回路に適用することを考える．

図 4 は短絡安定形負性インミタンス変換器（SCS NIC）である．同図の回路の入力インピーダンス Z_N は，いま $Z_A=Z_B$ とすると次式で与えられる．

$$Z_N=-\frac{1}{j\omega C_N} \tag{5}$$

図 5 は周波数依存性負性コンダクタンス回路により得られる等価コンダクタンス G_e と R_0 による共振回路と，短絡安定形 NIC によって得られる負性キャパシタンスによって構成した CR 発振回路である[10]．同回路の振幅条件と発振周波数は次式で与えられる．

$$C_N \geq C_e \tag{6}$$

$$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{C_1C_3R_2R_0}} \tag{7}$$

ここで C_e は周波数依存性負性コンダクタンス回路の入力容量である．

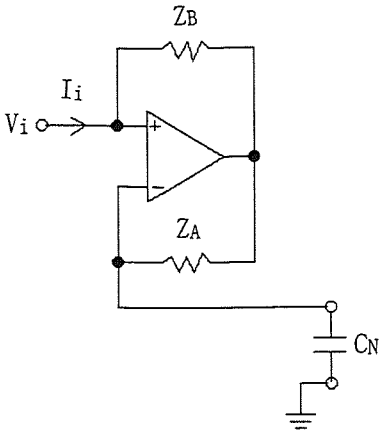

図 4　短絡安定形 NIC 回路

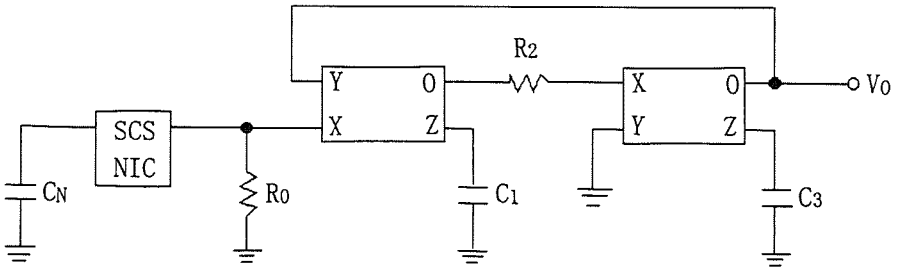

図 5　CR 発振回路

5．実　験　結　果

動作を確かめるため，オペアンプに LF 356 を用いて実験を行った．図 4，図 5 の構成で R_0 を変化した場合の発振周波数特性を図 6 に示す．図 4，図 5 において，発振条件は C_N で調整し，各回路定数を，$Z_A=Z_B=R_2=10\ \mathrm{K\Omega}$，$C_N=1\sim47$ nF とし，$C_1=C_3=10$ nF，47 nF の 2 レンジについて測定した結果，0.3～20 KHz の発振周波数が得られ，ほぼ理論値に一致している．

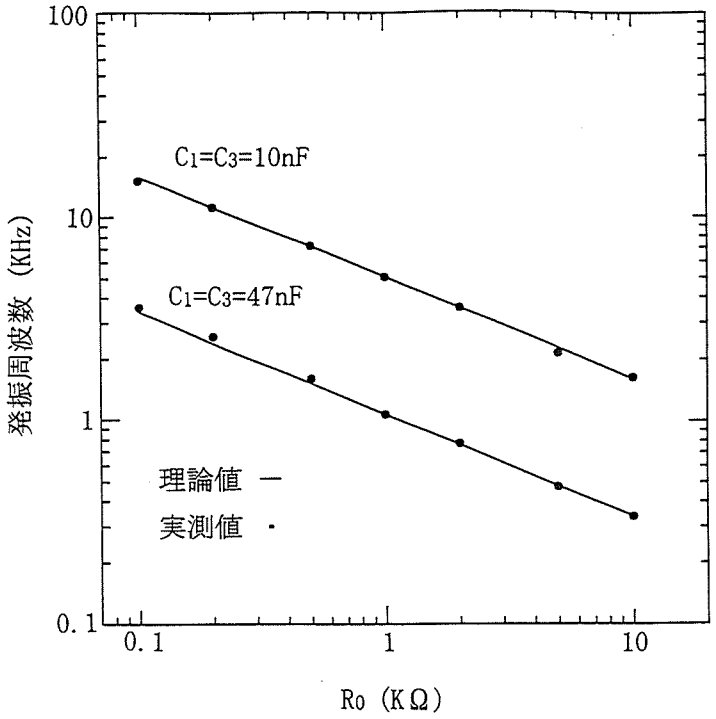

図6　実験結果

6. む　す　び

RC受動素子を含む2個のCFAを用いたビルディングブロック能動回路により周波数依存性負性コンダクタンスを構成しCR発振回路に適用した結果，実測値と理論値はほぼ一致していることが確認できた．

今後の課題としては，更に広帯域化などの特性改善が望まれる．

文　　献

(1) A. Fabre: Gyrator implementation from commercially available transimpedance operational amplifiers, Electron. Lett., 28, 3, 263-264 (1992).

(2) S. I. Liu and Y. S. Hwang: Realization of R-L and C-D impedances using a current feedback amplifier and its applications, Electron. Lett., 30, 5, 380-381 (1994).

(3) C. M. Chang, C. S. Hwang and S. H. Tu: Voltage-mode notch, lowpass and bandpass filter using current-feedback amplifiers, Electron. Lett., 30, 24, 2022-2023 (1994).

(4) S. I. Liu, C. S. Shin and D. S. Wu: Sinusoidal oscillators with single element control using a current-feedback amplifier, Int. J. Electron., Vol.77, No.6, PP.1007-1013 (1994).

(5) S. I. Liu: Universal filter using two current-feedback amplifiers, Electron. Lett., 31, 8, 629-630 (1995).

(6) 東村正巳，井上大輔，西村達也：CFAを用いた発振回路の一構成法，電気学会研究会資料，ECT－95-40 (1995).

(7) 北守進：CFAを用いた周波数依存性負性コンダクタンスとその能動RCフィルタへの応用，電子情報通信学会技術研究報告，CAS 96-63 (1996).

(8) J. A. Svoboda, L. Mcgory and S. Webb: Application of a commercially available current conveyor, Int. J. Electron. 70, 1, 159-164 (1991).

(9) 深澤秀水，藤井信生：カレントコンベアの実現とそのフィルタへの一応用，信学技報，CAS 81-6 (1981).

(10) 山本外史：電子回路II，朝倉書店 (1994).