



CFAを用いたジャイレータとCR発振回路

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 北海道教育大学 公開日: 2010-07-12 キーワード: 作成者: 北守, 進 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00004707

CFAを用いたジャイレータとCR発振回路

北 守 進

北海道教育大学函館校技術教室

A Gyrator 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 gyrator 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。これまでプラス型CFA (CFA+) を用いた回路については報告されているが、マイナス型CFA (CFA-) を用いた報告はほとんど見当たらない。筆者は、先にCFA-を導入し、CFA+とCFA-を用いてジャイレータを実現する回路について報告した⁽⁷⁾。本論文では、そのジャイレータを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好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ペア (CCII) 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し、 $I_X = I_Z$ のときプラ

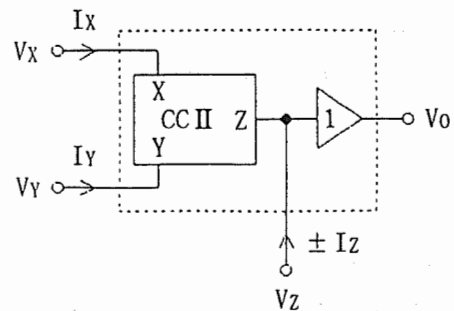


図1 CFAの端子電圧と電流

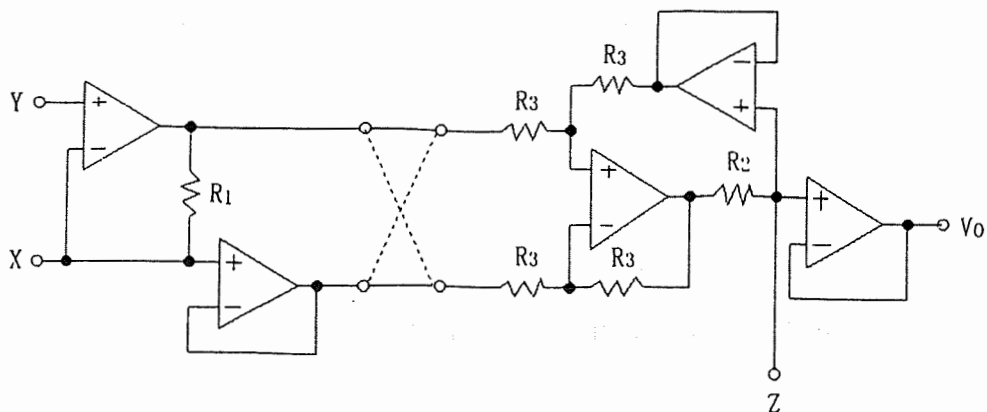


図2 CFA回路 (----- はマイナス型CFA)

ス型CFA (CFA+), $I_X = -I_Z$ のときマイナス型CFA (CFA-) 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 $R_1 = R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 10K\Omega$ とした.

$$\begin{bmatrix} I_Y \\ V_X \\ I_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_Y \\ I_X \\ V_Z \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad V_O = V_Z \quad (1)$$

3. ジャイレータの構成

図3は, 2個のCFAを用いたジャイレータ回路構成である. 図3の回路の入力インピーダンス $Z_i(s)$ は次式で与えられる.

$$Z_i(s) = \frac{V_i}{I_i} = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2} \quad (2)$$

ここで式(2)において, $Z_1 = R_1, Z_2 = 1/sC_2, Z_3 = R_3$ とすれば, 次式の入力インピーダンスとなり, ジャイレータが得られる.

$$Z_i(s) = sC_2 R_1 R_3 \quad (3)$$

また, この時の等価インダクタンス L_{eq} は次式で与えられる.

$$L_{eq} = C_2 R_1 R_3 \quad (4)$$

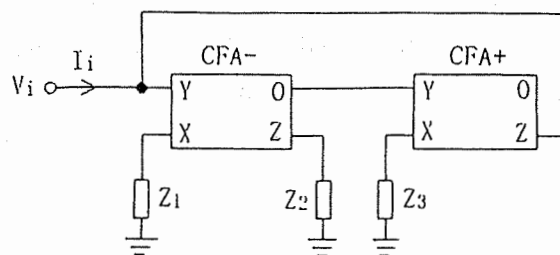


図3 ジャイレータ回路

4. CR発振回路の構成

次にこのようにして得られるジャイレータを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.

$$Z_N = -R_N \tag{5}$$

図5はジャイレータにより得られる等価インダクタンス L_{eq} と C_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抵抗によって構成した負性抵抗形発振回路である⁽¹⁰⁾。同回路の振幅条件と発振周波数は次式で与えられる。

$$|R_N| \leq \frac{C_2 R_1 R_3}{C_0 R_{eq}} \tag{6}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_0 C_2 R_1 R_3}} \tag{7}$$

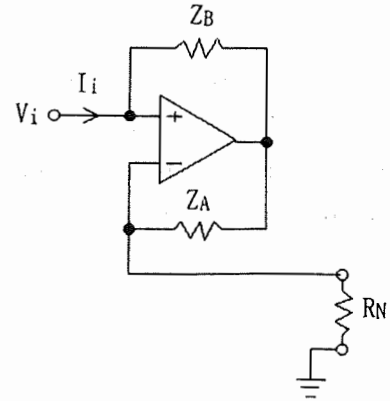


図4 短絡安定形NIC回路

ここで R_{eq} はジャイレータの等価直列抵抗である。

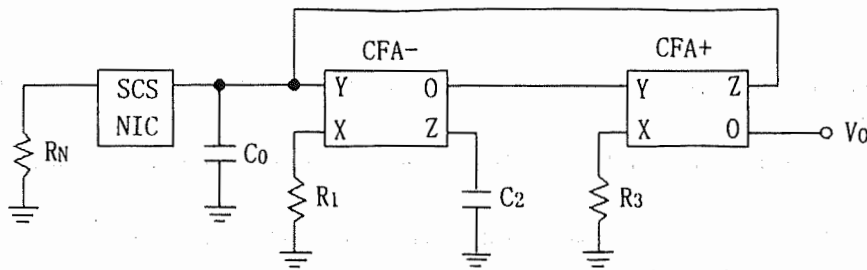


図5 CR発振回路

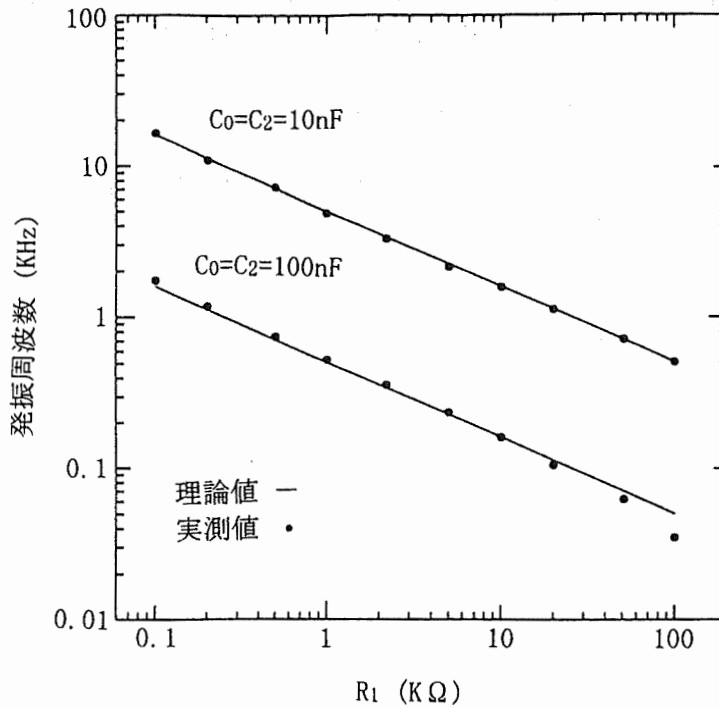


図6 実験結果

5. 実験結果

動作を確かめるため、オペアンプにLF356を用いて実験を行った。図4, 図5の構成で R_1 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 R_N で調整し、各回路定数を、 $Z_A = Z_B = R_1 = R_3 = 10\text{K}\Omega$, $R_N = 50\text{K}\Omega$ VRとし、 $C_0 = C_2 = 10\text{nF}, 100\text{nF}$ の2レンジについて測定した結果、0.1~20KHzの発振周波数が得られ、ほぼ理論値に一致している。

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ジャイレータを構成し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を用いたジャイレータとその能動RCフィルタへの応用, 電子情報通信学会技術研究報告, CAS96-64(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, CAS81-6(1981).
- (10) 山本外史: 電子回路II, 朝倉書店(1994).