

CATV上り帯域パイロット信号発生器における電圧制御発振回路の設計

川内職業能力開発短期大学校 蟹江 知彦・森 浩一*

The design of voltage controled oscillation circuit for CATV lowsub-band standard genelator.

Tomohiko KANIE, Kouichi MORI

要約 CATV用パイロット信号発生器には水晶発振器を逡倍する回路が比較的多く利用されているが、この回路は一般的に温度変化に対する安定度が悪いことが知られている。またシステムの変更によりパイロット周波数を変更する場合、新たに異なった周波数の水晶を用い回路を再設計しなければならない。

そこで本研究では温度変化に対して高安定度が期待でき、さらに周波数可変が可能なPLL制御電圧制御発振回路(VCO)をCATV上り帯域(48MHz帯)にて設計・試作を行った。本回路の特性評価をした結果、発振出力平坦度特性及び雑音特性に優れており、さらに温度変化に対しても安定であることが分かった。

尚、主な諸特性は周波数可変範囲 $\Delta f=3.2\text{MHz}$ (47.4MHz~50.6MHz)、発振出力平坦度 $\Delta P=\pm 0.5\text{dB}$ 、雑音特性 $C/N=72\text{dB}$ (25kHzシフト)である。

I はじめに

ケーブルテレビシステム網で設置される幹線及び分岐線は環境温度などによって損失量の変動する。そのため伝送線路上の中継増幅器は、AGC回路を有し線路上の損失レベルに応じて増幅度を制御する必要がある。この線路増幅器のAGC回路を動作させるために必要な基準信号を送出するのがパイロット信号発生器である¹⁾。パイロット信号発生器の出力レベルは伝送レベルの基準となるため十分なレベル、周波数の安定度が必要とされている。しかし、水晶発振器を逡倍する従来のパイロット信号発生回路は環境温度によりその動作が不安定となり易く、最悪の場合、パイロット信号の停波によりシステムダウンを起こしていた。

また、パイロット信号周波数はCATV上り帯域では48MHzが現在一般的に使用されているが、今後は双方向システムの発展に伴い、上りパイロット周波数

が個々のシステムに応じて変化することが予想される。このため、ある程度のパイロット周波数の可変が可能な信号発生器が必要となる。そこで、環境温度に対して安定であり且つ周波数の可変が可能なVCO回路について設計・試作し、実際にパイロット信号発生器として利用の可能性を検討した。

II 回路設計

図1、2に今回設計したVCO回路図及びそのブロック図を示す。発振部はバラクタダイオードを用いた変形クラップ回路により構成されており、ダイオードの逆バイアス電圧(0~15V)によって静電容量が変化することを利用し、発振周波数を変化させている²⁾。尚、今回の実験では異なる2種類の共振回路(a),(b)について試作を行い、それぞれの雑音特性、周波数可変特性を測定し比較検討した。

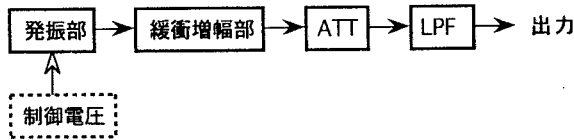


図1 VCOのブロック図

発振出力は外部に接続される回路によって発振周波数が変化したり発振が不安定になるため、これらを防止し且つ発振出力を一定レベルまで増幅させる目的で、緩衝増幅器及びアッテネータを介して出力を取り出している。またVCOをPLL制御した場合、スプリアスによってプリスケアラのカウンタを誤動作させることがあるため²⁾、基本波に対して高調波を40dB程度減衰させる定K型LPFを最終段に設けた。

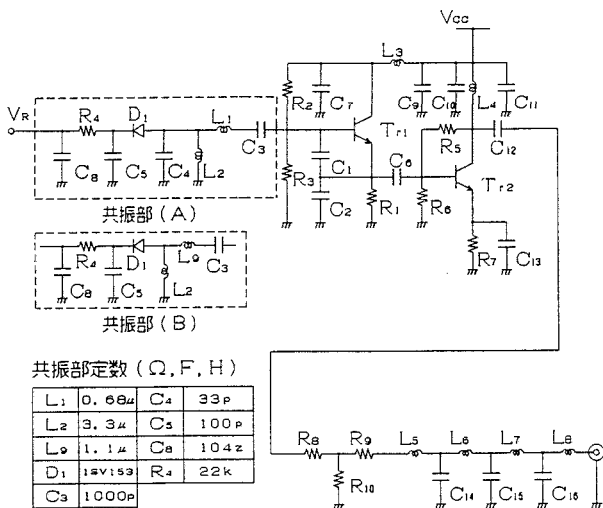


図2 VCO回路図

III 実験及び結果

1. 逆電圧対発振周波数特性

図3に、共振部(A)を用いた時のVCOの逆電圧対発振周波数特性を示す。この図より制御電圧を0~15Vまで変化させることにより、発振周波数が47.4~50.6MHzの範囲で変化していることが分かる。

VCOは必要とする周波数範囲内で安定な発振を維持しなければならないが設計具合が悪い場合、制御電圧を可変してその発振周波数を変化した時、発振が不

連続に飛んでしまうことが見受けられる。また、回路に温度変化を与えた場合、発振が停止したり異常発振が生じることがある。しかしながら、本回路は制御電圧に対し連続的に発振周波数が可変し、且つドライヤー及びセフティークールチェック (HOZAN製:Z-285)により急激な温度変化を回路に加えた場合でも発振が安定であったことを実験により確認した。

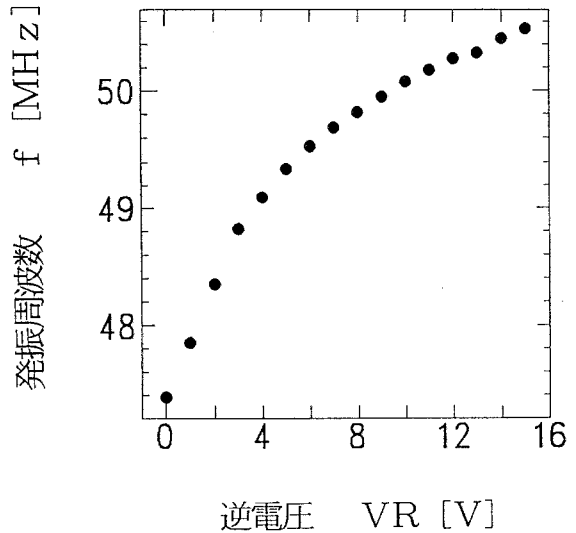


図3 逆電圧対発振周波数特性

2. 発振出力特性及びスプリアス特性

図4に発振出力特性を示す。高周波トランジスタの利得は周波数が高くなるにつれて低下するため、VCOの発振出力も一般的に周波数の上昇に伴い低下していく。しかし、本回路の発振出力平坦度特性は、この図より±0.5dB以内に収まっている。

次に、VCOのスプリアスはPLL制御の場合にカ

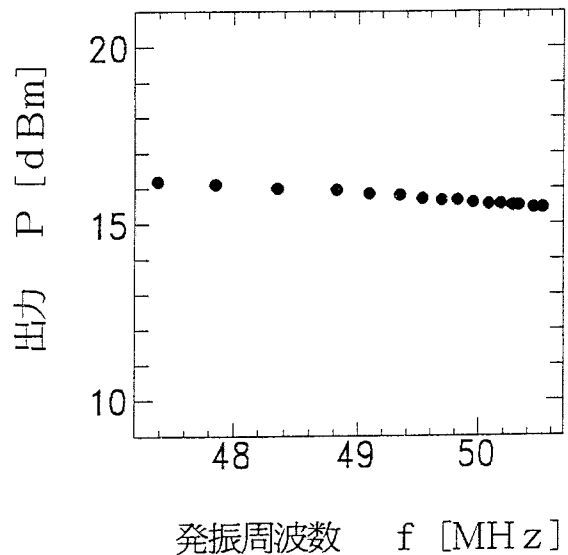


図4 発振出力特性

ウンダを誤動作させる可能性があるため、少ないことが望ましい。制御電圧を0~15Vまで変化させた時、2次高調波は94.8~101.2MHzの範囲で発生するが、図5によりこれら周波数範囲においてスプリアス特性は-40dB以上を得ている。尚、3次以上の高調波についても、実験によりすべて-40dB以上の値であることを確認した。

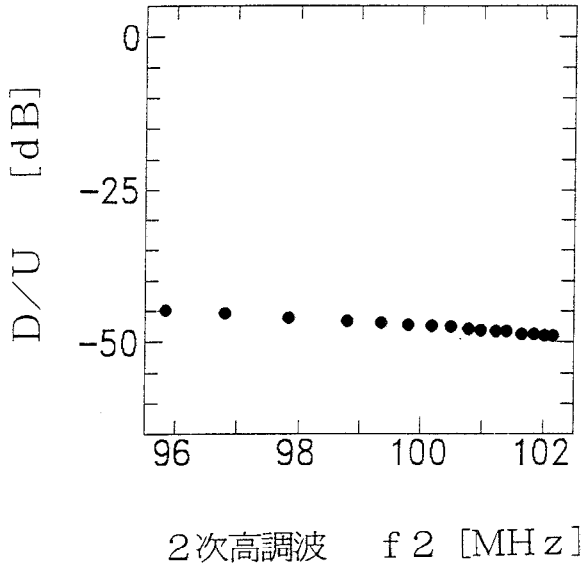


図5 スプリアス特性

3. C/N特性

最後に発振器のノイズ特性について述べる。CATVシステム全体のC/N特性を測定する場合、基準信号としてパイロット信号発生器より送出される信号を用いることがある。従って、この基準信号自身のC/N特性が悪い場合には、システム全体のC/N特性を測定することができない。

図6に共振部(A)、(B)それぞれを用いた場合のVCOのC/N特性を示す。これらの図より共振部(A)の方がC/N特性が良好であることが分かる。この理由としてVCOの発振周波数可変特性が考えられる。共振部(B)では制御電圧を0~15Vまで変化させた時、発振周波数は49.1~84MHzと非常に広帯域に変化するが反面、必要以上に可変範囲を広げるとC/N特性が劣化し、さらに外部ノイズ等の影響を受け易くなり発振純度が低下してしまう。このため設計時には、目的とする周波数可変範囲と諸特性のスペックとのバランスを十分考慮して設計する必要がある。

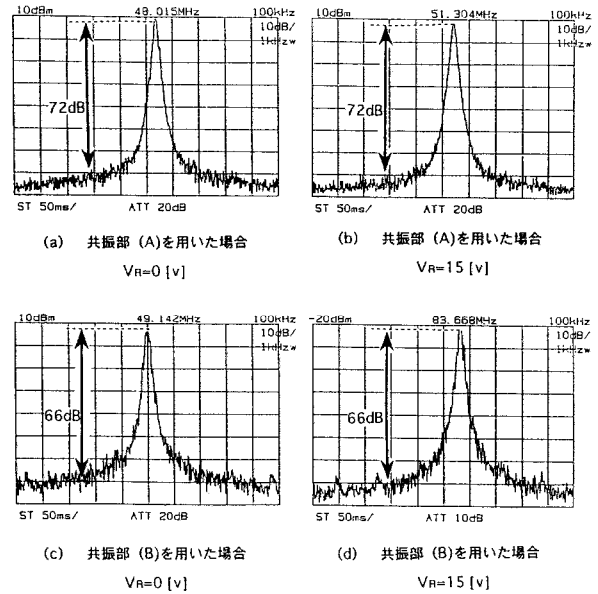


図6 VCOのC/N特性

IV まとめ

バラクタダイオードを用いた変形クラップ回路をもとに、48MHz帯PLL制御用VCOを設計・試作し特性評価を行った。その結果は、周波数可変範囲 $\Delta f=3.2\text{MHz}$ (47.4~50.6)、発振出力平坦度 $\Delta P=\pm 0.5\text{dB}$ 及び雑音特性 $C/N=72\text{dB}$ (25kHzオフセット)であり、これら諸特性から本回路はCATV上り帯域用パイロット信号発生器に十分利用可能であることが分かった。

今後の課題としては

- プリスケアラ、プログラムデバイダ、位相比較器及びループフィルタを今回設計したVCOに接続しPLL制御を行う。
- 環境温度によりパイロット信号出力レベルが変動しないようにVCOの出力部にAGC回路を設ける。

などが挙げられる。尚、本研究は平成7年度川内職業能力開発短期大学校電子技術科卒業研究として行われた。

[参考文献]

- (1) 社団法人日本電子機械工業会CATV技術委員会、ケーブルテレビ技術入門、P102-104
- (2) 小川伸朗：新しいPLL技術、オーム社、P31-35、
- (3) 吉田武、高周波回路ノウハウ、CQ出版、P96-103