

高調波抑圧機能を持つマルチバンド電力増幅器の研究

Multiband Power Amplifier with Harmonic Suppression Technique

高山 直輝
Naoki Takayama

ウィン チャイヴィパス
Win Chaivipas

岡田 健一
Kenichi Okada

松澤 昭
Akira Matsuzawa

東京工業大学 理工学研究科 電子物理工学専攻
Department of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology

1 はじめに

近年、無線通信技術の盛んな利用にともない、マルチスタンダード無線機の実現への要求が高まっている。本発表では、マルチスタンダード無線機の実現に向けて、マルチバンド電力増幅器 (PA) を提案する。電力増幅器 (PA) は、無線通信に必要な出力電力を得るための増幅回路であり、また、不要帯域への漏洩を減らすことが重要な検討事項である。PA には、A 級、B 級、AB 級など様々な形式があり、用途によって使い分けられているが、電力効率の高い E 級増幅器 (図 1) が検討されている。E 級増幅器ではトランジスタをスイッチとして使用し、スイッチを通過する電流とスイッチにかかる電圧のどちらか一方が 0 になるよう設計する。そのため、スイッチでの損失を 0 にすることができ、理想ドレイン効率で 100% を実現する増幅器である。しかし、この回路では、隣接チャネルへの漏洩電力を抑圧するために、狭帯域の BPF を必要とする。そのため、ある一定の周波数でしか使用できない。本研究では、広帯域の BPF を用いてマルチバンドで使用可能な E 級増幅器の検討を行った。高調波成分を補助的な PA により抑圧する。

2 設計した PA の回路構成

今回の PA の設計では帯域が 1 GHz~5 GHz の BPF を、広帯域負荷として用いた。トランジスタの後段に広帯域な BPF を用いているため、所望の周波数成分だけでなく、2 次、3 次といった高調波成分も BPF を通過する。解決のために、入力に 2 倍の周波数で駆動するスイッチと 3 倍の周波数で駆動するスイッチを配置し、高調波の除去を行う。

これらの入力の位相を調整することにより、高調波成分のみを抑圧する。回路図を図 2 に示す。また、目的とする周波数の入力はスイッチでの損失を抑えるために入力を方形波にする必要があるが、2 次や 3 次の周波数の入力は入力電圧が小さいので、正弦波で入力し、A 級動作を行わせている。ただし、2 次及び 3 次の高調波の電力は所望波に比べ小さいため、高調波抑圧のための電力は小さく、電力効率の悪化は最小限となることが期待できる。

3 シミュレーション結果

出力周波数 $f_0=1$ GHz でシミュレーションを行った結果を図 3 に示す。表 1 に設計した電力増幅器の性能を示す。比較のために、高調波抑圧を行わない場合のシミュレーション結果を図 4 に示す。図 4 では、2 次及び 3 次の高調波成分が大きい。図 3 では -20 dB 以上の高調波

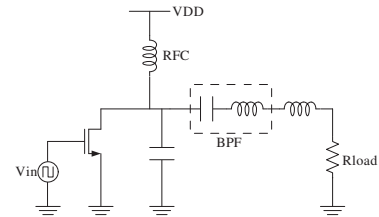


図 1 従来の E 級電力増幅器

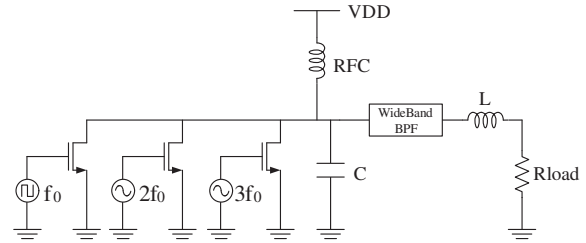


図 2 提案回路

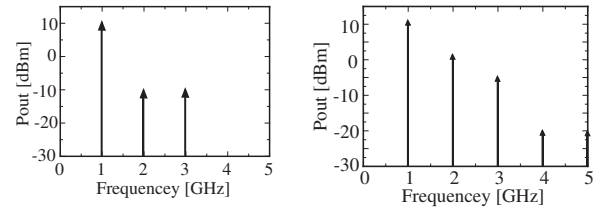


図 3 3 入力時の出力電力 図 4 1 入力時の出力電力

表 1 電力増幅器のスペック

Tech.	0.18 μ m CMOS
電源電圧	1.8 V
PAE	30.1 %
出力電力	9.0 mW
消費電力	30 mW

抑圧を達成した。

4 まとめ

本稿では、高調波抑圧特性を持つマルチバンド電力増幅器について報告した。広帯域負荷を用い、2 次及び 3 次の高調波を打ち消すための補助 PA を設けた。シミュレーションにより、高調波の抑圧を確認した。

参考文献

- [1] Frederick H. Raab, *et al.*, "Idealized operation of the class E tuned power amplifier," IEEE Transaction of Circuits and Systems, Vol. CAS-24, No. 12, pp. 725-735, Dec. 1977.