

電力増幅器挿入型トランスバーサルフィルタ における窓関数の適用の検討

C-2

Study of the Application of the Window function in the Power-amplifier Inserted Transversal Filter

佐々木 隆人[†] 榎田 洋太郎[†] 小澤 佑介[†]
Takahito SASAKI[†] Yohtaro UMEDA[†] Yusuke KOZAWA[†]
[†] 東京理科大学大学院 理工学研究科 電気工学専攻

[†] Department of Electrical Engineering, Graduate School of Science and Technology, Tokyo University of Science

1. はじめに

高い電力効率と線形性を満たす構成として包絡線パルス幅変調(EPWM)[1]送信機の研究が活発に行われている。EPWM では、スイッチング動作型電力増幅器を用いるため、電力効率は理想的には 100%となる。EPWM 送信機を持つ量子化雑音により帯域外輻射の問題への一対策として、電力増幅器挿入型トランスバーサルフィルタ(PA 挿入型 TF)[2]が検討されている。しかし、現状の各経路の重み係数が同じ矩形窓の TF では、サイドローブが大きいため雑音低減効果が小さい問題がある。本稿では、TF に窓関数を用いることにより量子化雑音を大幅に低減する方法を提案し、その効果をシミュレーションにより示す。

2. 窓関数を用いた PA 挿入型 TF

提案する PA 挿入型 TF の構成を図 1 に示す。一般的には、隣接経路間の遅延差を変化させる事で周波数可変フィルタとして働く。経路数を N 、通過帯域次数を k としたとき、通過帯域幅は実効経路数 $M=Nk$ に反比例する。提案するフィルタは、各経路の重み係数を変化させ、窓関数を適用することにより帯域外の成分を減衰させることにより、高い量子化雑音抑圧効果をもつ。

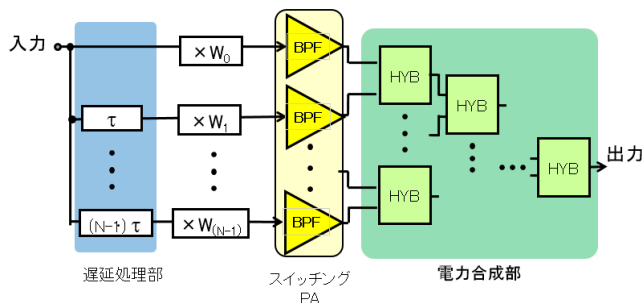


図 1. 提案する PA 挿入型 TF

3. シミュレーションによる評価

評価系とそのパラメータは文献[3]と同一とし、TF 各経路の重み係数を変化させた。但し、電力増幅器の代わりにバンドパスフィルタを用いた。数値解析用ソフトウェア (MATLAB/Simulink) 上で中心周波数 $f_c=1\text{GHz}$ 、隣接経路間の遅延差 $\tau=4, 8\text{ns}$ として $M=256$ までの TF にハンニグ窓[4]を適用して評価を行った。表 1 に TF のパラメータ、表

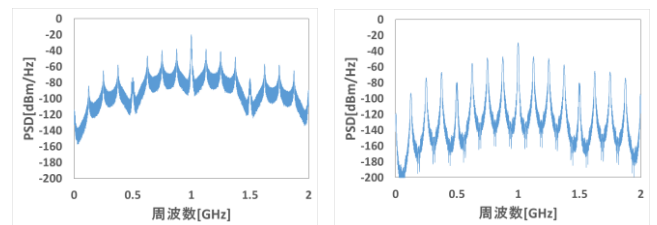
2 に SNR を示す。これより、ケース 3 のとき $Q=5, 10$ において SNR が改善することがわかる。ケース 3 の場合の TF 後の電力スペクトル密度を図 2 に示す。表 1 に $M=1$ (TF なし)、128, 256 の場合の EVM の値を併せて示す。M が大きくなるに従い信号スペクトル周辺部が減衰し、EVM が劣化する。

表 1. TF のパラメータおよびハンニグ窓適用時の EVM

ケース	経路数 N	通過帯域次数 k	実効経路数 M	EVM [dB]
0	1	1	1	-38.3
1	16	8	128	-20.2
2	32	4	128	-20.0
3	32	8	256	-8.6

表 2. 矩形窓とハンニグ窓の SNR の比較(ケース 3)

Q 値	SNR (矩形窓)	SNR (ハンニグ窓)
2.5 (0.8~1.2GHz)	14.52 dB	14.69 dB
5 (0.9~1.1GHz)	33.19 dB	53.69 dB
10 (0.95~1.05GHz)	35.98 dB	53.71 dB



(a) 矩形窓

(b) ハンニグ窓

図 2. TF 後の PSD (ケース 3)

4. まとめ

本稿では、PA 挿入型 TF において窓関数であるハンニグ窓を各経路に適用することにより、 $N=32, k=8$ 、実効経路数 256 の場合に SNR が改善することが確認された。今後、本質的に狭帯域信号である OFDM 信号を適用することにより、EVM の改善を図る。

謝辞

本研究は科研費(15K06086)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Y. Wang, 2003 IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. Dig., vol. 2, pp. 1327-1330, June 2003. [2] S. Fujioka, et al., ISCIT 2012, pp.239-244, Oct. 2012. [3] K. Nagasawa, et al., RFIT 2015 IEEE Int. Symp. pp. 124-126, Aug 2015. [4] 三橋 渉, “信号処理”, 培風館, 2010.