

基地局増幅器評価用 MATLAB シミュレータの検討

A Study of MATLAB Simulator for Base Station Amplifier

三上 琉世[†] 秋山 涼[†] 本多 市樹[†] 季 鵬[†] 山中 宏治[‡] 加保 貴奈[†]

Ryusei MIKAMI[†] Ryou AKIYAMA[†] Ichiki HONDA[†] Ki Hou[†] Koji YAMANAKA[‡] Takana KAHO[†]

[†] 湘南工科大学 工学部 電気電子工学科 [‡] 三菱電機株式会社情報技術総合研究所

[†] Shonan Institute of Technology [‡] Mitsubishi Electric Corporation

1. はじめに

将来のスマート社会ではIoT 端末の増加が予想されており, 基地局増幅器の IoT 用狭帯域信号のマルチキャリア評価を検討している. 各種の変調信号を生成および解析する増幅器用 PXI 測定システムを構築中である[1]. 本報告では測定器への組み込みおよび実験結果との比較に向けた MATLABシミュレータの検討結果について述べる.

2. シミュレータの信号生成機能

4G/5G のダウンリンク評価にテストモデル(TM)信号やリファレンスモデル(RMC)信号を使用するため, MATLAB の Communication, LTE, 5G Toolbox を用いてシミュレータを構築した. PXI ベクトルトランシーバでは IoT の動作を試験するために 1.4MHz 幅の LTE ダウンリンク信号を 1~100CC (コンポーネントキャリア) で変化させている[1]. 本シミュレータもダウンリンク・キャリアアグリゲーションのサンプルプログラム[2]を参考に 1~100CC までキャリア数を変えるようプログラムを作成した. TM 信号は同一データであるため CC 数を増やすと信号が重なり PAPR (Peak to Average Power Ratio) が増加する問題があり, 測定器では CC 毎に遅延量を変えて抑えている. 本シミュレータでは 1) RMC 信号を使い 0,1 のデータをランダムにして PAPR の上昇を抑える方法と, 2) TM 信号に circshift 関数を用いて巡回行列とし遅延量を変える方法の 2 つを試した.

3. 増幅器モデル

まずはメモリ効果無しベースバンド増幅器モデルを用いることにした. MATLAB では Cubic polynomial, AM/AM - AM/PM, Modified Rapp, Saleh モデルの 4 つが用意されている. 図 2 に LTE 1.4MHz 幅の RMC 信号を 100CC 並べてベースバンドで生成したあとに, Saleh モデル増幅器で出力したときのスペクトラムを示す. ACPR -50dBc 以下の相互変調歪が生じていることがわかる. 図 3 に増幅器入力および出力信号の CCDF(相補累積分布関数)の計算値を示す. 増幅器の影響は PAPR が 11.5dB 以上で見られる.

4. 解析結果

EVM(Error Vector Magnitude)の解析を行った. 100CC 中の任意の 1CC の中心周波数を 0Hz にシフトし FIR 型ローパスフィルタ(LPF)を実行してからサブキャリア毎の EVM を計算した. 周波数が左端の CC のシミュレーション結果を図 4, 5 に示す. 増幅器入力および出力信号ともに, 端のサブキャリアの EVM が大きくなっている. 測定器の実験でも同様の結果が出ており, 原因は隣接 CC の信号漏洩や相互変調歪の影響と考えている. また MATLAB シミュレー

タで様々なパラメータを変更して試したところ復調時に使う LPF の特性も EVM 値への影響が大きいことが分かった. 図 4~6 は FIR 型 LPF の次数を 8001 とした. 次数が 1000 以下では EVM が数 10% 以上に大きくなり実測とのずれが大きくなるため, パラメータの設定が重要である.

5. 今後の課題

より実機に近い検証を行うため測定器の仕様や増幅器の特性を考慮したパラメータやモデル選定を検討する.

謝辞

この成果は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP20017)の結果得られたものです.

参考文献

[1]森ほか, 信学技報 MW2021-91, pp37-42, 2021.

[2]<https://jp.mathworks.com/help/lte/ug/release-12-downlink-carrier-aggregation-waveform-generation-demodulation-and-analysis.html>

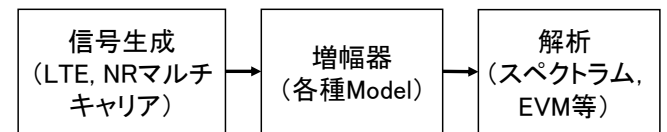


図 1 MATLAB シミュレータの機能ブロック

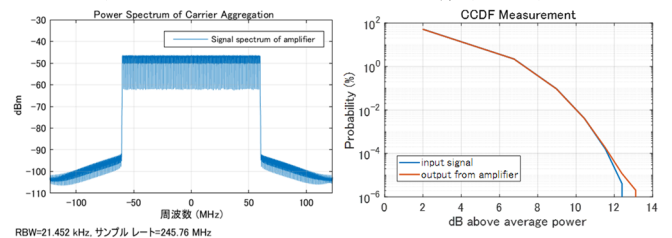


図 2 100CC のスペクトラム

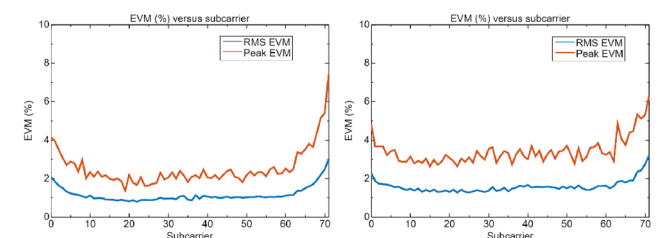


図 3 CCDF 特性

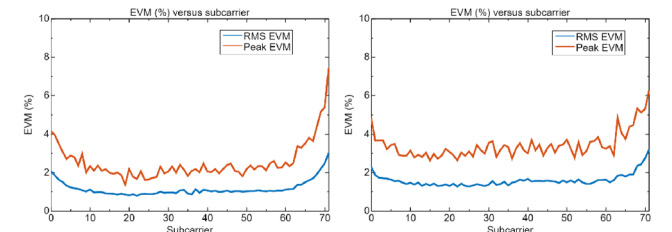


図 4 増幅器入力信号の EVM

図 5 増幅器出力の EVM

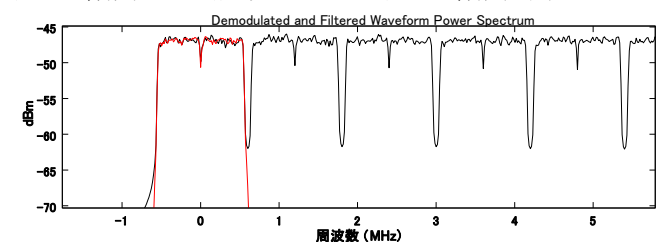


図 6 フィルタ特性の例 赤がフィルタした CC