

マルチキャリア増幅器時の相互変調歪低減法の検討

日大生産工（学部） 正木 秀明
 日大生産工（院） 鈴木 雄也
 日大生産工 田中 將義

1. まえがき

ワイヤレス通信では、電力増幅を効率的に行うために、各信号波を個別に増幅せずに、複数の信号波を共通増幅することが行われる。一般に、電力増幅器を飽和領域近傍で動作させると高効率となるが、非線形特性に基づく相互変調歪による干渉が発生し、伝送特性を劣化させる。そこで本論文では、高効率・干渉低減を実現するために、共通増幅時に信号波と発生する3次相互変調歪(IM3)を分離することにより信号対IM3比(C/IM3)を改善する新構成の増幅システムを提案する。

2. 増幅システムの構成と解析モデル

Fig.1 に本検討に用いた増幅システムの構成を示す。複数の電力増幅器(HPA)と多数の電力分配器(HYB)から構成され、複数の入出力端子を有するマルチポート増幅器(MPA)⁽¹⁾を用いている。

Fig.2 に示す HPA-q に着目し、MPA 入力電圧 V_{in} , HPA の入力電圧 V_h , HPA で発生する対3次相互変調歪 $im3$, および MPA の k - 出力ポートに出力される3次相互変調歪 IM3 は下記の式で与えられる。

$$V_h(q, u) = PD(q, u) \cdot Vin(u) = |V_h(q, u)| \cdot \exp\{j\theta(q, u)\}$$

$$V_h(q, v) = PD(q, v) \cdot Vin(v) = |V_h(q, v)| \cdot \exp\{j\theta(q, v)\}$$

$$V_h(q, w) = PD(q, w) \cdot Vin(w) = |V_h(q, w)| \cdot \exp\{j\theta(q, w)\}$$

$$im3(q) = K_q \cdot |V_h(q, u)| \cdot |V_h(q, v)| \cdot |V_h(q, w)| \cdot \exp\{j[\theta(q, u) + \theta(q, v) - \theta(q, w)]\}$$

$$IM3(k) = \sum_{q=1}^N PC(k, q) \cdot im3(q)$$

3. 3波の入力信号配置とIM3の発生箇所

Fig3. は3波の入力信号の配置(i), (ii), (iii)に

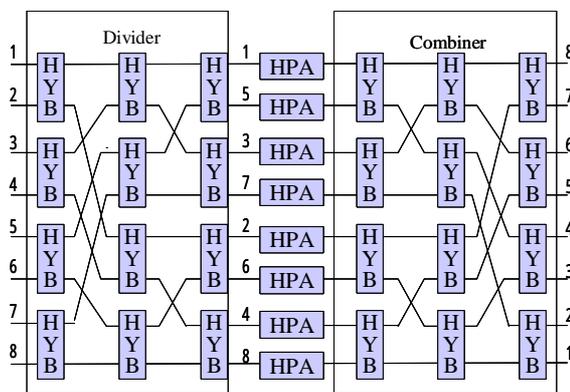


Fig.1 Configuration of Multi-port Amplifier (MPA)

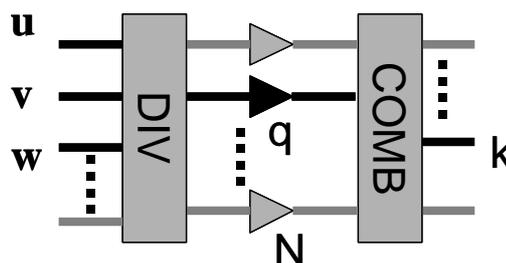


Fig.2 MPA Model for IM3 Analysis

対し MPA で発生する IM3 のスペクトラムを示したものである。本解析では、MPA を構成する HPA の特性を均一と仮定した。信号配置(i)では信号と同一周波数スロットに IM3 が発生し、干渉が発生する。一方、信号配置(ii), (iii)においては、信号波と IM3 は別のスロットに分離可能であり⁽²⁾、信号波への干渉が発生しない。

4. 多数波共通増幅時の3次相互変調歪の出力先制御と干渉低減⁽³⁾

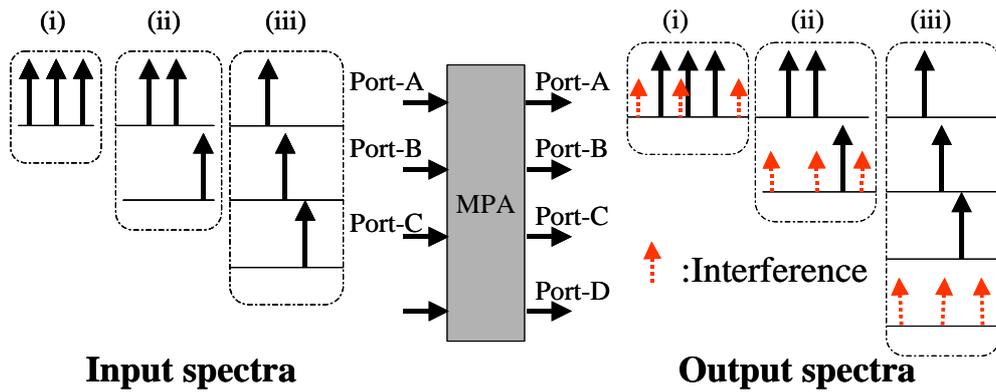


Fig.3 Input /output signal and IM3 spectra of an MPA for three types of signals

Fig.4は, Fig.1に示す8台のHPAで構成されるMPAのひとつの入力端子に24波の信号波を入力した場合に発生するIM3の位置と総数を表したものである。これは通常の1入力-1出力の増幅器で共通増幅した場合のIM3と同一分布となる。

これに対して, 8個の入力端子に周波数順に均等に信号を配分した場合の干渉源となるIM3の分布をFig.5に示す。IM3の出力先を信号波から分離させることにより, 各信号波の干渉源となるIM3を減少させることが可能となる。

Fig.6は, 24波をほぼ最適に各入力ポートに配置した時の干渉源となるIM3の総数を示している。Fig.4, Fig.5に比べて格段に干渉量が低下し, 干渉を制御できることを示している。

5. まとめ

複数の信号波を共通増幅する際に発生する相互変調歪の出力先を制御し, 干渉を軽減する新構成の増幅システムを示し, 具体例をもとにその効果を検討した。この結果, 理想状態では, 増幅器で発生するIM3と信号波を分離可能であり, 信号波への干渉が低減し, 高効率増幅が可能となることを示した。

参考文献 (1)M.Tanaka and K.Yamamoto, AIAA-98-1248, pp190-200, 1998. (2)鈴木, 田中: マルチポート増幅器における非線歪特性の解析, 信学会総全大, C-2-31, 2004 (3) M.Tanaka, Y.Suzuki, Nonlinear Distortion Analysis of Multiport Amplifier, AIAA-2004-3143, 2004

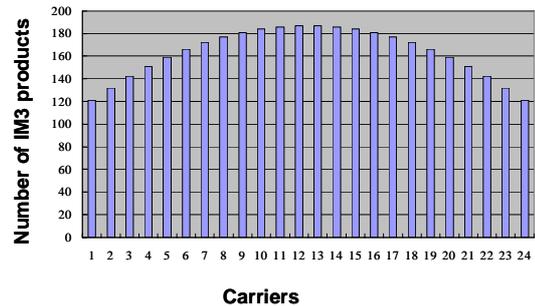


Fig.4 Distribution of IM3 products when 24 carriers are applied to one of eight ports of MPA

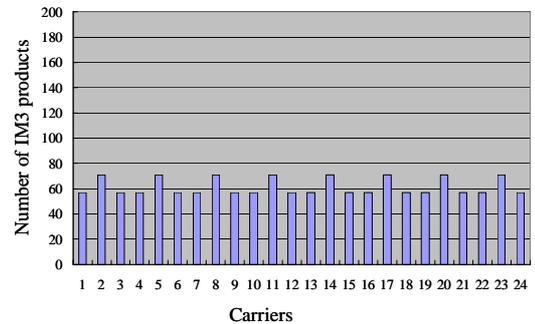


Fig.5 Distribution of IM3 products when 24 carriers are sequentially applied to eight ports of MPA

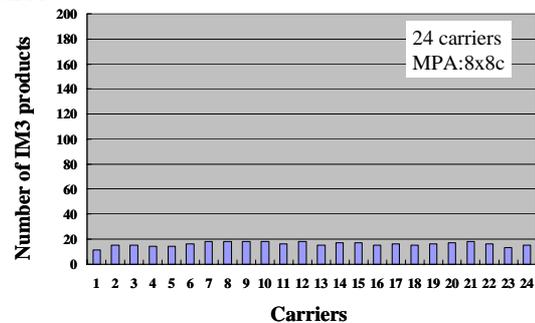


Fig.6 Distribution of IM3 products when 24 carriers are sub-optimally assigned to eight ports of MPA