

位相偏移変調方式の狭帯域化の検討

2H-4

岸 政七

伊藤 佳志

愛知工業大学 情報通信工学科

1. はじめに

データ伝送の伝送速度の高速化において、周波数分割多重通信方式(FDM)は有効な手段である。単位時間当たりの多くのデータを伝送するには、単位周波数当たりの伝送情報量をいかに多くするか重要な課題であることは、論を要しない。FDMは、限られた伝送帯域幅を一定に保ちつつ、有効に利用するための一手段である。例えば、一つの搬送波に対応させ変調した信号の帯域幅を可能なかぎり狭くすることが重要である。かかる観点から、振幅、周波数、位相変調方式を考察し、各変調方式のパラメータが及ぼす、帯域の広がり、及びパワーレベルの影響は、既に報告した所であるが^[1]、本稿では、データ伝送において一つの搬送波の伝送帯域幅の狭帯域化を行い、その被変調波のスペクトラム解析を行ったので報告する。

2. 位相偏移変調方式

デジタル変調方式の一つである位相偏移変調方

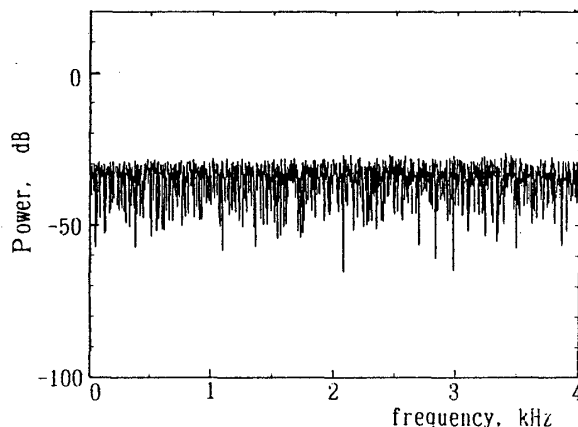


図1. PSKのパワースペクトラム

式(PSK: Phase Shift Keying)を考える。PSKは、入力データ信号の値により、搬送波の位相成分に対して情報を与える。式1に、PSKにおける被変調波を示す。

$$P(n) = A \cos \{2\pi f_c n + (\phi + \Delta\phi(n))\} \quad (1)$$

ここで、 f_c は搬送波周波数、 $\Delta\phi(n)$ は移相量を示す。また、 A は振幅、 ϕ は位相である。

本稿における移相量 $\Delta\phi(n)$ は、入力データの値が1の時 180° 与え、0の時 0° とする。ここで、与えられた $\Delta\phi(n)$ を搬送波の位相に加えることにより、情報を伝送する。

3. PSK信号の帯域幅

図1に、搬送波周波数を1kHz、入力信号を12次の生成多項式で与えた時の被変調波のパワースペクトラムを示す。この時の搬送波に対する、伝送帯域幅は4kHzの外にまで広がっている。かかる状況でFDMへ適用すれば、他の帯域への影響が無視できなくなり、FDMの実現は不可能と言えよう。つまり、一つの搬送波に対する伝送帯域幅の狭帯域化が必要となる。

4. 狭帯域化位相偏移変調方式

狭帯域化の一つの手段として、入力信号を低域通過フィルタ(LPF)に通す方法がある。図2に、

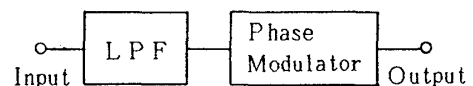


図2. 狭帯域化位相偏移変調方式の構成

Studies on Narrow Bandwidth Phase Shift Keying

Masahichi KISHI, Yoshiyuki ITOH

Department of Information Network Engineering, Aichi Institute of Technology

この変調方式の概要を示す。式2に移相量 $\Delta\phi(n)$ を与える式を示す。

$$\Delta\phi(n) = \sum_{k=-mN/2}^{mN/2} h(k)x(n-k)\phi_{\max} \quad (2)$$

ここで、 $x(n)$ は入力信号、 ϕ_{\max} は最大位相偏移量、 $h(n)$ はLPF(ここでは、ナイキスト・フィルタ)である。また、 m はナイキスト・フィルタのフレーム数、 N はフレーム内サンプル数である。

$$h(n) = \frac{\sin\{(n-mN/2)\pi/N\}}{(n-mN/2)\pi/N} \quad (3)$$

式2で与えられた移相量 $\Delta\phi(n)$ を、式1で与えられるPSKの移相量とする場合の、被変調波のスペクトラムを次に検討する。

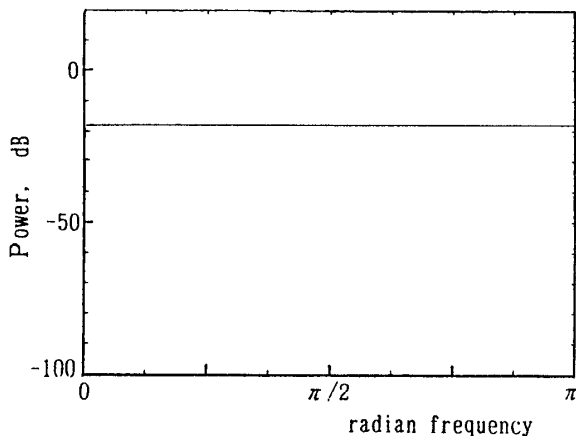


図3. M系列のパワースペクトラム

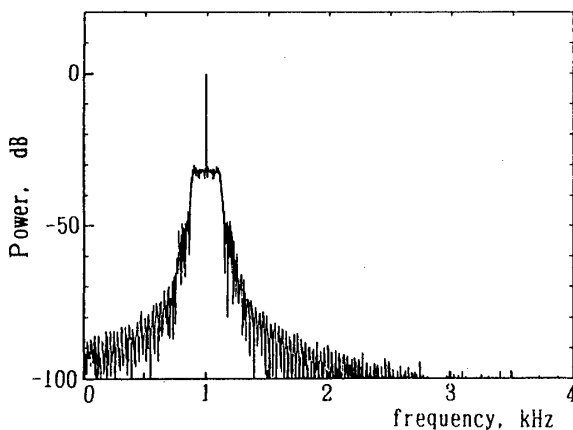


図4. 狭帯域化位相偏移変調方式のパワースペクトラム

5. 狭帯域化PSKのスペクトラム解析

搬送波周波数を1 kHz、最大位相偏移量を π rad.と、3と同一の条件でシミュレーションを行った。実験においては、ナイキスト・フィルタの m を8、 N を32とした。入力信号は、3で用いたと同一のM系列符号(Maximum length sequence)を用いる。式4に示すGF(2)の上の12次の生成多項式 $H(x)$ により得られる、周期4,095のM系列符号とする。

$$H(x) = x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^7 + x^5 + x^4 + x^3 + x + 1 \quad (4)$$

M系列符号は、図3に示すようにすべての周波数成分を持つ巡回符号であり、疑似雑音系列として良く用いられている。

図4に、サンプリング周波数を8 kHzとした時の、狭帯域化PSK信号のパワースペクトラムを示す。図4より、伝送帯域幅が250 Hzとなり、更に帯域外への漏れ込み量が約-50 dBとなり、隣接チャンネルへの影響が殆ど見られなくなる。したがって、幾つかの搬送波を一度に使用することが可能となり、FDMの実現が達成しうることが明らかになった。

6. おわりに

PSKのスペクトラム解析を実施した。PSKにおいては一つの搬送波に対して変調された信号の帯域幅が、大きく広がりFDM化が難しいことが知れた。一方、ナイキスト・フィルタを使用したPSKにおいて、被変調波の帯域幅が狭く抑えられ、隣接チャンネルへの影響が小さいことを明らかにし、検討の結果、狭帯域化PSKがFDMへ適用しうることを示した。

【文献】

- [1] 伊藤佳志, 岸政七, 他, 昭和63年度電気関係学会東海支部連合大会, No. 426~No. 428.