

## 中波放送システムを用いたPSKデータ伝送に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-03-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 若井, 一顯 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/1221">http://hdl.handle.net/10297/1221</a>

氏名・(本籍)	若 井 一 顯 (埼玉県)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工博甲第 119 号
学位授与の日付	平成 7 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 電子応用工学専攻
学位論文題目	中波放送システムを用いたPSKデータ伝送に関する研究

論文審査委員	(委員長)		
	教授	宮 川 達 夫	
	教授	水 品 静 夫	教授 岡 本 尚 道
	教授	福 田 明	教授 篠 原 茂 信
	教授	池 田 弘 明	

## 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、中波帯の搬送波を低位相偏移になるようにPSK(Phase Shift Keying)方式で変調し、データの中波放送波帯で伝送するとともに、これをAMラジオ信号と重畳する方式を提案し、中波放送システムにより、この有効性を明らかにしたものである。

第1章では、最近のデジタル伝送技術の動向を分析し、放送技術がアナログ方式からデジタル方式へ移行し始めた状況を概述した。続いて、中波放送システムの概要を述べ、本研究の位置づけを明らかにした。

第2章では、低位相偏移形多相PSK信号の一般式を与え、代表的な相数としての2相、4相、8相、及び16相のPSK信号を表示した。また、低位相偏移形PSK信号の電力スペクトラムを、搬送波の電力スペクトラムと $\sin X/X$ の電力スペクトラムとの合成で表し、低位相偏移形多相PSK信号の電力スペクトラムを計算した。

第3章では、低位相偏移形PSK信号伝送システム及び伝送装置の概要を記述し、続いて、低位相偏移形PSK信号を生成及び復調するためのエンコーダとデコーダの構成及び動作を記述した。

この結果にもとづいて、本章では中波放送システムによる低位相偏移形PSK信号のデータ伝送時の誤り率(BER)、及びCNR(Carrier to Noise Ratio)とノイズマージンの関係、並びに波形ひずみを記述した。BERは、データ伝送速度を1,200bps、2,400bps及び4,800bps、相数を2相、及び4相としたときに $1 \times 10^{-7}$ 以下と良好な結果を得た。また、CNRの測定では、BPSKのCNRを基準(0dB)とし、低位相偏移形PSK

の位相偏差が30度以下になる2相で12dB以上、4相で21dB以上と、CNRの減少量が急激に増加することを確認した。

すなわち、中波放送システムでデータ伝送速度、相数、及び位相偏差をパラメータとして与え、実験・解析を行った結果、データ伝送速度を1,200bps、2,400bps、または4,800bps、相数を2相または4相とするのが適当であることを確認した。上記の実験・解析にもとづいて、本章では低位相偏差形PSKデータ伝送の応用例として、静止画像を伝送したとき、データ伝送速度が1,200bps、2,400bps、及び4,800bpsで良好に伝送できることを確認した。データ伝送速度が1,200bps、相数が2相では、400×600画素の静止画1枚を約3分で伝送できた。

第4章では、低位相偏差形PSK信号をAMラジオ信号に多重して伝送する伝送システムを記述し、伝送系のひずみを評価した。すなわち、AM伝送系からPSK伝送系への干渉を、派生的位相変調(IPM: Incidental Phase Modulation)、アイ開口率、及びBERによって評価した。アイ開口率は、データ伝送速度が2,400bps、位相偏差が90度、相数が4相のとき60%以上であった。また、AMの変調度を60%以下に選び、データ伝送速度が1,200bps、位相偏差が90度、相数が4相のとき、BERはデジタル伝送で目標とする $10^{-4}$ 以下にできることを確認した。IPMは、中波放送システムでPSKデータを伝送する場合に発生する。IPMの第1の原因は、送信機の空中線や整合回路等の線形回路の周波数依存性によって発生することを解析的に記述した。第2の原因は、電力増幅器等の非線形特性によって、入力信号レベルに応じて入力信号と出力信号との間で位相ひずみを発生するが、これをAM変調度に対するIPMの発生量として中波帯ラジオ送信機を用いて測定した。

一方、PSK伝送系からAM伝送系への干渉は、復調されたAMラジオ信号のSNR (Signal to Noise Ratio) によって評価した。PSKデータ伝送系からAMラジオ伝送系への干渉許容限をSNRで50dBとするには、データ伝送速度が2,400bpsのとき、4相で位相偏差を90度以下、2相で位相偏差を30度以下にする必要があることを確認した。

第5章では、本研究の結論とともに、低位相偏差形PSKデータ伝送方式が、今後の中波メディアの多重化によって、大きく展開される可能性のあることを指摘した。

## 論文審査結果の要旨

本論文は、中波帯の搬送波を低位相偏移になるようにPSK(Phase Shift Keying)方式で変調し、データを中波放送波帯で伝送するとともに、これをAMラジオ信号と重畳する方式を提案し、中波放送システムにより実験的に有効性を検証したものである。

第1章では、最近のデジタル伝送技術の動向を分析し、放送技術がアナログ方式からデジタル方式へ移行し始めた状況を記述した。また、中波放送波帯伝送路の概要を述べ、本研究の位置づけを与えている。

第2章では、BPSK及びQPSKに関する理論を多相(M相)PSKにまで展開し、この結果にもとづいて、2相、4相、8相、及び16相の低位相偏移形PSK信号の一般式を与えた。ここでは、低位相偏移形PSK信号の周波数スペクトラムが搬送波のスペクトラムと、 $\sin X/X$ のスペクトラムとの合成で表現できることを示した。更に、多相の低位相偏移形PSK信号の電力スペクトラムを計算した。

第3章では、本方式で使用するPSKエンコーダ、及びデコーダの設計、製作、及び性能について述べた。また、現行の中波放送波帯の中波放送システムを使って低位相偏移形PSK信号を伝送する場合、最適なデータ伝送速度、相数、及び位相偏移を、理論的及び実験的に明らかにした。更に、低位相偏移形PSKデータ伝送方式によって伝送されたコード情報の品質を、CNR(Carrier to Noise Ratio)及びビット誤り率(BER: Bit Error Rate)の関係から明らかにした。すなわち、CNRとノイズマージン、及びCNRとビット誤り率の関係を理論的に求めた。更に、本方式の伝送可能なデータ伝送速度、相数、及び位相偏移を与え、実測結果と比較した。次に、本方式におけるPSKデータ伝送の一応用例として静止画像を伝送し、満身に伝送可能なことを確認した。

第4章では、低位相偏移形PSK信号にAMラジオ信号を多重化する伝送方式について記述し、伝送系のひずみを評価した。すなわち、AM伝送系からPSK伝送系への干渉は派生的位相変調(IPM: Incidental Phase Modulation)、BER、及びアイ開口率によって評価した。一方、PSK伝送系からAM伝送系への干渉は、復調されたAMラジオ信号のSNR(Signal to Noise Ratio)によって評価した。

第5章では、本研究の結論とともに、本論文の低位相偏移形PSKデータ伝送方式が、今後の中波メディアの多重化によって展開される可能性を記述した。

以上の成果は、中波放送波帯で中波放送システムによりPSKデータを伝送する新しい概念を提供するものとして工学的に価値があり、博士の学位を与えるにふさわしい内容を有すると認定する。