



若者

衛星通信

Mazen N. DAHABREH*

日本の若い技術者が新しい技術や計画を発表する本欄に寄稿する機会を与えられ、たいへん嬉しく思います。

私はヨルダンから、留学生として日本へ来て、名古屋工業大学で大学院修士課程修了後、大阪大学工学部通信工学科で博士課程に在学し衛星通信に関する研究を行っています。以下に衛星通信の現状といくつかの技術的な問題を紹介したいと思います。

まず最初に、現在の商用衛星は次の三つに分類することができます。

1. 国際衛星 (INTELSAT IV)
2. 地域衛星 (ARABSAT etc.)
3. 国内衛星

これらの衛星通信回線の中で技術的に最も多くの問題を含むのが中継器でしょう。衛星に搭載される中継器には地上局からの多重利用の問題と回線容量の損失を最小にするという問題があります。

1960年代に初めて実用化された衛星では送信出力が小さいため“多重利用”型式の運用は行われませんでした。しかし、最近の衛星では、Frequency Division Multiple Access (FDMA) 周波数分割多重方式が低コスト、回線変更の容易さなど、多くの特徴のため用いられています。現在の FDMA 方式は次の二つに分類することができます。

1. Multichannel-Per-Carrier 方式

この方式は、地上局で多くの回線を SSB で周波数軸上に並べ、一つの搬送波を FM 変調し、それを FDMA の衛星回線にのせる方式で、FDM-FM-FDMA と呼ばれます。

2. Single-Channel-Per-Carrier 方式

この方式は、各回線がそれぞれ搬送波を変調して衛星回線にのせる方式で、SCPC-FDMA と呼ばれ、デジタル回線、電話回線が混在しても問題なく使用できます。

これから、ますます増加が予想される国内衛星では、低いコストや比較的簡単な構成を持つ SCPC 方式の採用が予想されています。

FM-SCPC 方式のハードウェアは小さなアンテナとメンテナンスが容易な通信装置から成っており、遠隔気象観測、石油井戸、油送パイプラインのモニターシステムなど、数チャンネルしか必要のないシステムに適すると思われま。これらの少容量の回線しか必要のない利用者は FDMA 方式をとる衛星中継器を共用することができます。

ほとんどの衛星では FDM-FM 方式か SCPC-FDMA 方式を採用していますが、これらの方式では変調を受けた多くの搬送波が一つの非直線増幅器（主に進行波管）を共用するため、各種のひずみを生じ設計の際には十分配慮が必要です。変調の方式によって振幅の非直線性や位相の非直線性を考えねばならず、搬送波の数や強さともに混変調、cross talk などが最小になるよう設計しなければなりません。

振幅の非直線性と位相の非直線性が原因である帯域内の混変調を明らかにするために、進行波管の混変調成分が同一の帯域幅を持つ信号に及ぼす影響は明らかになっています。進行波管 [Hughes 261H] の非直線性を表現するための厳密な数学モデルは文献 (1) に与えられています。この文献では出力電力振幅は入力電力振幅の関数として表現されています。

私は INTELSAT-IV で使われている進行波管にその数学モデルを適用し、そして、いわゆる特性関数法を用いて進行波管の出力自己相関

*Mazen N. DAHABREH 大阪大学、工学部、通信工学科、滑川研究室博士課程在学、名古屋工業大学工学修士、電子工学

関数を計算しました。その出力自己相関関数は非常に有用なもので、混変調の電力密度スペクトル、出力信号対混変調成分電力比や R. M. S. 帯域幅などを入力 back-off レベルの関数として求めることができるものです。

この結果を利用すれば、進行波管の設計者は効率的な動作をさせるのに最適な back-off レベルを簡単に求めることができ、また、それが衛星を利用した低コスト高品質の通信につながると確信しています。

SA'TELLITE COMMUNICATIONS

Mazen N. DAHADREH*

It is a nice opportunity to contribute in writing in a magazine which expresses the thoughts and hopes of the youths in Japan. First of all I would like to introduce myself. I am a citizen of JORDAN, at present enrolled in a Doctorate course at Osaka University, Faculty of engineering, Communication Department.

To date, the commercial satellite communications has been classified into three main groups, namely,

1 -The International Satellite such as the INTELSAT IV.

2 -Regional Satellite such as the ARAB-SAT.

3 -Domestic Satellite such as the JAPAN-NESE Satellite.

In these types of configurations, the satellite repeater is the nodal point where the problem of "multiple access" between earth stations requires a high degree of flexibility while minimizing the loss of repeater channel capacity.

The first satellite brought into service in the mid-1960's was not operated in a mul-

tipole access mode due to spacecraft power limitations. Later generations, however, have relied heavily on Frequency Division Multiple Access (FDMA) Systems for its simplicity, proven technology, low cost, and easy adaptation to varying international networks. Two FDMA techniques are in general operational service today,

1 -Multichannel-Per-Carrier

Transmission, where the transmitting earth station frequency division multiplexes (FDM) several single sideband suppressed carrier telephone channels into one carrier baseband assembly which frequency modulates (FM) a carrier and is then applied to an FDMA satellite network. This type of operation is referred to as FDM-FM-FDMA.

2 -Single-Channel-Per-Carrier

(SCPC) transmission where each individual telephone channel independently modulates a separate radio frequency carrier. This type of operation is referred to as SCPC-FDMA and can be accomplished by transmitting either a digital or FM carrier.

A growing number of potential domestic satellite systems have focused on SCPC for its attractiveness in terms of cost, simplicity, and direct relation to small demand applications. FM-SCPC hardware can consist of a small antenna and a minimum amount of

*OSAKA UNIVERSITY Faculty of engineering, Communication Department NAME-KAWA's Laboratory, Doctorate course NAGOYA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Master of Engineering, Electronic Department

easily maintained communication equipment suitable for use with remote weather outposts, oilrings, pipeline monitoring systems, and other small user networks which would require only one or two channels. A network of these stations can be easily assigned to one satellite transponder on an FDMA basis.

Since most of the satellite circuits employ FDM-FM or SCPC-FDMA, which results in the simultaneous use of a common non-linear amplifier, such as a traveling wave tube (TWT), by a number of independently modulated carriers, several impairments must be considered in designing a multiple access system using satellite TWT's. Depending upon the method of modulation employed, amplitude nonlinearities AM/AM and phase nonlinearities AM/PM must be considered to minimize intermodulation, intelligible crosstalk, and other interfering effects by taking into account the number and size of carriers expected to access the repeater. These impairments are maintained at acceptable limits by operating the TWT at the minimum input back-off necessary to ensure that performance objectives are met.

To investigate the in-band intermodulation produced by both AM/AM and AM/PM non-linearities, a considerable study has been undertaken to determine the effect of

TWT intermodulation products on modulated signals occupying the same bandwidth. A rigorous mathematical model which represents the non-linearities of the Hughes 261 H TWT was proposed [1], in which the output power envelope was expressed as a function of the input power envelope.

We have used that mathematical model which is for the TWT used in INTELSAT IV, and we have used what is called the characteristic function method in calculating the output autocorrelation function of the TWT from which we can calculate many useful things such as the power spectral distribution of the intermodulation, the output signal to intermodulation power spectral density ratios, R.M.S. bandwidth etc., at several input back-off levels.

Achieving these points in an easy and tractable method enables the designers to understand at what optimum back-off levels the TWT must be operated in order to use it effectively, which enables us to perform a cheap and clear telephone calls and communication through the satellite.

References

- [1] P. Hetrakul, and D. Taylor, "The effects of transponder nonlinearity on binary CPSK signal transmission", IEEE Trans. Commun., vol. com-24pp. 546-553, May 1976.

お お 人 生

泳ぎ上手は川で死ぬ

雉子も鳴かずば撃たれまい

恐ろしいことです。オレがオレがと思う心は、そのオレが、ついつい、うっかりすると、取り返しのつかない失策をやらかすのですから。誰にでもあることです。ご用心、ご用心。

しかし、ここでくじけてはいけません。「失敗は成功の母」という諺もあります。

(むかしもの)