

データ通信に用いるCATV網上り回線の雑音低減について

中村 正幸[†] 楊 毓英[†] 山崎 英樹^{††} 内川 富彦^{†††}
和崎 克己^{††††} 師玉 康成^{††††}

[†] 長野県情報技術試験場 〒399-0006 長野県松本市野溝西 1-7-7

^{††} (株) アイネット 〒390-0842 長野県松本市征矢野 1-5-46

^{†††} (株) サーキットデザイン 〒399-8303 長野県南安曇郡穂高町大字穂高 7551-1

^{††††} 信州大学工学部 〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1

E-mail: [†] {nakamura,yyyang}@nagano-it.go.jp, ^{††} yamazaki@inett.or.jp, ^{†††} uchikawa@circuitdesign.co.jp
^{††††} {wasaki, shidama}@cs.shinshu-u.ac.jp

あらまし CATV においてケーブルモデムにより構成されるネットワークでは、上り回線と下り回線を全ての端末が共有する通信方式が用いられている。特に、ケーブル網上で上り回線周波数帯域に雑音が混入すると、全ての端末の通信に影響が及ぶ問題点がある。このため、この雑音の混入箇所の特定および混入を低減することは、CATVによる通信の課題の一つとなっている。そこで、雑音の混入箇所の特定を下り帯域の信号を利用して行うシステムおよび加入者系からの雑音の低減するためのタップオフの開発を行った。

キーワード ケーブルテレビ網, 上り帯域, 下り帯域, 雑音低減

A Noise Reduction of CATV Network Uplink for Data Communication

Masayuki NAKAMURA[†] Yuying YANG[†] Hideki YAMAZAKI^{††} Tomihiko UCHIKAWA^{†††}
Katsumi WASAKI^{††††} and Yasunari SHIDAMA^{††††}

[†] Information Technology Research Institute of Nagano Prefecture 1-7-7 Nomizonishi, Matsumoto-shi, Nagano,
399-0006 Japan

^{††} Inett, Inc 1-5-46 Soyano, Matsumoto-shi, Nagano, 390-0842 Japan

^{†††} Circuit Design, Inc 7551-1 Hotaka, Hotaka-machi, Nagano, 399-8303 Japan

^{††††} Faculty of Engineering, Shinshu University 4-17-1 Wakasato, Nagano-shi, Ngano, 380-8553 Japan

E-mail: [†] {nakamura,yyyang}@nagano-it.go.jp, ^{††} yamazaki@inett.or.jp, ^{†††} uchikawa@circuitdesign.co.jp
^{††††} {wasaki, shidama}@cs.shinshu-u.ac.jp

Abstract All cable modems used in CATV use the same upstream and downstream frequencies to establish bi-directional communication with their central equipment. The upstream frequency band is usually suffered from noises which causes severe damages to the upstream communication. We think of a method to detect the places where those noises get into coaxial cable of CATV at the central system, using the downstream signals. Then we also developed a tapoff system which has some by-pass switches or filters to cut off subscriber lines which carry the noises to improve the vulnerability of the upstream frequency band of CATV.

Keywords CATV network, upstream frequency band, downstream frequency band, noise reduction

1. まえがき

ケーブルテレビ網によるデータ通信では、端末に設置される全てのケーブルモデムが、ヘッドエンドに設置されたセンターモデムと通信を行うために、同一の

上り周波数帯域(加入者からセンター設備の方向)と下り周波数帯域(センター設備から加入者の方向)を共有して通信を行っている。このネットワークの物理的なトポロジとしては、ツリー構造であり、論理的には上

り回線と下り回線は分離しているが、それぞれを共有したバス型ネットワークとなっている。

下り回線については、放送に利用していない空きチャンネルが多数あるため、雑音の混入がない周波数帯を選び通信用として使用できることや、雑音となる電磁波が同軸網に混入した場合でも、この混入があるセグメントでこの混入箇所の下流の端末の通信に影響があるのみであり、ツリー構造の全ての端末の通信へ影響が及ぶことはない。このため、混入雑音により全体の通信が停止することは非常に少ない。

上り回線は使用周波数帯域が10～55MHzと低く、家電製品からの雑音・海外からの短波放送およびCB無線等の電磁波の周波数帯域と同一であるため、ケーブルやコネクタ等の接続部分でのシールド特性が不十分の場合は、これらの電磁波が雑音として同軸網へ混入し、通信エラーが発生する。

更に、上り回線はツリー構造のために全てのケーブル網の上り帯域の信号が重なり合い、センターモデムへの入力信号となるため、数百キロにも及ぶケーブル網の一箇所でもこれらの雑音の混入が発生していると、上り回線に通信エラーが発生し、全ての端末の上り回線の通信に影響が及ぶ危険性がある。

上り周波数帯域への雑音の混入の防止は、従来より、同軸ケーブルのシールド特性の改善や、データ通信を行わない端末が接続されたタップオフに上り帯域阻止フィルターを設置する、等により対策が行われている。

しかし、通信を行う全ての端末は、共有している上り回線周波数帯域に対して信号を送出可能なために、意図的に妨害信号(ジャム)を送信すれば、ケーブルテレビ網による全体の通信を停止させることができる問題点を有している。

そこで、本研究では、ケーブル網において雑音の混入箇所の特定についてケーブルテレビのセンターにおいて行う方法について検討を行うとともに、加入者系からの雑音に対して上り周波数帯域のセキュリティを向上させるために、端子毎に通信制御が可能なタップオフの開発を行った。

2. 上り回線帯域への雑音の混入箇所の検出方法

2.1. 雑音混入の原因と従来の検出手法

上り回線周波数帯域への雑音の混入の主な原因は、以下のように考えられている。

(1)同軸ケーブルが経年変化等により外部導体のアルミパイプの一部に亀裂が発生し、シールド特性が低下する

(2)コネクタの接続部分の防水特性が劣化したため、雨などの水分が進入しシールド特性が低下する

(3)加入者において、シールド特性が十分でないコネクタ付きケーブルを使い、宅内でケーブルを延長した場合

(1)および(2)は、幹線・分配系のもので、海外からの短波放送、CB無線および工場等の高周波加熱装置等からの電磁波の混入の原因となる。(3)は、宅内での電気シェーバーなどの家電製品が発生する電磁波の混入原因となっている。

(1)および(2)のような幹線・分配系の同軸網のシールド特性の低下している場所の検出の方法は、次のような方法を用いている。

(1)ケーブル等のシールド特性が低下している場所では、ケーブルテレビで放送されている放送信号が、同軸ケーブルから空中に電波として漏れていることが多いため、布設されたケーブルに沿って、この電波の強度を測定することにより、シールド特性の不良箇所を発見する方法が行われている。

しかし、この方法は、長距離のケーブルについて、測定する必要があるため長期間必要となり、多くの費用が必要となる問題点がある。また、漏れの強度が低い場合は、良好に検出できない問題点がある。

(2)現行の幹線増幅器には、動作状況をヘッドエンドからモニタリングするステータスマニタという機能を内蔵されている。この機能には、幹線増幅器内の上り帯域用アンプの動作の開始・停止をヘッドエンドの制御装置から遠隔で行う機能がある。そこで、この機能を利用して上り帯域用アンプを次々に停止させながら雑音が混入している区間を特定する方法である。

この方法では、上り帯域用アンプを停止させた幹線増幅器から下流の加入者の通信が全て停止する問題点がある。

2.2. 提案方法

同軸ケーブルのシールド特性のモニタリングと上り回線帯域への雑音の混入箇所の検出について、回線を停止せずに、ヘッドエンドにおいて行うシステムについて検討を行った。

本手法は、ケーブルテレビの帯域外であって、空中波として伝搬している電波を使い、この電波が同軸ケーブル内において伝搬している場合には、同軸ケーブルのシールド特性が低下し、上り帯域に雑音となる電磁波が混入している可能性が高いと考える。空中波の電波として、ポケベル等の電波の利用が考えられる。

この手法を具体化するシステムの構成を図1および図2に示す。図1のダウンコンバータは、同軸ケーブル内において空中波を受信する。システムは、下り帯域内の信号を受信する受信機と、この受信機により受信された信号を上り帯域の周波数の信号に変換する周波数変換器並びにこの上り周波数帯域変換された信号

をヘッドエンドに送信する送信機から構成される。

ヘッドエンド装置は、この上り帯域内の信号を受信し、評価する機能ならびにこのダウンコンバータが受信する周波数を遠隔で制御する機能を持っている。これは、同軸ケーブルのシールド特性の評価に適切な空中波を受信するためである。

更に、各幹線増幅器に設置されるダウンコンバータは、ヘッドエンドからの指示により、1台の幹線増幅器に設置されたダウンコンバータのみが受信・周波数変換・送信の動作を行い、他の幹線増幅器内のダウンコンバータは、送信を停止させる機能を持っている。

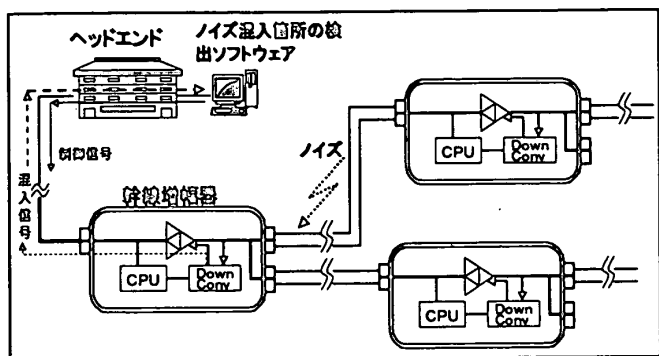


図1 雑音のリモート検出システム構成図

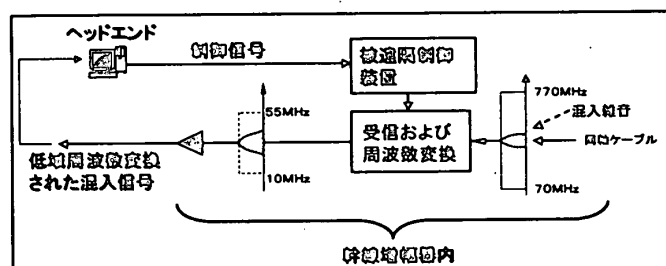


図2 周波数変換と伝送過程

混入箇所の特定方法について、図3に示す。図中の例では、幹線増幅器2と幹線増幅器3の間の区間Bで、70MHz以上の空中波の混入がある場合、幹線増幅器3以下の幹線増幅器に設置された受信機でこの信号が受信できるが、幹線増幅器1および幹線増幅器2では、受信できないか、レベルが低く受信されることになる。このような受信される信号の強度の変化を基に、少なくとも区間Bから混入がある可能性があることを検出する方法である。

この受信された信号の強度の測定は上り周波数帯域内の信号に変換された信号の強度変化を、ヘッドエンドにおいて測定することにより、リモートでの検出が可能となる。

ダウンコンバータの幹線増幅器との接続方法を図4に示す。通常すべての幹線増幅器が持っている下りモニター端子および上りモニター端子に接続して動作する方式を採用しているため、幹線増幅器の外部のみならず

内部に設置することができる。

提案手法について特徴をまとめると、以下のとおりである。

(1)上り回線を停止することなく、雑音の混入箇所の特定ができる。

(2)ダウンコンバータは、ほとんどの幹線増幅器が持っている下りモニター端子および上りモニター端子を利用して接続するため、幹線増幅器の製造メーカーに関係なく、本システムを構成することができる。

(3)長期間に亘りケーブルのシールド特性のモニタを行うことができる。

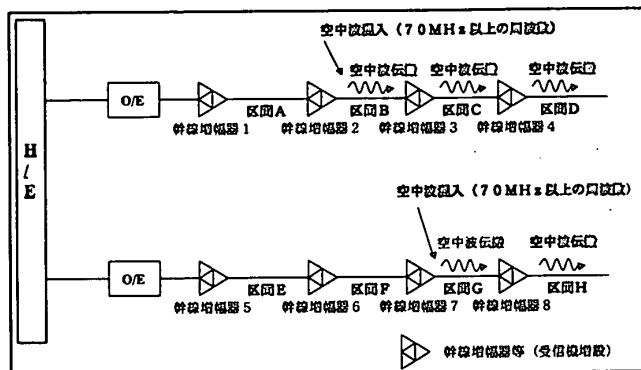


図3 雑音の混入箇所の特定方法

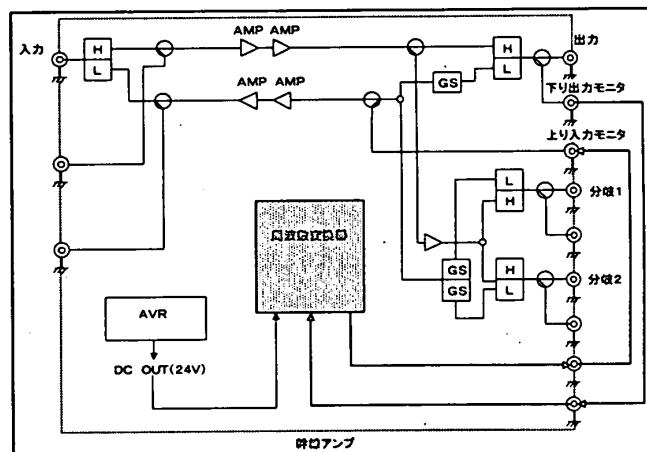


図4 幹線増幅器との接続方法

3. 上り回線帯域への雑音の低減のためのタップオフ

幹線増幅器および延長増幅器は、前述のように、上り回線の動作をヘッドエンドから遠隔で停止させる機能を持っている。しかし、この機能を使用することにより、幹線増幅器等から下流の通信が停止される問題点がある。雑音の混入が、1つの加入者からの場合であっても、上り回線の停止により広範な通信の停止が発生する。しかし現在のケーブルテレビシステムでは、加入者毎の上り帯域の通信の制御を遠隔で行う機能はない。

加入者回線毎に回線制御が可能であれば、雑音が出されている回線のみを切断して、幹線増幅器の上り回線の停止のような他の加入者の通信に影響を与えずに、通信の回復が可能となる。このタップオフ制御の構成システムを図5に示す。

本システムは、ケーブルテレビシステムにおいて、上り周波数帯域のセキュリティの向上を行うために、加入者とケーブル網との接続を行うタップオフの端子毎に、加入者回線を切断する機能、または、雑音のある上り周波数帯域のみを遮断し、下り帯域はそのまま通過させることができる機能を持ち、ヘッドエンドからの遠隔でこの機能の制御が可能なタップオフの開発を行っている。

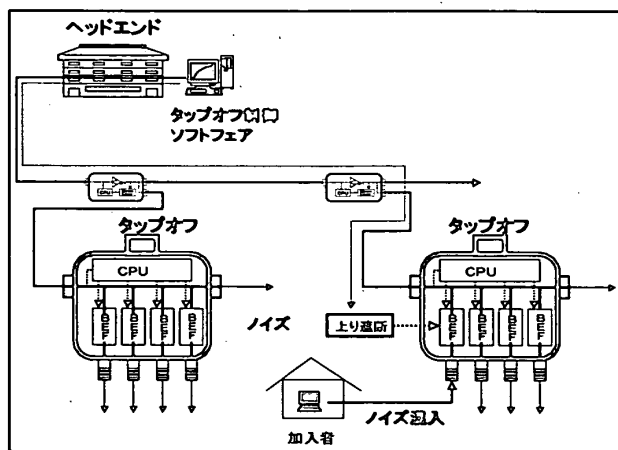


図5 タップオフ制御システムの構成図

図中のタップオフは、端子毎にスイッチまたは帯域阻止フィルタが接続されている。帯域阻止フィルタは、10~42MHzの上り帯域の信号の通過を阻止するものである。このスイッチのオン・オフまたは帯域阻止フィルタの挿入は、ヘッドエンド装置からのリモート指示により、行うことができる。

4. ヘッドエンド装置

ヘッドエンドには、各幹線増幅器に設置したダウンコンバータおよび各タップオフ内の各スイッチまたは帯域阻止フィルタの動作の遠隔制御を行う、遠隔制御ソフトウェアが搭載されたパーソナルコンピュータが設置されている。試作した制御ソフトウェアを表示画面を図6に示す。

この遠隔制御システムは、下り帯域の周波数の信号を利用して行っており、429.2500~429.7375MHzの間の周波数を現在、使用している。この帯域で、40チャンネルが使用できる。個々の幹線増幅器およびタップオフを識別するために、各機器内の通信モジュールに個別のID番号を付与している。

パーソナルコンピュータに搭載された制御ソフトウェアは、遠隔制御装置へ対象となる機器に対して識別す

るID番号と制御情報を送信することにより、個別の機器の制御が可能となる。

これら開発機器の動作については実験伝送路を使い、ダウンコンバータおよびタップオフが目的とした動作を行っていることが確認できた。

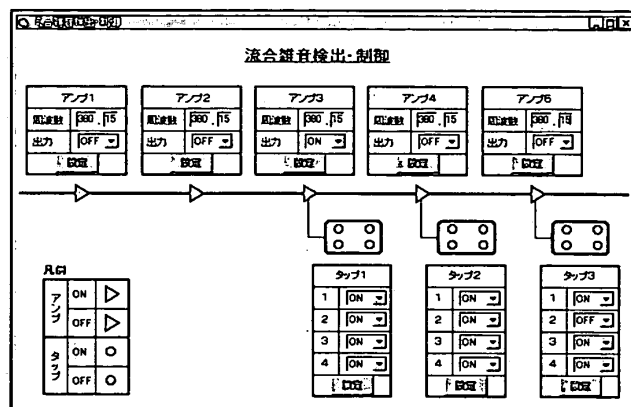


図6 遠隔制御ソフトウェアの操作パネル

5. まとめ

本研究では、ケーブルテレビ網による通信において、上り回線周波数帯域へ混入する雑音を低減することにより、より安定した通信サービスを提供するため必要な機器の開発を行った。

上り回線帯域への雑音の混入箇所についてヘッドエンドからリモート検出を行うために、下り回線の周波数帯域で同軸ケーブル網上を伝搬している空中波を利用して検出する方法について検討を行い、必要なハードウェアの開発を行った。

また、上り周波数帯域への雑音の混入について加入者系で低減する方法として、タップオフの端子毎に上り周波数帯域の遠隔制御ができるタップオフの開発を行った。

今後、実際のケーブルテレビの伝送路において、本システムにより雑音の混入箇所の特定ができるかどうかについて、検証を行う予定である。

謝辞

この研究は、通信・放送機構の地域提案型研究開発制度による「地域密着型医療・福祉用CATV通信網の広帯域・広域接続に関する研究開発」の一部として行われた。関係機関各位に深く感謝いたします。

文献

- [1] 郵政省，“マルチメディア時代におけるケーブルシステムに関する調査研究会報告書” Mar.1997.
- [2] (財)研究学園都市コミュニティケーブルサービスおよびCATV高度化計画実証実験協会“CATV高度化計画実証実験報告書” Jun.1999.
- [3] ケーブルテレビ協議会技術委員会編，“ケーブルLANシステム技術資料” Dec.1998.