CATV 用保安器の流合雑音排除能力の解析と改善法

正会員 日 高 一 孝[†], 細 谷 和 夫[†]

あらまし 都市型双方向 CATV ての上り回線における流合雑音を軽減するため、平衡系と不平衡系のモード分解法により CATV 保安器を解析している その解析結果を応用して耐雑音型保安器を提案している

1. ま え が き

双方向 CATV の普及に伴って上り回線の流合雑音の低減が重要な技術的課題となってきた¹⁾²⁾ その原因には宅内機器等から発生するものもあるが、この場合にはその機器自体の雑音対策が必要である

一方、屋内・屋外を問わず CATV 伝送系に妨害波の電波が到来し、同軸線路の外導体に電流が誘起して、それが CATV 用保安器の部分から同軸の中心導体と外導体間に雑音として流入する問題が考えられる また、雑音源が同軸線路の外導体に直接つながっている場合には雑音電流が外導体に直接流れ込み、保安器の部分から正規の伝送系に雑音として流入する問題が考えられる このような原因に基づく流合雑音の場合は、保安器の性能に依存する問題であるといえる

本論文では、上記の原因に着目して、現在広く利用されている CATV 用保安器の回路を理論解析し、次にその解析結果を使って流合雑音排除能力を向上させた耐雑音型 CATV 保安器を提案する³⁾

2. 保安器の具備すべき機能と回路

CATV の大型化に伴って公共性が増大し、システムの安全対策および保安体制の上から、CATV 保安器には次の機能が要求される¹⁾

- (1) 給電電力の宅内への侵入阻止
- (2) 落雷サージ電圧の宅内への侵入阻止

図 1 CATV 用保安器
Safety box circuit for CATV System
(a) typical circuit in use, (b) high frequency circuit for analysis

(3) 宅内からの電力の漏洩阻止

(4) CATV 施設の接地抵抗を低くする

上記の機能を満たす代表的な保安器の回路¹⁾を図 1 (a)に示す

3. 理 論 解 析

流合雑音に着目した理論解析は図 1(a)の高周波部分だけでよいから、同図 1(b)のように書き換えて解析する 各部の電圧、電流は図中に示している 同軸線路の特性インピーダンスは Z_0 とし、左右両側とも同軸の先端は Z_0 と整合しているものとする 妨害波や雑音の電波が原因で外導体の外側に誘起した電流、あるいは、雑音源から直接的に外導体に流れ込む電流を $(I_1 - I_2)$ で表してある 同軸線路の外導体内側と中心導体間に正規伝送系の電流 (I_1) が流れているとき、保安器の特性の良否によってその一部が同軸線路の外

[†] 東芝首都圏サービス株式会社 アンテナ機器部
Analysis and Improvement of Safety Box Circuit for CATV System by Kazutaka Hidaka and Kazuo Hosoya (Department of Antenna Equipment Toshiba Electronic Appliance Service Corp Tokyo)

導体の外側を流れる電流 ($I_1 - I_2$) に変換されないならば、可逆の理により正規の伝送系は妨害を受けないことになる。同軸線路の中心導体と外導体内側の電流は大きさが等しく方向が逆であるから、図1(b)のように、いずれも I_1 で表してある。

図1(b)は図2(a)のような等価回路で書き表せる。ここに、 ν_i はその回路定数から、

$$\nu_i = Z_2 / (Z_1 + Z_2 + Z_0) \quad (1)$$

で与えられる。 Z_1 および Z_2 は C_1 および C_2 のインピーダンス、 Z_0 は線路の特性インピーダンスである。

図2(a)は重ね合せの理により、流合雑音系を表す図2(b)と正規伝送系を表す図2(c)に分解できる。図2(b)から、

$$V_1 = \{Z_2(1/\nu_i - 1) + Z_u/\nu_i\}(I_1 - I_2) \quad (2)$$

が成り立つ。ここに、 Z_u は図2(b)の同軸切断点から外導体側を見た雑音電流 ($I_1 - I_2$) に対する2端子インピーダンスである。一方、図2(c)から、

$$V_1 = Z_2/\nu_i \cdot \{I_1 - \nu_i(I_1 - I_2)\} \quad (3)$$

が成立つ。(2)、(3)式より次式が得られる。

$$\frac{(I_1 - I_2)}{I_1} = 1/(1 + Z_u/Z_2) \quad (4)$$

正規伝送系の電流 I_1 が流れていても、流合雑音の原因となる ($I_1 - I_2$) の電流が流れないようにするには、(4)式から2つの方法があり得ることになる。

(i) $Z_2 \rightarrow 0$ とする方法

(ii) $Z_u \rightarrow \infty$ とする方法

上記の(i)または(ii)が満たされていない場合、流合雑音排除性能が劣化することが上記の解析から理論的に明らかとなった。

4. 耐雑音型 CATV 保安器の提案

上記の解析の結果、(4)式で $Z_2 \rightarrow 0$ とする方法は、 C_2 を短絡するかその容量値を無限大にするかであり、2節で述べた保安器の安全上具備すべき条件(1)~(3)を満たさないものとなるから好ましくない。他方、(4)式で $Z_u \rightarrow \infty$ とする方法は本論文で提案する方法であり、その具体的な等価回路を図3に示す。同図中の素子 L_1 と C_3 は、同軸線路の配線や長さに依存することなく、設計周波数帯域内で安定に $Z_u \rightarrow \infty$ を近似的に実現するためのものである。 $(I_1 - I_2)$ は、同軸切断点の外導体外側を流れる雑音電流でインダクタンス L_1 を流れる。また、 I_3 は容量 C_3 を流れる。 $(I_1 - I_2)$ に対する伝送帯域内の高周波での2端子イン

図2 CATV用保安器の等価回路によるモード分解

Mode decomposition of safety box circuit.

(a) original form, (b) noise transmission form, (c) normal transmission form.

図3 耐雑音型保安器の等価回路
Equivalent circuit of improved safety box.

図4 流合雑音排除能力の実測例

Experimental values of inflow noise reduction characteristics.

ピーダンス Z_u は、近似的に L_1 と C_2 で決定される。この L_1 は、細い同軸線路をリング状フェライトコアに4ターン程度巻いて製作でき、 C_3 は10000pF程度でよい。落雷や漏洩等の電流阻止機能は維持されており、雑音の問題点は排除される。本提案の有効性を確認するために行った実験例を図4に示す。図4からわかるように、雑音電流抑圧特性は3MHz以上で、 $Z_2=0$ の場合と一致しており、その有効性が確認された。上り回線の帯域は10~50MHzである¹⁾。

5. む す び

双方向システムで使用するCATV保安器について、その流合雑音排除特性に着目したモード解析を行うと共に、流合雑音に対処するための耐雑音型保安器を提案した。

(昭和63年8月22日受付、昭和63年11月14日再受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 電気通信技術審議会：“新しいCATV技術”，(株)ぎょうせい (1987)
- 2) 今野ほか：“CATV用保安器の特性改善の一提案”，昭47信学会全大，No.1803
- 3) 日高，細谷：“CATV用保安器の雑音排除能力の解析および改善法”，テレビ全大，No.13-5 (1988)

ひだか かずたか
日高 一孝 昭和37年，神奈川大学工学部電気工学科卒業。同年，(株)東芝に入社。電子，テレビ両事業部を経て，49年，総合研究所に移り，各種アンテナの研究開発に従事。62年より，東芝首都圏サービス(株)アンテナ機器部に出向。正会員。

ほそや かずお
細谷 和夫 昭和49年，芝浦工業大学工学部電気通信工学科卒業。同年，東芝家庭電器サービス(株) (現，東芝首都圏サービス(株))に入社。以来，VHF・UHF帯のフィルタ，電力分配器等のパッシブ機器の開発に従事。現在，同社アンテナ機器部機器開発課に所属。