

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3576430号

(P3576430)

(45) 発行日 平成16年10月13日(2004.10.13)

(24) 登録日 平成16年7月16日(2004.7.16)

(51) Int.Cl.⁷

H04B 3/04

H04B 3/20

F I

H04B 3/04

H04B 3/20

B

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平11-247317
 (22) 出願日 平成11年9月1日(1999.9.1)
 (65) 公開番号 特開2001-77729(P2001-77729A)
 (43) 公開日 平成13年3月23日(2001.3.23)
 審査請求日 平成15年2月6日(2003.2.6)

(73) 特許権者 000000295
 沖電気工業株式会社
 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
 (74) 代理人 100083840
 弁理士 前田 実
 (72) 発明者 高田 真資
 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電
 気工業株式会社内

審査官 丸山 高政

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動利得制御器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信側遠端と、送信側遠端と、受信側遠端と送信側遠端に接続され、2線／4線の線路変換を行う線路変換手段と、受信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する受信信号増幅手段と、受信信号増幅手段のゲインを制御するゲイン制御手段とを備えた自動利得制御器において、

受信側遠端からの受信信号が前記線路変換手段から送信側遠端にエコー信号として反射されるエコー反射減衰量(ERL: Echo Return Loss)を測定する測定手段を備え、

前記ゲイン制御手段は、

前記エコー反射減衰量に基づいて受信信号が前記線路変換手段を通過した割合を計算し、前記線路変換手段を通過した受信信号が所定のレベルになるように前記受信信号増幅手段のゲインを制御する

ことを特徴とする自動利得制御器。

【請求項2】

送信信号とエコー経路の推定とにより擬似エコー成分を生成し、受信信号に重畳されるエコー成分を打ち消すエコーキャンセラと、

送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅手段とを備え、

前記ゲイン制御手段は、

前記受信信号増幅手段により増幅したエコー信号を、前記送信信号増幅手段により減衰さ

10

20

せるように前記受信信号増幅手段及び送信信号増幅手段のゲインを制御することを特徴とする請求項 1 記載の自動利得制御器。

【請求項 3】

前記ゲイン制御手段は、
前記エコーキャンセラにとって信号の増幅がないように、前記受信信号増幅手段及び送信信号増幅手段のゲインを制御して、該エコーキャンセラの疑似エコー作成の動作劣化を防ぐようにした

ことを特徴とする請求項 2 記載の自動利得制御器。

【請求項 4】

送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅手段を備え、
前記ゲイン制御手段は、
あらかじめ定めたエコー反射減衰量が得られるように、前記送信信号増幅手段のゲインを制御する

ことを特徴とする請求項 1 記載の自動利得制御器。

【請求項 5】

送信信号とエコー経路の推定とにより疑似エコー成分を生成し、受信信号に重畳されるエコー成分を打ち消すエコーキャンセラと、
前記エコーキャンセラの出力である疑似エコーを増幅する疑似エコー増幅手段と、
エコーと前記疑似エコー増幅手段の出力を相殺する減算手段と、
前記減算手段の出力を減衰する残差減衰手段とを備え、

前記ゲイン制御手段は、
前記受信信号増幅手段で信号を増幅する倍率と前記疑似エコー増幅手段で疑似エコーを増幅する倍率が等しくなるように前記受信信号増幅手段及び前記疑似エコー増幅手段を制御するとともに、前記減算手段の出力を減衰させるように前記残差減衰手段を制御することを特徴とする請求項 1 記載の自動利得制御器。

【請求項 6】

前記ゲイン制御手段は、
前記疑似エコー増幅手段で用いた倍率の逆数を用いて前記残差減衰手段を制御し、前記減算手段においてエコーを完全に相殺できない場合に前記減算手段から出力される残差信号を減衰させる

ことを特徴とする請求項 5 記載の自動利得制御器。

【請求項 7】

さらに、送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅手段を備え、
前記受信信号増幅手段は、前記エコーキャンセラより遠端側に設置されて前記受信信号増幅手段の出力が前記エコーキャンセラに入力されており、

前記ゲイン制御手段は、
前記送信信号増幅手段の倍率と前記疑似エコー増幅手段の倍率が等しくなるように、前記送信信号増幅手段及び前記疑似エコー増幅手段の倍率を制御し、
前記減算手段は、前記送信信号増幅手段の出力から前記疑似エコー増幅手段の出力を減算してエコー信号を相殺し、

前記残差減衰手段は、前記減算手段により減算したあとの残差信号を減衰する

ことを特徴とする請求項 5 記載の自動利得制御器。

【請求項 8】

前記ゲイン制御手段は、
前記残差減衰手段で減衰する減衰の度合を、前記疑似エコー増幅手段の倍率の逆数になるように設定する

ことを特徴とする請求項 7 記載の自動利得制御器。

【請求項 9】

送信信号とエコー経路の推定とにより疑似エコー成分を生成し、受信信号に重畳されるエコー成分を打ち消すエコーキャンセラと、

10

20

30

40

50

前記エコーキャンセラの出力である疑似エコーを増幅する疑似エコー増幅手段と、
エコーと前記疑似エコー増幅手段の出力を相殺する第1の減算手段と、
疑似エコーとエコーを打ち消す第2の減算手段とを備え、
前記ゲイン制御手段は、
前記送信信号増幅手段の倍率と前記疑似エコー増幅手段の倍率が等しくなるように、前記
送信信号増幅手段及び前記疑似エコー増幅手段の倍率を制御し、
前記第2の減算手段は、前記線路変換手段の出力から疑似エコーを相殺して前記エコーキ
ャンセラに入力し、
前記疑似エコー増幅手段は、前記エコーキャンセラ出力を増幅し、
前記第1の減算手段は、前記送信信号増幅手段の出力から前記疑似エコー増幅手段の出力 10
を減算してエコー信号を相殺する
ことを特徴とする請求項1記載の自動利得制御器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、音声通信装置等に用いられる自動利得制御器（Automatic Gain
Control：AGC）に係り、特に、電話回線などの伝送路における伝送損失を補
償するための増幅器のゲインを制御する自動利得制御器に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

一般に電話回線は2線式加入者回線と4線式中継基幹回線から構成されており、2線式回
線と4線式回線はハイブリッド回路により接続されている。このハイブリッド回路は、2
線式回線の伝送信号を4線式回線に伝送可能となるように変換したり、4線式回線の伝送
信号を2線式回線に伝送可能となるように変換する。このハイブリッド回路は、接続する
すべての2線式加入者回線と最適なインピーダンス整合をとることが難しいため、インピ
ーダンス不整合により4線側の受話信号が反射して送話側に回り込み、結果的に自分が話
した声がしばらくして戻ってくることになる。このエコーを回線エコーと呼び、その信号
成分をERL（Echo Return Loss：エコー反射減衰量）という。

【0003】

このようなエコーを消去するため、適応フィルタと減算器からなるエコーキャンセラを使 30
用する方法が良く用いられている。エコーキャンセラは、反響路のインパルス応答の推定
値を内部に持ち受信信号との畳込み演算によりエコーを推定して疑似エコーを発生し、そ
れを送信信号から差し引くことによりエコーを消去する装置である。反響路のインパルス
応答は時間と共に変化するため、通常は適応的にインパルス応答を推定する適応形エコー
キャンセラが用いられる。

【0004】

また、エコーキャンセラが推定する伝送系に非線形を与えない位置に、レベル制御を行う
自動利得制御器を挿入して、エコーキャンセラの誤動作を防止しようとするものがある。

【0005】

従来のデータ伝送システムに用いられるゲイン制御器としては、例えば特開平6-303 40
168号、特開平6-104970号各公報に開示されるものがある。

【0006】

図7は従来の音声通信装置に用いられるゲイン制御器の構成を示すブロック図である。

【0007】

図7において、1は受信側遠端端子、2は送信側遠端端子、3は受信信号を所定ゲインで
増幅して伝送損失を補償する受信信号増幅器、4は2線-4線変換を行う2線4線ハイブ
リッド回路（H）、5は受信信号増幅器3のゲインを設定するゲイン制御器、6は近端で
ある。

【0008】

2線4線ハイブリッド回路（H）4は、受信信号増幅器3からの出力信号を近端6の方向 50

にだけ出力して、理論的には送信側遠端端子 2 への信号の漏洩がないようにする。

【0009】

受信側遠端端子 1 に入力された遠端信号 X は、受信信号増幅器 3 とゲイン制御器 5 に入力される。

【0010】

ゲイン制御器 5 には、あらかじめ目標パワー P が定められており、ゲイン制御器 5 は、遠端信号 X のパワー X P を計算し、次に目標パワー P と遠端信号 X のパワー X P の差 d e f を計算する。このパワーの差 d e f は、遠端信号 X を目標パワー P にするためのゲインとなる。ゲイン制御器 5 は、受信信号増幅器 3 にパワーの差 d e f を出力する。

【0011】

受信信号増幅器 3 は、遠端信号 X に対して上記 d e f によるゲインの増幅を行う。具体的には、遠端信号 X のパワー X P が -16 dBm であり、目標パワー P が -10 dBm であるとき、ゲイン制御器 5 は 6 dB の増幅を行うように増幅器 3 に対して上記 d e f の出力を行う。ここで、 10 dB とは対数の表現であり、これは通常での倍率は 2 倍に相当する。

【0012】

受信信号増幅器 3 により増幅された信号は、パワーが上昇して点 B を通り、2 線 4 線変換ハイブリッド回路 (H) 4 を経由し、点 C を通り近端 6 に出力される。

【0013】

このようにして遠端信号 X を所望のレベルに増幅させて近端 6 への出力とする。こうすることで小さな遠端信号 X を、所望レベルの大きさを持つ聞きやすいパワーを持つ信号に変換することができる。

【0014】

上記は、受信側遠端端子 1 から近端 6 への信号例であるが、近端 6 から送信側遠端端子 2 にも同様に、図示しない送信信号増幅器とゲイン制御器によって同様な増幅が行われ伝送損失が補償される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来の音声通信装置に用いられるゲイン制御器にあっては、以下 (1) ~ (3) のような問題点があった。

(1) 一般に、2 線 4 線ハイブリッド回路 (以下、ハイブリッドという) では、信号の反射が起こり、通過させたい信号の全てを通過させることができない。このようなハイブリッドでの伝送特性を考慮していないため、本来、点 C で設定したいレベルを点 B で設定するため、必ずバイブリッドでの伝送ロスを受けてしまい、所望のレベルより小さいレベルしか実現できない。

(2) ハイブリッドの伝送ロスは未知であり、毎回の回線の接続毎に変化する。従来の方法では近端から遠端への信号を入手してからでないと遠端から近端へのゲインを決められないので、遠端からの信号を増幅するのにしばらく時間を要し、近端側の話者はしばらく遠端話者のレベルが小さいまま我慢して通話を行わなければならない。

(3) 近端から遠端に信号を送信するときにもエコーキャンセラの出力を増幅するため、一度消去したエコー雑音を再び増幅してしまい、遠端話者にエコー雑音の大きい信号を送信してしまう。

【0016】

本発明は、ハイブリッドでの伝送ロスを受けても所望の信号レベルを設定できる自動利得制御器を提供することを目的とする。

【0017】

本発明は、遠端から近端へのゲインを速やかに決めることができ、近端側の話者は端話者のレベルが小さいまま我慢する必要がなく、また近端から遠端に信号を送信するときにも遠端話者に耳障りなエコー雑音が聞こえない通話を実現できる自動利得制御器を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る自動利得制御器は、受信側遠端と、送信側遠端と、受信側遠端と送信側遠端に接続され、2線／4線の線路変換を行う線路変換手段と、受信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する受信信号増幅手段と、受信信号増幅手段のゲインを制御するゲイン制御手段とを備えた自動利得制御器において、受信側遠端からの受信信号が線路変換手段から送信側遠端にエコー信号として反射されるエコー反射減衰量（E R L）を測定する測定手段を備え、ゲイン制御手段が、エコー反射減衰量に基づいて受信信号が線路変換手段を通過した割合を計算し、線路変換手段を通過した受信信号が所定のレベルになるように受信信号増幅手段のゲインを制御することを特徴とする。

10

【0019】

本発明に係る自動利得制御器は、送信信号とエコー経路の推定とにより擬似エコー成分を生成し、受信信号に重畳されるエコー成分を打ち消すエコーキャンセラと、送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅手段とを備え、ゲイン制御手段が、受信信号増幅手段により増幅したエコー信号を、送信信号増幅手段により減衰させるように受信信号増幅手段及び送信信号増幅手段のゲインを制御することを特徴とする。

【0020】

本発明に係る自動利得制御器は、ゲイン制御手段が、エコーキャンセラにとって信号の増幅がないように、受信信号増幅手段及び送信信号増幅手段のゲインを制御して、該エコーキャンセラの疑似エコー作成の動作劣化を防ぐようにしたものであってもよい。

20

【0021】

本発明に係る自動利得制御器は、送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅手段を備え、ゲイン制御手段が、あらかじめ定めたエコー反射減衰量が得られるように、送信信号増幅手段のゲインを制御するものであってもよい。

【0022】

本発明に係る自動利得制御器は、送信信号とエコー経路の推定とにより擬似エコー成分を生成し、受信信号に重畳されるエコー成分を打ち消すエコーキャンセラと、エコーキャンセラの出力である疑似エコーを増幅する疑似エコー増幅手段と、エコーと疑似エコー増幅手段の出力を相殺する減算手段と、減算手段の出力を減衰する残差減衰手段とを備え、ゲイン制御手段が、受信信号増幅手段で信号を増幅する倍率と疑似エコー増幅手段で疑似エコーを増幅する倍率が等しくなるように受信信号増幅手段及び疑似エコー増幅手段を制御するとともに、減算手段の出力を減衰させるように残差減衰手段を制御することを特徴とする。

30

【0023】

本発明に係る自動利得制御器は、ゲイン制御手段が、疑似エコー増幅手段で用いた倍率の逆数を用いて残差減衰手段を制御し、減算手段においてエコーを完全に相殺できない場合に減算手段から出力される残差信号を減衰させるものであってもよい。

【0024】

本発明に係る自動利得制御器は、さらに、送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅手段を備え、受信信号増幅手段が、エコーキャンセラより遠端側に設置されて受信信号増幅手段の出力がエコーキャンセラに入力されており、ゲイン制御手段が、送信信号増幅手段の倍率と疑似エコー増幅手段の倍率が等しくなるように、送信信号増幅手段及び疑似エコー増幅手段の倍率を制御し、減算手段が、送信信号増幅手段の出力から疑似エコー増幅手段の出力を減算してエコー信号を相殺し、残差減衰手段が、減算手段により減算したあとの残差信号を減衰するものであってもよい。

40

【0025】

本発明に係る自動利得制御器は、ゲイン制御手段が、残差減衰手段で減衰する減衰の度合を、疑似エコー増幅手段の倍率の逆数になるように設定するものであってもよい。

【0026】

本発明に係る自動利得制御器は、送信信号とエコー経路の推定とにより擬似エコー成分を

50

生成し、受信信号に重畳されるエコー成分を打ち消すエコーキャンセラと、エコーキャンセラの出力である疑似エコーを増幅する疑似エコー増幅手段と、エコーと疑似エコー増幅手段の出力を相殺する第1の減算手段と、疑似エコーとエコーを打ち消す第2の減算手段とを備え、ゲイン制御手段が、送信信号増幅手段の倍率と疑似エコー増幅手段の倍率が等しくなるように、送信信号増幅手段及び疑似エコー増幅手段の倍率を制御し、第2の減算手段が、線路変換手段の出力から疑似エコーを相殺してエコーキャンセラに入力し、疑似エコー増幅手段が、エコーキャンセラ出力を増幅し、第1の減算手段が、送信信号増幅手段の出力から疑似エコー増幅手段の出力を減算してエコー信号を相殺するものであってもよい。

【0027】

10

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

第1の実施形態

図1は本発明の第1の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。図1に示す自動利得制御器は、音声通信装置に用いられる自動利得制御器に適用した例である。本実施形態に係る自動利得制御器10の説明にあたり前記図7と同一構成部分には同一符号を付している。

【0028】

図1において、1は受信側遠端端子、2は送信側遠端端子、3は受信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する受信信号増幅器（受信信号増幅手段）、11はエコーロス測定器（測定手段）、12は受信信号増幅器3のゲインを設定するゲイン制御器（ゲイン制御手段）、13はディジタルーアナログ変換器（D/A変換器）、4は2線ー4線変換を行う2線4線ハイブリッド回路（H）（線路変換手段）、14はアナログーディジタル変換器（A/D変換器）、6は近端である。

20

【0029】

2線4線ハイブリッド回路（H）4は、受信信号増幅器3からの出力信号を近端6の方向にだけ出力して、理論的には送信側遠端端子2への信号の漏洩がないようにする。

【0030】

受信側遠端端子1に入力された遠端信号Xは、受信信号増幅器3とエコーロス測定器11に入力される。

30

【0031】

エコーロス測定器11は、受信側遠端端子1からの受信信号が2線4線ハイブリッド回路（H）（以下、ハイブリッドという）4から反射されるエコー信号のレベルと、受信側遠端端子1からの遠端信号XからエコーロスERL（Echo Return Loss）を計算し、ゲイン制御器12に出力する。

【0032】

ゲイン制御器12は、エコーロス測定器11により計算されたエコーロスERLから遠端信号がハイブリッド4を通過した割合を計算し、ハイブリッド4を通過した遠端からの信号が所望のレベルになるように受信信号増幅器3に対してゲイン設定値を出力する。

【0033】

40

上記エコーロスERLの計算及びゲイン制御の詳細については動作例にて後述する。

【0034】

受信信号増幅器3は、遠端信号Xに対してゲイン制御器12からのゲイン設定値によるゲインの増幅を行う。

【0035】

受信信号増幅器3により増幅された信号は、パワーが上昇して点Bを通り、D/A変換器13、ハイブリッド4を経由し、点Cを通り入出力端子6に出力される。

【0036】

このように、自動利得制御器10は、図7に示す従来の自動利得制御器の遠端側に、エコーロスERLを測定するエコーロス測定器11、測定したエコーロスERLに基づいて受

50

信信号増幅器 3 のゲインを制御するゲイン制御器 1 2 を設けた構成となっている。

【0037】

以下、上述のように構成された自動利得制御器 1 0 の動作を説明する。

【0038】

受信信号遠端端子 1 から入力された遠端信号（受信信号）X は、受信信号増幅器 3 に入力される一方で、エコーロス測定器 1 1 に入力される。

【0039】

初期状態では、受信信号増幅器 3 のゲインは 1 であり、遠端信号 X を増幅させる効果はない。

【0040】

受信信号増幅器 3 から出力された信号は、D/A 変換器 1 3 でアナログ信号に変換された後、ハイブリッド 4 を通過して点 C を通り近端 6 に出力される一方で、ハイブリッド 4 で反射されて A/D 変換器 1 4 に出力される。

【0041】

A/D 変換器 1 4 によりデジタル信号に変換された信号は、点 D を通り再び遠端である送信側遠端端子 2 に出力されるとともに、エコーロス測定器 1 1 に入力される。

【0042】

受信信号遠端端子 1 から遠端信号 X が届くと、エコーロス測定器 1 1 は、遠端信号 X とハイブリッド 4 から反射されるエコー信号 Y とから次式（1）に従ってエコーロス ERL を計算する。

【0043】

【数 1】

$$ERL = \frac{\sum_{i=1}^m |Y_i|}{\sum_{i=1}^m |X_i|} \quad i \text{ はサンプル順序 } i=0, 1, 2, 3, \dots \quad \dots(1)$$

式（1）からわかるように、エコーロス ERL は、ハイブリッド 4 において少なくともエコー成分のエネルギーは伝送に失敗してエコーとして反射されてきたことを示している。例えば、ERL = 0.5 であれば、エコー信号 Y は遠端信号 X の振幅の半分になっていることを表している。すなわち、近端側である点 C には、エコーに相当するエネルギー分だけ信号を伝送できなかったことになる。具体的に説明すれば、X を 1.0 としたとき、近端側点 C に伝送された信号成分は、点 D で観測される信号、すなわちエコー成分として反射されてしまった成分の残りであり、せいぜい $1 - 0.5 = 0.5$ の分だけが近端側である点 C に伝わったことになる。

【0044】

従来の利得制御器では、このようなハイブリッド 4 でのエネルギーの損失を考慮しないので、ハイブリッド 4 で損失が予想される時にはあらかじめ利得を大きめに設定しておく等の対処をするしかなかった。しかし、ハイブリッド 4 の反射は、個々のハイブリッド 4 の特性により異なり、また、接続される近端側の条件によっても反射の量が変わる。したがって、あらかじめ反射の量を知ることができないので、呼の設定によっては利得が大きすぎたり、小さすぎたりすることが発生した。

【0045】

本実施形態では、エコーロス測定器 1 1 とゲイン制御器 1 2 でこれらの問題を軽減するものである。

【0046】

上述したように、エコーロス測定器 1 1 では、まず上記式（1）に従ってエコーロス ERL を測定する。エコーロス ERL が測定できると、次式（2）により点 C での信号レベル

10

20

30

40

50

Xoutを点Aでの信号レベルと同じにするためのゲインgainHが推定できる。式(2)によるgainHの推定は、本実施形態ではゲイン制御器12で行っているが、エコーロス測定器11で行うようにしてもよい。

【0047】

$$\text{gainH} = 1 / (1 - \text{ERL}) \quad \dots (2)$$

例えば、X = 1.0、ERL = 0.5であればgainH = 2.0となる。

【0048】

ゲイン制御器12には、あらかじめXの値に望ましいレベルとして目標レベルが設定されている。ゲイン制御器12は、受信信号遠端端子1からの遠端信号Xである受話信号Rinと所望の目標レベルとの差分defを計算する。例えば、点AでのXの振幅が-16 dBm0であり、目標値が-10 dBm0であるとする、目標値と点Aの差分defは次式(3)により計算できる。ここで基準となる0 dBm0のレベルは設計者が適切に定めればよい。

【0049】

$$\text{def} = (-10) - (-16) = 6 \text{ (dB)} \quad \dots (3)$$

まず、ゲイン制御器12は、上記差分defを信号に対する倍率に計算し直す。dBと倍率の変換は単純な対数-線形変換であり、公知であるのでここでは説明しない。例えば、差分defが6 dBであれば、倍率gainは次式(4)で示されるので、2倍の倍率になる。

【0050】

【数2】

$$\text{gain} = 10^{6/20} \quad \dots (4)$$

次に、ゲイン制御器12は、次式(5)に示すように、上記式(4)で求めた倍率gainに上記式(2)で求めたgainHを乗算して受信側ゲインgainRHを計算する。この受信側ゲインgainRHは、信号Xがハイブリッド4で減衰を受けると予想される量をあらかじめ受信信号増幅器3を用いて増幅しておくためのゲインである。ゲイン制御器12は、受信信号増幅器3に上記受信側ゲインgainRHを出力することによりハイブリッド4での減衰分を補償する。

【0051】

$$\text{gainRH} = \text{gain} \cdot \text{gainH} \quad \dots (5)$$

ゲイン制御器12は、計算したgainRHを受信信号増幅器3に出力する。

【0052】

受信信号増幅器3では、次式(6)に示すように、受信された遠端信号Xに対し受信側ゲインgainRHを乗算することにより信号を増幅してハイブリッド4に対する出力信号XHを計算し、D/A変換器13に出力する。

【0053】

$$\begin{aligned} \text{XH} &= \text{X} \cdot \text{gainRH} \\ &= \text{X} \cdot \text{gain} \cdot \text{gainH} \\ &= \text{X} \cdot \text{gain} \cdot (1 / (1 - \text{ERL})) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

D/A変換器13は、出力信号XHをアナログ信号に変換してハイブリッド4に出力する。

【0054】

10

20

30

40

50

ハイブリッド 4 は、アナログ信号に変換された出力信号を近端 6 の方向にだけ出力するように 2 線－4 線の線路変換を行うとともに、近端 6 からの信号及びエコーとして反射される信号を送信側に出力する。

【0055】

A/D 変換器 14 は、近端 6 からの信号及びエコーとして反射される信号を一定の速度でサンプリングしてデジタル信号に変換し送信側遠端端子 2 及びエコーロス測定器 11 に出力する。

【0056】

ハイブリッド 4 から出力される信号について考察する。

【0057】

ハイブリッド 4 では、エコーとして反射される信号の割合は ERL、ハイブリッド 4 を近端側に通過する信号の割合はせいぜい $(1 - \text{ERL})$ であるので点 C に到達する信号 X_{out} は、次式 (7) で示される。

【0058】

$$\begin{aligned} X_{out} &= X_H \cdot (1 - \text{ERL}) \\ &= X \cdot \text{gain} \cdot (1 / (1 - \text{ERL})) \cdot (1 - \text{ERL}) \\ &= X \cdot \text{gain} \quad \dots (7) \end{aligned}$$

上記式 (7) から、信号はハイブリッド 4 の出力端である点 C で所望のレベルに増幅されていることがわかる。所望のレベルに増幅された信号は、近端 6 の出力端子に出力される。

【0059】

以上説明したように、第 1 の実施形態に係る自動利得制御器 10 は、受信側遠端からの受信信号がハイブリッド 4 から送信側遠端にエコー信号として反射されるエコーロス ERL を測定するエコーロス測定器 11 と、測定したエコーロス ERL に基づいて受信信号がハイブリッド 4 を通過した割合を計算し、ハイブリッド 4 を通過した受信信号が所定のレベルになるように受信信号増幅器 3 のゲインを制御するゲイン制御器 21 とを備えて構成したので、ハイブリッド 4 での伝送ロスを受けても所望の信号レベルを設定できる。

【0060】

特に、本実施形態では、ゲイン制御器 12 は、エコーロス測定器 11 により測定されたエコーロス ERL を基に、受信信号をあらかじめ定めた所望のレベルまで増幅する増幅率 gain を計算するとともに、受信信号がハイブリッド 4 で受ける損失分のゲイン gain_H を補償し、受信信号増幅器 3 はゲイン制御器 12 からの gain_H 、 gain の両方を用いて受信信号を増幅するようにしたので、点 C で設定したいレベルを、ハイブリッド 4 での伝送特性を考慮して点 B で設定できるため、ハイブリッド 4 での伝送ロスを受けても所望の信号レベルを設定できる。

【0061】

また、ハイブリッド 4 の伝送ロスは未知であり、毎回の回線の接続毎に変化することがある。このような場合でも、遠端から近端へのゲインを決められるようになるので、受信信号遠端端子 1 からの信号を増幅するのに近端話者の信号を待つまでも無くなり余分な時間を必要としない。したがって、近端側の話者にとっては、遠端話者のレベルが小さいまま我慢する必要がなく、通話品質の優れた利得制御器を実現できる。

第 2 の実施形態

第 1 の実施形態では、ハイブリッド 4 より近端側の点 C で所望のレベルの信号を作成でき、ハイブリッド 4 での伝送ロスを受けても所望の信号レベルを設定できた。しかし、ハイブリッド 4 より近端側の点 C で所望のレベルの信号を作成できる反面、結果として発生するエコー雑音も同時に増幅されるので遠端話者に対するエコー雑音も大きくなる。第 2 の実施形態では、遠端話者に対するエコー雑音の軽減を実現する。

【0062】

10

20

30

40

50

図 2 は本発明の第 2 の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る自動利得制御器 20 の説明にあたり前記図 1 と同一構成部分には同一符号を付して重複部分の説明を省略する。

【0063】

図 2 において、15 は送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅器（送信信号増幅手段）、16 はエコーキャンセラ、17 は減算器（減算手段）、21 は受信信号増幅器 3 及び送信信号増幅器 15 のゲインを設定するゲイン制御器（ゲイン制御手段）である。

【0064】

エコーキャンセラ 16 は、送信信号とエコー経路の推定とにより擬似エコー成分を生成し、減算器 17 により受信信号に重畳されるエコー成分を打ち消して受信データの誤りを低減する。

【0065】

本実施形態は、近端 6 から送信側遠端端子 2 への信号経路に、送信信号増幅器 15 が設置され、ゲイン制御器 21 によって受信側と同様な増幅が行われ伝送損失が補償される。

【0066】

ゲイン制御器 21 は、エコーロス測定器 11 により計算されたエコーロス ERL から遠端信号がハイブリッド 4 を通過した割合を計算し、ハイブリッド 4 を通過した遠端からの信号が所望のレベルになるように受信信号増幅器 3 及び送信信号増幅器 15 に対してゲイン設定値を出力する。

【0067】

以下、上述のように構成された自動利得制御器 20 の動作を説明する。

【0068】

本実施形態は、ゲイン制御器 21、送信信号増幅器 15、エコーキャンセラ 16 及び減算器 17 の動作が異なるのみであり、それ以外の動作は第 1 の実施形態と同様であるのでこの部分の動作説明は省略する。

【0069】

エコーロス測定器 11 は、エコーロス ERL を測定し、測定したエコーロス ERL をゲイン制御器 21 に出力する。

【0070】

ゲイン制御器 21 では、前記式（5）に示したように、受信信号 X を所望のあらかじめ定めた目標レベルまで増幅する倍率 gain とハイブリッド 4 で損失することが予想されるロスを補償するためのゲイン gainH を乗算して受信側ゲイン gainRH を計算し、受信信号増幅器 3 に出力する。

【0071】

受信信号増幅器 3 は、受信信号 X を受信側ゲイン gainRH で増幅する。

【0072】

その結果、ハイブリッド 4 から出力される「エコー信号」Y2 のレベルは次式（8）に示すように計算される。

【0073】

$$\begin{aligned} Y2 &= X \cdot \text{gainRH} \cdot \text{ERL} \\ &= X \cdot \text{gain} \cdot \text{gainH} \cdot \text{ERL} \\ &= X \cdot \text{gain} \cdot 1 / (1 - \text{ERL}) \cdot \text{ERL} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

ここで、第 1 の実施形態で説明したように $\text{ERL} < 1$ であるので、上記式（8）において、

$$1 / (1 - \text{ERL}) > 1 \quad \dots (9)$$

である。また、 $\text{gain} \geq 1$ であるので、

$$Y2 > X \cdot \text{ERL} \quad \dots (10)$$

10

20

30

40

50

となり、エコー信号が増幅されているのが分かる。

【0074】

ゲイン制御器21は、受信信号増幅器3に出力した $gain_{RH}$ を元に $1/gain \cdot gain_H$ を計算し、送信信号増幅器15に出力する。

【0075】

送信信号増幅器15は、エコー信号Y2に対して次式(11)に従ってゲインを乗算し、送信信号Y3を作成する。

【0076】

$$\begin{aligned} Y3 &= Y2 \cdot (1/gain) \cdot gain \\ &= X \cdot gain \cdot 1 / (1 - ERL) \cdot ERL \cdot 1 / (gain \cdot gain_H) \\ &= X \cdot gain \cdot 1 / (1 - ERL) \cdot ERL \cdot (1 - ERL) / gain \\ &= X \cdot ERL \quad \dots (11) \end{aligned}$$

10

送信信号Y3は、減算器17に出力される。また、減算器17にはエコーキャンセラ16の出力である疑似エコーが入力されている。

【0077】

エコーキャンセラ16は、ハイブリッド4や受信信号増幅器3を含む信号の伝送特性を推定し、エコー信号の疑似信号を作成して減算器17に出力する。疑似エコーの作成には、公知の学習同定法及び、LMS (least mean square) 法などを用いれ

20

【0078】

減算器17の出力は、上記公知の学習同定法、LMS法などによる疑似エコー作成のためにエコーキャンセラ16に出力される。

【0079】

エコーキャンセラ16の出力は、減算器17に出力され、減算器17にはエコー信号が入力される。減算器17では疑似エコーとエコーが相殺されて送信側遠端端子2へ出力される。

【0080】

近端6からの話者信号がある時は、図示しない双方向検出器によってエコーキャンセラ16の疑似エコー推定動作の継続は停止するが、減算器17での疑似エコー打ち消し動作は継続する。この双方向検出器の検出動作は、送信信号、受信信号各々のパワーを監視して両者が近接したときに双方検出を行うなどすればよく、双方向の検出ができれば方法は何であってよい。

30

【0081】

本実施形態では、エコーキャンセラ16を設けることによって遠端話者に対するエコー雑音の軽減を実現することができるが、これに加えて、エコーキャンセラ16自体の動作劣化を防ぐことが可能である。

【0082】

すなわち、従来例では、エコーキャンセラはハイブリッドの前段(直前)に設置され、さらにその遠端側に送受信信号を増幅する増幅器が設置されていた。このように、エコーキャンセラの減算器より遠端側に送信信号増幅器を設置して送信信号を増幅するため、エコーキャンセラにより一度キャンセルしたエコー信号を増幅するので遠端話者にとって聞き

40

【0083】

本実施形態では、ハイブリッドの前段(直前)に受信信号増幅器3及び送信信号増幅器15と、エコーロス測定器11及びゲイン制御器21が設置され、さらにその遠端側にエコーキャンセラ16及び減算器17が設置されているので、受信信号増幅器3が原因で増幅した分のエコーを送信信号増幅器15により減衰させることができる。このことを、エコーキャンセラ16からみると送受の増幅器はないも同じである。エコーキャンセラ16は

50

、上述した疑似エコー作成アルゴリズムを使用するとき、エコー経路中に時間可変の信号経路があると収束特性が劣化することが知られており、本実施形態のように時間可変要素である増幅器の動作が相殺されてあたかもエコーキャンセラ１６にとって、増幅器がないも同じ状況は非常に都合が良く、収束特性を優れたまま維持できることにつながる。

【００８４】

以上説明したように、第２の実施形態に係る自動利得制御器２０は、さらにエコーキャンセラ１６及び送信信号増幅器１５を設け、ゲイン制御器２１が、受信信号増幅器３により増幅したエコー信号を、送信信号増幅器１５により減衰させるように受信信号増幅器３及び送信信号増幅器１５のゲインを制御するので、受信信号増幅器３で増幅した分のエコーが送信信号増幅器１５の増幅によって減衰され、エコーキャンセラ１６にとっては増幅器
10
３，１５が無いと同じ状態となり、この状態でエコーキャンセラ１６を用いてエコーが消去されるため、第１の実施形態と同様な効果を得ることができることに加えて、近端から遠端に信号を送信するときにも遠端話者に耳障りなエコー雑音が聞こえない通話を実現することができる。

第３の実施形態

図３は本発明の第３の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る自動利得制御器３０の説明にあたり前記図２と同一構成部分には同一符号を付して重複部分の説明を省略する。

【００８５】

図３において、３１はゲイン制御器（ゲイン制御手段）であり、ゲイン制御器３１は、あ
20
らかじめ定めたエコー減衰量が得られるように送信信号増幅器１５に対して倍率を計算して出力する機能を備える。この倍率の計算については後述する。

【００８６】

また、送信信号増幅器１５はゲイン制御器３１で計算された倍率を信号に乗算する。

【００８７】

本実施形態に係る自動利得制御器３０は、前記図２の回路構成からエコーキャンセラ１６及び減算器１７を取り除いた構成であり、その他の部分に関しては第２の実施形態と同じである。

【００８８】

以下、上述のように構成された自動利得制御器３０の動作を説明する。
30

【００８９】

本実施形態の動作は、ゲイン制御器３１及び送信信号増幅器１５の動作が異なること以外は前記第１の実施形態の動作と同様である。ゲイン制御器３１及び送信信号増幅器１５の動作について説明する。

【００９０】

ゲイン制御器３１には、点Ａと点Ｄの間の信号のレベル比である目標エコー減衰量 E_{RL1} があらかじめ設定されているものとする。

【００９１】

本実施形態では、この目標エコー減衰量 E_{RL1} を例えば４０ｄＢに設定する。目標エコー減衰量が４０ｄＢであるということは、点Ａでの信号がハイブリッド４で反射され、点
40
Ｄで振幅が $1/100$ になっているということに等しい。

【００９２】

ゲイン制御器３１は、受信信号増幅器３に対しては第１の実施形態と同様のゲインを出力するが、送信信号増幅器１５に関しては受信信号増幅器３で増幅したゲインを相殺し、更に所望のエコー減衰量を実現するための減衰 $L1$ を次式（１２）に示すように計算する。

【００９３】

$$L1 = E_{RL1} / Y2 \quad \dots (12)$$

送信信号増幅器１５では、 $Y2$ に $L1$ を乗算し、送信側遠端端子２に出力する。

【００９４】

このように、ゲイン制御器３１は、あらかじめ定めたエコー減衰量が得られるように送信
50

信号増幅器 5 1 に対して倍率を計算して出力し、送信信号増幅器 5 1 はゲイン制御器 1 2 で計算された倍率を信号に乗算することで、受信信号をハイブリッド 4 より近端側で所望のレベルに設定できるとともに、所望のエコー減衰量を実現できる。

【0095】

以上説明したように、第 3 の実施形態に係る自動利得制御器 3 0 は、ゲイン制御器 3 1 が、あらかじめ定めた目標エコー減衰量が得られるように送信信号増幅器 1 5 のゲインを制御するので、第 2 の実施形態より装置構成が簡単で、第 2 の実施形態とほぼ同等の効果をすることができる。

【0096】

すなわち、遠端側で双方向通信時のエコー感は第 2 の実施形態より増加するものの、一般に双方向通信は会話中にあまり発生しないので大きな問題にはならない。結果として、第 2 の実施形態より、装置構成が簡単であり、装置の低コスト化を図ることができる。

第 4 の実施形態

図 4 は本発明の第 4 の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る自動利得制御器 4 0 の説明にあたり前記図 2 と同一構成部分には同一符号を付して重複部分の説明を省略する。

【0097】

図 4 において、4 1 はエコーキャンセラ 1 6 と減算器 1 7 の間に設置された疑似エコー増幅器（疑似エコー増幅手段）、4 2 は減算器 1 7 出力とエコーキャンセラ 1 6 の間に設置された残差減衰器（残差減衰手段）、4 3 は受信信号増幅器 3 及び送信信号増幅器 5 1 のゲインを設定するとともに、疑似エコー増幅器 4 1 及び残差減衰器 4 2 に倍率／減衰係数を出力するゲイン制御器（ゲイン制御手段）である。

【0098】

ゲイン制御器 4 3 は、エコーと疑似エコーを相殺するための倍率を疑似エコー増幅器 4 1 に出力して受信信号増幅器 3 と疑似エコー増幅器 4 1 で倍率が等しくなるように制御する。また、ゲイン制御器 4 3 は、疑似エコー増幅器 4 1 で用いた倍率の逆数を残差減衰器 4 2 に出力してエコーを完全に相殺できないことによる雑音の発生を防ぐように制御する。

【0099】

本実施形態に係る自動利得制御器 4 0 は、前記図 2 の回路構成から送信側増幅器 1 5 が除かれ、また、エコーキャンセラ 1 6 と減算器 1 7 の間に疑似エコー増幅器 4 1 が、減算器 1 7 出力とエコーキャンセラ 1 6 の間に残差減衰器 4 2 が設けられている点が異なっている。その他の部分に関しては第 2 の実施形態と同じである。

【0100】

以下、上述のように構成された自動利得制御器 4 0 の動作を説明する。

【0101】

本実施形態は、疑似エコー増幅器 4 1 及び残差減衰器 4 2 が付加されている点が第 2 の実施形態の動作と異なる。疑似エコー増幅器 4 1 及び残差減衰器 4 2 の動作について説明する。

【0102】

まず、基本的な考え方について説明する。

【0103】

第 2 の実施形態で述べたように、ハイブリッド 4 から反射されるエコー信号 Y 2 のレベルは、前記式（8）で示される。

【0104】

前記式（8）において、 $gain \geq 1$ 、 $gain_H \geq 1$ 、 $ERL \leq 1$ であるので 3 つのゲインの積が

$$gain \cdot gain_H \cdot ERL > 1 \quad \dots (13)$$

となることがある。

【0105】

エコーキャンセラ 1 6 をソフトウェア、特に、固定小数点ディジタルシグナルプロセッサ

(DSP: digital signal processor) のソフトウェアで実現しようとする際に、このような大きなゲインはエコーキャンセラ 16 にとって不利であり、精度のよいエコー打ち消しができないという問題がある。なぜなら固定少数点での DSP を用いる時、一般にデータの精度を表す精度 (bit 幅) が決まっており、ゲインの大きいエコーを打ち消そうとするためには精度が不足し、精度を向上しようすると対応できるエコーの上限レベルを大きくできないという性質があるからである。

【0106】

本実施形態では、エコーキャンセラ 16 の動作を、受信側の信号増幅に関わりなく動作できるようにするため、エコーキャンセラ 16 出力に疑似エコー増幅器 41 を設けて、送信信号増幅器 15 での影響を吸収するようにする。これにより、エコーキャンセラ 16 の推

10

【0107】

また、第 2 の実施形態では、送信信号を減衰するので、遠端には音声小さくなって送信されてしまうことがある。これを避けるために、送信信号だけがある時を検出して送信信号増幅器 15 を停止することが考えられるが、そのような方法を採用したとしても、受信信号と送信信号の両方がある (以下、これをダブルトークという) ときには送信信号増幅器 3 及び受信信号増幅器 15 が働くので、送信信号を減衰してしまう。つまり、遠端話者はダブルトークの時は近端話者の声が小さく聞こえてしまう。これらの現象を改善するため、本実施形態は、遠端話者に対する信号の減衰を回避する。

【0108】

20

次に上記基本的な考え方に基づく動作について説明する。

【0109】

ゲイン制御器 43 は、送信信号増幅器 15 に対して gainRH を出力するとともに、疑似エコー増幅器 41 に対しても同様に、gainRH を出力する。

【0110】

エコー信号 Y2 のレベルは、前述したように前記式 (8) で示される。また、エコーキャンセラ 16 は、疑似エコー Y2' を次式 (14) により推定する。

【0111】

$$Y2' = X \cdot ERL \quad \dots (14)$$

ERL は、 $ERL < 1$ である場合がほとんどであるので前述したように、これはエコーキャンセラ 16 を DSP で実現する際に都合がよい。

30

【0112】

疑似エコー増幅器 41 は、前記式 (8) からわかるようにエコーキャンセラ 16 出力を $gain \cdot gainH$ で乗算するので、減算器 17 に対する出力 Y2'' は、次式 (15) で示される。

【0113】

$$Y2'' = X \cdot ERL (gain \cdot gainH) \quad \dots (15)$$

したがって、前記式 (8) 及び式 (15) から、 $Y2 - Y2''$ を実行することが可能であることがわかる。減算器 17 上で $Y2 - Y2''$ を実行すれば、エコー信号は相殺される。但し、エコーを完全に相殺できない時は、 $Y2 - Y2''$ の残差が $gain \cdot gain$ 倍になっ

40

たままなので、図示しない信号線によってゲイン制御器 43 は残差減衰器 42 に対し $1 / (gain \cdot gainH)$ なる減衰係数を出力する。残差減衰器 42 は、残差に $1 / (gain \cdot gainH)$ を乗算してエコーキャンセラ 16 に再び入力する。

【0114】

このようにして疑似エコー増幅器 41 と残差減衰器 42 を用いることでエコーキャンセラ 16 は送信信号増幅器 15 の動作の影響を受けないまま精度良くエコー雑音を打ち消すことができる。更に、遠端への信号経路に減衰操作が加わっていないので遠端話者は音声が小さくならない良好な通話ができる。

【0115】

以上説明したように、第 4 の実施形態に係る自動利得制御器 40 は、エコーキャンセラ 1

50

6と、エコーキャンセラ16の出力である疑似エコーを増幅する疑似エコー増幅器41と、エコーと疑似エコー増幅器41の出力を相殺する減算器17と、減算器17の出力を減衰する残差減衰器42とを備え、ゲイン制御器43が、受信信号増幅器3で信号を増幅する倍率と疑似エコー増幅器41で疑似エコーを増幅する倍率が等しくなるように受信信号増幅器3及び疑似エコー増幅器41を制御するとともに、減算器17出力の残差信号を疑似エコー増幅器41で用いた倍率との逆数関係を持たせて乗算しエコーキャンセラ16に入力するようにに構成したので、固定小数点DSPを用いてエコーキャンセラ16を容易に実現することができ、しかもレベルの大きなエコー信号であっても推定精度を犠牲にすることがないため、前記各実施形態に比べてよりエコー雑音を少なくすることができる。また、送信信号上での信号減衰操作を含まないので、信号減衰操作に伴う音質劣化の要因をなくすることができ、遠端話者に明瞭な音声信号を伝達することができる。

10

第5の実施形態

図5は本発明の第5の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る自動利得制御器50の説明にあたり前記図4と同一構成部分には同一符号を付して重複部分の説明を省略する。

【0116】

図5において、51は送信信号を所定ゲインで増幅して伝送損失を補償する送信信号増幅器、52は受信信号増幅器3及び送信信号増幅器51のゲインを設定するとともに、疑似エコー増幅器41及び残差減衰器42に倍率／減衰係数を出力するゲイン制御器（ゲイン制御手段）である。

20

【0117】

ゲイン制御器52は、第4の実施形態のゲイン制御器43と同様に、エコーと疑似エコーを相殺するための倍率を疑似エコー増幅器41に出力して受信信号増幅器3と疑似エコー増幅器41で倍率が等しくなるように制御し、また、疑似エコー増幅器41で用いた倍率の逆数を残差減衰器42に出力してエコーを完全に相殺できないことによる雑音の発生を防ぐように制御する。

【0118】

さらに、ゲイン制御器52は、あらかじめ定めたエコー減衰量が得られるように送信信号増幅器51に対して倍率を計算して出力する機能を備える。この倍率の計算については後述する。

30

【0119】

送信信号増幅器51は、ゲイン制御器52で計算された倍率を信号に乗算する。

【0120】

また、第2及び第4の実施形態と異なり、受信信号増幅器3は、エコーキャンセラ16の前段に設置されている。

【0121】

以下、上述のように構成された自動利得制御器50の動作を説明する。

【0122】

本実施形態は、第1の実施形態とは受信信号増幅器3及び送信信号増幅器15の動作が、第4の実施形態とは疑似エコー増幅器41及び残差減衰器42の動作が異なっている。

40

【0123】

受信信号遠端端子1から入力された遠端信号Xは、受信信号増幅器3に入力される。

【0124】

初期状態では、受信信号増幅器3のゲインは1であり、遠端信号Xを増幅させる効果はない。

【0125】

受信信号増幅器3から出力された信号の一部は、D/A変換器13でアナログ信号に変換された後、ハイブリッド4を通過して点Cを通り近端6に出力される一方で、ハイブリッド4で反射されてA/D変換器14に出力される。

【0126】

50

A/D変換器14によりデジタル信号に変換された信号は、送信信号増幅器51で所定ゲイン増幅され、減算器17を通り再び遠端である送信側遠端端子2に出力される。

【0127】

エコーロス測定器11は、第1の実施形態と同様に、遠端信号Xとハイブリッド4から反射されるエコー信号Yとから前記式(1)に従ってエコーロスERLを計算する。

【0128】

また、エコーロス測定器11は、前記式(2)に従って点Cでの信号レベルXoutを点Aでの信号レベルと同じにするためのゲインgainを推定する。

【0129】

ゲイン制御器52には、あらかじめXの入力値に望ましい信号のレベルとして目標レベルが設定されている。ゲイン制御器52は、受信信号遠端端子1からの遠端信号Rinである信号Xと所望の目標レベルとの差分defを計算する。ゲイン制御器52は、第1の実施形態と同様の方法でdefを信号に対する倍率に計算し直す。

【0130】

次に、ゲイン制御器52は、ハイブリッド4での減衰分を配慮するため信号Xがハイブリッド4で減衰を受けると予想される量をあらかじめ増幅しておく。すなわち、ゲイン制御器52は、前記式(5)に示すように、前記式(4)で求めた倍率gainに前記式(2)で求めたgainHを乗算して受信側ゲインgainRHを計算する。

【0131】

ゲイン制御器52は、受信信号増幅器3に上記受信側ゲインgainRHを出力する。

【0132】

受信信号増幅器3では、受信信号Xに対し前記式(6)に示すように信号を増幅してハイブリッド4に対する出力信号XHを計算し、D/A変換器13及びエコーキャンセラ16に出力する。

【0133】

D/A変換器13は、受信信号増幅器3からの出力信号XHをアナログ信号に変換してハイブリッド4に出力する。

【0134】

ハイブリッド4は、アナログ信号に変換された出力信号を近端6の方向にだけ出力するように2線-4線変換を行うとともに、近端6からの信号及びエコーとして反射される信号を送信側に出力する。ハイブリッド4から出力されるエコー信号Y2のレベルは前記式(6)に示すように計算される。

【0135】

A/D変換器14は、近端6からの信号及びエコーとして反射される信号をデジタル信号に変換して送信信号増幅器51に出力する。

【0136】

上記基本動作において、本実施形態では、受信信号増幅器3の出力をエコーキャンセラ16に入力しているため、エコーキャンセラ16に対する入力XECinは、次式(16)で示される。

【0137】

$$XECin = X \cdot gain \cdot gainH \quad \dots (16)$$

エコーキャンセラ16は、送信信号増幅器51の倍率が1であれば、擬似エコーY2'としては次式(17)を推定すればよい。

【0138】

$$Y2' = X \cdot gain \cdot gainH \cdot ERL \quad \dots (17)$$

上記式(16)及び式(17)から擬似エコーY2'は、次式(18)で示される。

【0139】

$$Y2' = XECin \cdot ERL \quad \dots (18)$$

上記式(18)から、エコーキャンセラ16は、 $ERL < 1$ なるレベルの伝達関数を公知

10

20

30

40

50

の学習同定法などのアルゴリズムで推定すればよく、DSPで実現する際に都合が良くなるのは第4の実施形態で述べた通りである。

【0140】

本実施形態では、第2の実施形態、第3の実施形態とは、送信信号増幅器51における動作が異なっている。本実施形態においては、ゲイン制御器52は、上述した受信信号増幅器3に関する目標レベルの制御に加えて、送信信号増幅器51に関しても同様な目標レベルの制御を行う。

【0141】

すなわち、送信信号増幅器51に関しても、目標レベルをあらかじめ設定しておき、入力信号と目標レベルとの差分を求め、これを倍率 $gain_s$ に計算し直して送信信号増幅器51に出力する。 10

【0142】

具体的には、送信信号増幅器51に対して出力するための倍率 $gain_s$ を計算するため、次式(19)に従って送信信号目標レベル $LSin1$ と実際の送信信号レベル $LSin$ の差分 $defSin$ を計算する。

【0143】

$$defSin = LSin1 - LSin \quad \dots (19)$$

上記式(19)で計算した差分 $defSin$ は、送信信号を目標レベルに上昇するための倍率であるので、ゲイン制御器52は送信信号増幅器51に対して $defSin = gain_s$ とした倍率 $gain_s$ を送信信号増幅器51に出力する。 20

【0144】

送信信号増幅器51は、以後送信側信号に対して $gain_s$ の倍率で信号を増幅する。

【0145】

ここで問題になるのがエコー雑音である。上述したようにエコー信号 $Y2$ は、前記式(8)に示す状態でハイブリッド4から反射されている。したがって、ハイブリッド4から出力され、A/D変換器14から出力された信号は、送信信号増幅器51で $gain_s$ の倍率で増幅されるので、減算器17に入力されるエコー信号 $Y2$ は、次式(20)で示されるレベルのエコー信号である。

【0146】

$$Y2 = X \cdot gain \cdot gainH \cdot ERL \cdot gain_s \quad \dots (20) \quad 30$$

前述したように、本実施形態では、受信信号増幅器3の出力をエコーキャンセラ16に入力するようにしたので、上記エコー信号 $Y2$ の成分のうち、 $gain \cdot gainH$ はエコーキャンセラ16の入力信号に含まれるようにしたので影響はない。しかし、送信信号増幅器51では、 $gain_s$ なる倍率でエコーを増幅して減算器17に入力する。エコーキャンセラ16にとってエコーの増幅は都合がわるく、特に送信信号の倍率を時間によって可変にするような場合には、エコーキャンセラ16の疑似エコー推定特性は急激に劣化することがよく知られているのは前述した通りである。

【0147】

そこで本実施形態では、ゲイン制御器52で計算した送信信号増幅器51の倍率 $gain_s$ を疑似エコー増幅器41に出力し、エコーキャンセラ16で推定した疑似エコーを送信信号増幅器51の倍率 $gain_s$ と同一の倍率で疑似エコー増幅器41でもって増幅し、エコーキャンセラ16からみた送信信号増幅器51の影響を、疑似エコー増幅器41と残差減衰器42で吸収するようにした。 40

【0148】

この動作を図5を用いて詳細に説明する。ゲイン制御器52は、上述したように $gain_s$ を計算し、送信信号増幅器51と疑似エコー増幅器41に出力する。疑似エコー増幅器41は、エコーキャンセラ16の推定した疑似エコーを $gain_s$ の倍率で増幅し、減算器17に出力する。

【0149】

減算器17では、前記式(20)に示すエコー $Y2$ から次式(21)に示す疑似エコー Y 50

3' が減算されるので、その結果エコー信号が相殺される。

【0150】

$$Y3' = X \cdot gain \cdot gainH \cdot ERL \cdot gain_s \quad \dots (21)$$

但し、相殺が完全に行われなかった時は、残差が $gain_s$ 倍になったままなので減算器17出力の残差信号を残差減衰器42に入力する。残差減衰器42では、入力信号を $1/gain_s$ に減衰してエコーキャンセラ16に出力し、疑似エコーの逐次作成に用いる。

【0151】

以上説明したように、第5の実施形態に係る自動利得制御器50は、受信信号増幅器3の出力がエコーキャンセラ16に入力されており、ゲイン制御器52が、送信信号増幅器51の倍率と疑似エコー増幅手段の倍率が等しくなるように、送信信号増幅器51及び疑似エコー増幅器41の倍率を制御し、減算器17が、送信信号増幅器51の出力から疑似エコー増幅器41の出力を減算してエコー信号を相殺し、残差減衰器42が、疑似エコー増幅器41で用いた倍率の逆数を用いて残差を減衰するように構成したので、前記各実施形態の効果に加え、エコーキャンセラ16は精度良くエコー雑音を推定して実効を図ることができ、また疑似エコー増幅器41によって大きなエコーにも対処してこれを打ち消すことができる。

第6の実施形態

図6は本発明の第6の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る自動利得制御器60の説明にあたり前記図5と同一構成部分には同一符号を付して重複部分の説明を省略する。

【0152】

本実施形態に係る自動利得制御器60は、前記図5の回路構成に、第2の減算器61（第2の減算手段）が追加され、また、残差減衰器42が取り除かれ、A/D変換器14の出力が送信信号増幅器51と第2の減算器61に出力され、エコーキャンセラ16の出力が第2の減算器61と疑似エコー増幅器41に出力されている点が異なっている。その他の部分に関しては第5の実施形態と同じである。

【0153】

以下、上述のように構成された自動利得制御器60の動作を説明する。

【0154】

本実施形態では、上記構成の変更以外は第5の実施形態と同様であるのでこの部分の動作説明を省略する。

【0155】

A/D変換器14の出力が送信信号増幅器51と第2の減算器61に出力される。A/D変換器14から送信信号増幅器51を経て、送信側遠端端子2に至る動作は第5の実施形態と同様である。

【0156】

一方、A/D変換器14から第2の減算器61に出力された信号は、第2の減算器61で相殺される。なぜなら、A/D変換器14の出力は、受信信号遠端端子1からの受信信号Xが受信信号増幅器3で前記式(5)に従って計算された倍率 $gainRH$ で増幅されたエコー信号であるが、受信信号増幅器3の出力をエコーキャンセラ16に入力するようにしたので、エコーキャンセラ16はERLに相当するレベルの疑似エコーを作成すればよい。すなわち、受信信号増幅器3の出力をエコーキャンセラ16に入力するようにしたので、エコー信号Y2の成分のうち、 $gain \cdot gainH$ はエコーキャンセラ16の入力信号に含まれるようにしたので影響はなく、ERLに相当するレベルの疑似エコーを作成するだけでよい。

【0157】

したがって、エコーキャンセラ16の出力Y4'は、既に次式(22)で示されるレベルになっている。

【0158】

10

20

30

40

50

$$Y4' = X \cdot \text{gainRH} \cdot \text{ERL} \quad \dots (22)$$

上記式(22)に示すように、第2の減算器61ではエコーが適切に相殺される。加えて、A/D変換器14から第2の減算器61に至る経路では、増幅器がないのでエコーキャンセラ16に残差を入力する際、残差減衰器42(前記図5)を用いなくてよい。一方でエコーキャンセラ16の出力である疑似エコー $Y4'$ は疑似エコー増幅器41で増幅される。疑似エコー増幅器41における増幅の倍率は、第5の実施形態と同様に決めればよい。

【0159】

以上説明したように、第6の実施形態に係る自動利得制御器60は、残差減衰器42を取り去るとともに、第2の減算器61を設け、A/D変換器14の出力を送信信号増幅器51と第2の減算器61に、またエコーキャンセラ16の出力を第2の減算器61と疑似エコー増幅器41に出力し、ゲイン制御器52が、送信信号増幅器51の倍率と疑似エコー増幅器41の倍率が等しくなるように、送信信号増幅器51及び疑似エコー増幅器41の倍率を制御し、第2の減算器61が、A/D変換器14の出力から疑似エコーを相殺してエコーキャンセラ16に入力し、疑似エコー増幅器41が、エコーキャンセラ16出力を増幅し、減算器17が、送信信号増幅器51の出力から疑似エコー増幅器41の出力を減算してエコー信号を相殺するように構成したので、第5の実施形態と同様の効果を、より小さな装置規模あるいは小さな演算コストで実現できる。

【0160】

特に、本実施形態では、エコー信号を増幅しない状態でエコーキャンセラ16の疑似エコー作成を行うので、DSPを用いてエコーキャンセラ16を実現するときに、精度よいエコーキャンセラ16を実現できる。

【0161】

また、前記第5の実施形態において残差減衰器42に与える減衰量 $1/\text{gain}_s$ を計算する際には、除算が必要になるのだが、よく知られているように固定小数点DSPで除算を行うためには演算数が多く必要である。本実施形態によれば、残差減衰器42をなくし、1つの減算器61を増加させるだけで第5の実施形態と同様の効果を得ることができる。実際に、DSPソフトウェアで実現する際には除算演算部分を、加算演算に交換することになり、一例として大まかには除算部分を加算部分に変更することで、除算に要した演算量を、概略 $1/16$ にすることができる。

【0162】

また、上記各実施形態では、本発明を音声通信装置に適用した自動利得制御器で説明したが、入力信号のゲインを自動調整するものであればどのような装置に用いてもよく、例えばFAX信号、modem信号などデータ通信装置にも適用が可能である。

【0163】

また、本自動利得制御器は、ハードウェアに限らず、ソフトウェアで実現することも可能である。

【0164】

さらに、上記各実施形態に係る自動利得制御器では、上記自動利得制御器10~60を構成するD/A変換器、A/D変換器や減算器等の種類・個数、制御方法、種類接続状態などは上述の各実施形態に限られない。

【0165】

【発明の効果】

本発明に係る自動利得制御器では、受信側遠端からの受信信号が線路変換手段から送信側遠端にエコー信号として反射されるエコー反射減衰量(ERL)を測定する測定手段を備え、ゲイン制御手段が、エコー反射減衰量に基づいて受信信号が線路変換手段を通過した割合を計算し、線路変換手段を通過した受信信号が所定のレベルになるように受信信号増幅手段のゲインを制御するように構成したので、ハイブリッドでの伝送ロスを受けても所望の信号レベルを設定できる自動利得制御器が実現できる。したがって、ハイブリッドにおける伝送ロスが変化した場合でも正確に利得が制御でき、本自動利得制御器を適用した

10

20

30

40

50

データ通信装置等の性能を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を適用した第 1 の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明を適用した第 2 の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明を適用した第 3 の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。

【図４】本発明を適用した第４の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。

【図 5】本発明を適用した第 5 の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。

【図 6】本発明を適用した第 6 の実施形態に係る自動利得制御器の構成を示すブロック図である。

【図 7】従来の自動利得制御器の構成を示すブロック図である。

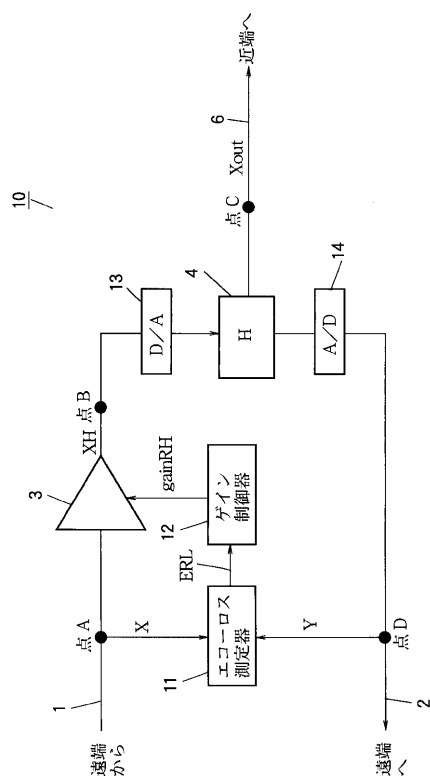
【符号の説明】

1 受信側遠端端子、2 送信側遠端端子、3 受信信号増幅器（受信信号増幅手段）、
4 2線4線ハイブリッド回路（H）（線路変換手段）、6 近端、10、20、30、
40、50、60 自動利得制御器、11 エコーロス測定器（測定手段）、12、21
、31、43、52 ゲイン制御器（ゲイン制御手段）、13 デジタルーアナログ変
換器（D/A変換器）、14 アナログーデジタル変換器（A/D変換器）、15 送
信信号増幅器（送信信号増幅手段）、16 エコーキャンセラ、17 減算器（減算手段
、第1の減算手段）、41 疑似エコー増幅器（疑似エコー増幅手段）、42 残差減衰
器（残差減衰手段）、51 送信信号増幅器、61 第2の減算器（第2の減算手段）

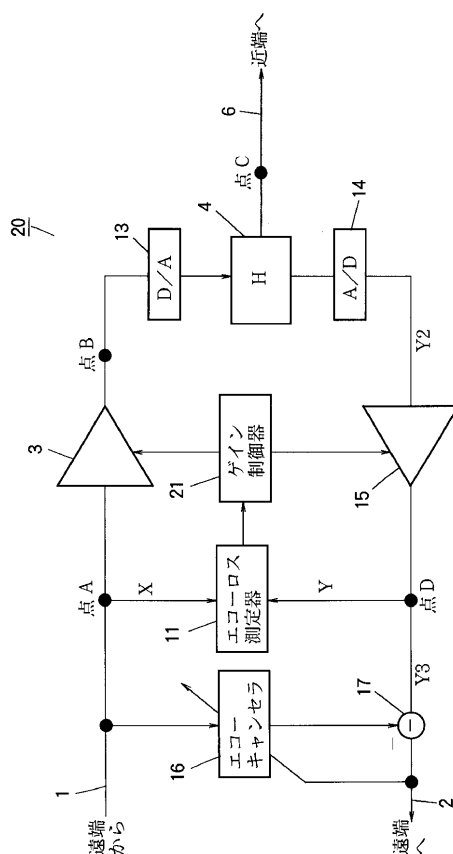
10

20

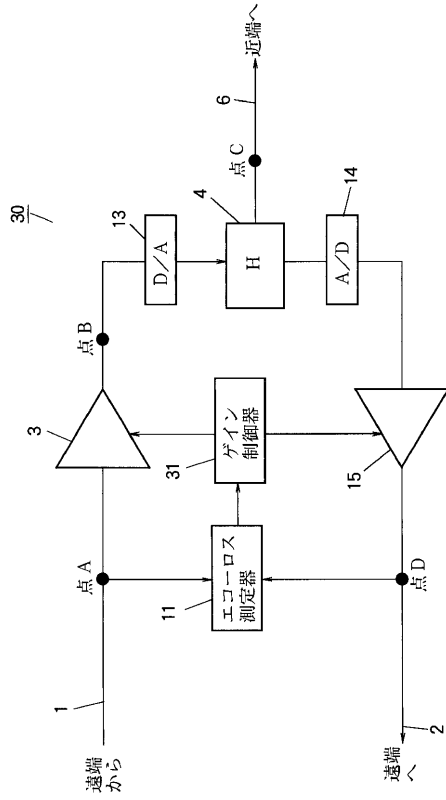
【図 1】



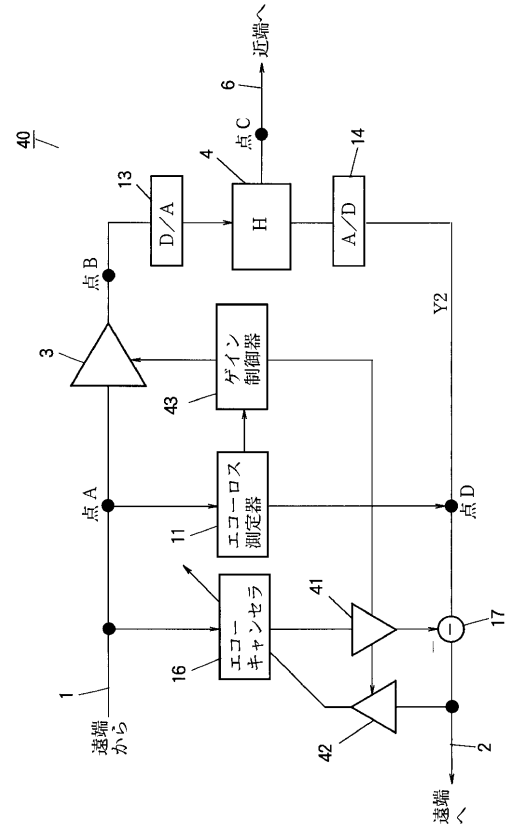
【图 2】



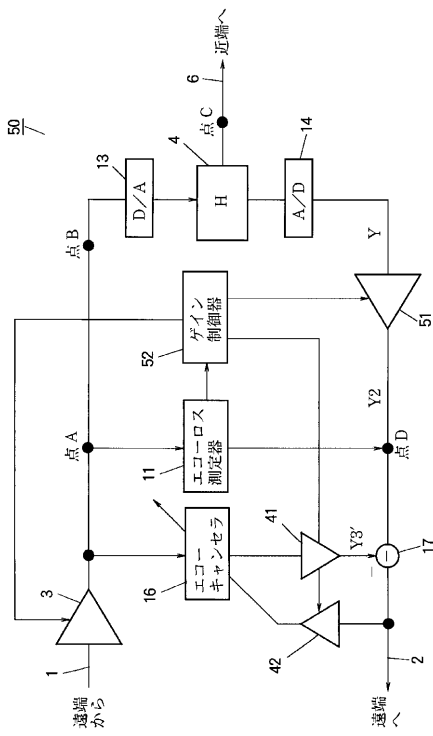
【図 3】



【図 4】

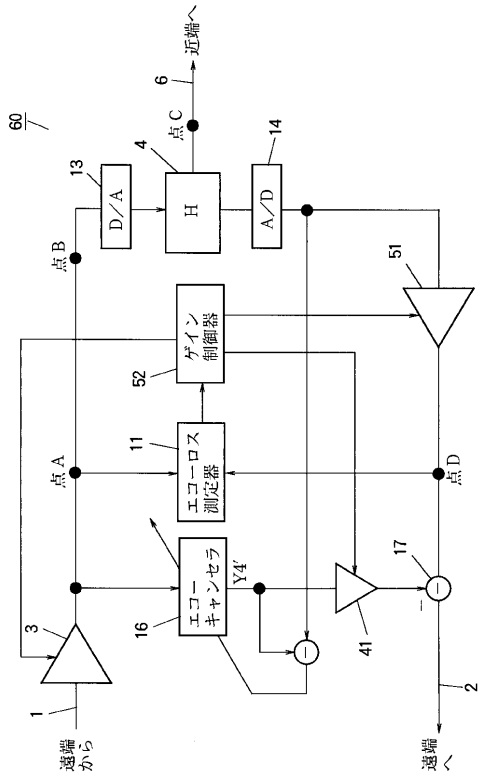


【図 5】



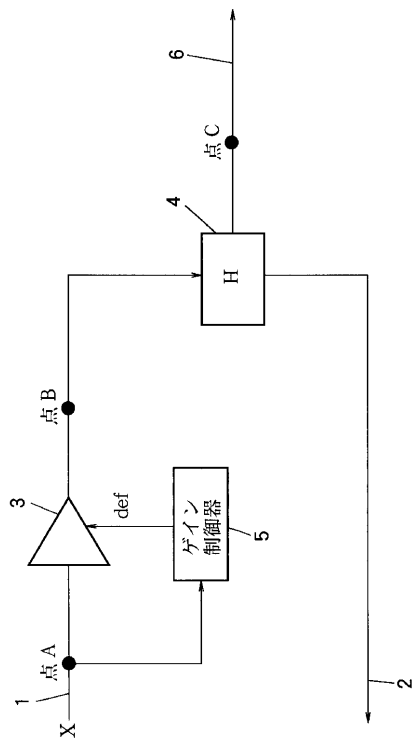
本発明の第5の実施例

【図 6】



本発明の第6の実施例

【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-296628 (JP, A)
特開昭52-130216 (JP, A)
特開平08-335976 (JP, A)
特開昭61-194907 (JP, A)
特開平06-104970 (JP, A)
特開平09-289475 (JP, A)
特開平05-130206 (JP, A)
特開昭61-062217 (JP, A)
特開平04-003629 (JP, A)
特開昭63-253759 (JP, A)
特開平06-209362 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H04B 3/00

H04B 7/00

H04M 1/00