

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5144889号

(P5144889)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int.Cl. F I
H O 4 L 7/00 (2006.01) H O 4 L 7/00 Z

請求項の数 22 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-302177 (P2005-302177)	(73) 特許権者	502425846
(22) 出願日	平成17年10月17日(2005.10.17)		ボッシュ レックスロート アクチエンゲ
(65) 公開番号	特開2006-115521 (P2006-115521A)		ゼルシャフト
(43) 公開日	平成18年4月27日(2006.4.27)		Bosch Rexroth AG
審査請求日	平成20年6月26日(2008.6.26)		ドイツ連邦共和国 シュツットガルト ハ
(31) 優先権主張番号	102004050423.7		イデホーフシュトラッセ 31
(32) 優先日	平成16年10月15日(2004.10.15)		Heidehofstrasse 31,
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		D-70184 Stuttgart,
			Germany
		(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システムでの同期方法、通信システム、オートメーションシステムおよびデータ伝送用のテレグラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中央加入者機 (M) と少なくとも 1 つの第 2 の加入者機 (S 1 ~ S 3) とを有する通信システムにおいて少なくとも 1 つの第 2 の加入者機の作業工程であるプロセスフェーズを中央加入者機に対して同期するために、同期情報を含むデータテレグラムを中央加入者機から少なくとも 1 つの第 2 の加入者機へ伝送する

通信システムでの同期方法において、

前記データテレグラムは、ブリアンブルフィールドと宛先アドレスフィールドとソースアドレスフィールドとタイプフィールドとデータフィールドとチェックサムフィールドとを有し、

前記同期情報を、前記データフィールドの部分フィールド (M S T) に埋め込むことを特徴とする通信システムでの同期方法。

【請求項 2】

前記同期情報を含む部分フィールド (M S T) は前記データフィールドの第 1 のエントリである、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記同期情報を含む部分フィールド (M S T) は前記データテレグラムの開始から所定の設定時間で終了する、請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記設定時間は 2 . 2 4 μ s である、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

前記設定時間を前記データテレグラムの全長から独立に定める、請求項 3 または 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記同期情報を固有のチェックサムにより確認する、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

前記同期情報の確認に使用されるチェックサムは巡回冗長検査 C R C である、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記同期情報の確認に使用されるチェックサムはデータテレグラムの開始から前記同期情報までに関する、請求項 6 または 7 記載の方法。

【請求項 9】

少なくとも 1 つの第 2 の加入者機での前記同期情報の確認に使用されるチェックサムの評価を、既知のデータテレグラムのエントリに対して記憶されているチェックサムとの比較により行う、請求項 6 から 8 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】

前記同期情報を含む部分フィールド (M S T) の後方に前記同期情報の確認に使用されるチェックサムを配置する、請求項 6 から 9 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 11】

前記同期情報を含む部分フィールド (M S T) の終了部に直接に前記同期情報の確認に使用されるチェックサムを配置する、請求項 6 から 10 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 12】

前記データテレグラムの開始は中央加入者機 (M) における同期時点に対して固定の関係を有する、請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 13】

前記同期情報を含む部分フィールド (M S T) を前記データフィールドの開始部に配置し、前記データテレグラムの前記チェックサムフィールドは前記データテレグラム全体に関するチェックサムを有する、請求項 1 から 12 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 14】

前記同期情報を含む部分フィールド (M S T) は、タイプフィールドとフェーズフィールドとチェックサムフィールドとを有し、該部分フィールドのチェックサムフィールドは前記データテレグラムの開始からフェーズフィールドまでに関するチェックサムを有する、請求項 1 から 13 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 15】

前記部分フィールドのチェックサムフィールドが妥当であり、前記データテレグラムのチェックサムフィールドが妥当でないときにも前記同期情報を評価する、請求項 1 から 14 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 16】

前記データテレグラムはマスタデータテレグラム (M D T) またはドライバテレグラム (A T) である、請求項 1 から 15 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 17】

前記データテレグラムはイーサネットテレグラムである、請求項 1 から 16 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 18】

中央加入者機と少なくとも 1 つの第 2 の加入者機とを有する通信システムであって、
少なくとも 1 つの第 2 の加入者機の作業工程であるプロセスフェーズを中央加入者機に対して同期するために、同期情報を含むデータテレグラムが中央加入者機から少なくとも 1 つの第 2 の加入者機へ伝送される、
通信システムにおいて、

10

20

30

40

50

前記データテレグラムは、プリアンブルフィールドと宛先アドレスフィールドとソースアドレスフィールドとタイプフィールドとデータフィールドとチェックサムフィールドとを有し、

前記同期情報は、前記データフィールドの部分フィールド（M S T）に埋め込まれている

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 19】

当該の通信システムは、マスタ - スレーブ構造による分散制御を行う分散型通信システムである、請求項 18 記載のシステム。

【請求項 20】

当該の通信システムは、リング状構造および／または線形バス構造および／またはスター状構造で配置されている、請求項 18 または 19 記載のシステム。

【請求項 21】

当該の通信システムは、イーサネット物理構造に基づいている、請求項 18 から 20 までのいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 22】

請求項 18 から 21 までのいずれか 1 項記載の通信システムを用いたオートメーションシステムにおいて、

制御ユニットおよび少なくとも 1 つのドライバユニットまたは入出力ユニットを有しており、前記制御ユニットは中央加入者機に接続されており、各ドライバユニットまたは各入出力ユニットは各第 2 の加入者機へ接続されている

ことを特徴とするオートメーションシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、中央加入者機と少なくとも 1 つの第 2 の加入者機とを有する通信システムにおいて少なくとも 1 つの第 2 の加入者機を中央加入者機に対して同期するために、同期情報を含むテレグラムを中央加入者機から少なくとも 1 つの第 2 の加入者機へ伝送する、通信システムでの同期方法に関する。

【0002】

また本発明は、相応の通信システム、オートメーションシステムおよびデータ伝送用のテレグラムにも関する。

【背景技術】

【0003】

本出願人による独国での同日出願"Verfahren zur Synchronisation in einem redundanten Kommunikationssystem", "Verfahren zur Uebertragung von Daten in einem Kommunikationssystem"に記載されている内容も本願に関連する。

【0004】

従来から通信システムが周知である。特に分散型通信システムは多くの技術分野で使用されている。分散型通信システムは例えば分散駆動制御を使用したオートメーションシステムにおいて使用されており、複数の個別装置が時間的に同期されて制御および駆動される。個別装置として複数のシャフトを駆動するドライバユニット、例えばシンクロナスマータまたはアシンクロナスマータが挙げられ、これらは補間的にまたは密に結合されて動作する。こうした分散駆動制御によるオートメーションシステムの典型的な適用分野は、時間的に相互に調整されて動作する多数のフィーダエレメントや作用エレメントを備えた印刷機システム、ワークツールシステムまたはロボットシステムなどである。

【0005】

このような通信システムは少なくとも 2 つ（一般にはきわめて多数）の階層的な加入者機、すなわち中央加入者機として構成された第 1 の加入者機とその他の第 2 の加入者機とから成っている。階層構造としては例えば、マスタまたはマスタ加入者機である中央加入

10

20

30

40

50

者機（主局）と、スレーブまたはスレーブ加入者機である第2の加入者機（副局）とを備えたマスタ-スレーブ構造が知られている。中央加入者機は第2の加入者機に対する制御信号を形成し、これを第2の加入者機へ送信する中央の加入者機として構成されている。第2の加入者機は制御信号を受信し、必要に応じて通信コネクションを介して中央加入者機と通信したり他の第2の加入者機と通信したりする。スレーブ加入者機はたいいてい結合されたプロセス部（Prozessankopplung）、例えばセンサやアクチュエータ、すなわちアナログ信号およびデジタル信号の入出力ユニットグループ、および駆動機構に関連している。スレーブ加入者機でのデータ前処理を含む信号処理の分散化は伝送されるデータ数を小さく保つためには必須であり、さらにマスタ加入者機とスレーブ加入者機とのあいだの通信も要求される。

10

【0006】

このために従来技術から主として図1～図3に示されている3つの基本配置構造（トポロジ）が知られている。図1では中央加入者機Mと第2の加入者機S1～S3とが相互にリング状に接続されている。中央加入者機Mで形成された信号はこのリング状構造のシステムを伝送され、個々の第2の加入者機S1～S3を順に通過する。図2では中央バス線路が中央加入者機Mおよび第2の加入者機S1～S3の双方を接続している。信号およびデータの伝送は周知のようにデータバスを介して行われる。中央バス線路の区間が長くなると、信号の増幅のためにリピータRが中央バス線路にしばしば挿入される。図3では接続線路に中央スイッチ素子Swの組み込まれたスター状構造が示されている。ここでは中央加入者機Mで形成された信号が中央スイッチ素子Swを介して宛先である第2の加入者機のいずれかへ供給される。

20

【0007】

図1～図3に示されている構造は複数の基本配置構造が相互に組み合わせられて実現された複雑なシステムの一部であってもよい。この場合、上位の制御信号の形成は1つまたは複数の上位の中央加入者機が担当する。

【0008】

さらに従来技術から、マスタ機能を複数の加入者機間または全加入者機間で交替させていく分散型通信システムが知られている。こうしたマルチマスタシステムでは複数の加入者機に中央加入者機の機能を持たせ、定義された条件が生じたときにその機能が実行されるように構成しなければならない。この場合、それまで第2の加入者機であった加入者機が中央加入者機となり、それまで中央加入者機であった加入者機が第2の加入者機となるからである。こうした交替は例えばそれまでの中央加入者機のコントロール信号の欠如を条件として行われる。

30

【0009】

現在、本出願人からSERCOS^(R)（SErial Realtime COmmunication System）の名称で市販されているインタフェースは、リング状構造の分散型通信システムにおいて、中央加入者機で制御信号を形成し、第2の加入者機へ送信するためのものである。第2の加入者機は通常は光導波体を介して中央加入者機へ接続されている。SERCOS^(R)インタフェースは厳密に階層化された通信に専用に構成されている。データはデータブロック、いわゆるテレグラムまたはフレームの形状をしており、時間的に一定のサイクルで制御局（マスタ）と副局（スレーブ）とのあいだで交換される。第2の加入者機または副局どうしの直接の通信は行われぬ。またデータ内容は固定、つまり伝送されるデータの意味、表現および機能は大部分が予め定義されている。SERCOS^(R)インタフェースではマスタがリング状構造での制御の切り換えを行い、スレーブが1つまたは複数の副局（ドライバユニットまたはI/O局）の切り換えを行う。多重のリング状構造が可能であり、個々のリング状構造は協同して相互に制御タスクを果たすことができるが、これはSERCOS^(R)インタフェースの機能ではない。

40

【0010】

有利には、この通信システムは分散して配置されたモータ、例えばシンクロナスモータまたはアシンクロナスモータの閉ループ制御および開制御のために使用される。通信シス

50

テムの第2の加入者機はそれぞれのモータを閉ループ制御および開制御する制御装置である。こうした通信システムの主たる適用分野は特にワークツール、印刷機、製造装置および一般のオートメーションシステムのドライバユニットである。

【0011】

SERCOS^(R) インタフェースは5個の通信フェーズを有する。最初の4個のフェーズ（フェーズ0～フェーズ3）は加入者機の初期化に用いられ、第5のフェーズ（フェーズ4）は正規駆動に用いられる。1通信サイクル内で各副局はデータを制御局と交換する。リング状構造のシステムへのアクセスは衝突のない送信タイムスロットにより決定される。

【0012】

図4には正規駆動の通信サイクル、すなわちSERCOS^(R) インタフェースのフェーズ3およびフェーズ4が概略的に示されている。SERCOS^(R) インタフェースには3タイプのテレグラム、すなわちマスタ同期テレグラムMST、ドライバテレグラムATおよびマスタデータテレグラムMDTが存在している。マスタ同期テレグラムMSTはマスタ加入者機から送信され、通信フェーズの設定に用いられる唯一の短いデータフィールドを時間参照子として含む。ドライバテレグラムATはスレーブ加入者機から送信され、例えば各スレーブ加入者機によって制御されるドライバユニットの実際値を含む。マスタデータテレグラムMDTは全スレーブ加入者機に対するデータフィールドを備えたフレームテレグラムである。マスタデータテレグラムを介してマスタから各スレーブへ目標値が伝送される。各副局は初期化中に下位のデータフィールドの開始および長さを受け取る。このときSERCOS^(R) インタフェースでは、駆動データ、制御情報またはステータス情報、および非周期的な伝送データの3つのデータタイプが定義される。駆動データ（プロセスデータ）はサイクルごとに伝送される。例として目標値および実際値が上げられる。駆動データ領域の長さはパラメータ化可能であり、初期化の際に定められ、リング状構造のシステムの駆動中は一定である。マスタ加入者機からスレーブ加入者機へ送信される制御情報とスレーブ加入者機からマスタ加入者機へ送信されるステータス情報とは、例えばイネーブル信号および準備完了報告である。非周期的な伝送データ（サービスチャネル）は調整パラメータ、診断データおよび警報を含む。さらに非周期的な伝送データに関するコマンドシーケンスが制御される。

【0013】

図4からもわかるように、通信サイクルは中央加入者機からのマスタ同期テレグラムMSTの送信により開始される。全通信専用時間は約25μsの短いテレグラムの終了に関連する。副局はT_{1, i}から始まる送信タイムスロットで順次にドライバテレグラムAT_iを送信する。最後のドライバテレグラムが送信された後、マスタはT₂からマスタデータテレグラムMDTを送信する。次のサイクルは再びマスタ同期テレグラムMSTから開始される。2つのマスタ同期テレグラムのあいだの時間はSERCOS^(R) インタフェースではT_{SYNC}と称される。SERCOS^(R) インタフェースでの通信はマスタ同期テレグラムの終了に合わせて同期される。ここで有利には等間隔のタイムスロットで中央加入者機により1つまたは複数の同期テレグラムが形成され、リング状構造のシステムへ供給される。同期テレグラムおよび同期信号の受信に続いて制御装置内で通常は時間パラメータに関して目標値または実際値の処理が行われ、開制御パラメータおよび閉ループ制御パラメータが求められて各モータへ出力される。

【0014】

ここで加入者機の同期は重要な意義を有する。中央加入者機に対する第2の加入者機の同期が不正確であると、第2の加入者機によって制御されるプロセスが同期されずに実行されることになる。そうすると、従来の通信システムを介して制御されるモータの運動フローの同期が不充分となるため、例えば印刷機において印刷画像が消失してしまう。相応のことが高精度のプロセス同期を要求するワークツールシステムや他のオートメーションシステムにも当てはまる。例えばワークツールシステムでの同期エラーは個々の軸（x軸、y軸、z軸）の非同期の運動をまねくので、部材の処理が不正確となってしまう。

【0015】

公知のマスタ同期テレグラムMSTによる通信サイクルごとの同期は、プロトコル効率の点で欠点を有する。これは中央加入者機が2つの異なるタイプのテレグラム、すなわちマスタ同期テレグラムとマスタデータテレグラムとを形成し、これらを伝送しなければならないということに基づく。相応のことが受信側の第2の加入者機（スレーブ）についても当てはまる。特に中央加入者機から通信サイクル中に送信されるテレグラムのタイプや長さが異なると、ハードウェアについてもソフトウェアについてもインプリメンテーションが煩雑になる。また通信サイクルごとに個別にマスタ同期テレグラムMSTを伝送するには時間がかかり、駆動データを伝送するための時間が失われ、帯域幅の損失が生じる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明の課題は、従来技術の欠点を回避し、中央加入者機に対して少なくとも1つの加入者機を同期する効率的な方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

この課題は、テレグラムをデータテレグラムとすることにより解決される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明によれば、従来技術とは異なり、同期情報は固有の短いマスタ同期テレグラムの形状では伝送されず、データテレグラムの要素として、すなわち駆動データまたはプロセスデータを中央加入者機から第2の加入者機へ（または逆方向で）伝送するテレグラムの一部として伝送される。通信はデータテレグラムに含まれる同期情報の終了に合わせて定められる。

【0019】

有利には、データテレグラムはマスタデータテレグラムであり、少なくとも1つの第2の加入者機によって制御されるプロセス部、例えばドライバまたは入出力ユニットグループ（I/O局）に対する目標値を有する。マスタデータテレグラムは中央加入者機から第2の加入者機へ送信されるテレグラムである。一般にはきわめて多数の第2の加入者機に相応する多量の伝送すべき制御情報がマスタデータテレグラムの主要素として前述のデータにより形成され、付加的に埋め込まれる同期情報は一般にデータ内容の小さな成分となる。

【0020】

有利には、同期情報はデータテレグラムのデータフィールドに埋め込まれる。ここで有利には、マスタデータテレグラムはプリアンブルフィールド、宛先アドレスフィールド、ソースアドレスフィールド、タイプフィールド、データフィールドおよびチェックサムフィールドを有し、ここでチェックサムフィールドはデータテレグラム全体に関するチェックサムを有する。特にマスタデータテレグラムはこれらのフィールドを有利には前述の順で有する。またこのほかに中央加入者機から伝送されるデータストリームの開始部または終了部に別のフィールドを設けてもよい。同期情報をデータフィールドに埋め込む際には、有利には、全体テレグラム（Summentelegramm）として構成されるマスタデータテレグラムに1つまたは複数の関連する部分領域または相互に個別の部分領域から成る同期情報が埋め込まれ、一義的に、または設定に応じて第2の加入者機へのデータ伝送のためのテレグラム位置から分離される。

【0021】

本発明の方法の効率的なインプリメンテーションのために、有利には、同期情報はデータフィールドの部分フィールドを形成する。このように全同期情報は関連する複数の部分フィールドから成っている。ここで有利には、同期情報を含む部分フィールドはマスタデータテレグラムのデータフィールドの第1のエントリである。基本的には同期情報はできるかぎりマスタデータテレグラムの開始部に位置すべきである。なぜならテレグラムの開

10

20

30

40

50

始部は早期に受信され、早期にさらなる処理に回されるからである。またマスタデータテレグラムのデータフィールドも同期情報の埋め込みにとって都合がよいので、この情報がデータフィールドの最初のエントリ（第1のエントリ）としてマスタデータテレグラムのタイプフィールドの直後に配置されると、全体として同期情報の有利な位置決めが実現される。

【0022】

また有利には、同期情報を含む部分フィールドはデータテレグラムの開始から所定の設定時間で終了する。ここでの設定時間は既知かつ一定であり、特にデータテレグラムの全長から独立に定められる。テレグラムの開始は中央加入者機での同期時点に固定に関係づけられているので、中央加入者機で同期時点からマスタデータテレグラムに埋め込まれた同期情報の終了までの時間が既知となる。したがってマスタクロックに対する同期のインターバルも既知となり、一定のトリガ時点がテレグラム長に無関係に得られる。このようにして既知のインターバルによる安定した同期が達成される。

10

【0023】

有利には、前述の設定時間は数 μs の範囲、例えば約 $2\mu\text{s}$ の範囲にあり、特に有利には約 $2.24\mu\text{s}$ である。設定時間をこのように選定すると、実用の面から生じる同期情報の長さへの要求を完全に満足することができ、有利である。また同期情報が通信サイクルにおいて十分に早期に第2の加入者機へ達するので、同期情報の評価およびマスタデータテレグラムに含まれる駆動情報のさらなる処理を効率的に行うことができ、時間的な設計の点で有利である。

20

【0024】

本発明の特に有利な実施形態では、データテレグラムに含まれる同期情報は固有のチェックサムにより確認される。これにより、一方ではマスタデータテレグラム全体が1つのチェックサムによって確認され、同期情報はいわば固有の付加的なチェックサムによって確認されるので、冗長性が得られる。このとき特に有利な実施形態では、同期情報の受信に対して状況によってはきわめて長くなりうるマスタデータテレグラム全体の受信完了を待機しなくてよく、副局に対する動機情報が使用可能となる前にデータのエラーチェックを行うことができる。同期情報に固有のチェックサムは、マスタデータテレグラム全体に比べて同期情報には格段にビットエラーが生じにくいいため有利である。この小さい確率は、ビットエラーが均等に分散しているものとしたとき、破壊された部分テレグラムまたは全体テレグラムの現れる確率が部分テレグラムまたは全体テレグラムの長さにはほぼ比例することに基づいている。マスタデータテレグラム全体が必要とされないことが例えばマスタデータテレグラムの終了部に配置されたチェックサムFCSを用いた相応の検査によって見出された場合でも、正確な同期を行うことができる。なぜならマスタデータテレグラムの最初の部分に含まれた同期情報が伝送されて受け取られており、状況に応じてこれが固有のチェックサムにより検査されるからである。このチェックサムは基本的には同期情報のみに関して形成される。本発明の有利な実施形態では、チェックサムはデータテレグラムの開始から同期情報までに関して形成される。ゆえに通信プロトコルによれば必須のマスタデータテレグラムの開始フィールド、例えばプリアンプルフィールド、宛先アドレスフィールド、ソースアドレスフィールドおよびタイプフィールドがともに確認される。このチェックサムは有利には同期情報を含む部分フィールドの終了部に配置された巡回冗長検査である。この実施形態では、マスタデータテレグラムに自立的な同期テレグラムが埋め込まれており、2つのテレグラムのヘッダは一致している。2つのテレグラムはそれぞれ固有のチェックサムにより相互に独立に保証され、チェックサムの受信によりそれぞれのテレグラムの処理を開始することができる。

30

40

【0025】

有利には、少なくとも1つの第2の加入者機でのチェックサムが既知のデータテレグラムのエントリに対して記憶されているチェックサムとの比較により評価される。データフィールドに基づいて可変のマスタデータテレグラムのデータ内容やデータ量とは異なり、同期情報の確認の際に、伝送されるデータの一貫性の検査が著しく簡単となる。なぜなら

50

データの数制限され、データ量が一定となるからである。したがってチェックサムを前もって定めておき、同期情報の正確性を検査する巡回冗長検査を簡単な比較により行うことができる。これにより計算コストが低減される。

【0026】

本発明の特に有利な実施形態では、同期情報を含む部分フィールドはタイプフィールド、フェーズフィールドおよびチェックサムフィールドを有利にはこの順で有し、ここで部分フィールドのチェックサムフィールドはデータテレグラムの開始からフェーズフィールドまでに関するチェックサムを含む。タイプフィールドは有利にはテレグラムタイプを表す。第2の加入者機を中央加入者機に対して同期しなくてはならず、そのためには同期情報を中央加入者機から第2の加入者機へ送信すればよいことに基づいて、本発明では、ドライバテレグラムが相応の構造を有し、通信システムにおいて2つのタイプのテレグラム、すなわちマスタデータテレグラムとドライバテレグラムとが同じフォーマットまたは構造を取るようにする。特に有利には、ドライバテレグラムは従来技術（図4を参照）のように個々に副局から送信されるのではなく、マスタデータテレグラムと同様に全体テレグラムとして構成される。したがって有利には唯一のドライバテレグラムがあればよく、ここに個々の副局が予め定義されたフィールドとして例えばドライバの実際値をエントリする。ドライバテレグラムをマスタデータテレグラムと同じ構造とするために、データフィールドの開始部に特別な部分フィールドが存在するようにすると有利である。部分フィールドの開始部に設けられたタイプフィールドは、この実施形態で、前述のテレグラムがマスタデータテレグラムであるかドライバテレグラムであるかを表す。

【0027】

本発明の有利な実施形態は従属請求項に記載されている。

【実施例】

【0028】

本発明のさらなる特徴、目的、利点および適用手段を以下に実施例に則して添付図を参照しながら詳細に説明する。図中、同じ参照番号は同じ素子または相応する素子を表している。以下に説明および／または図示する全ての特徴は、特許請求の範囲に表されている以外にも、単独でまたは任意に組み合わせて本発明の対象となりうる。

【0029】

図5には、本発明の通信システムの通信サイクルにおける駆動フェーズが概略的に示されている。図5からわかるように、データテレグラムは中央加入者機またはマスタ加入者機（主局）と少なくとも1つの第2の加入者機またはスレーブ加入者機（副局）とのあいだで交換される。ここで中央加入者機に対して副局を同期しなければならない。中央加入者機から例えば図1のリング状構造に沿って送信されるデータテレグラムはマスタデータテレグラムMDTと称される。少なくとも1つの副局のデータテレグラムはドライバテレグラムATと称される。図5には唯一のドライバテレグラムしか示されていないが、これは唯一の第2の加入者機しか設けられていない場合（図4を参照）、またはドライバテレグラムが全体テレグラムとして構成されており、複数の第2の加入者機に対する相応のテレグラム領域から成る場合に対応する。マスタデータテレグラムMDTには例えば副局によって駆動されるアクチュエータに対する目標値が含まれる。ドライバテレグラムATは例えば中央加入者機へ返送すべき相応の実際値を含む。同期情報は本発明の実施例によれば、固有のマスタ同期テレグラムMSTによって形成される（図4を参照）のではなく、マスタデータテレグラムMDT内のデータフィールドMSTとして形成される。マスタデータテレグラムMDTの詳細な構造は図6に則して後述する。ここではマスタ同期情報のフィールドであるマスタ同期テレグラムMSTがマスタデータテレグラムMDTの開始部またはヘッダHDR後方の前半部分に埋め込まれることを指摘しておく。

【0030】

ドライバテレグラムATは本発明の通信システムのインプリメンテーションをハードウェア的およびソフトウェア的に簡単化するために、マスタデータテレグラムMDTと同じ構造を有する。ただし一般にドライバテレグラムによる同期情報は主局へは伝送されない

。2つのタイプのテレグラム、すなわちマスタデータテレグラムMDTとドライバテレグラムATとは本来のデータ、例えば目標値および実際値について同じオフセット量を有する。マスタデータテレグラムおよび少なくとも1つのドライバテレグラムATを含む通信の部分が、図5にRTチャンネルとして示されている。RTチャンネルのほか付加的に、通信サイクルにIPチャンネルを含めてもよい。IPチャンネルはインタネットプロトコルにしたがって符号化されたデータを伝送するためのタイムスロットである。通信サイクルの期間も図5に示されている。SERCOS^(R)インタフェースでの通信サイクル(図4を参照)の期間はマスタ同期テレグラムの終了から次のマスタ同期テレグラムの終了までの期間として定義されるが、これに相応に、本発明の通信システムでの通信サイクルはマスタデータテレグラムのマスタ同期情報フィールドの終了から次のマスタデータテレグラムのマスタ同期情報フィールドの終了までの期間として定義される。次の通信サイクルはマスタデータテレグラムのマスタ同期情報フィールドに続く部分で開始される。これは図中の点線矢印により次のサイクルのRTチャンネルとして概略的に示されている。

【0031】

図6には概略的にマスタデータテレグラムの詳細な構造が示されている。本来のマスタデータテレグラムの開始前にアイドルフェーズIDLEが設けられており、これは少なくとも12Byteの長さである。マスタデータテレグラムはスタートストリームデリミタSSDと称される1Byteの大きさのデータフィールドによって開始される。これは伝送されるデータストリームの開始を表すプリフィクスである。これに続いて6Byteの長さのプリアンプルpreambleが設けられる。プリアンプルの機能は本発明の通信システムの電子回路のハードウェアに対してスタートアップ時間を設け、テレグラムの伝送を識別できるようにすることである。さらにこれに本来のテレグラムまたはフレームの開始を表すスタートフレームデリミタSFDのデータフィールドが続く。SFDは1Byteの長さである。続いてマスタデータテレグラム内にこのテレグラムの宛先アドレスdestination addressおよびソースアドレスsource addressが設けられ、これらのデータフィールドはそれぞれ6Byteの長さを有する。さらに、どのタイプのネットワークプロトコルが次のデータフィールドで使用されているかを識別するための2Byteの長さのタイプフィールドtypeが続く。これに続いて本来のデータフィールドdata fieldが設けられており、その長さは正確には定められていない。例えばイーサネットではデータフィールドの長さは1500Byteまでの値である。一般にデータフィールドの長さはどれだけの量のデータがテレグラムとして伝送されるかに依存する。データフィールドに続いて4Byteの長さのフレームチェックシーケンスFCSが設けられる。FCSはテレグラム全体についてのデータの一貫性を検査するチェックサムを含む。伝送データに続いて1Byteの長さのエンドストリームデリミタESDのフィールドが設けられる。これは伝送データストリームの終了を表すサフィクスである。

【0032】

マスタ同期情報フィールドMSTは本発明のテレグラムのデータフィールドの一部であり、正確に言えばデータフィールドの開始部に埋め込まれている。マスタ同期情報フィールドの長さは一定であり、テレグラムタイプtelegram typeを表す1Byteの長さの開始フィールドを有する。このフィールドでは特に当該のテレグラムがマスタデータテレグラムMDTであるかまたはドライバテレグラムATであるかが表される。前述したように、副局を中央加入者機に対して同期するので、同期情報は基本的にマスタデータテレグラムのみに必要となる。ハードウェアおよびソフトウェアでのインプリメンテーションを簡単化するために、有利には、ドライバテレグラムをマスタデータテレグラムと同じ構造にし、ここでドライバテレグラムもマスタ同期情報フィールドを有するようにする。この場合にテレグラムタイプのフィールドは副局の相応の情報によって占有される。本来の同期情報は1Byteの長さの次のフェーズフィールドphaseで伝送される。マスタ同期情報フィールドに続いてフィールドCRCが形成され、これはデータストリームの開始すなわちSSDフィールドからマスタ同期情報フィールドのフェーズフィールドまでデータの一貫性を検査する巡回冗長検査に用いられる。CRCチェックサムはSSDフィールドからフ

10

20

30

40

50

エーズフィールドまでに含まれるビットパターンに対して多項式を適用して形成される一義的な数である。同じ多項式がデータテレグラムの受信局で使用され、第2のチェックサムが形成される。2つのチェックサムは比較され、伝送データが破壊されていたり誤っていたりしないかが検査される。図6からわかるように、CRCフィールドはマスターデータテレグラムのSSDフィールドの開始から一定の時間で終了する。この一定の時間は有利には約2 μ sであり、図示の実施例では2.24 μ sである。

【0033】

図5、図6に関連して通信サイクルおよびマスターデータテレグラムの詳細を説明したが、以下に第2の加入者機またはスレーブを中央加入者機またはマスタに対して同期する動作を詳細に説明する。スレーブはここではマスターデータテレグラムMDTを受信し、この
10 テレグラムから一方で同期情報を取り出し、他方に対応する制御情報、例えばエレクトロメカニカルトランスデューサ（モータ）に対する目標値を取り出す。この制御情報はスレーブが全体テレグラムとして構成されたマスターデータテレグラムMDTの対応位置に書き込まれた情報を読み出すことにより得られる。マスターデータテレグラムMDTは通常はテレグラムの終了部にオーバーオールチェックサムFCSを有するので、マスターデータテレグラムMDTの全体が受信された後にデータテレグラム全体の妥当性が検査される。スレーブに属する制御情報はマスターデータテレグラム全体が受信されエラーチェックが行われた後に使用可能となる。特にマスターデータテレグラムの長さが不定であるため（データフィールドdata fieldは1500 Byteまでの可変の内容を含みうる）、制御情報がスレーブ
20 に使用可能となる時点を正確に予測することができない。本発明の同期情報の埋め込まれたマスターデータテレグラムはこれとは異なる。

【0034】

本発明では同期情報は、従来技術のように固有のマスタ同期テレグラムとしてスレーブへ供給されるのではなく、部分フィールドMSTとしてマスターデータテレグラムMDTのデータフィールドへ組み込まれる。埋め込まれた同期情報には固有のチェックサムCRCが設けられており、マスターデータテレグラムのうち開始から同期情報までの部分（図6では28 Byteの長さ）が確認されるので、同期情報をマスターデータテレグラムの受け取り直後からデータフィールド内の部分フィールドMSTの終了までのあいだ評価することができる。したがってマスターデータテレグラム全体を完全に受信してからエラーをチェックする必要がない。同期情報の終了、すなわち部分フィールドMSTの終了はテレグラム
30 開始から既知かつ一定の時間を置いた時点として、特にマスターデータテレグラムの全長から独立に定められるので、同期情報がスレーブで使用可能となる時点も既知となる。またマスターデータテレグラムの開始は中央加入者機またはマスタの同期時点に対して固定の関係性を有しているから、マスタでの同期時点から同期情報を含む部分フィールドMSTの終了、すなわちCRCフィールドの終了までの期間も既知となる。これにより既知のインターバルでの安定した同期が達成される。

【0035】

特にドライバまたはアクチュエータの駆動の条件となる同期を少なくとも部分的に目標値の受信と同時に行うことができる。ここで同期情報を含む部分テレグラムの検査はCRCフィールドを介してチェックサムFCSを使用したマスターデータテレグラム全体のチェ
40 ックよりも格段に小さな計算コストで迅速かつ簡単に行うことができる。これは同期情報を含む部分テレグラムのデータフィールド、すなわちマスターデータテレグラムの開始から同期フィールドMSTのCRCフィールドまでが既知であり、小さなデータエントリ手段を選択することで特定できるからである。チェックサムCRCは前もって定めることができ、部分テレグラムのチェックは簡単な比較により行われる。チェックサムCRCは残りのテレグラム内容に依存して変化することはない。これに対してマスターデータテレグラムMDT全体の妥当性を検査するチェックサムFCSは、伝送される可変のデータ内容、特にデータフィールドに依存するので、確認に手間がかかる。

【0036】

本発明を有利な実施例に則して詳細に説明したが、当該の技術分野の技術者にとっては

10

20

30

40

50

、本発明の基礎となる着想から離れることなく本発明の特徴に種々に変更または修正を加えられることが明らかである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】 従来技術から公知のリング状構造の通信システムの概略図である。

【図 2】従来技術から公知のバス構造の通信システムの概略図である。

【図 3】 従来技術から公知のスター状構造の通信システムの概略図である。

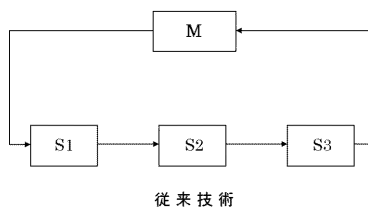
【図４】従来技術から公知のＳＥＲＣＯＳ^{（Ｒ）}インタフェースを用いた通信システムでの同期および正規駆動のための通信サイクルのフェーズの概略図である。

【図 5】本発明の通信システムの同期および正規駆動のための通信サイクルのフェーズの概略図である。

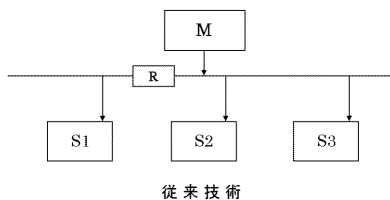
10

【図 6】本発明の通信システムで使用する同期情報を含むテレグラムの構造の概略図である。

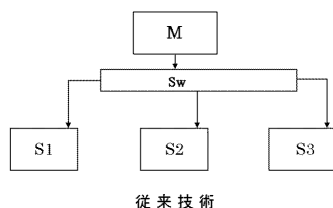
【図 1】



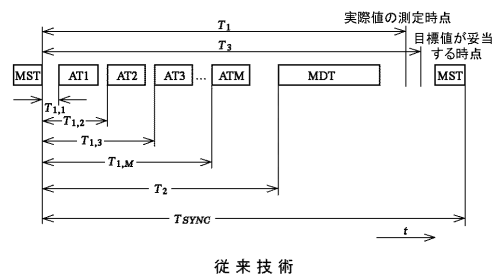
【图 2】



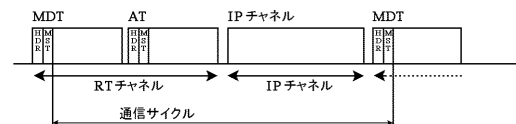
【图 3】



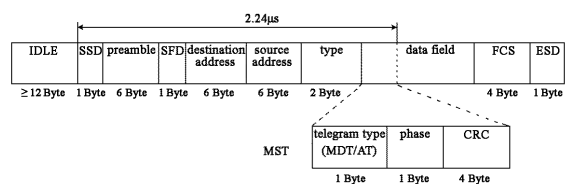
【図 4】



【図 5】



【图 6】



フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 リゴベルト キナスト

ドイツ連邦共和国 ローア アム マイン ゲッツェンブルネンヴェーク 13

(72)発明者 ルートヴィヒ ロイアース

ドイツ連邦共和国 ローア アム マイン ヴァレンティン＝ペーター＝シュトラッセ 19

(72)発明者 トーマス シュミット

ドイツ連邦共和国 ハーフェンローア アム ゲーヘグ 13

(72)発明者 シュテファン シュルツェ

ドイツ連邦共和国 ローア アム マイン グレーザーヴィーゼンヴェーク 4

審査官 白井 亮

(56)参考文献 特開平10-107725 (JP, A)

特開平11-122253 (JP, A)

特開昭47-037315 (JP, A)

特開2005-086758 (JP, A)

特開2000-049738 (JP, A)

特表2004-505497 (JP, A)

特表2002-510081 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 7/00