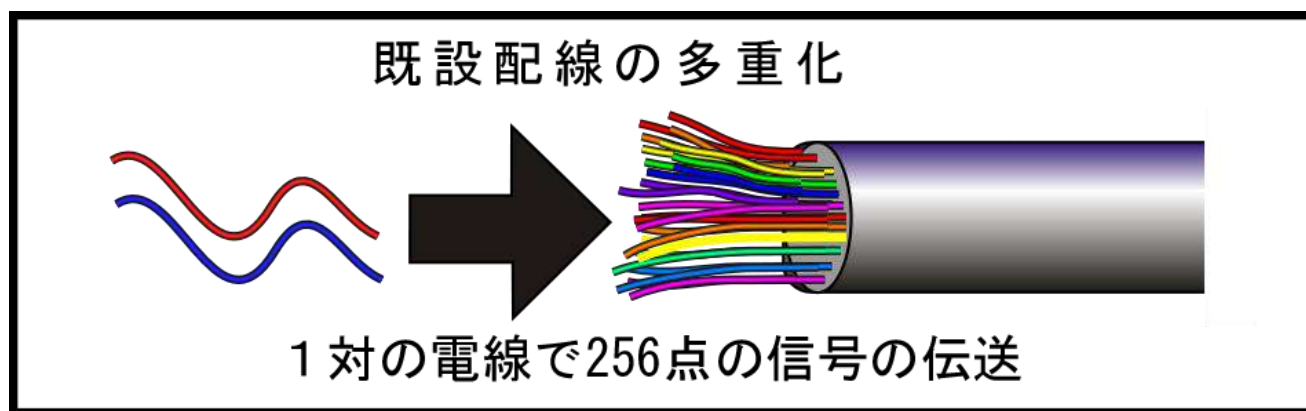


計測技術

Instrumentation and Automation

2019 3

617. Vol.47. No.4



「オームの法則」による超長距離の信号伝送システム

CONTENTS

特集 進化する赤外線サーモグラフィと適用事例

ハイエンド冷却型赤外線サーモグラフィの適応事例 (株)ケン・オートメーション 矢尾板達也

熱画像計測装置 CPA-04シリーズ (株)チノー 佐賀匡史

120Hz高速サンプリング温度計測で確かな“ものづくり”に貢献

日本アビオニクス(株) 入江朋子

赤外線カメラの使用方法

(株)ビジョンセンシング 小川文弘

製品と技術

省エネ・小型UPS「UNIPARA-mini」シリーズ

(株)日立製作所 目黒 光

生産現場のデジタル変換による確実な操業の実現

日本エマソン(株) 一木澄隆

「オームの法則」による超長距離の信号伝送システム

豊中計装(株) 小谷勝也

連載

ガス流量計測のはなし 第123回

東京メータ(株) 小林 駿

マスフロー千一夜物語 第51回

EZ-Japan 黒田 誠

機能安全機器の設計のポイント2

(一社)安全・環境マネジメント協会 石田 豊

(株)イーエス技研 中谷 淳

食品のトレーサビリティ 第25回

食品トレーサビリティシステム標準化推進協議会 大野耕太郎

コラム

第33回 因果より相関関係か

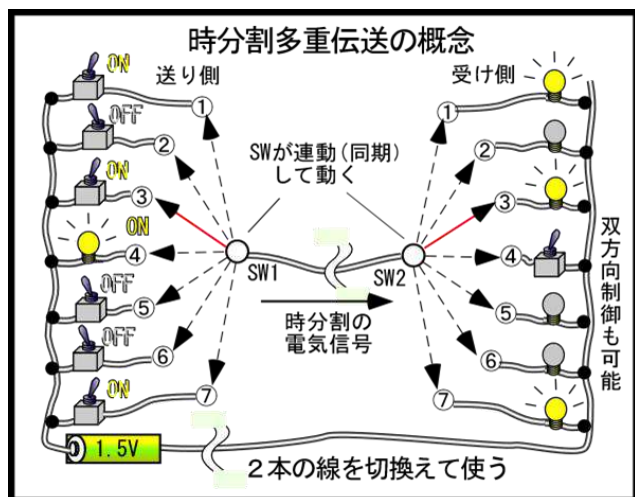
山崎弘郎

「オームの法則」による超長距離の信号伝送システム

豊中計装 小谷勝也

はじめに

紹介するのは時分割多重伝送というやや古典的な信号伝送方式である。この時分割多重伝送は概念的には第1図のようなものである。古典的な信号伝送方式ではあるが、現在主流となっている高速なTCPIP(早口の会話型通信のようなもの)に比較して多くのメリットのある部分もあるものである。第1図のように、信号の送り側と受け側が物理的に確実に繋がる時分割の方法は、安定した情報伝送が可能である。これはTCPIPやRS485通信等のようにその都度通信相手を選択して情報を送り、ダメであれば再度送信する会話型通信の信号伝送方式に比べてはるかに安定度があり、1ビット(第1図でいえば①~⑦のポジション)で一つの仕事をこなす方式は、使う他のPCPIP等の方式に比べて100倍、1000倍以上のビット効率の良いものである。



第1図 時分割多重伝送の概念

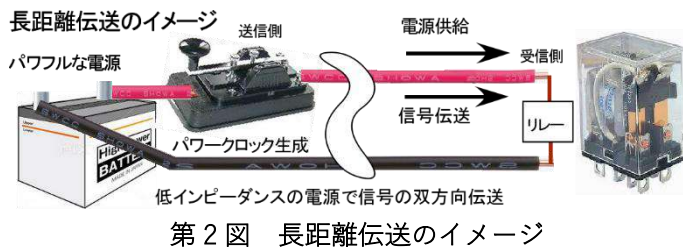
この時分割多重伝送は時代に逆行する形のようなアナログ的な信号情報伝送方式ではあるが最新のネットワークに比べても遜色のないメリットが多くある。近く5Gの10Gbpsを超える通信速度の通信システムが実用化されようとしている時代ではあるが、紹介する時分割多重伝送のシステムは一見時代錯誤

と思える低速の500bpsや1kbpsの伝送速度である。伝送速度が1Kbpsといえば、10Gbpsのなんと一千分の一の遅い伝送速度である。しかしこのことを逆にいうと、1ビットの各クロックは一千万倍の幅が広い信号幅で、その幅の広い部分があることにより、シンプルで安定した伝送が可能なシステムである。この非常に幅の広いクロック(第1図の各ポジション)で、それぞれノイズ処理、アドレス、ヘッダー、フッター、情報送付、情報取得、エラー処理等を確実に行うことで、全ての処理が完結してしまうビット効率の非常に良いものである。従来一途に高速性を求める電光石火的な情報伝送の流れではあるが、最近徐々に適材適所的な無駄なリソースを消費しない方法での伝送も見直されつつある。例えば最近のIoTの概念が普及しつつある用途では高速一辺倒ではなく、無駄なリソースを多く使用するカタログ的スペックの宣伝合戦の延長ではなくIoTの現実的な内容により、例えば100bpsのような必要な用途に最適な通信高速で行う、ムダを省いたスリムな概念も浸透しつつある。実際この伝送システムの速度の1Kbpsといえば信号処理を適切に行うことにより、1秒間に1,000点あるいは1,000ヶ所の仕事を瞬時にこなすことができる素晴らしいものである。また500bpsといえば更に信号幅が広く、更なる長距離伝送が可能なるものである。

1. 超長距離伝送の基本

これらの観点をベースにして表題の「オームの法則」による超長距離の信号伝送を第2図に基づいて説明する。超長距離伝送の基本は、パワフルな電源が離れた場所にあるリレーをON/OFF/ON/OFFと駆動するようなものである。具体的にはこのリレーを確実に駆動する要件として重要なことは、受信側までリレーのONに必要な電圧を供給することと、OFFの時はリレーがOFFになるまでの電位を下げること、更に時間的にはON動作に必要なON情報

の時間を継続すること、OFF 作動時に必要な OFF 情報の時間を継続すること、この四つの条件さえ満たせば世界中どこでも簡単に超長距離の情報伝送が可能となる。そのためには電源電圧、配線抵抗、リレー駆動電圧、リレー消費電流を調べてオームの法則で計算することで表題の(「オームの法則」による超長距離の信号伝送システム)のシステム構築は完結する。基本概念は以上となる。

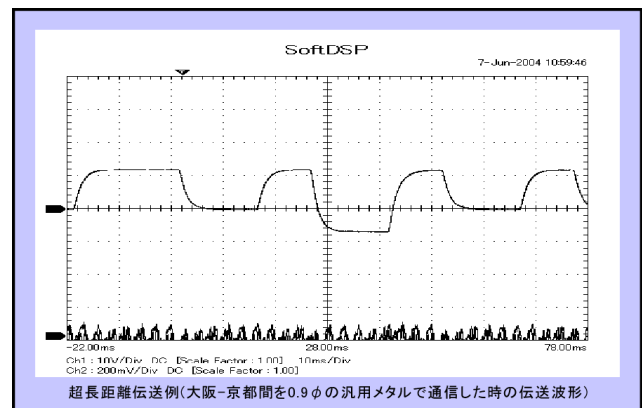


2. 商品開発の経緯

平成元年に開発した多重伝送ユニバーサルラインは、上記の基本概念をベースにシステム構築することで2本の線に時分割で接点の ON/OFF 情報を伝送するシステムでスタートした。

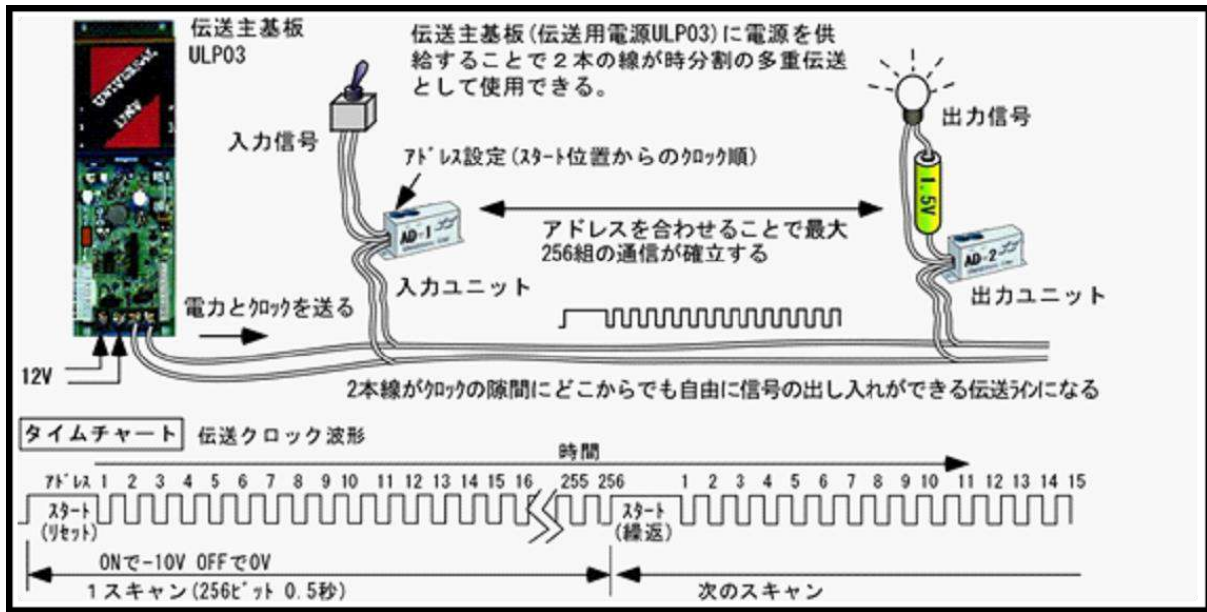
実際に超長距離の信号伝送を実用的に行うには受信側にリレーやランプではなく、高速応答性能の良い半導体に置き換えること、更に信号の ON と OFF の時間を変えて意味付けを行うと、クロックに負極性の情報信号を注入することで長距離の情報伝送が可能となる。しかし実際に施工を行うと単純な伝送ではあるが、超長距離伝送の場合は情報伝送を阻害する多くの要因がある。以前電鉄会社の依頼で、大阪と京都間の 50 km 弱を 0.9φ の CPEV 線 1 ペアを使って伝送の試験を行った。その伝送路の電線の抵抗値は、約 3KΩ で電線間の静電容量は約 3.5μF 程度ある。静電容量が 3.5μF といえば、60Hz 脈流の平滑回路や位相改善に使える静電容量である。このことは間違いなく、平滑イコール情報伝送の信号消滅、位相改善イコール情報改竄に働く要因となる。更に情報伝送を阻害する要因としては超長距離の広大なエリアからの空間結合による強烈なノイズである。特に電車路線のレールの近傍での信号伝送は瞬時においては、5,000A 程度の大電流が流れるハイパワーなノイズ源の影響を受けることになる。第3図は、大阪と京都間の 50 km 弱の伝送試験の大阪側の送信波形を京都側で受信した時の伝送波形である(時間軸 10mS/Div)。受信波形は配線抵抗と静電容量分が大きくなまっているのが確認できる。ちなみ

に下部の未使用の 2 CH 目の波形は、架線の三相全波整流の 360Hz の誘導ノイズ波形である。



3. 伝送システムの概要

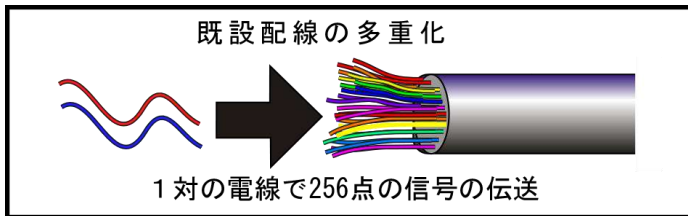
実際に上記の問題を解決するためには多くの課題がある。まず伝送路の静電容量の影響を取り除く必要があるが、物理的なケーブルの距離に比例する電線間の静電容量は防ぎようがない。静電容量の影響を減らす方法としては、静電容量とは逆の作用をするインダクタンスを伝送路に挿入することで、その影響を削減することはできる。実際 1900 年代初頭から長距離の信号減衰保障用に装荷コイルといわれるものが使われていて、少し前までローカル線の通信線で見受けられた。しかしこの装荷コイルを挿入する方法は万能ではなく、異なる周波数成分のリングング等が発生して信号伝送の妨げになる場合もあり、また伝送路長による定数の変更が必要なので使いにくいものである。そのため長距離伝送の実際の伝送路で採用している方法は、クロック ON で電線間に充電した電荷を情報の伝送に影響を与えない範囲で、クロックの OFF 期間に吸収する回路等を追加することで、静電容量の影響を軽減している。また強烈な誘導ノイズについては、ノイズと信号情報とを明確に分離する性能の良いフィルターの挿入とデジタル的な入力信号の処理ルーチンにより確実なクロック、確実な情報を分離するロジックを採用している。また信号情報の注入方式は RS485 等のような一般的なクロックと同一電位の伝送方式ではなく、クロックと逆極性の情報を注入することによりインピーダンスの低い信号源や負荷の影響で信号情報が減衰しない機能を持つ部分を特長とする伝送方式である。



第4図

伝送の基本は第4図の伝送主基板からタイムチャートにあるような、スタート目印のあるクロックを送出するものである。信号を入出力する伝送子機は、主基板からのクロックに同期して接点情報を出し入れすることで第5図のような省配線伝送が可能となる。この仕組みのクロック数は256/1,000点あるので、各クロックの隙間に負極性の情報をのせることで1対の電線で256/1,000点の接点信号の送受が可能となる。

- ③ 配線方法の自由度が高い
T型分岐、ツリー配線、ループ接続、一筆書き、細線ダブル配線等が可能
- ④ 途中分岐自由
配線途中の分岐は分岐数、分岐長ともに無制限に分岐することが可能
- ⑤ 伝送路の終端処理が不要
クロックの反射波が無視でき、全ての分岐先で端末での分岐処理が不要
- ⑥ 電線種別不問
線間、大地絶縁が確保できればどのような電線、ケーブルでも使用可能
- ⑦ ツイスト不要
一般的通信で必要とされるツイストやペアケーブル不要での伝送が可能
- ⑧ シールド不要
インバータ動力線と並行配線の場合でもシールドは不要
- ⑨ 3タイプの伝送距離(ユニバーサルライン)
クロック幅に応じた10km/20km/50kmの最大伝送距離のタイプがある
- ⑩ 1Kbpsのローランは伝送線で端末に100Wまでの電力供給可能



第5図 既設配線の多重化

4. 伝送システムの特長と伝送仕様

この信号幅の広い伝送方式を採用したシステムはユニバーサルライン(500bpsタイプ)、ローラン(新製品1Kbpsタイプ)と名付けられ多くの自由度の高い特長を持っている。

- ① 超長距離伝送機能(500bpsタイプ)
信号幅が広く0.9φの電線で最長50kmの伝送が中継なしで可能
- ② 非常に高い耐ノイズ性能
50万Vの特別高圧変電所の監視にも納入済み
動力計と配線ルートとの分離不要

伝送方式	正負時分割多重伝送方式 双方向ブロードキャスト
伝送速度	500bps、170bps、40bps、(1Kbps)
伝送ビット	256bit/1 スキャン 回線増設時 1024bit、(1,000bit/1 スキャン)
2sq の伝送距離	10 km-500bps、20 km-170bps、50 km-40bps、(3 km)
伝送内容	接点信号、パルス、アナログ 混在伝送可能

第 1 表 ユニバーサルライン(ローラン)伝送仕様

AD1	1 点入力ユニット	機器のリアルタイム ON/OFF 監視
AD2	1 点出力ユニット	照明、空調等の制御用
AD3	1 点カウンタユニット	本文の伝送カウンタ
AD1AD	1 点アナログ入力ユニット	1 点の電圧、電流、温度の入力
SU8AD	8 点アナログ入力ユニット	8 点の電圧、電流、温度の入力
SU1DA	1 点アナログ出力ユニット	1 点の電圧、電流の出力
PUX3	伝送メインユニット	クロック生成の基本ユニット、LAN I/F 付き

第 2 表 ユニバーサルライン製品構成

5. ユニバーサルラインの製品構成

ユニバーサルラインのラインアップは上記のようなものがあり、それぞれスイッチで設定可能な 1~256 のアドレスを持ち、同一番号の入力が同一番号の出力に情報を送出するというプログラムで動作する、非常にシンプルな構成のものである(第 1・2 表)。

大事にしながら継続的に応用を拡げつつある。また、当社はこの省配線伝送のノウハウを公開して既存リソースの有効活用あるいは、新規参入が可能な方法や汎用的な仕様作りも検討しているところである。

おわりに

高度に発達した 5G 等の高速通信、ICT 化の時代の高速一辺倒の中で 500bps、1Kbps の速度で確実に情報伝送し、多重化による省配線で無駄なリソースを使用しないシンプルな多重伝送の用途は、今後ますます増えてくる。群雄割拠ともいえる各種の無線、ICT 化システム、創成期の IoT 化の時代ではある話題性、風評に流されない考え方で整合性のとれた速度、スリムな構成、既存リソースの有効利用も長期スパン、長期運用で考えると非常に必要である。人のスピードに合わせた伝送のユニバーサルラインは、1 ビットの信号を大切に扱うシンプルな省配線技術で 30 年の連続使用実績の技術をベースにノイズ克服のノウハウを加味したラインアップは、安価で汎用の高機能パソコン、インターネット、新しいインターフェース等との組み合わせにより従来の資産を

コタニ・カツヤ
 豊中計装株式会社 技術部
 〒561-0841 大阪府豊中市名神口 3-7-13
 電話(06)6336-1690
 E-mail : tk@toyonakakeisou.com