

台形波配電システムにおける 三相電力線通信による負荷制御

河崎哲央* 野口季彦

(長岡技術科学大学)

Load Control with Three-Phase Power Cable Communication in Trapezoidal Wave Power Distribution Network

Tetsuo Kawasaki, and Toshihiko Noguchi (Nagaoka University of Technology)

1. はじめに

筆者らはコンデンサ入力形ダイオード整流回路をもつパワーエレクトロニクス応用機器に限定して給電する三相台形波配電システムを提案し、各相の無通電期間に着目した単相電力線通信について検討してきた^{[1][2]}。本稿では、三相全ての電力線を利用した電力線通信法について考察し、複数台の負荷チョッパを個別に遠隔制御できることを実験的に確認したので報告する^[3]。

2. データ通信の原理

Fig. 1 にデータ通信の原理を示す。最上部の図は三相台形波配電における各相の相電圧波形を示している。台形波相電圧の 1 周期あたり、電力伝送に寄与する平坦部は $2p/3$ 、残り $p/3$ は傾斜部で各相の電流は流れない。つまり、傾斜部の電圧が台形波の平坦部を超えなければ、負荷整流回路の整流特性に全く影響を及ぼさない。したがって、これら傾斜部に任意の信号波形を重畳して電力線通信を行うことができる。また、三相の台形波を合成すると傾斜部だけを一括して得ることができ、通常の台形波では 150 [Hz] の三角波となる。本稿では三相台形波の傾斜部を正弦波状に変化させ、それらを合成して 150 [Hz] の正弦波が得られるようにする。これにより、重畳した信号は、合成した正弦波をバンドエリミネートフィルタに通すことによって検出することができる。

3. 電力線通信システム

<3.1>通信データの重畳

台形波の 1 傾斜部にスタートビットを含む 4bit のシリアル方形波データ列を重畳する。重畳データ 1bit あたりの周期は 0.25 [ms] で、4bit 通信データの重畳には 1 [ms] がかかる。

<3.2>通信データ復調システム

通信データ検出部の構成を Fig. 2 に示す。3 台の小信号用トランスを一次側でスター結線し、二次側を直列接続することで三相台形波の傾斜部だけを合成した正弦波 V_o が得られる。得られた V_o は 150 [Hz] の正弦波成分を除去するためにバンドエリミネートフィルタ (BEF) に入力され、濾波された信号成分から通信データを復調する。

Fig. 3 に提案システムによる通信データ検出波形を示す。重畳したデータが H のときは、復調信号 S_{vo} が H、

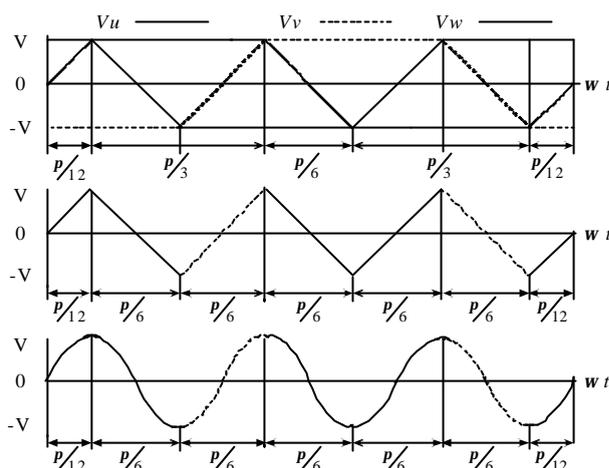


Fig. 1. Three-phase trapezoidal-wave voltages and synthesized wave.

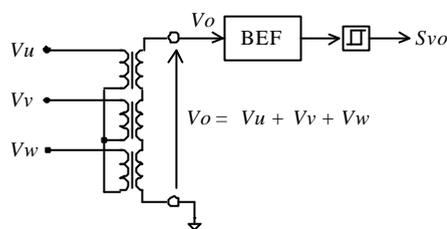


Fig. 2. Configuration of data extractor using three-phase power cables.

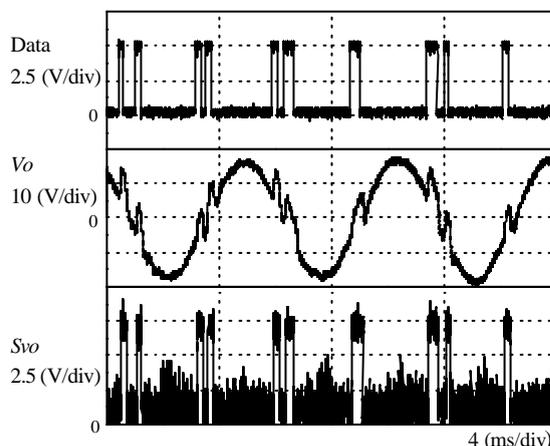


Fig. 3. Example of synthesized wave and extracted data.

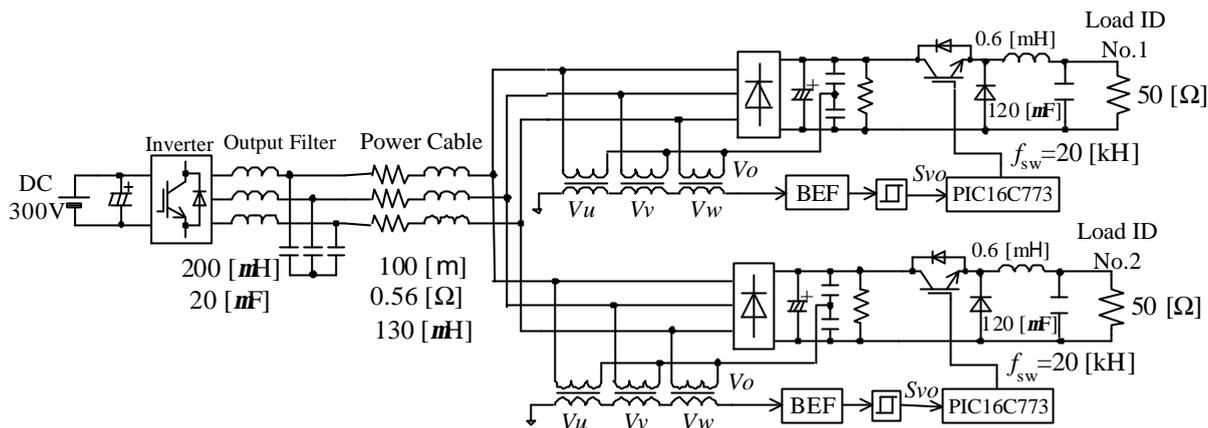


Fig. 4. Experimental system configuration.

データが L のときには S_{vo} が L になっており、良好に通信データを電力線から抽出できていることがわかる。

<3.3>通信プロトコル

Fig. 5 に示すように三相台形波を合成して作られた正弦波の上り傾斜部に負荷 ID 識別データを重畳し、下り傾斜部に上り傾斜部で指定した負荷チョップのデューティ指令値を重畳する。よって合成された正弦波の 1 周期 6.66 [ms] で 1 つの負荷機器に対する電力制御を行うことができる。

4. 電力線通信による負荷制御の実験結果

Fig. 4 に実験システムの全体図を示す。整流負荷群のモデルとして 2 台の降圧チョップを使用している。それぞれのチョップに負荷 ID をもたせることで、個別に負荷率を制御する。チョップの制御にはワンチップマイコン (PIC16C773) を用いており、検出した信号 S_{vo} を受けて PWM 出力ポートから指定されたデューティのスイッチング信号を出力している。なお、チョップのスイッチング周波数は 20 [kHz] 一定である。

提案システムによるチョップの出力電圧制御の実験結果を Fig. 6 に示す。三相台形波の合成波形の上り傾斜部 A 区間に負荷 ID 識別データ、下り傾斜部 B 区間にチョップデューティ指令データが重畳された後に、チョップの出力電圧が変更されている。以上より 2 台のチョップ制御は干渉することなく、個別に出力電圧の制御が実現されていることがわかる。

5. まとめ

本稿では、台形波配電システムにおいて三相全ての電力線を利用した電力線通信を提案し、それによる負荷制御の実験検証を行った。今後は通信データの増大と三相電力線を活用した双方向通信を検討していく。

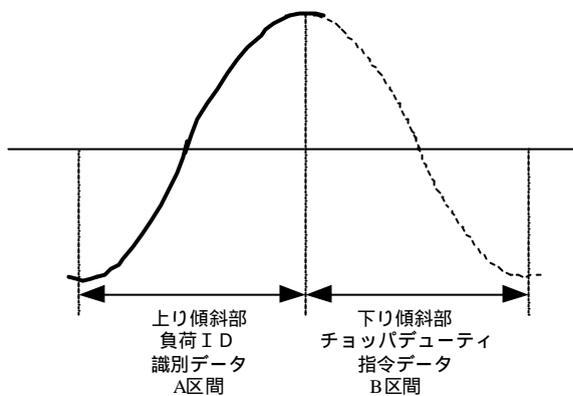


Fig. 5. Data superposed on rising and falling slopes.

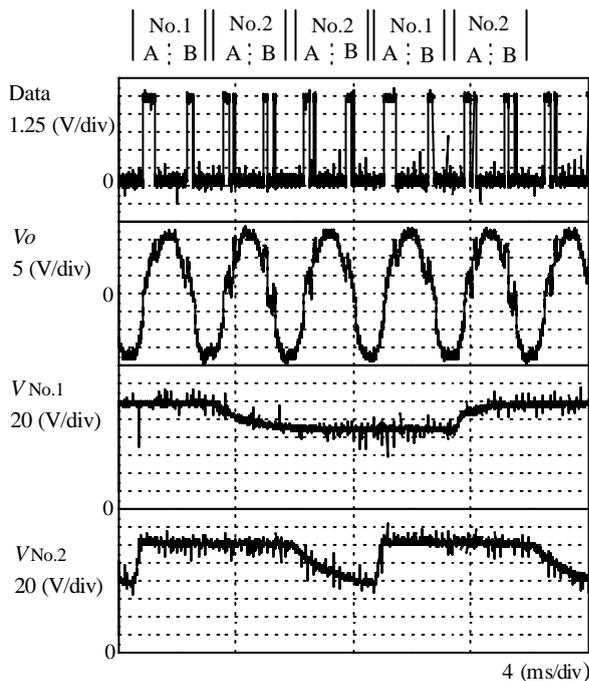


Fig. 6. Load control of two-choppers.

参考文献

- [1] 井本・野口：「台形波配電システムによる電力線通信の可能性に関する検討」電学産応大, Y-99, 2001
- [2] 河崎・野口・井本：「台形波配電システムにおける電力線通信を利用したデマンド制御」電学産応大, vol. 3, pp. 1355-1358, 2002
- [3] 河崎・野口：「三相台形波配電システムにおける電力線通信法の検討」電気学会東京支部新潟支所, IV-11, 2003