

## 制御装置の計装補助設備の開発

戸塚 貴之\* 石井 秀明\*\*

### 1. はじめに

株式会社アイエスアイではPLC (Programmable Logic Controller) を用いたヒーターの制御装置などの保守業務を行っているが、制御装置からヒーターへの制御信号に異常が生じた場合、部材の発注によるタイムラグなどによって異常の解決に2, 3か月を要する場合がある。その間はユーザーが制御装置を一切使用できなくなってしまうため、部品発注から修理を行うまでの間に一時的に使用する補助装置の検討をした。

株式会社アイエスアイではPLCを用いた制御装置や制御盤の開発・販売に関してはノウハウを保持しているが、独自の基板や電気・電子回路の開発に関しては社内に技術者がおらずノウハウも持っていないため、産業技術イノベーションセンターが計装補助装置の試作機の開発を行った。

### 2. 目的

試作する計装補助装置に求められる仕様は以下のとおりである。

- ①PLC から出力される 4-20mA の制御信号について現在の電流値を表示する機能
- ②PLC からの制御信号を遮断し、任意の電流値の模擬制御信号を出力する機能
- ③①, ②の機能を 6 チャンネル分実装し、任意に切り替えられること

これらの機能を安価に実装するため、市販の小型リレー及び電流計、電流発生装置を組み合わせた回路を試作し、一枚の基板に実装する。また、供給する電源は制御盤内のサービスコンセントを使用することを前提とし、ACアダプタ 1 台で賄えるものとする。システム概要は図 1 のとおりである。

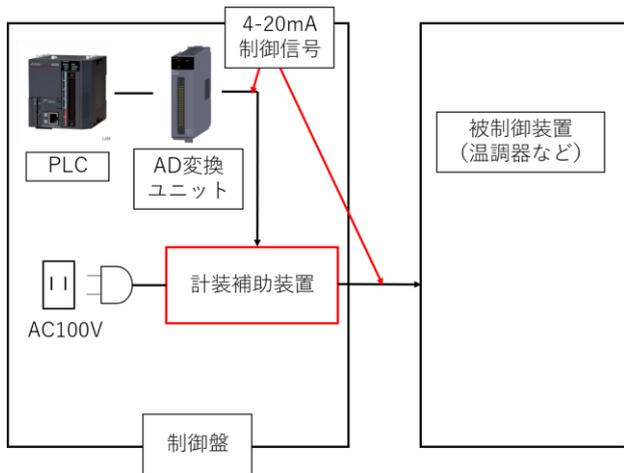


図 1 システム構成図

### 3. 研究内容

#### 3.1 PLCからの入力信号の計測と遮断

今回の研究開発対象となるのは三菱電機(株)製シーケンサ用チャンネル間絶縁デジタル-アナログ変換

ユニット Q66DA-G である。Q66DA-G は 40 ピンの出力(表 1) 及び、それぞれ 6 チャンネルの電圧・電流アナログ出力を持つユニットであるが、今回は 4-20mA の電流制御信号 (A2, A5, A8, A11, A14, A17) のみを対象とする。

表 1 Q66DA-G のピン配置

端子番号	信号名	端子番号	信号名
A1	CH1V+	B1	CH1COM
A2	CH1I+	B2	-
A3	-	B3	-
A4	CH2V+	B4	CH2COM
A5	CH2I+	B5	-
A6	-	B6	-
A7	CH3V+	B7	CH3COM
A8	CH3I+	B8	-
A9	-	B9	-
A10	CH4V+	B10	CH4COM
A11	CH4I+	B11	-
A12	-	B12	-
A13	CH5V+	B13	CH5COM
A14	CH5I+	B14	-
A15	-	B15	-
A16	CH6V+	B16	CH6COM
A17	CH6I+	B17	-
A18	-	B18	-
A19	DC24V	B19	DC24V
A20	DC24G	B20	DC24G

出力が正常な信号についてはそのまま被制御機器へと出力するため、通常時は入力側の信号端子と出力側の出力端子が短絡した状態である必要がある。そのため、今回用いるリレーには制御信号の入力により出力端子を切り替えることができる c 接点を持つリレーを選定した。これによりリレー用の制御信号が入力されていない場合は常に入力端子と出力端子が短絡された状態となる。

出力が異常となっている信号については、リレー用の制御信号が入力された際に出力側の端子と切り離され、模擬負荷へ接続されるようにする。模擬負荷の値については、Q66DA-G の仕様から 600 Ω とした。この模擬負荷へと流れる異常制御信号を電圧電流計 DE-2645-05RR により測定する。これにより、被制御機器へ異常な制御信号が送られることはなく、実際にどの程度の異常信号が発生しているのか計測できる回路となった。

### 3.2 任意の模擬制御信号出力

3.1 により異常制御信号を被制御機器から切り離し、使用者がターゲットとする制御信号を送る必要がある。そのため、切り離れたチャンネルについて任意の出力できる 4-20mA レンジの可変電流発生器 (図 2) を組み込んだ。また、可変電流発生器からの出力と、PLC からの制御信号が短絡し同時に出力端子へと出力してしまうと、電位差により PLC 側または電流発生器側への逆流が発生する可能性があるため、確実にこれらは絶縁されている必要がある。そのため、チャンネル切り替えのタイミングなどでも短絡が発生しないようリレーに 2 接点タイプのもの (オムロン G5V-2) を選定し、短絡の防止と併せて基板面積の削減を図った。



図 2 可変電流発生器

### 3.3 実装及びケースの作成

3.1 及び 3.2 の機能を実装した回路を 6 チャンネル分作成し、ユニバーサル基板上に実装した。電圧電流計及び可変電流発生器の電源、リレー用制御回路には AC アダプタより供給される DC12V を使用した。また、チャンネルの切り替えについてはロータリースイッチを用いてリレーに入力される DC12V を切り替えることで実装した。ロータリースイッチについては切り替え時の短絡防止のため、ノンショーティングタイプを選定した。

試作した回路 (図 3) を株式会社アイエスアイで製作した実験環境へと接続し、PLC より出力した 4-20mA の制御信号の計測及び任意の制御信号の出力、チャンネル切り替えの機能が問題なく動作することを確認した (図 4)。

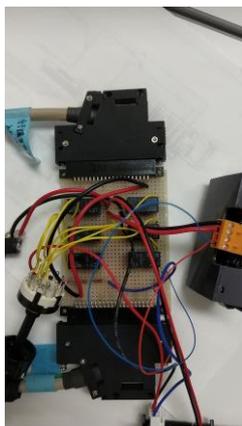


図 3 試作回路



図 4 実験の様子

また、基板を収納するケースをセンター保有の 3D プリンタを用いて試作した (図 5)。



図 5 試作ケース

### 4. 研究結果と考察

当センターでは PLC から被制御機器へ出力されるアナログ信号に問題が発生した際に、機器間に挿入することで一時的に補正信号を出力することができる補助装置を開発した。この装置を株式会社アイエスアイで製作した実験環境に接続し動作試験を行ったところ、任意のチャンネルのアナログ信号の電圧・電流値がほぼ正確に取得できていることが確認できた。

また、電流の出力に関しても電流発生装置に設定した任意の値が被制御対象の機器へとほぼ正確に出力されていることも確認した。

なお、今回製作した回路及び基板は試作であり、ノイズ対策などは一切施していないため、より正確な計測と出力を行うためには GND パターンの検討などのノイズ対策を行う必要があると思われる。また、部品の実装も必要な機能を満たすための最低限の実装となっているため、製品化のためには安全性を高めるためのダイオードなどの部品の追加を検討する必要がある。

### 5. まとめ

当センターで、計装補助装置の試作機を開発した。試作機を用いて、株式会社アイエスアイが製作した PLC と被制御装置を模擬した試験環境にて動作確認を行った。その結果、試作機は要求された仕様を満たすことが確認できた。

今後、株式会社アイエスアイでは、試作した基板とその回路図をもとに量産に向けての改良品を開発し、自社にて販売を行っていく予定である。