

## 課題情報シート

課題名：	産業用制御シーケンスコントローラの開発		
施設名：	四国職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	開発

### 課題の制作・開発目的

**(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術**

安全衛生、PLC、電子回路、マイコン、通信、プログラミング

**(2) 課題に取り組む推奨段階**

上記科目の学科、実習の終了後

**(3) 課題によって養成する知識、技能・技術**

課題を通して PLC の内部構造の実現、パソコン-PLC 間通信、PLC 間通信、GUI プログラミング等の実践力を身に付けることができます。

**(4) 課題実習の時間と人数**

人数： 6名 （生産電子システム技術科 3名、生産情報システム技術科 3名）  
時間： 972 時間

### 課題の成果概要

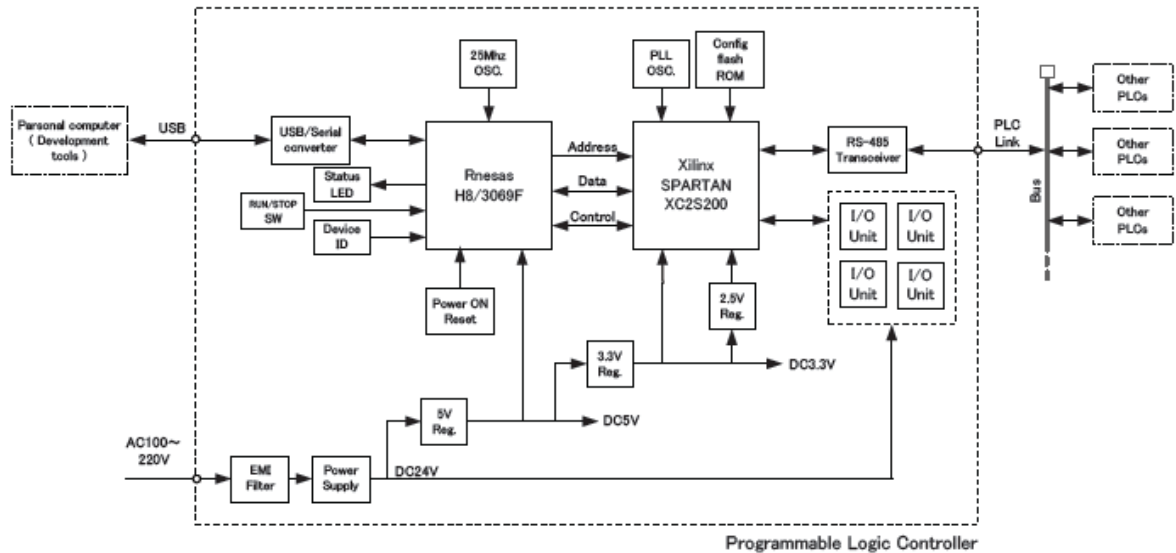
産業用制御シーケンスコントローラ（以下、PLCという）の開発のテーマは大きく分けてPLC 本体の設計・製作と開発ツールの設計・製作の2つに分けることができます。

今回は、PLC 本体の設計・製作を主に生産電子システム技術科の学生、開発ツールの設計・製作を生産情報システム技術科の学生が主に担当しました。

表 1 PLC仕様

項目	性能
Power supply	100~230 V
Power consumption	10 W max
Input (X)	32 points max (DC24V)
Output (Y)	32 points max (NPN O.C.)
Auxiliary relay (M)	240 points
Rink relay (B)	128 points
Timers (T)	64 points (100 ms)
Counters	60 points (5 Hz ) 4 points (15 kHz)
Program capacity	2000 steps

開発ツール（Development tool）はパソコン上で動作し、USB ポート（仮想RS232C）を通してPLCと接続できます。PLC（Programable Logic Controler）はFPGAが搭載されたH8/3069 のマイコンボードを使用しています。PLC 間通信はFPGA 内で独自プロトコルを実装し、RS485 ドライバを通してPLC を8台まで接続できるようにしました。以下に全体のシステム構成図を示します。

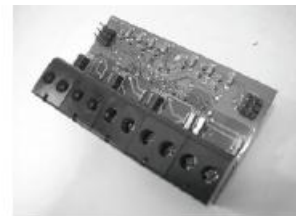


<図1 全体のシステム構成図>

PLCの接点は制御対象によって柔軟に対応できるように、8点単位のモジュールとし、PLC本体に脱着できるようにしました（図2、3参照）。

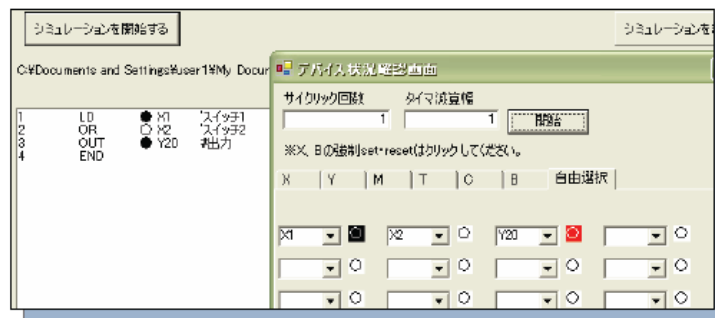


<図2 入力接点ユニット>



<図3 出力接点ユニット>

開発ツール（Development Tool）は、シーケンスプログラム（ラダー図、リスト）を作成する機能、リスト・ラダー間の変換機能、シーケンスプログラムの実行をシミュレーションする機能（図4参照）、PLCの入出力接点をモニタリングする機能、PLCの出力接点を操作する機能、シーケンスプログラムをPLCに転送したり、PLC から読み出す機能を実現しています。



<図4 シミュレーション画面>

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

本テーマを通してのポイントや所見を以下に示します。

- 開発テーマが専攻学科や実技実習で習ったPLCに関する内容なので、再確認や再理解出来た事と、印象深く残った事と思います。
- プログラミングを通して、通信や制御の広い分野に触れる事ができたと思います。
- 1人では到底出来る内容ではなく、複数人によるグループ作業での連携が重要である事を体得できた事と思います。
- PLC は市販されているとは言え、企業秘密の内容が多く、ほとんど非公開である事から、真似ることだけでなく、独自仕様を設定し製作することにより、開発に必要な創造性を養えたと思います。
- 市販品、特に制御分野の製品には安定性、高速性等仕様が書かれているが、それらを実現する事の難しさを体験できたと思います。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GUIプログラミング                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・画面設計・制作</li> <li>・OOPプログラミング</li> </ul> </li>   <li>○ PCプログラミング                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンパイラ（翻訳）</li> <li>・通信</li> <li>・DLL作成</li> </ul> </li> </ul>	<p>◇GUI部分は、生産情報の学生が担当しました。しかし使用者はPLCプログラムを作成する電子技術者であることを前提とし、PLCプログラミング作業をスムーズに進めるための工夫をするように徹底させました。</p> <p>◇PCとPLC間の通信で、PLC側は生産電子、PC側は生産情報の学生が担当しました。</p> <p>PCとPLC間の通信では、プログラムの受け渡しだけでなく、リモートIO制御やPLC実行中のモニタリングが必要となることから、高速、信頼性の確保をどうするかが課題となりました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 生産電子と生産情報の学生同士のコミュニケーションが製品の善し悪しを決定する事となるので、試作（プロトタイプ）を早めに完成させ、生産電子の学生に使ってもらいアドバイスを受けるように指導しました。</li>   <li>● 生産電子と生産情報の学生同士のコミュニケーションが非常に重要なので、定期的なミーティング以外にも、思いついたら細かく頻繁に相談や調整をしながら進めるように指導しました。</li> </ul>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ マイコンプログラミング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信</li> <li>・メモリ管理</li> <li>・サイクリック処理</li> </ul> <p>○ FPGA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速タイマとカウンタ</li> <li>・PLC 間通信プロトコル</li> <li>・マイコンとの通信</li> </ul>	<p>◇ラダープログラミング画面は、2次元平面にラダー記号を自由に描画できる画面です。これを実現するためには、任意の場所に任意のラダー記号を表示するタイルのような機能をソフトウェアで実現する必要があります。</p> <p>◇ソフトウェア機能毎に担当割りして制作できるよう、ライブラリ化しました。</p> <p>◇PC-PLC 間通信では、従来より RS232C が良く使用されていますが、現在市販されている PC (RS232C ポートのない) にも対応するために、USB 通信としました。</p> <p>◇PLC のシーケンスプログラム (中間言語) は、PLC の電源が OFF しても消えないようにする必要があります。</p> <p>◇マイコンによる PLC 制御動作に影響が出そうな高速タイマやカウンタ、PLC 間通信については FPGA で実現しています。</p>	<p>● オブジェクト指向による、GUI 画面の制作を提案しました。</p> <p>● 分担作業し、後で結合しやすい方法を検討するよう指導しました。</p> <p>● 通信による負荷が操作性や制御に影響しないような方法 (割り込み、バッファリング、誤り制御) を指導しました。</p> <p>● FLASH - ROM を増設し、シーケンスプログラムを保存できるようにしました。また、ブロック毎に書き込み、読み出し、消去を自動管理するようなメモリ管理機能を指導しました。</p> <p>● 1 サイクリック処理時間を短縮 (目標 1 mS 以内) にするための工夫やボトルネックを検討するよう指導しました。</p>

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 四国職業能力開発大学校  
住所 : 〒763-0093  
香川県丸亀市郡家町 3202 番地  
電話番号 : 0877-24-6290 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/kagawa/college/>