

発電プラント用プログラマブルコントローラ "FUJI MICREX-PS"

Programmable Controller for Electric Power Plant "FUJI MICREX-PS"

杉浦英徳 * Hidenori Sugiura · 野尻裕昭 * Hiroaki Nojiri · 相場 茂 ** Shigeru Aiba · 中川保博 *** Yasuhiro Nakagawa

I. まえがき

プログラマブルシーケンスコントローラが実用化されて既に10年以上を経過するが、その間に出現したマイクロプロセッサに代表されるLSI技術の急激な進歩は、コントローラの制御機能と信頼性の向上、価格の低減を可能にし、この分野の様相を大きく塗り替えた。

特に、マイクロプロセッサとICメモリの発達は、コントローラの多様化をもたらし、一方では安価で手軽に使える汎用シーケンスを普及させ、他方では高機能、高信頼性の制御演算装置を発展させた。その結果、シーケンスコントローラの適用先は飛躍的に拡大し、今日では、あらゆる産業分野においてコンパクトで高機能な制御装置として評価が定着した。

富士電機では、昭和47年に最初のシーケンスコントローラ"USC-500"を納入して以来、幾多の経験を積み、昭和53年に産業用マイクロコントローラ"FUJI MICREX-E"を開発、以後そのシリーズ化を進めてきた。

FUJI MICREX-Eシリーズは、高機能なマイクロコントローラとして各方面のユーザから好評を得、数多くの納入実績を上げているが、此の度、その一環として、水力発電所など電力設備のシーケンス制御を主眼とした"FUJI MICREX-PS"システム(以下、PSシステムと略す)を開発したので、ここにその概要を紹介する。

II. 開発の背景とシステムの特長

電力会社における発電制御の無人化、自動化、無接点化は急速に進んでおり、従来の電磁リレー式制御装置に代わるマイクロプロセッサ応用の高機能、高信頼性シーケンス制御装置の開発が強く望まれるようになった。

一方、富士電機には多数の一般産業用マイクロコントローラFUJI MICREX-Eシリーズを製作、納入してきた豊富な経験と実績があり、更に電力会社向けにも水力発電所を主体に"SC"シリーズのシーケンスコントローラを数多く納入した実績がある。

今回、これらの経験と設計技術を生かす中で、機能ユニット化、二重化構成及び自然空冷を基本とする新しい

シーケンス制御装置PSシステムを開発した。

以下に本システムの主な特長を示す。

- (1) 制御演算部とプロセスI/O部の機能分割と独立したユニット構成。
- (2) マルチコントローラバス、高速リモートI/O伝送ラインによるユニット間結合と柔軟なシステム構成。
- (3) ユニット単位の自己完結形自己診断機能と容易な二重化構成による高信頼度システム。
- (4) インタフェースターミナルによる外部回路との確実な絶縁と耐電圧AC2,000V、定格電圧DC110V、2A無接点出力など豊富なプロセスI/O。
- (5) MCバス結合によるテレコン子局機能の付加。
- (6) ファンレス化による保守の簡易化と保全性の向上。
- (7) FUJI MICREX-Eシリーズに共通の制御向き専用言語(EPOL)によるプログラミングとCRTローダによるシステム保守、プログラミングサポート。

III. システム構成

PSシステムの基本部は、

- (1) シーケンスコントロールユニット(SCU)
 - (2) 入出力ユニット(IOU)
 - (3) テレコンユニット(TCU)
- などの各機能ユニットと、これらを相互に結合し、制御情報や入出力データを交換する
- (4) マルチコントローラバス(MCバス)
 - (5) リモートI/O伝送ライン(EIO伝送ライン)

から構成される。

SCUはプログラムメモリに記憶されたアプリケーションプログラムに従って、シーケンス制御、アナログデータ処理などの論理演算、数値演算を実行する演算処理部であり、IOUは制御対象となる外部機器、回路と入出力信号やデータを交換するプロセスI/O部である。また、TCUはテレコンの子局に相当する伝送機能ユニットである。

MCバスは、SCU、IOU、TCUなどの機能ユニットを最大10台まで接続可能な高速の近距離並列伝送バスで

* 富士ファコム制御(株) 技術本部 ** 制御技術部 システム技術部

*** 電力プラント事業本部 水力プラント統括部 プラント部

あり、EIO 伝送ラインは SCU と IOU を 1 : N で接続する長距離直列伝送ラインである。

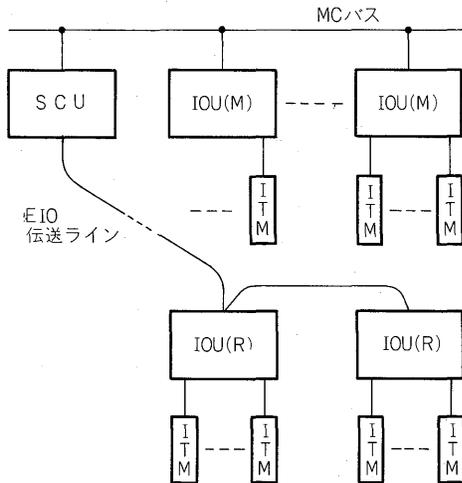
これらを具体的な制御システムに適用する場合、制御対象となる設備の構成、規模、信頼度レベルによって、簡潔なものから複雑、高度なものまで幾つかのシステム構成が考えられる。

以下にその代表的な例を示す。

1) SCU 1 台システム

最も一般的でシンプルなシステムであり、第 1 図にその構成例を示す。このシステムでは、1 台の SCU が MC バス又は EIO 伝送ラインを介して複数台 (最大 8) の IOU につながり、システム全体を一つの演算処理機能で制御するので、システム構成や制御プログラムが簡潔になる。

なお、この場合でも制御電源やプログラムの二重化などの信頼性対策は可能である。



第 1 図 SCU 1 台システム
Fig. 1. System structure of single SCU system

2) SCU 2 台システム

SCU 二重化システム、常用/予備切換システム、機能分割/部分バックアップシステムなど多様なシステム構成が可能である。

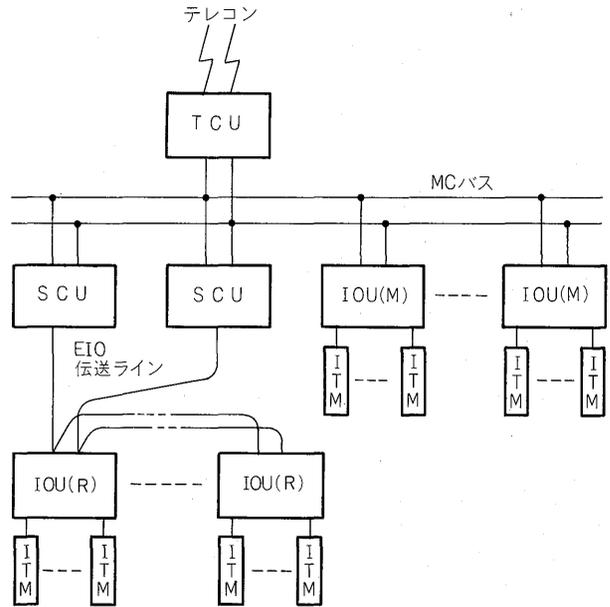
2 台の SCU は MC バスを介して結合され、相互にデータを交換しながら上記機能を果たす。

なお、このシステムでリモート I/O 機能を付加する場合には、EIO 伝送ラインが二重化構成となる。

3) 高信頼度二重化システム

PS システムの開発主旨、機能、特長を最も良く生かしたシステムであり、その構成例を第 2 図に示す。

個々のハードウェアの内、異常発生時の影響が大きい SCU、MC バス、EIO 伝送ライン及び制御用電源ユニットについては、それぞれが二重化されデュアル運転を行うため、いずれか片系に異常が生じてシステムは支障なく運転を継続することができる。

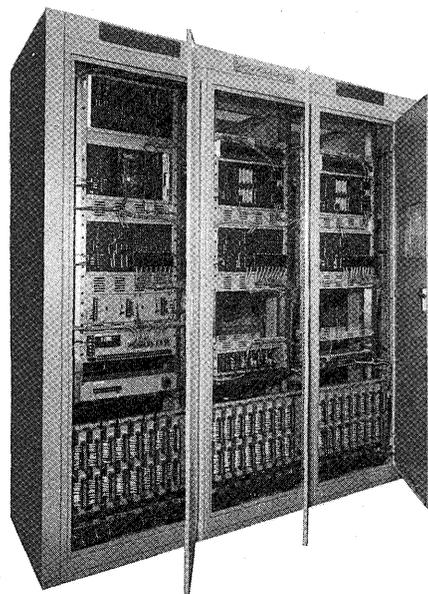


第 2 図 高信頼度二重化システム
Fig. 2. System structure of high reliability dual system

なお、IOU、TCU については、万一異常が発生しても他への影響が比較的に少ないため、MC バス、EIO 伝送ライン、テレコン伝送に対するインタフェース部だけ二重化する。

本システムでは、同一機能をもった 2 台の SCU に対し、個々の IOU が二重化されたインタフェースを介して複数個、並列に接続される。すなわち、SCU と各 IOU は 2 : 1 の関係で接続され、伝送データが交換される。

そのため、各 IOU は外部機器・回路から受け取る入力データを 2 台の SCU に並列に送信 (分配) する機能と、2 台の SCU から並列に受信するデータを一致確認



第 3 図 システムの外観
Fig. 3. External view of FUJI MICREX-PS system

した上で外部機器・回路に出力する機能を備えている。

第3図に本システムの外観を示す。

IV. アプリケーション機能

本システムは以下に示すように、多様なアプリケーション機能を実現できる。

- (1) シーケンス制御
- (2) 調整制御
- (3) 被制御機器の状態監視，表示及び記録
- (4) データ編集
- (5) 遠方監視制御
- (6) 上位計算機及び他 PS システムとの結合など。

本システムの水力発電所への適用例を第4図に示す。

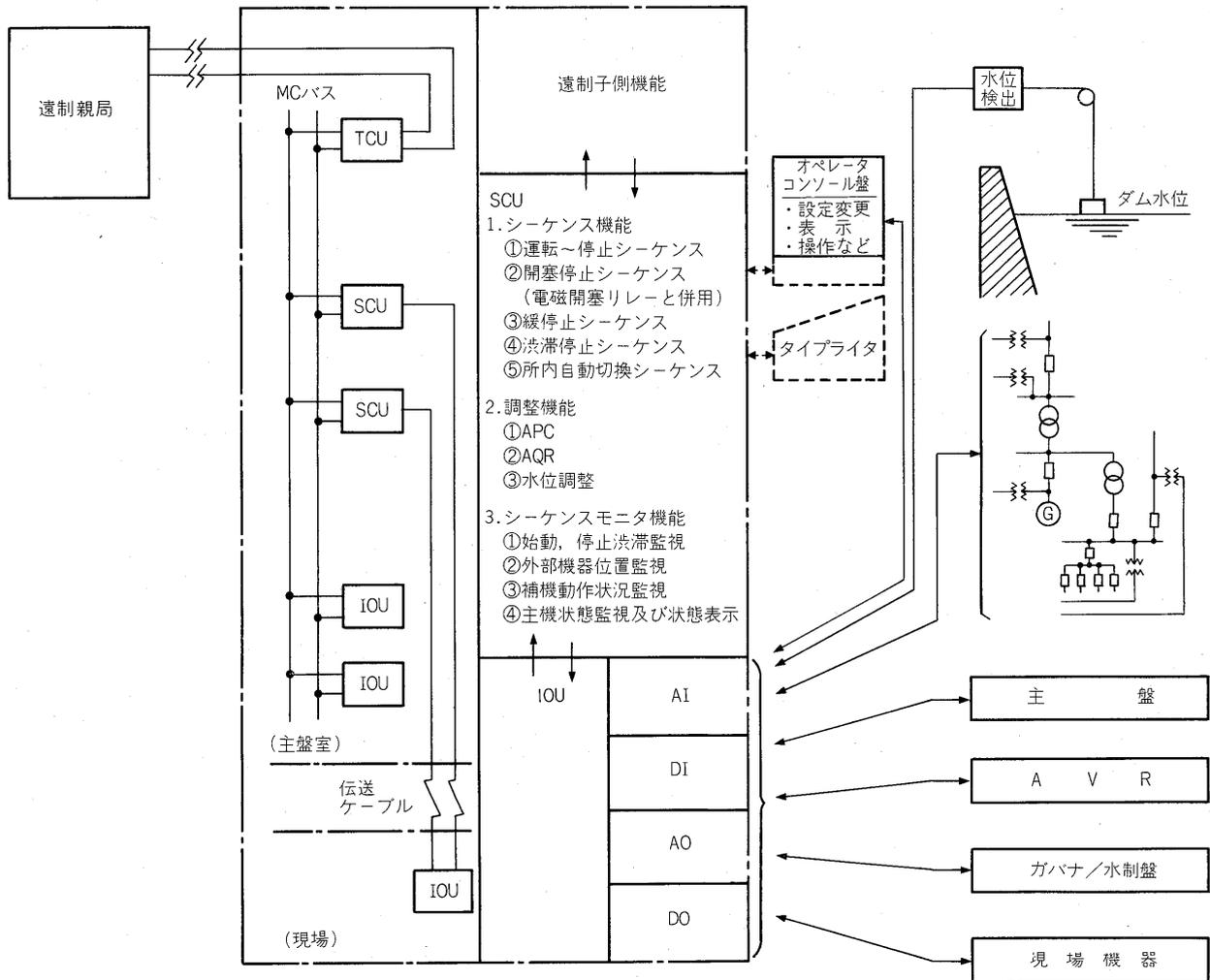
本システムは以下に示す機能を実現でき、水力発電所のほとんどすべての制御を行うことができる（水車调速機や励磁装置は一般に別の理由で、あえて独立した調節器を設置している）。

1. シーケンス機能

- (1) 運転停止シーケンス
 - ① 発電運転停止シーケンス
 - ② 揚水運転停止シーケンス
 - ③ 調相運転停止シーケンス
 - ④ 試送電運転停止シーケンス
- (2) 非常停止シーケンス（現時点では電磁閉塞リレーの併用を一般としている。）
- (3) 緩停止シーケンス
- (4) 渋滞停止シーケンス
- (5) 所内電源自動切換シーケンス
- (6) 自動復旧シーケンス
- (7) 補機運転制御シーケンス
- (8) 制御用検出リレー
- (9) 自動同期投入制御（ただし、現在は同期検出装置は別置としている。）
- (10) その他シーケンス制御

2. 調整機能

- (1) 65 F, 65 P 制御
 - ① APC



第4図 水力発電所への適用例

Fig. 4. Example of application for electric hydraulic power station

- ② AFC
- ③ ALR
- (2) 90R 制御
 - ① AQR
 - ② APFR
- (3) 77制御
 - ① 水位調整
 - ② 水位差応動
 - ③ 流量調整
- (4) 高効率運転制御
- (5) 各種プログラム運転
- (6) 各種複数台制御
- (7) その他二次調整機能
- 3. シーケンスモニタ機能
 - (1) 始動・停止渋滞監視
 - (2) 外部機器位置監視
 - (3) 補機等動作状況監視
 - (4) 主要機器状態監視及び状態表示
 - (5) 各機器の運転時間監視
 - (6) 故障記録
- 4. テレコン子局機能
 - (1) 制御指令受信
 - (2) 設定値受信
 - (3) 表示信号送信
 - (4) 計測データ送信

V. システム仕様

本システムは、電力会社の発電設備など高信頼度制御が特に要求される分野への適用を目的として開発したプログラブルコントローラであるので、耐電圧、耐ノイズ、耐インパルスなど一般的な電気的環境条件で通常、日本の電力会社にて定められている仕様をすべて満たしているほか、構造的あるいはシステムのにも機能単位のユニット構造化、重要機能の二重化、遠近2種類のデータ伝送機能、自然空冷など特長的な仕様が組み込まれている。

第1表にシステムの仕様一覧を示す。

VI. ハードウェアとその機能

本システムを構成するハードウェアは、III章で述べたSCU、IOU、TCUなどシェルフ構造の各機能ユニット及びMCバス、EIO伝送ラインのほか、入出力信号の絶縁とレベル変換を行うインタフェースターミナル(以下、ITMと略す)、共通部などに給電する電源ユニット(二重化可能)、外部から制御電源を受け取りロッカ内に分配するMCBユニットなどがある。

これらのハードウェアは適用するシステムの大きさ、

容量、要求されるシステム信頼度などに応じて必要な数だけ組み合わされ、ロッカに実装される。

以下に主なハードウェアの概要を紹介する。

1. シーケンスコントロールユニット(SCU)

SCUは本システムの制御演算を実行する中枢ユニットであり、マイクロプロセッサ、メモリ、バス制御などの基本カードとローダインタフェース、MCバスインタフェース、EIO伝送制御などの機能カードで構成され、制御電源ユニットとともに一体化されて19インチシェルフに実装される。

MPUには、FUJI MICREX-Eシリーズで実績をもつビットスライス形プロセッサを使用し、マイクロプログラム制御方式による言語の統一と高速演算処理機能を実現している。

プログラムメモリは16k語/カードのEPROMを標準としているが冷却ファンを付加することにより、8k語/カードのワイヤメモリを使用することもできる。

MCバスインタフェース、EIO伝送制御などの機能カードはシステム構成に応じて、それぞれ必要なものを実装する。

制御電源ユニットは1:1給電のシェルフ内蔵形を標準とするが、SCU1台システムで電源だけ二重化する場合には、2:1給電の二重化電源ユニットを外付けすることもできる。

2. 入出力ユニット(IOU)

IOUは制御対象となる外部機器、回路と入出力データを交換するプロセスI/Oユニットであり、IOプロセッサ(IOP)、MCバス又はEIO伝送インタフェースなどの基本カードと最大8枚のPIOカード(DI、DO、AI、AOなど)で構成され、制御電源ユニットとともに一体化されて19インチシェルフに実装される。

IOPは8ビットのマイクロプロセッサを内蔵し、入出力データの収集・分配、IOUの自己診断、二重化構成への対応処理を行う。

PIOカードは、DI、DO、AI、AOの各種カードがあり1枚当たりそれぞれ32点(DI、DO)、16点(AI)、8点(AO)の入出力点数を持つ。外部機器、回路とのインタフェースはいずれもITMを介して行う。

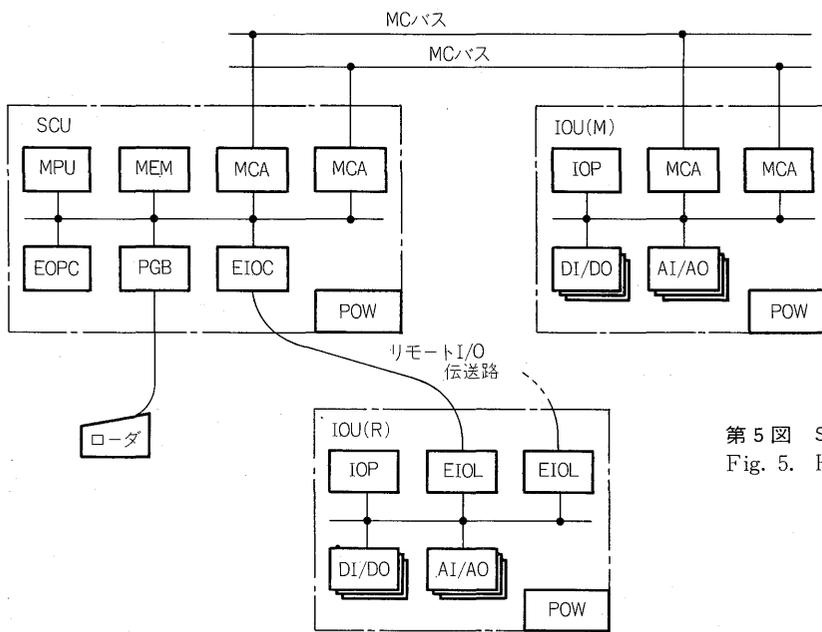
制御電源ユニットは、SCUと同じくシェルフ内蔵形を標準とするが、二重化電源ユニットを外付けすることもできる。第5図にSCUとIOUのハードウェアの構成を示す。

3. テレコンユニット(TCU)

本ユニットはテレコン子局相当の情報伝送機能を備え、マイクロプロセッサ制御による柔軟なシステム対応性と1ユニット当たり1,200ボー2回線の伝送制御能力を持つ。

第1表 システム仕様
Table 1. System specifications

項 目	仕 様	備 考	
S C U	制 御 方 式	マイクロプログラム制御 ストアードプログラム方式	
	プログラム言語	制御向き専用語	POL形 103種
	制 御 機 能	常時サイクリック制御 ステップシーケンス制御 定周期サンプリング制御 割込み制御	プログラム数 64 割込みレベル 4
	命令実行時間	論理演算：2.25 μ s 加 減 算：4.0 μ s 乗 除 算：8.5~11 μ s タイマ・カウンタ：8.5 μ s	
	メモリ容量	EPROM：16k語 ICRAM：2k語	冷却ファンを付加することによりワイヤメモリも可
	タイマ・カウンタ	合計 240点	タイマ：0.1秒~170分 カウンタ：0~1023
	入出力点数	DI/DO：最大2,048点 AI/AO：最大 256点	IOU：最大8ユニット
I O U	PI/Oカード実装	最大 8枚/ユニット	DI/DO：最大 256点 AI/AO：最大 32点
	デジタル入力	DC 100V 5mA DC 24V 10mA AC 100V 5mA	インタフェースターミナルによる 32点/ターミナル
	デジタル出力	DC 100V 2A DC 100V 0.2A DC 24V 0.2A	インタフェースターミナルによる 16点又は32点/ターミナル
	アナログ入力	0~(±)5V, 0~(±)10V	16点/カード
	アナログ出力	0~(±)5V, 0~(±)10V	8点/カード
	SCUインタフェース	MCバス結合又はリモートI/O結合	
	制 御 機 能	DOの照合出力機能 DIの入力分配機能	
M C バ ス	伝 送 方 式	メモリリフレッシュ方式	周期：10ms
	伝 送 速 度	250kバイト/秒	
	接 続 ポ ー ト 数	最大 10	
	リ ン ケ ー ジ	(1:N):N	N<10
	伝 送 路 長	ポート間 2m 全 長 20m以下	34心フラットケーブル
リ モ ー ト I/O 伝 送 路	伝 送 方 式	半二重直列伝送	HDLC準拠
	伝 送 速 度	330kビット/秒	
	接 続 ポ ー ト 数	最大 8	
	リ ン ケ ー ジ	1:N	N \leq 8
	伝 送 距 離	最大 1km	
一 般 仕 様	電 源	DC 110V (90~140V) AC 100V \pm 10%, 50/60Hz	
	耐 電 圧	AC 2,000V 1分間	
	周 囲 温 度, 湿 度	0~40°C 20~90%RH	
	振 動, 衝 撃	振動：0.2G以下 衝撃：1G以下(運転時)	
	接 地	独立 第3種	
取 納 ロ ッ カ 寸 法 〔高さ×幅×奥行〕	2,300×700×800(mm)…独立設置形 2,300×700×450(mm)…配電盤組込形	除く：ベースチャネル 側板 裏面扉	



第 5 図 SCU と IOU のハードウェア構成
Fig. 5. Hardware construction of SCU and IOU

伝送情報はすべて MC バス給合で、他の機能ユニットと直接交換するためコンパクトなハードウェア構成となる。

なお、高信頼度システムとして回線及び制御電源の二重化構成が可能である。

4. インタフェースターミナル (ITM)

ITM は、IOU に実装される PIO カードと 1:1 対応で設けられる。個々に独立したブロックユニット構造で、接続される外部機器、回路、信号レベルに応じた各種仕様のユニットが用意されており、改造・増設にも柔軟に対応できる。

アナログ用を除き、いずれも AC 2,000 V, 1 分間の耐電圧をもち、前面の一括着脱可能なねじ端子台には 3.5 mm² までの外線ケーブルを直接つなぎ込むことができる。

5. MC バス

MC バスは、メモリアクセスと同じ手順で各機能ユニット間の、高速なデータ交換を可能にする近距離データ伝送バスである。

SCU, IOU, TCU などバスに接続する各機能ユニットに 1 枚の MC バスインタフェースカードを実装し、その間を 1 本の多心ケーブル (バス) で接続するだけで伝送速度 250k バイト/秒のデータ交換機能を活用することができる。

6. EIO 伝送ライン

コントローラ本体と被制御機器の設置場所が離れている場合、本システムではリモート I/O 機能を有効に利用できる。例えば、制御室に SCU を、被制御機器側に IOU を設け、その間を 2 対のペア線 (EIO 伝送ライン) で接続するだけで、330k ビット/秒の 1:N 半二重直列

伝送によって PIO データを収集、分配できる。なお、伝送距離は最大 1 km である。

VII. ソフトウェア

SCU のメモリカードに書き込まれ、MPU が定常的に実行するプログラムは、

- (1) 装置に標準的に組み込まれ、イニシャル処理、異常処理、RAS 情報の収集などアプリケーションをサポートするシステムプログラム。
- (2) 制御対象・内容に応じて各ユーザごとに個別に設計・製作するアプリケーションプログラム。

に分けられるが、いずれも FUJI MICREX シリーズに共通の制御向き専用言語 "EPOL" にて作成される。

ここでは両者を区別せず、プログラムの概要を全体的に説明する。

1. EPOL

制御向き専用言語 EPOL は、次のようなシーケンス制御、数値演算、アナログ制御など豊富な機能をもつ合計 103 種の命令で構成される。

- 1) シーケンス制御命令
リード、ライト、アンド、オアなど 23 種
- 2) 一般ワード及びレジスタ間演算命令
ロード、ストア、加減乗除など 46 種
- 3) アナログ制御命令
微分、積分、フィルタなど 13 種
- 4) プログラム制御及び特殊命令
プログラム開始、終了、チェックなど 21 種

これらの命令群は、ビット/ワード/アナログなどの演算が混在する複雑なデータ処理とソフトウェア作成手順

の簡易化を可能にし、高度化するプラント制御への対応を図っている。

また、個々のEPOL命令に加え、コード変換、二語長演算、関数発生などのサブプログラムをファンクションモジュール (FM) として登録し、EPOL命令と同等に使用することができる。

2. プログラムの種類

本システムでは制御対象やその内容に応じて最適な演算処理ができるように、プログラムの実行形式として次の4種類を用意している。

1) サイクリックシーケンスプログラム

プログラムをその順序に従って最初から最後まで実行し、これを連続的に繰り返す最も一般的なシーケンス制御プログラム。

2) ステップシーケンスプログラム

前項と同様、連続的な繰返し動作を行うが、動作条件が成立したプログラムだけを実行し、不成立なプログラムはジャンプする。

3) 定周期サンプリングプログラム

内部の定周期割込み信号に応じて一定時間ごとに動作する優先処理プログラム。時間制御など定周期性が必要な演算処理、状態変化検出処理などに使用する。

4) プロセス割込みプログラム

他のデバイスから与えられる割込み信号に応じて不定期に動作する優先処理プログラム。高速応答処理、異常処理などに使用する。

3. プログラムの構成

本システムでは、システムプログラムとアプリケーションプログラムは同等であり、全体を一連のプログラム番号 n で区別し、管理する。1台のSCU (MPU) は優先度の高い順に0, 1, 2, 3, Pの五つのプログラム実行レベルを持ち、合計で最大64本のプログラムを登録できる。0~3レベルは割込みプログラムであり、Pレベルは常時スキャンのプログラムである。

各プログラムはいずれも開始命令 (PROG n) で始まり、終了命令 (PEND) で終わるが、その実行レベルはプログラム番号 n により固定的に定められている。

次に、各レベルごとに登録可能なプログラム本数と番号を示す。

- (1) Pレベル：32本 (内、1本はシステム)
PROG 0~PROG 31
- (2) 3レベル：8本 (すべてアプリケーション)
PROG 32~PROG 39
- (3) 2レベル：8本 (内、3本はシステム)
PROG 40~PROG 47
- (4) 1レベル：8本 (内、3本はシステム)
PROG 48~PROG 55

- (5) 0レベル：8本 (内、7本はシステム)

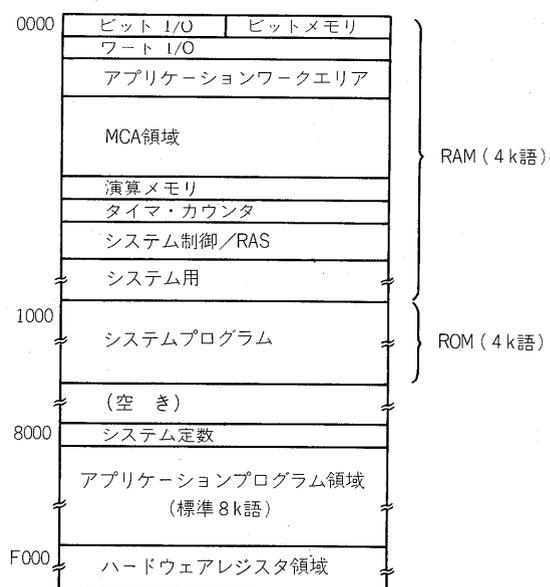
PROG 56~PROG 63

なお、プログラム番号とメモリ上の割付位置は関係がない。

4. 主記憶の割付

主記憶のアドレス空間は全体で64k語 (16ビット/語) あり、システム固有のデータ領域、プログラム領域、アプリケーションプログラム領域、ファイル領域、ワーク領域などがROMとRAMに分割して割り付けられる。

第6図に主記憶の割付配置を示す。



第6図 主記憶の割付け
Fig. 6. Memory allocation of MPU

5. プログラム機器

プログラム機器として、CRTローダ、磁気テープ装置、紙テープリーダ/パンチャ、プリンタ、タイプライタなどを接続することができ、プログラムの書込み、読出し、点検、変更などを目的に応じて行うことができる。

CRTローダは、SCUと直接接続され、他のプログラム機器は、CRTローダを経由して接続される。

SCUのメモリにワイヤメモリを使用する場合は、CRTローダにより、現場において容易にプログラムの作成、変更を行うことができる。

VIII. 自己診断機能

PSシステムは、高信頼性マイクロコントローラとして、使用部品の段階から入念な信頼性管理のもとに設計、製作、試験をして機能を確認しているが、更に装置として安定した運転を確保するために、

- (1) 異常の早期発見と予防データの提供
- (2) 異常発生時の影響の局限化と重大障害の回避
- (3) 異常箇所の明確化と復旧時間の短縮

第 2 表 故障診断機能

Table 2. List of fault diagnosis function

項 目	ハードウェアチェック	ファームウェア診断	EPOL 診断	その他
電 源 ユ ニ ッ ト	入力：過電流，不足電圧 出力：過電流，過・不足電圧			
S C U	システムバス	クロック監視 バスビジー監視 未実装メモリへのアクセス監視 ROMメモリへの書込み		
	MPU メモリ	マイクロアドレス異常 マイクロ WDT 監視 パリティチェック	他デバイスとのハンド シェイクチェック	命令不当記述チェック 命令不当実行チェック WDT 監視 マイクロプログラム による各種機能診断 あり
I O U	システムバス	バスビジー監視 未実装メモリへのアクセス監視		
	IOP	WDT 監視 パリティチェック	IO ユニット構成チェッ ク	
伝 送	MC バス	パリティチェック 送信時間チェック 受信データ数チェック		
	リモート I/O	WDT 監視 メモリパリティチェック プロトコールチェック CRC チェック	伝送時間監視 回線結合監視	
二重化システム		出力信号照合チェック システム結合監視		

に重点を置いて、故障診断、警報表示など RAS 機能の充実に努めている。

1. 故障診断

故障検出は次の 5 段階に分けて行われる。

- (1) ハードウェアによる異常チェック
- (2) MPU のファームウェアによるマイクロ診断
- (3) 各機能デバイスにおけるファームウェア診断
- (4) プログラム命令実行時の妥当性チェック
- (5) 二重化システム構成時の出力データ照合チェック

それぞれの検出レベルにおける異常チェック機能は全体としてまとめられ、システムの故障診断機能となる。

第 2 表に主な故障診断機能を一覧表で示す。

2. 故障警報表示

故障の警報と表示は重故障、軽故障に集約して一括出力する外部警報接点と故障の種別、検出箇所ごとに LED を点灯するカード前面の警報表示によって行われる。更に、より詳細な個別情報が MPU メモリの RAS 領域に記憶保存されるので、ローダを接続することによって確認できる。

以下に、主な故障検出、表示項目を示す。

〔重故障〕

- (1) SCU 電源異常
- (2) システムウォッチドッグタイマ (WDT) 異常
- (3) バスエラー
- (4) MPU 故障
- (5) システムクロック停止

〔軽故障〕

- (1) I/O 制御カード異常
- (2) リモート I/O 伝送エラー多発
- (3) IOU 故障又は回線断
- (4) IOU 入出力カード異常
- (5) ローダインタフェース異常
- (6) MC バス異常
- (7) 二重化出力照合異常

〔IOU 故障〕

- (1) IOU 電源異常
- (2) IO プロセッサ異常
バスエラー、WDT 異常、メモリパリティエラー
- (3) リモート I/O 伝送エラー
WDT 異常、伝送パリティエラー、伝送路異常
- (4) MC バスエラー
データ受信エラー、送信 WDT 異常

IX. 機能試験

高信頼性を要求されるマイクロコントローラとして形式試験に相当する各種の機能試験を実施し、全項目で満足すべき結果を得た。

試験項目、仕様、内容については、電力用として適用分野が比較的類似する電力用規格「B-401 (昭和 55 年 6 月版)」などを参考にし、ユーザと打合せの上、決定した。主な試験項目を第 3 表に示す。

第3表 試験項目一覧表

Table 3. Item of system function test

項 目	備 考
1 外観, 構造チェック	
2 シーケンサ基本機能試験	PIO 動作, 基本演算機能など
3 テレコン基本機能試験	変・復調, 制御・表示機能など
4 システム組合せ機能試験	プログラム動作, 二重化機能 運転・停止, 故障検出機能など
5 電源電圧変動試験	DC90~140V
6 電源瞬断試験	許容瞬断時間 20ms 以上
7 突入電流測定	
8 消費電力測定	
9 温度試験	-10~+50°C ただし, -10°C, +50°Cは参考
10 コールドスタート試験	0°C, -10°C (参考)
11 温度上昇測定	
12 電波ノイズ試験	27 MHz, 150 MHz, 400 MHz
13 耐ノイズ試験	ANSI規格 2,500V 1ns×1μs 1,000V
14 振動試験	16.7Hz, 複数幅0.4mm
15 ハンマショック試験	
16 衝撃耐電圧試験	1×40μs 4.0kV
17 絶縁抵抗試験	2MΩ 以上
18 耐電圧試験	AC2,000V 1分間

X. あとがき

高機能, 高信頼性が要求される電力設備の制御に主眼を置いて開発したシーケンサ制御装置 PS システムについて概要を紹介した。

電力設備における制御装置の電子化, マイクロプロセッサ化は, この1, 2年, 信頼性の向上と機能分割の思想を織り込んで急速に発展したが, 適用範囲の拡大に伴い, 今後更に一層の高信頼度化と機能の拡充が進むものと考ええる。

富士電機では, 既に過去10年間にわたって同分野に対するシーケンサの納入, 運転実績を得てきたが, その経験と技術を生かす中で, 今後とも最新のニーズに合致した信頼性の高い製品を開発していく所存である。

なお, 最後に PS システムの1号機は, 東京電力(株)須田貝発電所において好評裏に運転中であることを報告するとともに, 本システムの開発に際して多大の御指導と御協力を頂いた東京電力(株)殿の関係各位に心から感謝の意を表する。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。