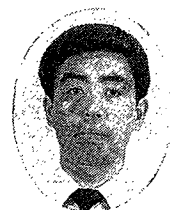


中・小規模プラントのCPU利用計装システム

Instrument System Utilized CPU for Batch Process Plant



(化)プラント部
野口 収 次
Shuji Noguchi

Recently, batch process plants, which can be acceptable for diversifying needs from customers in chemical, pharmaceutical and food industries, are more popular than continuous process plants being suitable for larger amount of production.

We have successfully constructed many these multi purpose batch process plants using special control system with a micro or mini computer. To save manpower and to improve uniformity and yeald of the products, the moot suitable control system of the multi purpose plant should be selected. This report covers a few example of contlol system with a computar we have experienced.

まえがき

近年製造業をとりまく環境は著しく変化し、予測しがたいた多様な変化の中で企業成長をはたさなければならない状態といえる。

化学品、医薬品、食品などの製造においても、連続製造プロセスでの大量少品種生産から、多様化するニーズに応える少量多品種生産へと移行しつつあるところである。

当社が対応する中・小規模プラントにおいては、このような少量多品種生産設備のバッチプロセスであることが多く、計装においてはオペレーター(運転技術者)の省力化、製品の均一化、歩留まり向上を計るため当然自動化を求められ、かつ内容が高度で多岐にわたっているため、従来の単一ループ処理用のアナログ計装では対応できないことがしばしばある。従って計装システムを構成する上でCPU搭載機器を利用し、高度で多様なニーズに答えているのが現状である。

1. 導入の背景

幾多の著名人により化学工業が分析、分類されているが、その中でいわゆるファインケミカルと称される軽化学工業においては、主たる装置である反応装置は多目的小型装置が主体になり、設備投資は小となるが売上に対する研究投資は大きい場合が多い、人材においては

- (1) ケミストの能力が必要
- (2) 研究者と運転技術者との分化が未熟
- (3) 熟練工は分析工を除いて特に必要としない。

製品市場は比較的短期流動的で小市場である。設備は単純な作業用容器(反応槽、分離槽、精製槽など)をパイプで連結してその間にポンプを配置し、それらを回分的に使用する多目的回分式プラント(マルチパーパスプラントと呼ばれる)で多品種少量生産が行われている。

この多品種少量生産性は、絶えざる新製品の開発研究が必要となり、研究者にケミストの能力を要求したり近代化

学工業的性格をいかに発揮するが、その一方で研究者と運転技術者との分化を未熟な状態に留め置く傾向にも力担する。極端な場合には(例えば医薬など)研究現場が即、生産現場となる場合さえある。

こうした研究がメイン、運転技術が従となる研究と運転技術の未分化は、運転管理技術の未熟さから工場の生産性、能率性という面で他の化学工業(総合化学工業、重化学工業)と比較し優位に立てない状況につながっている。しかし、最近のコンピュータシステム技術の発展はめざましく、マルチパーパスプラントの生産システムにおいても、PA(プロセスオートメーション)、FA(ファクトリーオートメーション)の導入により、生産現場の運転管理技術に変革を与え、運転管理個有技術を希薄なものとし、回分的運転処理をかなりの範囲にわたって、コンピュータシステムが受持てるようになってきた。

しかし、連続プラントや、メカトロ化が進んでいる機械工業プラントと異なり、プロセスフローの異なる多種多様なファインケミカルズの生産をシステムのF A化を進めることは簡単とは言えない。

次にコンピュータ制御(計算機制御=デジタル制御)の概要と、当社が取組んできたCPU利用制御システムの実績を紹介する。

2. 制御装置

2.1 アナログ制御とデジタル制御

1) アナログ制御(Analog control)

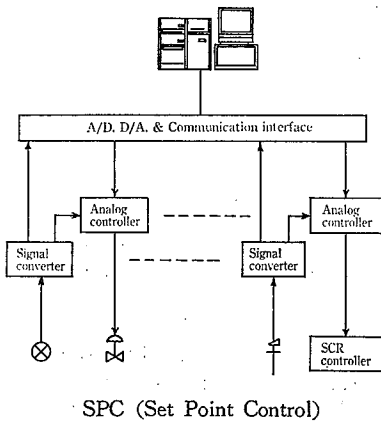
計測量を連続量として測り、これを計器内のアナログ演算機構(電子式では回路)によって処理して、操作出力を連続量として出力するものである。

2) デジタル制御(Digital control)

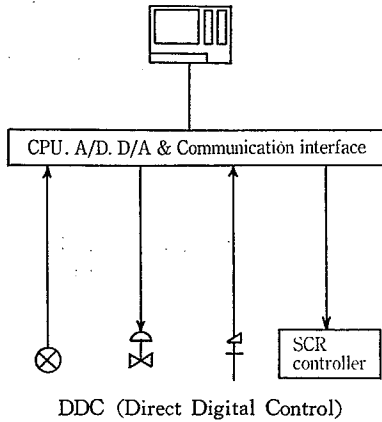
計測量を数字として間歇的に測り、これをデジタル演算機構によって処理して出力するものである。出力は数字のため、アナログ量に変換する装置およびそれを次の出力が出るまで保持するホルダーが必要である。要素をFig. 1表に示す。

第1表 デジタル制御の要素
Table 1 Factor of digital control

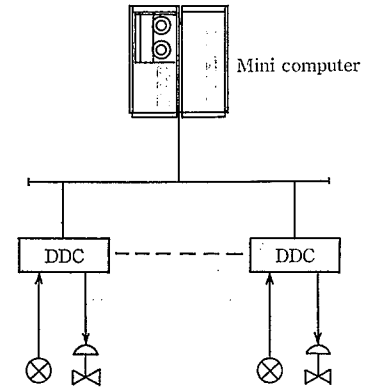
An object	Analog system → Conversion → Digital system → Conversion → Analog system				
Time	Continuity time	Sampler	Separation time	Electrode holder	Continuity time
Data	Analog value	A/D	Digital value	D/A	Analog value



SPC (Set Point Control)



DDC (Direct Digital Control)



第2図 分散型総合計装制御システム
Fig. 2 Distributed total process control system

第1図 SPC, DDC システム構成
Fig. 1 SPC, DDC System formation

2. 2 計算機制御

計算機を用いた制御を計算機制御 (Computer control) といい、そのループ構成の仕方から分けると、SPCとDDCとなる。

1) SPC (Set point control)

設定値制御と呼び、計算機に入ってきた種々情報を、計算によって処理し、アナログまたはデジタル調節計の設定値を出力する方式(すなわち、カスケードコントロール)で、管理的な意図を用いるので、管理制御 (Supervisory computer control) SCCとも呼ばれる。

2) DDC (Direct digital control)

直接デジタル制御と呼び、計算機を直接プロセスを制御する調節計として使用するもので、計算機のデータ処理能力が高速性であるのを利用して、多数の制御変数を逐次走査 (Scanning) し、各々に対する操作出力を出すことにより、多数のアナログ調節計を1台の計算機で代行させる方式である。

3) 分散型総合計装制御システム

マイクロコンピュータを用いた、8～50ループ単位のDDCに、ミニコンを用いたSPCを組合わせたもので、総合的に工場単位などで管理、制御に使用されるものである。

第1図および第2図に構成を示す。

3. 計算機

3.1 大型計算機 (Computer)

通常運転制御には用いないで、システムの頂点で高級な管理をするのに使用される。生産管理のようなオンライン業務に使うときには、故障にそなえてバックアップとして主要部を2台持ち二重化しておくのが通常である。

3.2 中型計算機 (Mini computer)

プラントの運転に用いられるものは、多くはこのクラスで、プロセス用計算機と呼ばれ、マルチプレクサー (Multiplexer) で走査 (Scanning) して、A/D変換し、所要の演算処理をしてから、D/A変換をし操作端に出力するため、1点当りのサンプル周期が充分短く保てる能力を持っており、制御アルゴリズムも自由度がある。

(1) DDC (Direct Digital Control) に適する。

(2) 多数の測定点の確認と動機械の起動 / 停止制御などのシーケンス制御

(3) 最適化制御, 前送り制御など多変数の計算制御

(4) 多数のデータに複雑な計算を必要とする現場分析用計装

(5) 生産管理 (銘柄管理など), 在庫管理

などに用いられる。

3.3 小型計算機 (Micro computer)

8～32ループ程度の処理が可能で、中型計算機の集中型に対比して、分散型計装システムと呼ばれ、複数の小型計算機の上に、管理用として小型または中型計算機において階層系を構成しており、総合計装システムと呼んでいる。

故障が起きた時の被害範囲が限定される点で、中型のDDCより有利と考えられる。

マイクロコンピュータは、DDC的使用法のみでなく、従来のアナログ計器では満足のできる成果を得ることができなかった面において威力を発揮する。

(1) パラメーターの自動変更

パッチ操作などでシーケンスの進行にともない制御パラメーターの変更を要求されるプロセス

(2) むだ時間補償制度

むだ時間の大きいプロセス

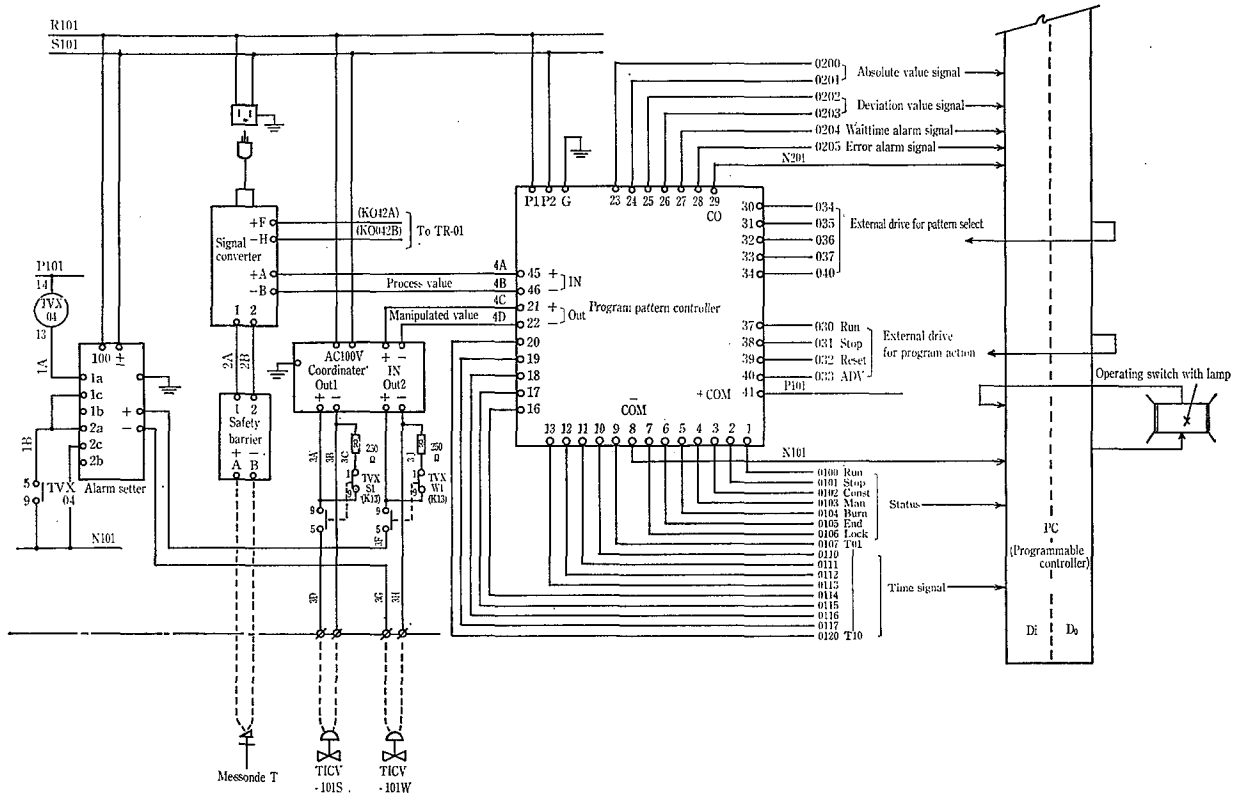
(3) 非干渉制御

多変数系でかつ相互干渉の強いプロセス

(4) 前送り, 負帰環制御と逐時制御の有機的結合

などの演算制御が可能となる。

また、単一ループ用のワンループコントローラー (Single loop computer controller) があるが、これは機能の制約があり、高度な要求はできないが流量計の温度、圧力補正、折線近似、関数変換、簡易なシーケンス動作 (プログラムの設定値変更など) などにおいては安価で自由度があ



第4図 TICA-101 展開接続図
Fig. 4 TICA-101 connection diagram

るため、多く用いられている。簡易なバッチプロセスにおいては、シーケンサー（プログラマブルコントローラー）、プログラム設定器などと組合せ、安価な自動運転システムを構成することが可能であり、当社が建設するプラントにおいてもかなり多く使用しているCPU搭載計器の一つである。

4. 中・小規模のプラント向CPU利用計装例

4.1 プログラムパターンコントローラー+プログラマブルコントローラー（シーケンサー）

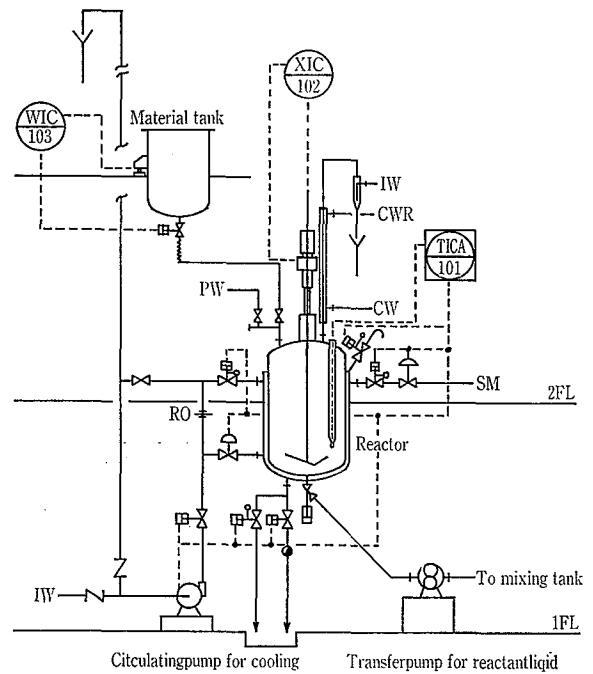
簡易計装的な考え方のシステムであるが、温度制御には充分使用可能である。

コントローラーは各種制御パターン、PID定数を格納しており、それをアナログ入力値、または外部のシーケンサーにより選択して自動制御を行うものである。

多品種生産プロセスには利用範囲は広いが、高度な演算制御はできない。またあくまで簡易的な計器であるため、複雑なシーケンスとの結合は不可能であり、操作には運転技術者のプログラム選択が要求される。よって通常運転のキーボード操作においてオペレーションミスを生じやすく、あまりプラント的とは言えない。しかし保有機能が割には安価であるため、簡易なプロセスの自動化にはユーザー判断で選択するのも一利あるものと思われる。

利用例を第3図フローシート、第4図 TICA-101 展開接続図、第2表プログラムパターンおよびシーケンス設定図表、第3表パラメータ設定に紹介する。

4.2 シングルループコントローラー+プログラマブルコントローラー（シーケンサー）



第3図 フローシート
Fig. 3 Flowsheet

複数のシングルループコントローラーとシーケンサーを有機的に結合し、プロセス制御はシングルループコントローラーで、工程歩進はシーケンサーでと、役割分担し運転制御するものである。

シーケンサーはシングルループコントローラーの入出力機能がハード的に限られているため、その補充の役割をも

け持ち、コード化処理、演算処理も行う。
このシステムは、シングルループコントローラーの機能に制約があるので、マルチパスプラント向に使用する場合は、ROMの替、可変定数の設定値変更を伴う場合がある。しかし従来のアナログ方式では考えられない運転制御性を安価に生み出すことが可能である。

拡張性は、計器、シーケンサーのハードおよびそのソフトの追加に連がるが比較的容易である。

高粘度反応を伴う樹脂製造プラントでの使用例を紹介する。

システム概要

第5図フローシートに示すように、シングルループコントローラー3台(XIC-101, IQCA-102, TICA-103)と、単機能PIDコントローラー2台(PICA-104, TICA-105)をシーケンサーと結合させ、全自動、工員自動、遠隔手動運転の選択を可能にしたものである。

シングルループコントローラーの制御例としてXICA-101の構成およびソフトウェアを第6図XICA-101回転数制御概念図にフローチャートおよびデータシートを第7図に示す。

調節方法

反応槽温度により、調節計から回転数設定値へ回転数設定値を与え、回転数が第6図のパターンとなるように調節する。スタート信号により調節を始め、反応終了自動判断により調節を止める。調節計には、回転数(ppm)が指示される。攪拌機出力警報を出力する。

第2表 プログラムパターンおよびシーケンス設定図表
Table 2 Program pattern and setting chart

Patern No.	05							
120 °C								
100								
0								
0 (%)								
Step No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Set value °C	60	60	100	110	110	80	80	25
Setting time min/hr	20	40	30	30	90	60	40	40
PID constants	1	2	1	4	4	1	5	1
Output limiter	1	1	1	1	1	1	1	1
Absolute value signal	3	5	3	3	3	3	6	3
Deviation value signal	3	1	3	2	1	2	2	3
Real temperature compensation range	3	3	3	3	3	3	3	3
To repeat								
Time signal 1.	9	9	9	9	9	0	0	0
Time signal 2.	0	0	0	0	0	0	0	0
Time signal 3.	0	0	0	0	0	9	9	9
Time signal 4.	0	0	0	0	0	0	0	0
Time signal 5.	0	0	0	0	0	0	0	0
Time signal 6.	0	0	0	0	0	0	9	0
Time signal 7.	0	0	0	0	0	0	0	0
Time signal 8.	0	0	0	0	0	0	0	0
Time signal 9.	0	0	0	0	0	0	0	0
Time signal 10.	0	0	0	0	0	0	0	0

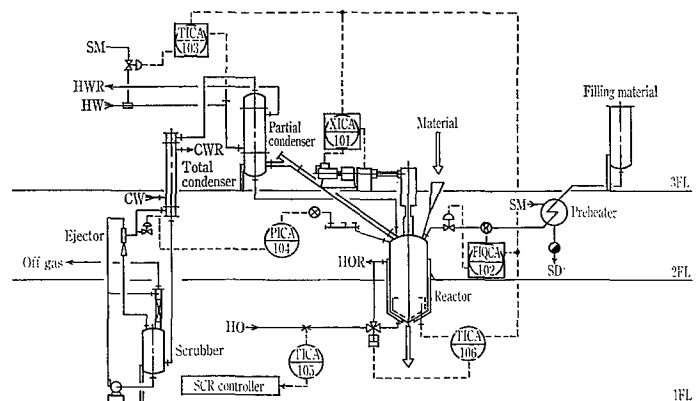
第3表 パラメーター設定
Table 3 Parameter setting example

No. 01										
PID constants			Output limiter		Absolute value signal		Deviation value signal		Time signal	Min Hr
P (%)	I (MIN)	d (MIN)	L (%)	H (%)	A ₁	A ₂	D ₁	D ₂	ON	OFF
5	0.5	3.0	0.0	100.0	100	90	5	5		
10	4.0	0.7	2.0	98.0	110	100	7	7		
10	1.0	1.5	5.0	95.0	120	115	10	10		
10	0.5	1.5	10.0	90.0	130	125	15	15		
10	4.0	1.5			65	55				
					85	75				
									All ON	
									All OFF	
Real temperature compensation range		3(°C)	Sensor correction (°C)		0.0					
Waiting time set value (MIN)		10	Output variation rate (%)		40.0					

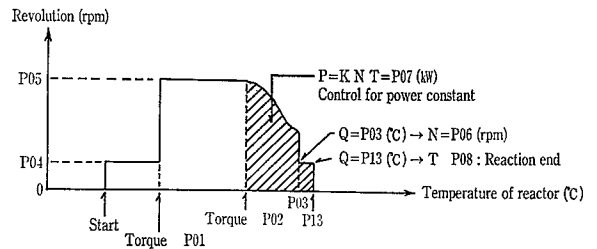
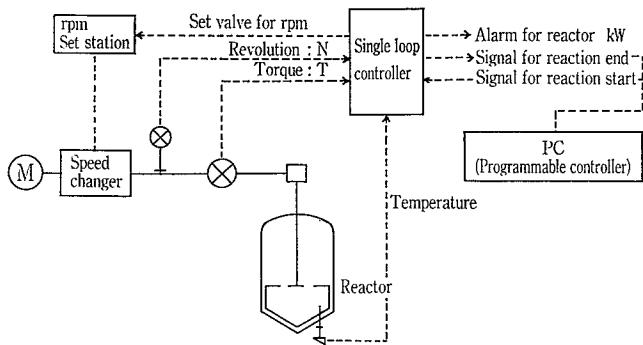
4.3 汎用コンピューター (パソコン) + プログラマブルコントローラー (PC)

(当社製ソフトウェア PMX-98方式)

当社独自のソフトウェアによる、パソコンを使用したコントロールシステムで、制御はプログラマブルコントローラー(PC)で、監視および指令はパソコンで行うものである。制御点数はプログラマブルコントローラーのPID



第5図 フローシート
Fig. 5 Flow sheet



第6図 XICA-101 回転数制御概念図
Fig. 6 XICA-101 Conceptual drawing for rpm control

制御点数などで決まるが、パソコン1:PC×nの組合せが可能で16ループ程度のシーケンスを伴う制御に対して、経済的で信頼性の高い高機能システムを構成することができる。パソコンによる管理面においても、日報、月報作成のデータロギングが行える。データディスクは、MS-DOSのファイルとして利用可能であり、またユーザにて、制御プログラムを作成し、並行して走らせることができる。各種プログラマブルコントローラへの対応は、ハンドラ（制御機器と直接データをやりとりするプログラム）を機種ごとに用意してシステムに組み込み、内部では統一化されたコマンドにて処理しているので、多くの市販制御機器を同一概念で使用できるなど、運用面で自由度が高い。

4.4 分散型計装システム

横河電機(株)製 CENTUM, YEWPACK・山武ハネウェル(株)製 TDCS に代表される計装システムで、多くの実績をもち、計装の考え方を大きく変化させたシステムである。分類的には、小型計算機 (Micro computer) に属し、8 ~ 32 ループの P I D 制御と、シーケンス制御および

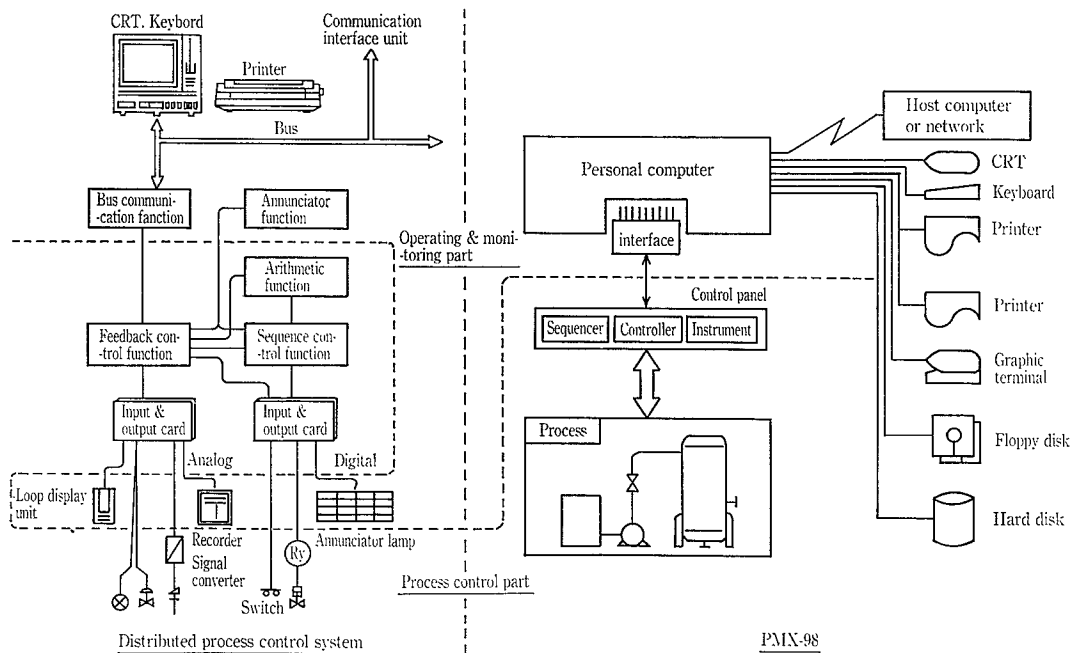
各種アドバンスト制御が可能で、最近ではソフトウェアの向上で連続プロセス用 D D C から、多目的、多品種生産のバッチプロセス用にまで幅広く使用されている。

システム構築は、オペレーション用グラフィック画面をはじめ、シーケンスに至るまで、データシート、マニュアル、ソフトウェアにおける各種ツールが整備されており、特に専門的な知識がなくても、充分ソフトウェアの作成、変更が容易である。また分散機能なので、一方で運転、一方で改造ということが容易となり、メンテナンスや増設がたやすく行える。

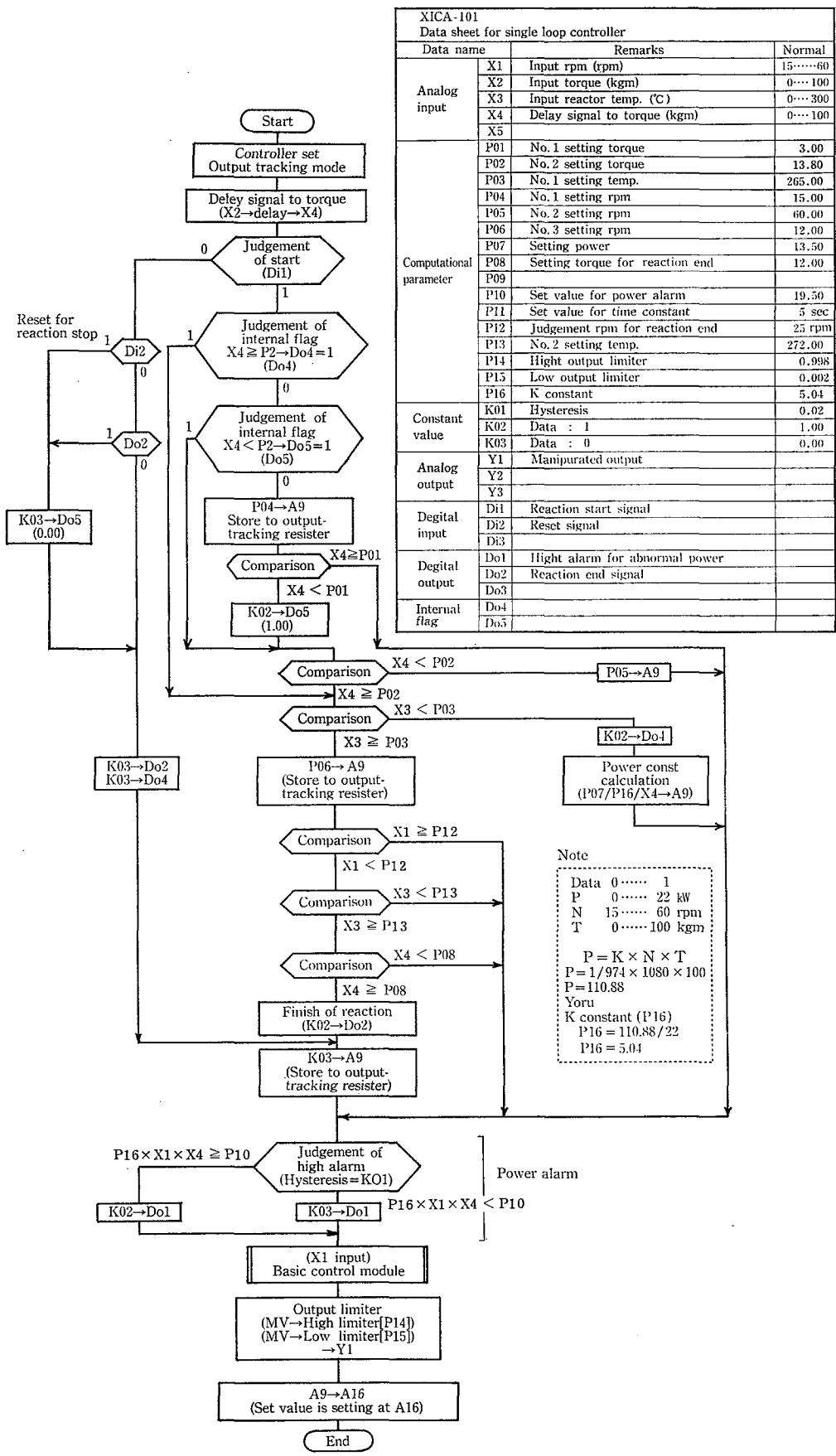
このクラスの特長は、高度なアドバンスト制御が行えることで、これが装置全体の効率化運転および製品の安定化につながっている。

アドバンスト制御とは、プロセスの特性を的確にとらえて行い制御で、システムのアプリケーションモジュールが有効に活用できる。

第8図システムフロー図に、当社製 PMX-98 と分散型計装システムのフローを示す。また、第9、10図に分散型



第8図 システムフロー図
Fig. 8 System flow drawing



第7図 プログラムフローチャート
 Fig. 7 XICA-101 program flow chart

