

火力発電プラント制御装置 DIASYS-UP/V

DIASYS-UP/V Distributed Control Systems for Thermal Power Plant

原動機事業本部	金井良太郎 ^{*1}	高倉朋子 ^{*1}
技術本部	山口哲也 ^{*2}	
長崎造船所	辻岳正二 ^{*3}	
神戸造船所	後藤達彦 ^{*4}	
高砂製作所	江本英晃 ^{*5}	

近年、火力発電プラントでは大容量化、高温高压化が進められ、また石炭ガス化など新技術の発電プラントも現れてきており、これを実現するための高い制御性能が要求されるようになった。当社はプラントメーカーによる火力発電プラント向けデジタル制御装置としてCPUにインテル社製i80386/486、制御演算ソフトウェアに制御アルゴリズムの記述のしやすさを追求したDIASYS-IDOL、マンマシンインタフェースにコンパクトで高機能の最新ワークステーション、ネットワークに業界標準のイーサネットを採用した高性能かつコンパクトな監視・制御システム、DIASYS-UP/Vシリーズを開発し、これまでに数々の実績を挙げてきた。その設計コンセプト、性能・機能についてここに紹介する。

Recently, the thermal power plants have grown to larger capacity, higher temperature and pressure and utilize more advanced technology such as the integrated coal gasification combined cycle. As these plants grow, the control & monitor systems, which operate and control the plant, are going to play an important part answering the needs of higher control performance and automation. We developed the "DIASYS-UP/V series", which is an integrated plant control system that incorporates our wealth of experience as a total manufacturer using the latest micro-electronics technology, we have achieved satisfactory results.

1. ま え が き

近年、火力発電プラントは大容量化、高温高压化、システム高度化が求められ、これを実現する高い制御性能が要求されるようになった。これらのプラントでは、より高度な制御アルゴリズムやマンマシンインタフェース機能が要求されるようになってきた。

当社では、プラントメーカーとして発電所のニーズにこたえた高い制御性能と信頼性を持つ火力発電プラント向けデジタル式制御装置DIASYSシリーズを開発して国内外で広く納入してきたが、このうちのデジタル制御装置DIASYS-UP/Vシリーズにおいては、i80386/486 CPUをベースとして従来から実績のあるDIASYS-IDOLを継承しながら高速演算性、操作性の向上を図っている。本報においてその概要と特徴について紹介する。

2. DIASYS-UP/Vの概要

2.1 基本概念

DIASYS-UP/Vは次の5つの概念の下に設計している。いずれも火力発電プラントの制御システムに要求される概念に重点をおくものである。

(1) 高信頼性

これまでのDIASYSと同様に、冗長化設計に基づくフォールトトレランス設計と厳しい品質管理体制により、高い信頼性を実現している。また、タービン保護の専用カードなどをカードラインナップに加えることでプラントの運用安定のニーズにこたえる設計に重点をおいている。

(2) 高速の演算処理機能

業界で実績を積上げられているパワフルな32ビットプロセッ

サであるi80386/486を用いることにより、高速演算処理を実現した。

(3) 優れた操作性

人間工学技術をベースに構築したオペレータステーションがヒューマンエラーを最小限とし、使いやすい操作環境を提供している。

(4) 易しい保守

制御ロジックは分りやすいDIASYS-IDOLにより手軽に調整・変更を実施できる。

万一の故障の際も、システム自己診断機能により迅速に異常要因を発見し、モジュール単位で容易にシステムを保守することが可能である。

(5) 幅広い柔軟性と拡張性

主機に見合った単位の分散設計としているため、プラントの規模を問わず、幅広く柔軟に対応でき、また、将来のシステム拡張も容易である。

2.2 システム構成

システムの構成例を図1に示す。DIASYS-UP/VはCPU能力を効率的に使用するための集中度合、及び拡張性を備えるための分散度合の両方を満たすための規模として、ボイラ制御、タービン制御、バーナ制御など主機を構成するコンポーネントごとの制御を実現するようなメモリ容量、I/O点数を設定した。最小規模としては、コントロールステーション1台とオペレータステーション1台から構成することができ、さらに機器を追加していくことが可能であるため、将来のプラント拡張に柔軟に対応できる。ユニットネットワークに接続するコントロールステーション、オペレータステーション等の構成要素は最大50個、外部との入出力及

*1 原動機技術センター火力プロジェクト部
計装電気技術課

*2 長崎研究所制御システム研究室

*3 火力プラント設計部電子技術課

*4 電子・宇宙技術部デジタル制御設計課

*5 プラント技術部制御システム設計課

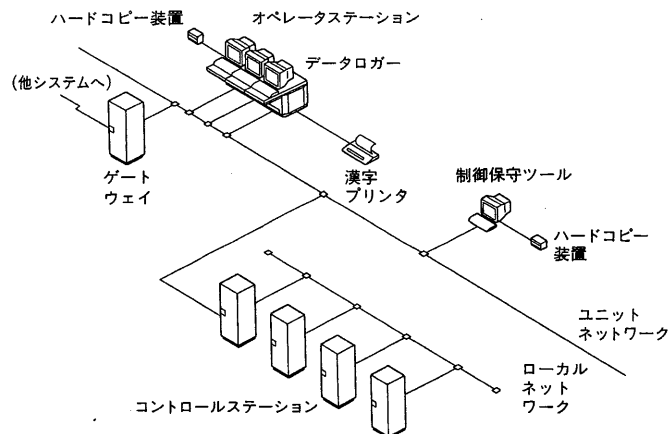


図1 DIASYS-UP/V システム構成例
DIASYS-UP/V typical system configuration

びゲートウェイからの入出力点数を合せたプロセス入出力数は1つのコントロールステーション当たり最大40,000点まで設定可能である。

3. 機能

DIASYS-UP/Vの主なシステム構成要素及び機能について説明する。

3.1 コントロールステーション

プラントの自動制御及び入出力処理を行う装置である。高速演算処理が要求されるタービンガバナ制御や、ボイラ自動制御、あるいはプラント自動起動停止制御まで幅広いアプリケーションに対応可能な設計としている。コントロールステーションのシステム構成例を図2に示す。コントロールステーションは、高速制御演算処理を行うCPUカード、プラントの監視制御操作信号とのインタフェースを行うPI/Oカード、LANとPI/Oカードの制御を行うIOCカードで構成する。CPUカードはIOCカードと組合せて使用する。

CPUには、高い処理能力を持つインテル社製のi80386/486を採用している。分散制御システムとして不可欠な、LANインタフェース機能、I/Oコントロール機能とRASインタフェース機能をCPUボードに集約した設計により、コンパクト化を図ると同時にオーバヘッドを少なくした。入出力処理部は、アークネットまたはプロトコルに簡易HDLCを使用した当社開発のLBSネットワークで接続する専用のカード群で構成し、素子の削減と低電力設計により多数の入出力点をコンパクトに処理し、かつCPUカードとの組合せで高い信頼性と保守性を実現した。

カード供給電源はすべて24Vに統一したシンプルな電源系統とし、電源ユニットは二重化して高い信頼性を確保している。

またノイズ耐力としては、各PI/Oカードのフィールド信号、共通電源ユニットの絶縁のみならず、各カードでのデジタル信号、アナログ信号、計測信号、通信に必要な電圧変換部までを絶縁することで一層向上させている。

主なハードウェアラインナップを表1に示す。

3.2 オペレータステーション

プラントの監視・操作を行うマンマシンインタフェース装置であり、ワークステーション型とパソコン型の2種類のラインナップをそろえている。高解像度フルグラフィックカラーCRTの採用、GUI (Graphical User Interface) としてXウィンドウまたはウィンドウズの採用により、ウィンドウ表示を大幅に活用して

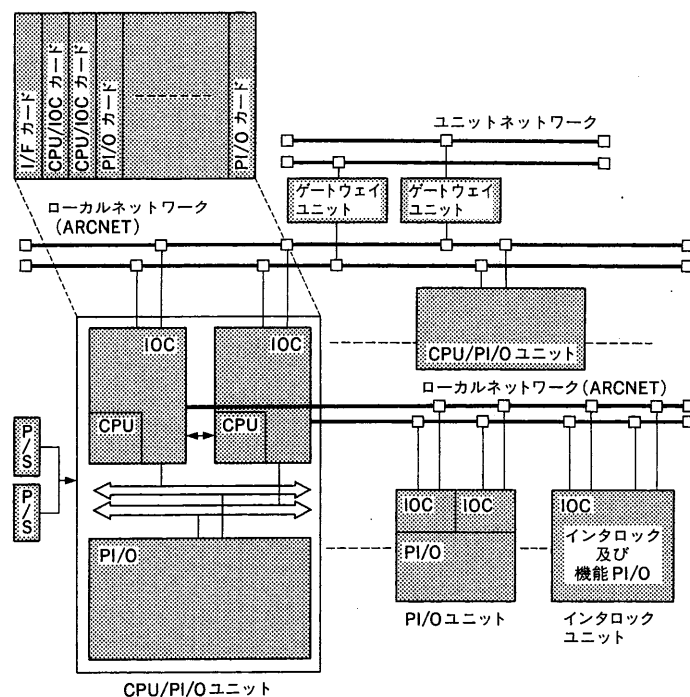


図2 コントロールステーションのシステム構成例
Typical system configuration of control station

表1 主なハードウェアラインナップ
List of main hardware elements

種 類	型 式	機 能
CPU ユニット用カード	MBCPU 01	i80386, 自己診断機能
	DOCPU 01	i80486, 自己診断機能
通信カード	MBETH 01	イーサネット通信
	LKOE01	光電変換ユニット
	MBLBS 02	光電変換+マルチバス I, LBS I/F
	NBLBS 02	シリアル通信, 光電変換, LBS I/E
PI/O カード (LBS シリーズ)	NBAIM 02	熱伝対入力 8点/枚, RTD入力 1点/枚/ゼロ点補償用
	NBAOM 01	4~20mA 出力 8点/枚
	NBDIM 01	デジタル入力 8点/枚
	NBPIM 01	パルス入力 8点/枚
	NBDOM 02	デジタル出力 32点/枚
	DOIOC 01	i80186CPU, 自己診断機能, ARCNET通信, PI/O I/F
I/O コントローラカード	DOAIM 01	4~20mA 入力 16点/枚, 1~5V, 熱伝対入力, RTD入力
	DOAOM 01	4~20mA 出力 16点/枚, 0~10V
PI/O カード (アークネットシリーズ)	DODIM 01	デジタル入力 32点/枚
	DODOM 01	デジタル出力 32点/枚
	DOSVM 01	サーボバルブ用 A/H ステーション I/F カード (2ch/枚)
	DOSVM 02	トルクモータ用 A/H ステーション I/F カード (2ch/枚)
	DOEDI 01	デジタル入力 (イベント記録機能付), 32点/枚, 24V
	DOEDI 02	デジタル入力 (イベント記録機能付), 32点/枚, イベント DI カード, 32点, 48V
	DOIOM 01	タービンガバナ用複合 PI/O カード (インタロックカード用)
	POEOS 01	タービン保護装置用 EOST カード

マンマシンインタフェースの向上を図った。

また、オペレータに少ない操作でより多くの情報提供や迅速な操作を実現するため、オペレーションガイドなどの運転員を支援

表2 オペレータステーション機能一覧
Functions of operator station

機能	内容
オーバビュー	画面展開のメニュー機能。
コントロールオーバビュー	コントロールスクリーン8画面分を集約して表示する。
コントロールスクリーン	8個のコントロールループを表示し、プラントへの運転操作を行う。
グラフィック	プラントの運転状態をグラフィカルに表示する。
トレンド	プロセスデータの時間変化をグラフ表示する。
X-Yトレンド	2つのプロセスデータの相関関係を表示する。
アラーム	データロガーで検出されたアラームを表示する。
オペレーションガイド	プロセスデータの変化に応じて任意のメッセージを表示する。
イベント・トレース	アラームの発生/解除、補機の起動/停止等各種のイベントを16000点まで保存し、表示する。
計算式システム	プロセスデータを用いた計算式を登録し、計算結果を監視する。
リポート・リクエスト印字	データロガーで印字した帳票を任意の時間に再印字する。
システム・ステータス	ユニットネットワーク上の各構成要素の状態をグラフィック表示する。
各種ウィンドウ機能	画面を1/4の大きさに縮小し重ねて表示する1/4画面、最新のアラームを常に2行表示する2行メッセージなど。
エンジニアリングモード機能	プロセスデータの属性定義、グラフィック画面の作成などデータ登録、メンテナンス作業を行う。

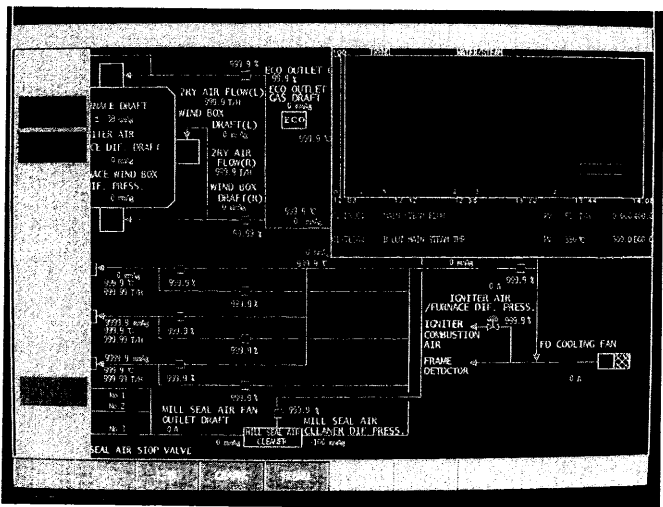


図3 オペレータステーションの画面 (グラフィック)
Screen of operator station (graphics)

するプラントメーカー独自の機能を取入れている。

表2に機能一覧、図3に代表的な画面を示す。

3.3 データロガー

プラントデータを収集、保存する装置である。保存されたデータはオペレータステーションのトレンド表示や各種帳票印字などで出力される。

3.4 制御機能

制御演算は DIASYS 専用の制御ロジック記述言語 DIASYS-IDOL⁽¹⁾を使用して記述する。従来のデジタル式制御装置は制御ロジックの構築にプログラミング技術が必要であり、制御エンジニアには使いづらいものであったが、これに対して DIASYS-IDOL は、CRT 画面に従来の制御系統図を描くだけでプログラムコードが生成されるものである。

当社が独自に開発した火力プラント制御向けの制御演算ソフトウェアであり、制御アルゴリズムの記述のしやすさと分かりやすさから極めて高い客先評価を得ている。DIASYS-IDOL は昭和 55 年に開発して以来、その表現方法は互換性を維持し続けているが、演算処理方法は、より高速でコンパクトなものへとバージョンアップしている。

DIASYS-IDOL には 81 の標準ロジック要素がある。代表的な 6

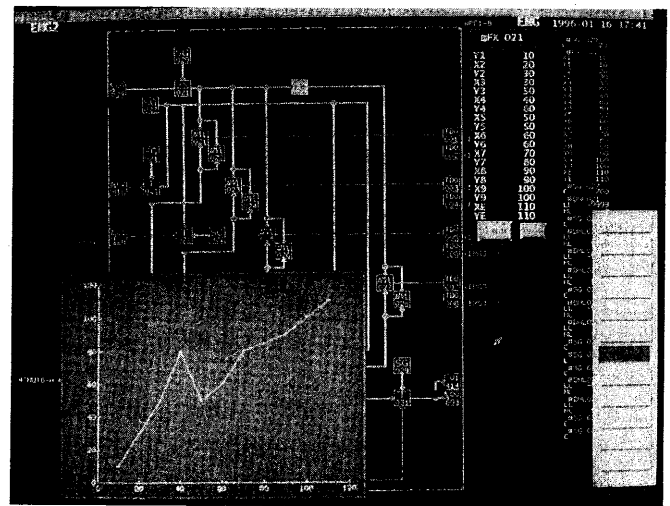


図5 制御保守ツールの画面 (監視)
Screen of engineering workstation (diagram monitor)

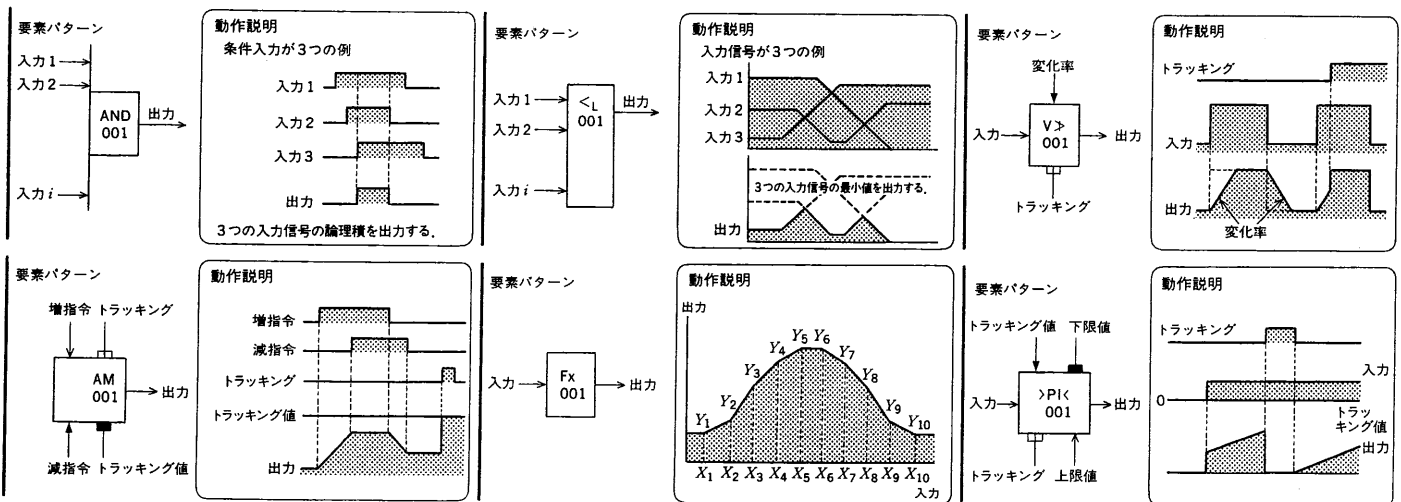


図4 代表的な DIASYS-IDOL の要素
Typical DIASYS-IDOL elements

表3 自己診断項目一覧
List of self-diagnosis items

項 目	仕 様
CPU カード	バスタイムアウトエラー
	メモリバリエーションエラー
	不正書込み
	CPU クロック停止
	WDT エラー
	電源電圧低
IOC	バスタイムアウトエラー
	メモリバリエーションエラー
	不正書込み
	CPU, I/O クロック停止
	電源電圧低
LBS システムネットワーク	CRC チェック
電源ユニット	電源喪失 (二重化電源喪失)
ベーシックソフトウェア	0 割演算 (INT 0)
	不正アドレス実行 (INT 3)
	配列限界チェック
	不正命令
	不動小数点ユニット故障
	2 重障害
	不正 TSS
	不正セグメント
	スタックフォールト
	一般保護障害
	ページフォールト
	不動小数点ユニットエラー
	配列チェック
アプリケーションソフトウェア	ループデータ異常
	2 重系間ループデータ不一致
	イーサネット送受信エラー
	I/O カード異常
	アークネット送受信エラー
	トラッキング異常

つの要素を図4に示す。

要素は、制御保守ツールのロジック変更・作成の画面にメニュー表示されるので、その中から選択する。また、標準要素を組合せて、新たな要素を作成するユーザ定義マクロ機能がある。

3.5 制御保守ツール

DIASYS-IDOL を使用して描かれた制御ロジックは、制御保守ツールを用いて作成、保守を行う。制御保守ツールの機能を次に示す。また、代表的な画面を図5に示す。

- 制御ロジックの作成・変更、リアルタイム監視、オンラインパラメータ調整
- 制御ロジック演算の要素個別停止、出力仮設定
- ループデータの生成と送信
- オンラインの制御ロジック照合
- 信号名称リスト、設定値リスト表示
- トレンド表示
- 調整履歴表示
- 静特性データ収集及び表示
- システム稼働状態表示

表4 ネットワーク仕様
Network specification

項 目	イーサネット	アークネット	LBS
名 称	Ethernet	Arcnet	LBS
通信仕様/アクセス方式	IEEE 802.3 準拠 CSMA/CD	IEEE 802.4 準拠 トークンパッシング	ポーリング セレクティング方式
ネットワークプロトコル	バス型	バス型、スター型	ループ型
通信速度	10 Mbps	2.5 Mbps	1.5 Mbps
プロトコル	リアルタイム制御用 プロトコル	リアルタイム制御用 プロトコル	簡易 HDLC
定周期更新周期設定	100 ms~1 s	100 ms~1 s	50 ms~1 s

3.6 システム信頼性

DIASYS-UP/V シリーズでは冗長化構成を基本としている。冗長化構成では、確実な自己診断機能と異常検出時の迅速なバックアップ切替機能が重要な要素である。

(1) 自己診断機能

自己診断項目一覧を表3に示す。

(2) 2重系切替方式

CPU/IOC ユニットの異常が発生した場合には監視ルーチンが直ちに異常を検出し、待機側の CPU/IOC ユニットの自動的に切替わって制御を継続する。

3.7 ネットワーク

分散された制御装置間のネットワーク、制御装置内のネットワークによる階層構成とし、データ送受信の負荷分散並びに危険分散を行っている。

(1) ユニットネットワーク

コントロールステーション、制御保守ツール、オペレータステーション、データロガーを接続している上位ネットワークはユニットネットワークと呼び、大容量で高速な通信を実現するために IEEE 802.3 準拠のイーサネットを採用している。

仕様を表4に示す。

(2) ローカルネットワーク

コントロールステーションと I/O 装置はアークネットまたは LBS で接続し、多数の入出力点をコンパクトに処理し、かつ拡張が容易なシステムとしている。仕様を表4に示す。

4. む す び

DIASYS 制御システムは、今後も常に最新のエレクトロニクス技術を採用し、CPUの一層の高速化やダウンサイジングを図り、高度制御機能からマンマシンインタフェースまですべてを集約した統合のシステムに拡充していく。また、次世代として通信メディアを有効活用し、リモートセンシング、リモートメンテナンスによるオンライン診断など、より積極的な運転技術や設備予防技術の提供でプラントメカとしての幅の広いサービスを展開していく予定である。プラント主機にマッチしながら、より“使いやすい”、“信頼性の高い”制御システムの提供に向けてたゆまない性能向上を進めていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 磯村, 火力発電プラントの DDC ソフトウェア (IDOL), 三菱重工技報 Vol.18 No.2 (1981-3) p.237