TIA コンセプトによる最適システム構築*

安川シーメンスオートメーション・ドライブ株式会社

システム設計グループ 横 尾 伸 幸

Totally Integrated Automation System for Paper Making Plant

Nobuyuki Yokoo

Yaskawa Siemens Automation & Drives Corp. System design group

The TIA shows that Totally Integrated Automation includes all the components of an automation system : Controllers, HMI systems, process control systems, distributed I/O, drives (the SIMOTION Motion Control System is a new addition here), sensors and actuators, integrated communication links, and software.

TIA thus enables the solution of all automation tasks in manufacturing and process control. The integration of the process control systems makes it possible to automate upstream, mainstream and downstream with components of the same system.

This results in savings from engineering to maintenance. Plant flexibility is increased by the high level of integration, and savings can be achieved in spare parts management.

MES applications of the SIMATIC IT Framework are used for process optimization and allow connection to the plant control level with procedures for order processing.

分類 : V₂ 紙パルプ工程制御システム, V₁ 計装・制御システム一般

1. TIA コンセプト

TIA (Totally Integrated Automation 完全統合オートメーション) はオートメーションの様々な課題に対する総合的な取り組みのコンセプトを示しており、最良のシステムを提供することである。TIA のコンセプトにもとづいて開発された電気品により、製造・加工機械へ最適なドライブシステムを提供できる。

又、TIA はオープンな通信環境を提供するため、他社製品との接続、上位システムとの情報統合システムも容易に構築できる。TIA は、将来に亘って最新

技術の導入を低コスト低リスクで可能にする。

このように、シーメンスはあらゆる階層のオートメーションにおいて TIA コンセプトに適合した製品を提供している。

2. TIA の特長

TIA は、オートメーションシステムの 3 大要素…エンジニアリング、データ管理、通信…を統合するものである。

シーメンスの最新の技術、製品、システムおよびサービスと組み合わせることにより設計、試運転、操業、保守における全てのエンジニアリングにおいて操作性が統一されて、PC は 1 台で可能である。図 1 に TIA

*平成 16 年度年次大会講演 (講演 No. D 3)

図 1 TIA システム製品群

のシステム製品群を示す。

3. TIA 3大要素の統合

3.1 エンジニアリングでの統合

エンジニアリングでの統合に関する特色を以下に示す。

- ① 全てのエンジニアリングツールは、1 個のシェル (Simatic Manager) から一元化して呼び出すことができ、全てのプロジェクトデータも一括して保存、管理できる。
- ② パラメータは、プログラミングツールで作成し、任意のネットワーク (Ethernet, PROFIBUS) へ転送され、さらにフィールドレベル (ドライブなど) へ送られる。全てのドライブの構成データに直接アクセスできる。
- ③ MES (生産実行システム) への統合は益々重要になっている。プロセスの分析および最適化のために取得した生産データは、構造化されたデータブロックにより簡略化された構成フェーズで

MES 接続が可能となる。

3.2 データ管理での統合

データ管理での統合に関する特色を以下に示す。

- ① プログラミングツールは、シンボル名を扱う機能を提供しているので、明確度が増大し、プログラムを簡単に理解できる。シンボル名は他の全ての構成ツールで利用できる。
- ② PLC のデータアドレス変更に対して、WinCC や ProTool の HMI のタグが自動的に同期して変更される。各データ項目は 1 ヶ所だけに入力すればいい。結果として、変更も 1 ヶ所だけで済み、複数入力に過去のものとなり、エラーの可能性は削減される。
- ③ 全てのコンポーネントのデータは、簡単に転送とアーカイブ格納ができるようプロジェクト内に一括して保存される。現場でハードウェアを交換しなければならない場合、プロジェクト内で適切なユーザデータが利用可能であり、PROFIBUS 上でデータのダウンロードができる。

3.3 通信での統合

通信での統合に関する特色を以下に示す。

- ① TIA については、PROFIBUS—DP が全てのオートメーション要件、つまりプログラミング、スタートアップ、HMI インタフェース機能、I/O またはドライブとのデータ伝送、におけるベースとなる。
- ② 個々のコンポーネントのアラームおよび障害メッセージは特別なプログラムなしで直接エンジニアリングツールや HMI システムへ送信される。
- ③ ルーティング機能により、Drive ES コンポーネントを使用して、全てのドライブはエンジニアリングツールから直接アクセスできる。
- ④ Ethernet と PROFIBUS の統合により、プログラミングツールを使用して任意の場所からプログラム全体または変更箇所をダウンロードできる。遠距離にあり、各所に散らばっていて、アクセスが困難な場合もある個々のデバイスへの面倒な「再接続」はもはや不要である。
- ⑤ Ethernet であろうと PROFIBUS であろうと、プログラミングする内容は同じである。プログラミングは 1 回しかする必要がない。通信手段の変更が発生しても、PLC プログラムはそのまま

で、ハードウェア定義を再構成するのみである。

4. TIA によるシステム構築

抄紙機システムにおける TIA の特色を以下に示す。又、適用例を図 2 に示す。

- ① 大容量 PLC (S7-416-2 DP) により、集中制御方式を採用して、各種ドライブ制御、運転操作、設定、監視のプログラムを全て PLC 内に入れている。(抄速制御、セクションマスタ制御、負荷分担制御、ヘルパ制御、ドロー制御、トルク制御、張力制御、ダンサ制御)
- ② 高性能インバータ (マスタドライブ：速度制御精度 $\pm 0.01\%$ 以内) により負荷外乱の影響を抑え、紙切れなどを極力抑える。
- ③ 電力回生形正弦波コンバータにより、省エネはもちろん、高調波対策にも対応している。
- ④ 汎用性の高いネットワークシステムを採用している。

PROFIBUS 通信の適用範囲は、ドライブ、リモート I/O、オペレータパネルであり、Ethernet 通信の適用範囲は、HMI、上位通信である。プログラミングツールは、Ethernet、PROFIBUS 通信ラインのどこにでも自由に接続してエンジニアリングができる。

図 2 抄紙機システム

5. TIA を構成する製品の特長

5.1 SIMATIC S7

SIMATIC S7 には、以下の種類がある。

① S7-300

数十点から数百点の I/O 制御を対象とした、SIMATIC シリーズの中機種に位置する PLC である。取り扱いが簡単で、分散型システムの構築が容易である。

② S7-400

I/O 数千点の大規模プロセス制御をも可能にした、SIMATIC シリーズ最上位の PLC である。高速の CPU を使用し、さらに最大 4 枚の CPU をひとつのラックに挿入し並列制御が可能である。CPU などの主要なユニットを二重化し、独自の手法で 2 枚の CPU 間の同期をとってシステムを制御することができる。止められないシステムの制御に最適である。

5.2 SIMATIC Manager

SIMATIC Manager が管理する情報のまとまりをプロジェクトと呼び、プロジェクトには以下の様な情報が含まれている。

システムで使用する全ての PLC の情報、ハードウェア構成 (モジュール構成、I/O アドレスなど)、CPU のプログラム、シンボル情報、クロスリファレンス情報、ネットワーク情報 (ネットワークタイプ、伝送速度など)、HMI 画面プログラム、ドライブパラメータ等である。

ひとつのプロジェクトには制御システムに関わる全ての製品情報が含まれることになる。

5.3 STEP 7

STEP 7 プログラミングソフトウェアは、SIMATIC Manager によって管理される。

STEP 7 ではプログラム言語に世界標準の IEC 61131-3 で規定されている以下の 5 種類のプログラム表現をサポートしている (前者が IEC 名称/後者が STEP 7 での名称)。

① LD (Ladder Diagram) /LAD (Ladder Diagram)

北米や日本で広く一般的に使われているプログラム言語で、このラダー型のプログラム言語はリレー回路をプログラムで表現したものである。

② FBD (Function Block Diagram) /FBD

論理回路図に近いプログラミング言語である。

③ IL (Instruction List) /STL (Statement List)

ヨーロッパなどで広く普及しているテキスト言語で、スキャン時間の短縮や省メモリを必要とするときに適している。

④ ST (Structured Text) /SCL (Structured Control Language)

PASCAL に近い文法構造を持つプログラミング言語で、高度な制御を行うときなどに適している。

⑤ SFC (Sequential Function Chart) /GRAPH

自動シーケンス制御を行うのに適しているステップシーケンス言語で、プログラム手順をグラフィカルに表現し、実行順序を表示する。

尚、STEP 7 では他にも CFC (グラフィカルなエディタで基本モジュールを連結して作成する PID 制御系に適した言語)、S7-HiGraph (複雑な状態遷移をグラフィカルに表現できるステップシーケンス言語) など制御プログラムに応じたソフトウェアを用意している。

S7-PLCSYM はシミュレーションソフトで、バーチャル PLC として実行することにより、実際の PLC にて実行しているのと同じ状態でプログラムの動作確認 (オンラインモニタ) ができるため、新規作成や改造変更のプログラムを事前に検証することができる。

5.4 マスタードライブ

マスタードライブ VC は全デジタル制御の電圧形 IGBT インバータである。高精度ベクトル制御機能を有している。シングルドライブにおいても、マルチドライブシステムにおいても、最適なインバータ構成が可能である。

マスタードライブは EN, IEC, UL, CSA 等関連する国際規格や規制の条件を満たしており、世界の至る所で使用可能である。マスタードライブのポイントを以下に示す。

- ・コンパクトユニット：0.55～37 kW
- ・シャーシユニット：45～2,300 kW
- ・キャビネットユニット：45～6,000 kW

5.5 Drive ES

Drive ES Basic はシーメンス製ドライブのスタートアップ、保守、診断のための便利なツールである。STEP 7 に統合できるほか、PC にインストールしてスタンドアロンで使うこともできる。

Drive ES Graphic は SIMATIC のプログラミング言語の一つである CFC (Continuous Function Chart) を使ってグラフィカルにマスタードライブの設定ができる。又、Drive ES SIMATIC を使うことにより CPU とドライブ間のインターフェースが簡単なパラメータ設定だけでできるようになる。加えて Drive Monitor は高速トレースバックが可能であり、ドライブの試運転調整でゲイン決定に有効なステップ応答のトレンド表示ができる。

5.6 HMI

HMI に関する特色を以下に示す。

- ① WinCC は PC ベースのソフトウェアで小規模なシングルユーザから大規模システムに適用できる。クライアント/サーバ方式に対応しており(サーバ：最大 12 台，クライアント：最大 32 台)，Web ナビゲータでインターネットからアクセス可能，2 重化に対応してシステムの信頼性がアップする。動作は Windows 2000 Professional/XP Professional で行なう。
- ② ProTool/Pro は現場用オペレータパネルから汎用 PC による集中監視まで広範囲に適用できる。一つのソフトで SIMATIC オペレータパネル全機種 (63 機種) と汎用 PC に対応する。動作は，Windows 98 SE/ME/NT 4.0/2000 Professional/XP Professional 上で行なう。

これらの HMI は以下の機能を持っている。

- ・統合化により，画面上のタグを PLC で作成したシンボルに連結可能
- ・PLC のデータアドレス変更により HMI のタグが自動的に同期
- ・システム診断の自動エラー表示機能を標準搭載

5.7 オペレータパネル

画面サイズは 5～18 インチまで豊富にそろっている。ほとんどのメーカーの PLC と接続できる。欧米やアジア言語を含む幅広い言語をサポートしていて，グローバルに適用可能である (オンラインで 5 言語切替え可能)。

5.8 ネットワーク

5.8.1 PROFIBUS

IEC 規格に認定された世界的に標準化が進んでいるフィールドバスである。

ネットワーク上に複数のマスタを接続し，それぞれのマスタの同時通信リクエストを制限するトークンパッシング方式と，マスタ/スレーブ通信方式を併用したハイブリッド方式である。

全てのスレーブステーションは GSD ファイルと呼ばれる通信定義ファイルを持ち，この GSD ファイルとプログラミングツールにより簡単にシステムを構築できる。システムのポイントを以下に示す。

- ・高速，大容量通信：最大 12 Mb/s，最大 126 局，244 Byte/局
- ・電気ケーブル (2 線式ツイストペア)/光ファイバケーブル対応

5.8.2 Ethernet

Ethernet のポイントを以下に示す。

図 3 PROFInet での対応

- ・100 Mb/s の高速レート (10 BASE-T/100 BASE-TX 対応)
- ・電気ケーブル/光ファイバケーブル対応

5.8.3 PROFInet

ハードは Ethernet をベースにしている，今後ますます高速度，高信頼性，低コストのネットワークとして発展し，将来性が期待できる (図 3)。

方式としては，以下の 3 種類がある。

- ① 標準チャンネル方式：TCP/IP による通常の IT ソフトで使用する標準チャンネル方式で，ベンダに依存しない異機種 PLC や PC 間通信に適している (通信周期：100 msec 程度)。
- ② RT チャンネル方式：標準チャンネルと固定周期のサイクリックデータ伝送を行うリアルタイムのチャンネルを両立させる方式である。フィールドバスと同等のリアルタイム性を実現できる (通信周期：10 msec 程度)。
- ③ IRT チャンネル方式：リアルタイムスイッチング装置を追加することによりモーションコントロールの用途に対応できる方式である (通信周期：1 msec 程度)。

5.8.4 AS-Interface

AS-Interface はフィールド機器のために開発されたメーカー依存性のない標準ネットワークシステムである。

フィールドレベルのセンサ，アクチュエータ，現場操作箱は 1 本の 2 芯ケーブル (信号と電力を 1 本の 2 芯ケーブルに乗せる) のみで PLC や PC とネットワーク化できるため，省配線において大幅な効果がある。又，1 回線で 62 台のスレーブ機器が接続できる (通信

サイクル：5 msec/31 台)。

このように、AS-Interface は設備の効率化とフレキシビリティの向上に寄与できる。

6. 長期安定供給

1979 年から使用されている S5 シリーズは、1994 年に開発された S7 シリーズに代替されているが、S5 シリーズの製品供給は 2015 年まで可能となっている。

つまり、供給開始から 36 年間（新シリーズへの移行後 20 年間）もの長期間において製品を供給できる体制が整っていることになる。

機能アップをしながら製品供給を維持するために、多大な研究開発投資をしており、TIA のコンセプトにもとづいて開発された電気品においては、一度選定したシステム用電気品は長期間安定供給されるため、投資が無駄になることはない。