

第7回 オフセット除去のメカニズム

ワイド制御技術研究所 所長 広井 和男
ひろ い かず お

前回、PI制御系では、偏差がなくなるまで修正動作をし続けるI制御の機能によって、P制御系で発生していたオフセットを除去できることを説明しました。今回は、I動作によってオフセットが除去できるメカニズムを考えてみましょう。

1. 負荷増加時のオフセット除去

加熱炉の温度制御で負荷(原料流量)が増加した場合に、PI制御ではオフセットを除去できるメカニズムを図1に示します。図において、x軸は温度 $T(^{\circ}\text{C})$ 、y軸は操作信号 $MV(\%)$ です。また、点線は負荷特性曲線を、実線はPおよびPI制御特性直線を示します。目標値 T_s と負荷特性曲線の交点Aにおいて、P制御特性直線が交叉する

ようにP制御のバイアス b を調整して、その値を b_A とします。その後のP制御特性直線は(1)式で表されます。

$$MV = K_P \times e + b_A \quad \dots (1)$$

MV : 操作信号

K_P : 比例ゲイン

e : 偏差 $(= T_s - T)$

b_A : バイアス

今、A点、つまり目標値 T_s 、負荷(原料流量) L_1 、バイアスが b_A で、偏差がゼロのバランス状態にあるとします。この状態から負荷が L_2 に増加した場合にも温度 T を目標値 T_s に維持するためには、操作信号はB点に相当する b_B になる必要があります。しかし実際には、P制御では(1)式で制御されるため、P制御特性直線と負荷特性曲線 L_2 との交点Cで安定し、オフ

セット($T_s - T_c$)が発生することになります。

ところが、PI制御では制御式が(2)式のようにになります。

$$MV = K_P \times e + (b_A + \frac{K_P}{T_I} \int_0^{t_n} e \, dt) \quad \dots (2)$$

T_I : 積分時間

t_0 : I制御をスタートさせた時刻

t_n : 現在の時刻

つまりPI制御にすると、偏差 e をゼロにするバイアスが、(2)式に示すように b_A をスタート点として偏差 e の積分値によって自動的に修正されることになります。すなわち、偏差 e の大きさに比例した速度で、偏差 e がゼロになるまで、バイアスの大きさを修正し続けます。図1において、負荷が L_1 から L_2 に増加すると、偏差をゼロにするバイアスが b_A から b_B に偏差 e の積分値によって自動的に修正され、定常偏差 e はゼロになり、オフセットが除去されて制御量が目標値にピッタリ一致することになります。

あらかじめゼロと定めている状態に戻すことをリセット(reset)するといいます。積分動作は、偏差 e をゼロにするようにバイアスの値を修正することからリセット動作(reset action)とも呼ばれています。偏差 e がゼロになるようにバイアスの大きさを手動で調整することを手動リセットと呼び、積分動作で自動的に調整することを自動リセットと呼びます。

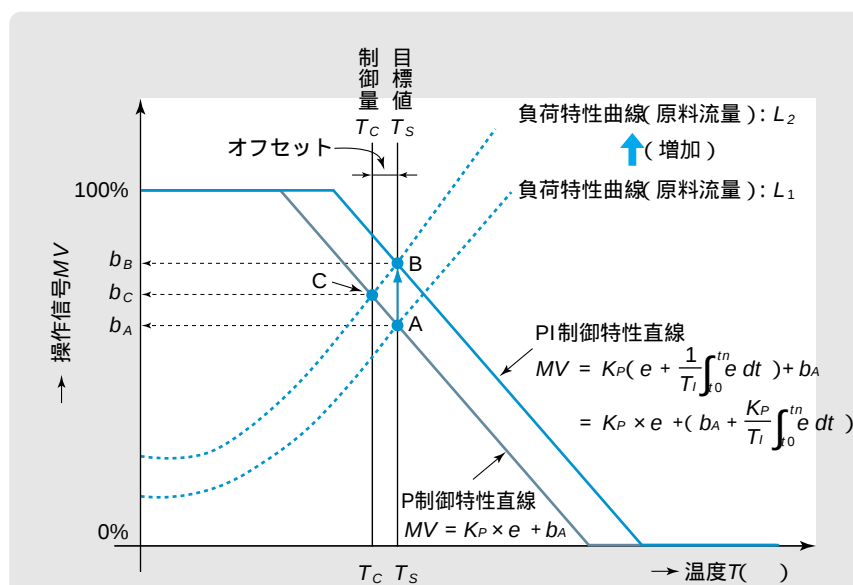


図1 PI制御でオフセットを除去できるメカニズム(負荷増加時)

2. 負荷減少時のオフセット除去

詳しい説明は省略しますので、前記1項の負荷増加の場合を参考にしながら作図して、負荷が減少した場合に、PI制御ではどのようなメカニズムでオフセットを除去できるかを確認してみてください。

3. 目標値上昇時のオフセット除去

原料流量(負荷)は一定の状態、目標値を上昇させた場合に、PI制御でオフセットを除去できるメカニズムを図2に示します。図において、目標値を T_{S1} から T_{S2} に上昇させた場合、目標値が T_{S1} のときには偏差をゼロにするバイアスが交点Aに対応した b_A であったものが、目標値が T_{S2} になったときには偏差をゼロにするバイアスは交点Fに対応した b_F にする必要があります。これに対して、PI制御では制御式が3式のようになり、偏差 e をゼロにするためのバイアスは、 b_A をスタート点として偏差 e を積分することによって、偏差 e に比例し

た変化速度で、偏差 e がゼロになるまで自動的に修正されて交点Fに対応したバイアス b_F になります。

$$MV = K_P \times e + (b_A + \frac{K_P}{T_I} \int_0^{t_n} e \, dt) \dots (3)$$

e : 偏差 $(= T_{S2} - T)$

このように偏差 e をゼロにするバイアス値が自動的に修正されて偏差 e はゼロになり、オフセットが除去されて制御量が目標値にピッタリ一致することになります。

4. 目標値降下時のオフセット除去

詳しい説明は省略しますので、前記3項の目標値上昇の場合を参考にしながら作図して、目標値を降下させた場合に、PI制御ではどのようなメカニズムでオフセットを除去できるかを確認してみてください。

5. PI制御の特徴と使い方

これまでに得られたPI制御の特徴と使い方に関する知見をまとめますと、次のようになります。

(1)PI制御は、P制御とI制御の

著者紹介



広井 和男

ワイド制御技術研究所
所長

(TEL: 0426-51-2802)

E-mail: kazuhiro@h8.dion.ne.jp

両者の長所を活かす形で組み合わせたものです。P制御は、制御系に偏差が発生したとき、制御量が定常状態に達するまでに時間的にどのような経路を辿って応答するかという「動特性」の調整を分担し、I制御は応答が定常状態に達してからの状態がどうなるかの「静特性」の調整を分担します。

(2)PI制御は、負荷が変化しても目標値が変化しても、制御応答特性の「動特性」を良好に制御できるとともに、「静特性」ではオフセットを除去して制御量を目標値にピッタリ一致させることができるという制御の基本機能を満たしていることから、最も基本的な制御技術と位置付けることができます。

(3)PI制御は、制御する対象(制御対象)の特性がむだ時間を含まないうか、むだ時間があっても小さい場合に適しています。具体的には、流量、圧力、液面などの制御に適しています。

一般的なプロセス制御では、使用されているPID制御全体の中で、PI制御が60～90%を占め、多用されています。

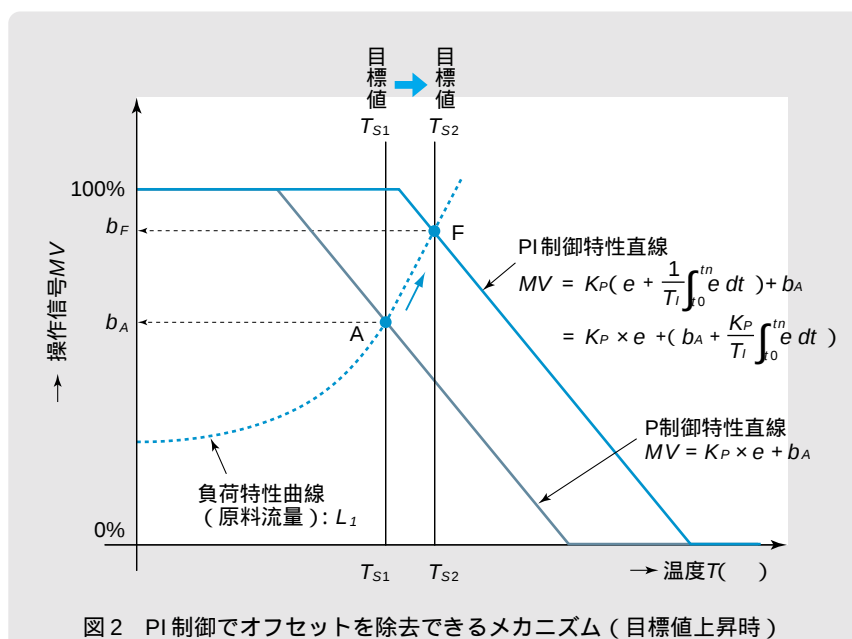


図2 PI制御でオフセットを除去できるメカニズム(目標値上昇時)

「第5回 オフセットが発生するメカニズム」補足説明

ワイド制御技術研究所 所長 広井 和男
ひろ い かず お

連載 PID制御のお話「第5回 オフセットが発生するメカニズム」(本誌2004年6月号掲載)の内容について、読者から一部説明が解りにくいところのご指摘がありましたので、補足説明させていただきます。ご参考にしていただければ幸いです。

1. 「3. 目標値上昇時のオフセット」の説明

目標値上昇時のオフセットの説明が解りにくいところのご指摘がありましたので、次のように修正補足します。

【補足説明】

図1に、原料流量(負荷)は一定状態で目標値を上昇させた場合に、オフセットが発生するメカニズムを示します。

図において、今、A点、つまり目標値 T_{S1} 、負荷(原料流量) L 、バイアスが b_A で、偏差がゼロのバランス状態にあるとします。この状態から、負荷は一定で目標値を T_{S2} に上昇させた場合に、オフセットがどのように発生するかを追ってみます。制

御量が新しい目標値 T_{S2} になるためには、操作信号 MV は目標値 T_{S2} と負荷特性曲線 L との交点 F に相当する大きさのバイアス b_F をとる必要があります。しかし、実際には、(1)式に示すP制御特性直線(b)で制御されるため、目標値が T_{S2} になった瞬間からG点を通るP制御特性直線(b)で制御されます。

$$MV = K_P \times (T_{S2} - T) + b_A \dots (1)$$

この操作信号 MV を受けて、加熱炉出口温度はA点から上昇を始め、負荷特性曲線 L とP制御特性直線(b)との交点 H で安定することになります。つまり、加熱炉

出口温度は T_H で安定し、オフセットの大きさは $(T_{S2} - T_H)$ になります。

2. 「5. P制御の使い方」の説明

説明不足の部分がありましたので、次のように修正補足します。

【補足説明】

現在出ているオフセットを所定目標値の反対側に移動するには、温度の応答を見ながらバイアスの大きさをゆっくり調整して、オフセットが反対側に移動したことを確認すれば、完了です。 ■

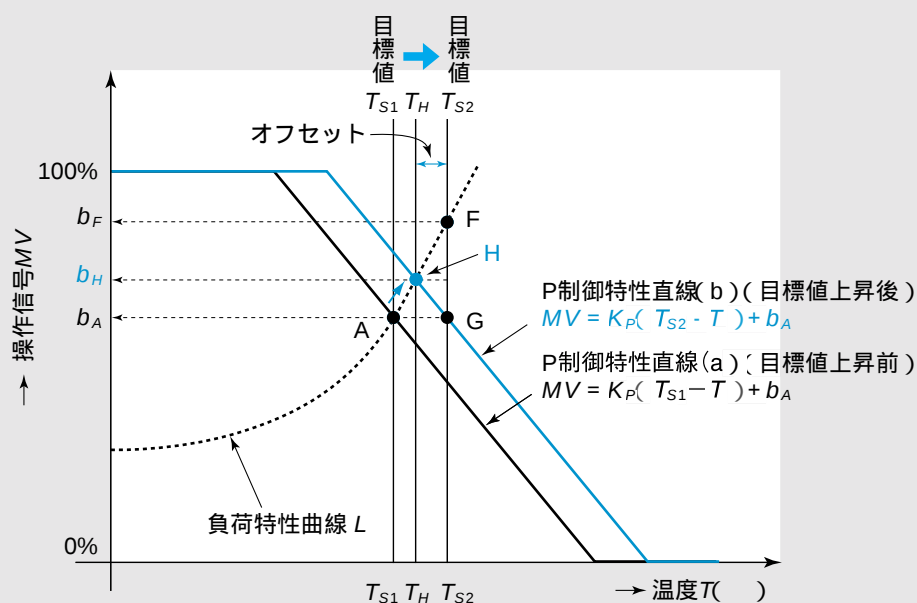


図1 オフセットが発生するメカニズム(目標値上昇時)

エム・システム技研の 特殊仕様変換器への対応(2)

(株)エム・システム技研 開発部 高原 正邦
たか はら まさ くに



はじめに

2004年3月号の本誌では、エム・システム技研が、お客様のご要望にお応えし、積極的に製作に取り組んでいる特殊仕様製品についてご紹介しましたが、今回は、お客様のご要望を受けてから特殊仕様製品が製作されるまでの流れについてご紹介します。

お客様からのご要望

エム・システム技研では、お客様窓口としてホットライン(フリーダイヤル0120-18-6321)を設けています。こんな製品がないか、この製品でこんなことができないかなど、質問、疑問をおもちのときはぜひご利用ください。

標準製品で対応できないものについては、特殊仕様製品にて対応できるかどうかを検討させていただきます。

特殊仕様の検討

特殊仕様の検討結果は、お客様への翌日回答を原則としています。ご要望の特殊仕様への対応可否を検討するために実験を必要とする場合や、特殊仕様製品に使用する部品の納期を部品メーカーに確認する場合など、検討に数日かかることもあります。あらかじめお客様にご連絡した上で、検討期間

をいただいています。

エム・システム技研では、お客様からの特殊仕様のご要望に対し、「お断りしない」ことを念頭におき、検討させていただいています。毎月約150件の特殊仕様を検討する中で、どうしてもお受けすることができない特殊仕様が数件はありますが、このようなときは、「複数の変換器の組合せ」で代替案を提案させていただくことがあり、また、エム・システム技研が不得意とする分野では、他のメーカーを紹介させていただくこともあります。

特殊仕様の確認

特殊仕様の検討結果、製作可能となった製品については、標準製品の仕様から異なる点をご連絡する「特殊仕様のご案内」の文書を提出させていただくとともに、お客様からのご要望があれば、特殊仕様専用の仕様書・取扱説明書を作成します。また、外形図に変更がある場合は、必ず専用外形図を提出させていただきます。そこでこれらの資料をご覧になり、ご要望になった製品仕様のとおりであることをご確認のうえ、ご発注ください。

特殊仕様製品の製作

お客様からのご注文を確認したのち、特殊仕様製品の製作を行います。特殊仕様製品であるため、標

準製品とは異なる工程(製作方法・調整方法・検査方法など)が必要になりますが、エム・システム技研では、短期間で特殊工程の指示・作業を行い、お客様のご希望納期にお応えするよう努めています。ほとんどの場合、標準製品と同じ納期で対応させていただいています。

おわりに

簡単ではありますが、お客様のご要望から特殊仕様製品が製作されるまでの流れについてご紹介しました。

なお、特殊仕様製品には、特殊仕様ごとに採番した管理番号をラベル(Special Label)に印字し貼付しています(図1)。この管理番号が分かれば、同じ特殊仕様製品の追加製作が可能です。また、出荷後のサポートも標準製品と同様に行わせていただいています。

エム・システム技研では、今後もお客様からのご要望にお応えし、特殊仕様変換器の製作の検討をさせていただきます。

お困りのときは、ぜひお客様窓口ホットラインにお気軽にお電話ください。 ■



図1

お客様訪問記

新日本製鐵(株)八幡製鐵所の燃焼制御プラントに 標準採用されたリモートI/O R5シリーズ

(株)エム・システム技研 インサイド営業部 金本 義孝
かなもと よし たか



今回は、新日本製鐵(株)八幡製鐵所に標準採用されたリモートI/O R5シリーズについて、エンジニアリングを担当されたニッテツ八幡エンジニアリング(株)の小西 秀明^{なめだ}様、滑田 俊雄様、小倉 一毅様と(株)日鉄エレクトックスの古賀 政彦様にお話を伺いました。

[金本] 今回導入されたリモートI/O R5シリーズは、製鐵所のどのような設備で使われていますか。

[小倉] ステンレス厚板の加熱・冷却設備、ステンレス鋼板、電磁鋼板の酸洗焼鈍設備など、高品質材を生産する設備です。

[金本] CC-Link 対応の R5 シリーズをご採用いただいた経緯をお



図2 ステンレス厚板の設備

教えいただけませんか。

[滑田] 従来使用してきた DCS は、高機能、高信頼性が特徴ですが、高価であること、メーカー固有の専用ハードウェア・ソフトウェ

アを熟知していないと、機能変更などを簡単に行えないという問題がありました。

そこで、DCS のリブレースに際し、汎用 PLC を利用した制御方式

■ NiceStar (ナイスター)

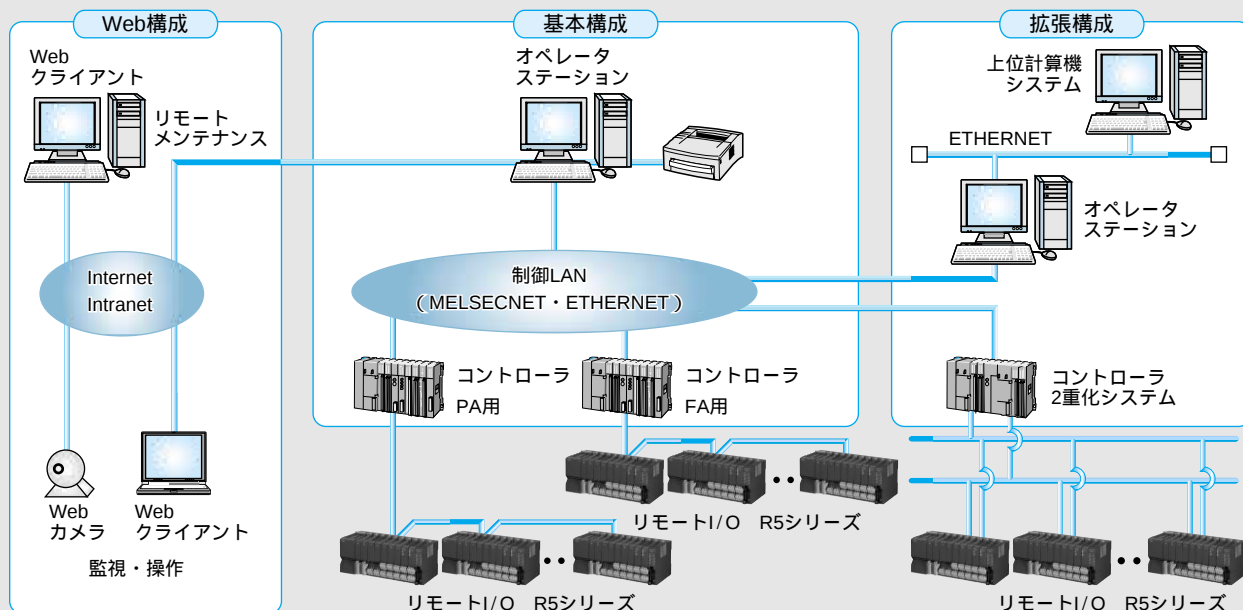


図1 システムの機器構成(一例)

を採用するとともに、汎用パソコンで監視・操作できるシステムの標準化を検討しました。

〔古賀〕汎用PLCとして、所内にすでに多数導入されている三菱電機製PLCを選定し、最適なオープンネットワーク化を実現するため、CC-Linkを採用し、データベースの構築を行いました。

さらに、システムの信頼性向上を目指し、電源、通信、I/Oの2重化を検討しました。

調査の結果、電源を2重化した既製の製品はありましたが、通信およびI/O自体を2重化した製品はありませんでした。

〔滑田〕メーカー数社と通信およびI/Oの2重化に関する相談を行ったところ、エム・システム技研だけが、我々のニーズに対し、積極的な対応をしていただけるとの回答でしたので、R5シリーズを標準採用しました。

〔金本〕今回I/Oを2重化した製品を開発したわけですが、なぜこれが必要だったのか、もう少し詳しくお教えてください。

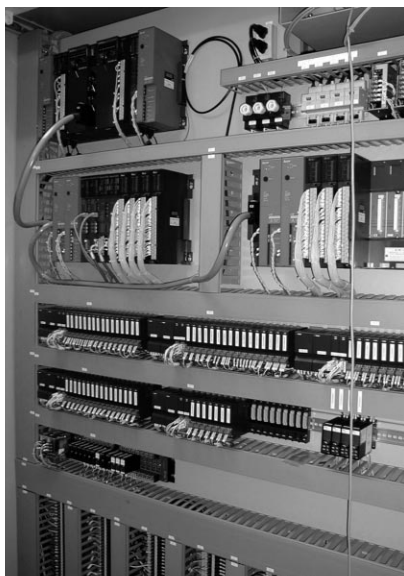


図3 制御盤内(一例)

〔小西〕設備の保守要員の削減が進むなか、トラブル発生時の迅速な対応が困難な場合があります。2重化することで、小トラブルに起因する損失を最小限に抑制することができます。

2重化を必要としないケースでは、従来のシングル版を採用することで、コスト削減を図れるようにしています。

〔小倉〕一例としては、約200点の入出力信号のうち、とくに重要な30点程について2重化しました。

短期間で製品開発を完了していただいたおかげで、プラントの円滑な立上げを実現することができました。

〔金本〕リモートI/O R5シリーズを採用されたシステムについて教えてください。

〔小西〕このシステムは、従来DCS使用の鉄鋼プラントで培ったノウハウを凝縮し、日鉄エレックス殿が上位の監視システムを、ニッテツ八幡エンジニアリングがPLC向け制御ビルダーを、それぞれ開発・製作したシステムであり、「NiceStar(ナイスター)」というブランドで展開しています。すでに、当所以外にも、新日鐵住金ステンレス(株)光製造所殿をはじめ、約15システムの実績をもっており、今後も鉄鋼だけで

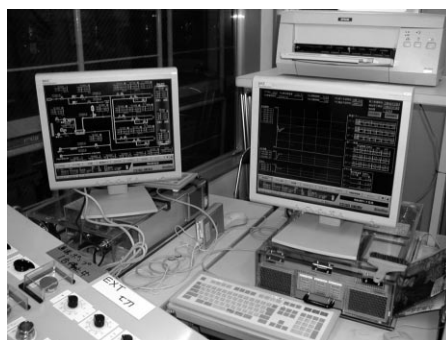


図4 操作・監視端末



ニッテツ八幡
エンジニアリング(株)
技術部 計装エンジニアリング
グループ 部長
小西 秀明 様



(株)日鉄エレックス
プラントエンジニアリング部
計装制御グループ 部長代理
古賀 政彦 様



ニッテツ八幡
エンジニアリング(株)
技術部 計装エンジニアリング
グループ 課長
滑田 俊雄 様



ニッテツ八幡
エンジニアリング(株)
技術部 計装エンジニアリング
グループ 課長
小倉 一毅 様

なく様々な業種を対象に提案させていただく予定です。

〔金本〕R5シリーズを標準採用いただき、ありがとうございました。また、本日はお忙しいところ、時間をさいてご説明いただき、ありがとうございました。 ■

本システムについての照会先：
ニッテツ八幡エンジニアリング(株)
技術部 計装エンジニアリンググループ
部長 小西 秀明 様
〒804-8501
福岡県北九州市戸畑区飛幡町 1-1
TEL .093-872-6645
FAX .093-872-6924

(株)日鉄エレックス
プラントエンジニアリング部
計装制御グループ
部長代理 古賀 政彦 様
〒804-8588
福岡県北九州市戸畑区大字中原
46番59号
TEL .093-288-5915・5916
FAX .093-288-5921

(株)エム・システム技研
インサイド営業部 金本 義孝
TEL .06-6659-8200
FAX .06-6659-8510

AMS ソフトウェアと エム・システム技研製品（B6U / B6U-B）の対応

（株）エム・システム技研 開発部 浦谷 勝一
うら たに しょう いち

はじめに

HART 通信^{注1)}用各種フィールド機器の詳細情報を設定管理するために、便利な、HART メンテナンス・システム用ソフトが、現在世界的に使用されています。

今回は、HART通信フィールドの機器管理ツールである、AMS(アセットマネジメントソリューション)ソフトウェアをご紹介します。

1. AMS の概要

AMS は、HART 通信対応の現場計器を、リアルタイムで監視する管理用ソフトウェアです。

世界標準である HART プロトコルを用いて、取り込んだ機器情報を一元管理します。

AMSのアプリケーションにおける機器接続例を図1に示します。

AMSソフトウェアをインストー

ルしたコンピュータからHARTマルチプレクサを通して、オンラインでHART 通信対応フィールド機器にアクセスし、機器自己診断情報設定、キャリブレーション設定、コンフィギュレーション設定を自由に実行できます。

2. AMS の特長

(1) スタートアップ

HART機器をつなぐと、自動的に接続機器を認識し、データを表示することができます。認識された機器については、“ドラッグ&ドロップ”^{注2)}で簡単にデータベースを構築できます。

(2) リアルタイム

表1

● AMSなし

人数	時間(分)	作業内容	作業費
1	80	設定	\$ 100.00
2	10	配線チェック	\$ 25.00
2	35	ループチェック	\$ 87.50
1	40	レポート作成	\$ 50.00
合計			\$ 262.50

● AMSあり

人数	時間(分)	作業内容	作業費	削減コスト
1	16	設定	\$ 20.00	\$ 80.00
1	5	配線チェック	\$ 6.25	\$ 18.75
1	10	ループチェック	\$ 12.50	\$ 75.00
1	5	レポート作成	\$ 6.25	\$ 43.75
合計			\$ 45.00	\$ 217.50

AMSを使用した場合の現場機器1台あたりの削減コスト \$ 217.50

HART 機器をリアルタイムに監視することによって、現場機器の故障発生時に即座に対応するとともに、故障個所の特定がすばやく行えます。

(3) 経費削減

表1は、エマーソン社から出されている資料で、スタートアップ時にAMSを使用した場合と使用しない場合の作業費を比較したものです。

詳細については、下記のホームページをご参照ください。

<http://www.emersonprocess.com/ams/solutions/solsavi.htm>

3. エム・システム技研における AMS 対応機種と アプリケーション例

(1) 対応機種

現在、エム・システム技研では、

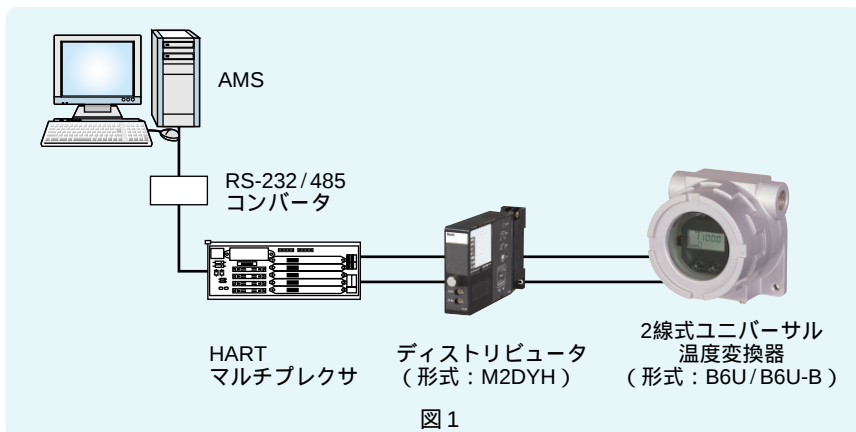




図2 2線式ユニバーサル温度変換器

B6U(2線式ユニバーサル温度変換器(本質安全防爆・HART通信対応))と、B6U-B(2線式ユニバーサル温度変換器(本質安全防爆・耐圧防爆・HART通信対応))が、AMSソフトウェアに対応しています(図2)。

(2)アプリケーション例

AMSソフトウェアのアプリケーションの一例を、以下にご紹介します。

デバイス接続図(図3)

AMSソフトウェアをインストールしたコンピュータにB6U / B6U-Bを接続すると、接続機器が自動的に認識されます。

デバイス変数表示(図4)

B6U / B6U-Bの設定内容と同時に、その入力値、出力値をリアルタイムに確認できます。

コンフィギュレーション

B6U / B6U-Bの設定を変更した

場合は、図5に示す設定画面を使って変更します。

なお、以上ご紹介したような例は、最近数多くお引合いをいただいています。



おわりに

エム・システム技研は、今後も、プロセスオートメーションへの取り組みを拡大し、設置、立上げ、保守、オペレーションにわたる、お客様のプロジェクトの立上げ時間を短縮できるように、また、世界標準のデジタルオートメーションシステムへの対応を心がけて参ります。

注1)HART通信とは、従来のDC4～20mAの信号にデジタル信号を重畳付加したプロトコルです。デジタル信号は双方向に通信でき、また現場計器の情報の収集、設定の変更を、現場計器を停止させることなく行えます。なお、HART通信の詳細については、本誌1998年11、12月号の「計装豆知識」をご参照ください。

注2)ドラッグ&ドロップとは、マウスを使った操作法の一つです。マウス操作によってデータやファイルの移動を行います。

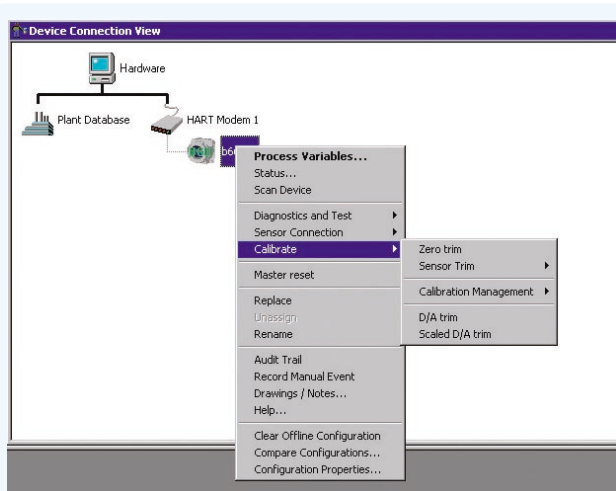


図3

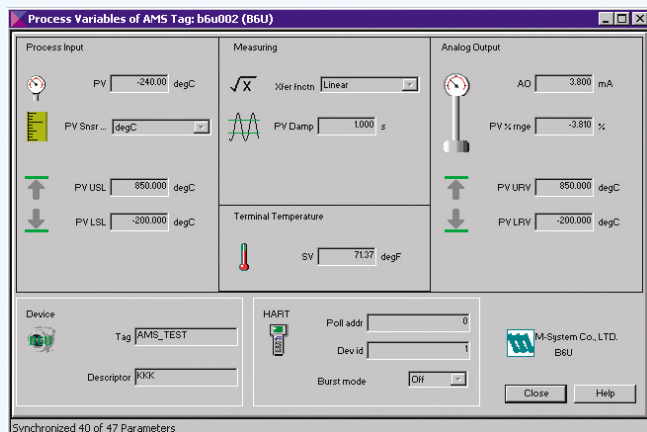


図4

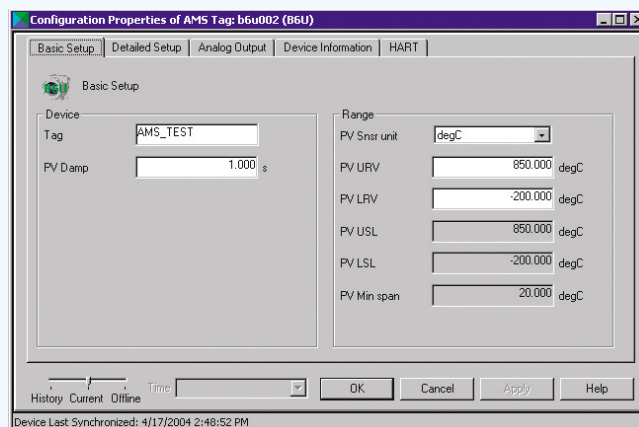


図5