

電力システムへの応用

斎藤 哲夫(さいとう てつお)

福富 孝一(ふくとみ こういち)

青木 仁弥(あおき じんや)

① まえがき

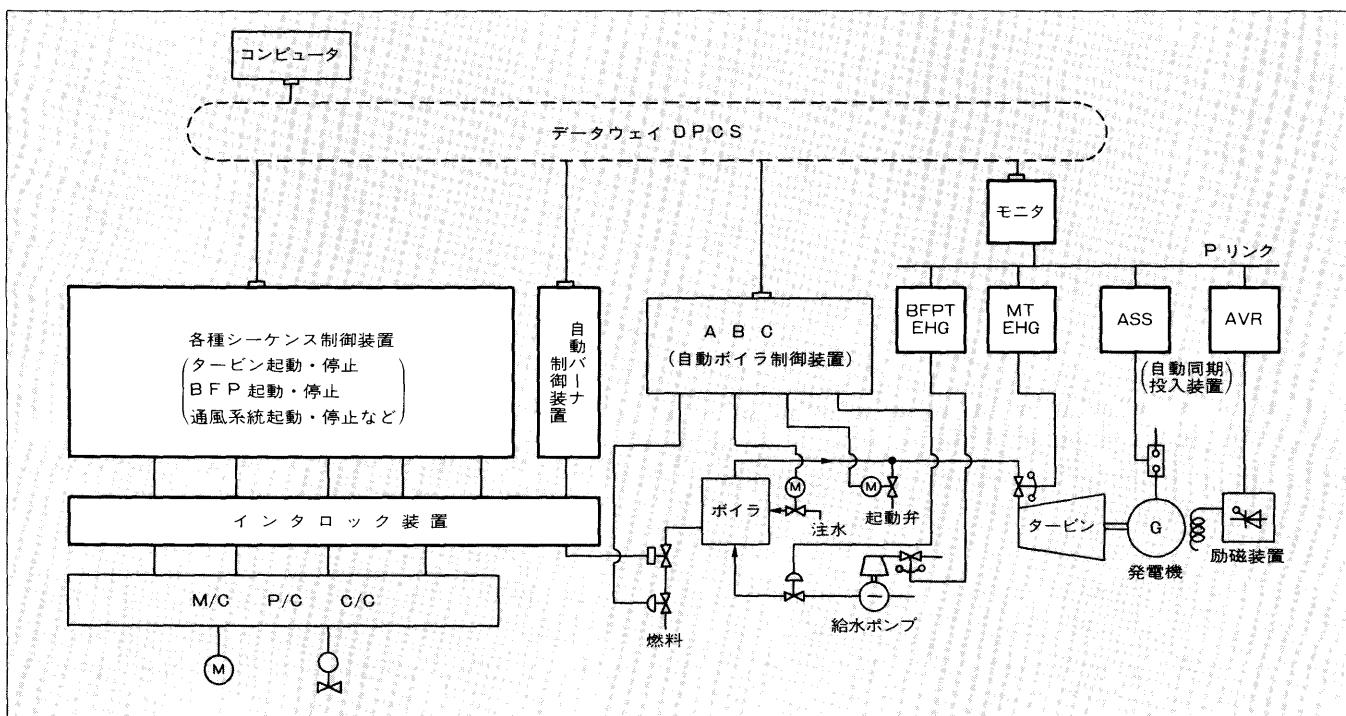
近年、プログラマブルコントローラ(PC)の信頼性や保守性の向上、更にはコストパフォーマンスの良さが実証されるにつれて、PCの電力システムへの適用は目覚ましく、PCシリーズの中でも特に規模の大きいものについては、電力システムの分野がその先鞭をつけているといつても過言ではない。

ここでは、電力の代表的分野である火力発電所、水力発電所及び変電所へのPCの適用について、最新技術や具体例を中心に述べる。

② 火力発電所への応用

図1に、火力発電所自動化・制御システムの構成例を示す。

図1 火力発電所自動化・制御システム構成例



斎藤 哲夫

昭和46年入社。発電設備の制御・保護システムの設計に従事。現在、電力システム技術統括部システム技術部課長補佐。



福富 孝一

昭和57年入社。発電設備の制御・保護システムの設計に従事。現在、電力システム技術統括部システム技術部。



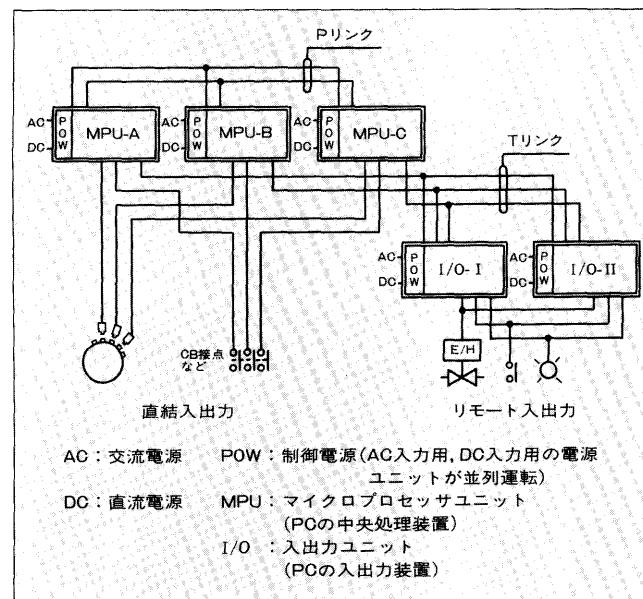
青木 仁弥

昭和59年入社。受変電設備の保護・制御システムの設計に従事。現在、電力システム技術統括部システム技術部。

表 1 PCの応用装置

デイジタル制御装置	(1) 主タービン電気油圧式ガバナ(MT EHG) (2) ボイラ給水ポンプタービン電気油圧式ガバナ(BFPT EHG) (3) 自動電圧調整装置(AVR) (4) 自動同期投入装置(ASS)
シーケンス制御装置	(1) 自動バーナ制御装置 (2) タービン起動・停止 (3) ボイラ給水ポンプ起動・停止 (4) 通風系統起動・停止 (5) 燃料系統起動・停止 (6) 循環水系統起動・停止 (7) 復水系統起動・停止
インタロック装置	(1) コントロールセンタ(C/C)用 (2) メタクラ(M/C)用 (3) パワーセンタ(P/C)用
自動試験装置	(1) 自動バルブ試験装置 (2) 自動タービントリップ試験装置 (3) 自動リレー試験装置
プラントの監視装置	

図 2 三重化ディジタルガバナ構成例



性の高いガバナ制御装置を構築できる。

また、自動電圧調整装置や自動同期投入装置などの制御装置についても同様である。

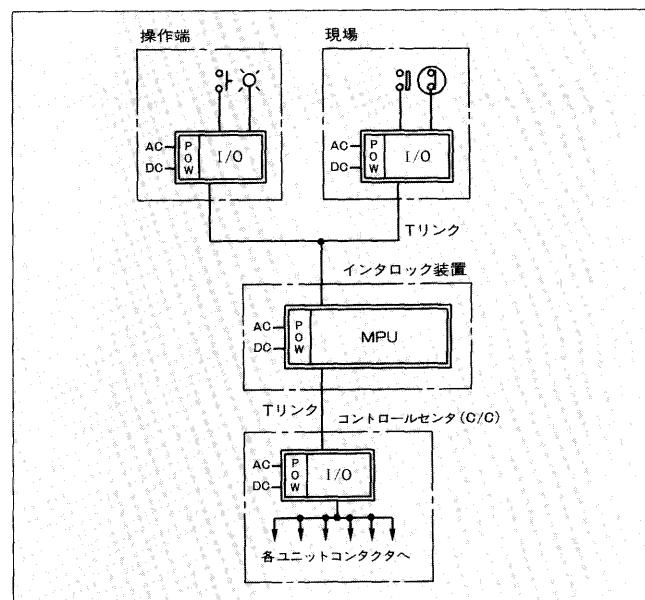
2.2 シーケンス制御装置

タービンの立上げは、多くのステップをふみ時間がかかる。その立上げを自動で実行させるために、PCを自動タービン起動装置に応用する。そうすることでケアレスミスをなくし、スムーズな立上げをすることができるようになる。また、通風系統や燃料系統などの起動・停止についても同様である。

2.3 インタロック装置

火力タービンを運転するには、ボイラに付随する多くのボイラ補機、あるいはタービンに付随するタービン補機を

図 3 インタロック装置とその接続例



制御しなければならない。その場合、現場リミットスイッチや操作スイッチなどの各種接点を取り込み複雑なインタロックを組むので、インタロックリレー盤の面数が非常に多くなる。そこで、図3に示すように操作端と現場とコントロールセンタに入出力装置(リモートI/O)を設置し、インタロックリレー盤の代わりにPCをインタロック装置として設置し、それらの間にターミナル間ネットワーク(Tリンク)で接続する。

そうすることで、以下に挙げる利点を得られる。

- (1) 盤面数及び設置スペースの大幅削減
- (2) インタロックリレー装置とコントロールセンタ(C/C)間のケーブル芯数の大幅削減及び配線工数の削減
- (3) インタロック変更の容易さ

この場合、インタロック装置のマイクロプロセッサユニット(MPU)及びリモートI/Oは多重化することで、装置の信頼性を一段と向上させることができる。

また、インタロック装置とリモートI/Oを結合するTリンクを光ケーブルにすれば、電波やノイズの影響を防ぐことができる。

2.4 自動試験装置

PCは、複雑な回路も簡単に実現できるので、若干の外部回路を必要とするが各種装置の自動試験装置に応用できる。したがって、各種装置の試験をプラントを停止することなく容易に実施することが可能となり、定期的に自動試験を実施することによってプラントの異常を早期発見することができる。

2.5 プラントの監視装置

図1に示すように各PC間をPリンクなどで結合することで、各装置の状態を収集し、プラント全体を監視するモニタ装置にPCを適用することもできる。

③ 水力発電所への応用

水力発電所においては、従来から適用している主機制御機能に加えガバナ、AVR、マンマシンインタフェース及び異常監視システムを包含した総合制御装置にPCが適用されている。

図4にシステムの構成例を示す。各機能を構成するPCは、プラントの規模・形態に応じて分散・集中配置ができ、データウェイを通じて結合される。また、I/Oユニットも、情報の集中している場所に分散配置することができる。

3.1 自動調速制御(ガバナ)及び自動電圧制御(AVR)への応用

高機能かつ高速のPCを応用したガバナ及びAVRには、以下の特長がある。

- (1) PID演算が主体であるが、これに水車・発電機の諸特性を盛り込み、非線形補償を行うことにより、制御性が向上する。
- (2) 電気量は電圧・電流瞬時値からの演算で求めることにより、専用の変換器が不要となる。
- (3) 制限機能については、従来の単一設定による制限から非線形演算による制限、外部要因(電圧・周波数など)に応じた制限ができ、機器の限界での有効な運用が図れる。
- (4) 必要に応じ、更に二次調整機能が付加できる。
- (5) センサ・出力部を含めた装置全体の監視及び異常発生時の処理が容易である。

図4 水力発電所における制御・保護・監視システムの構成例

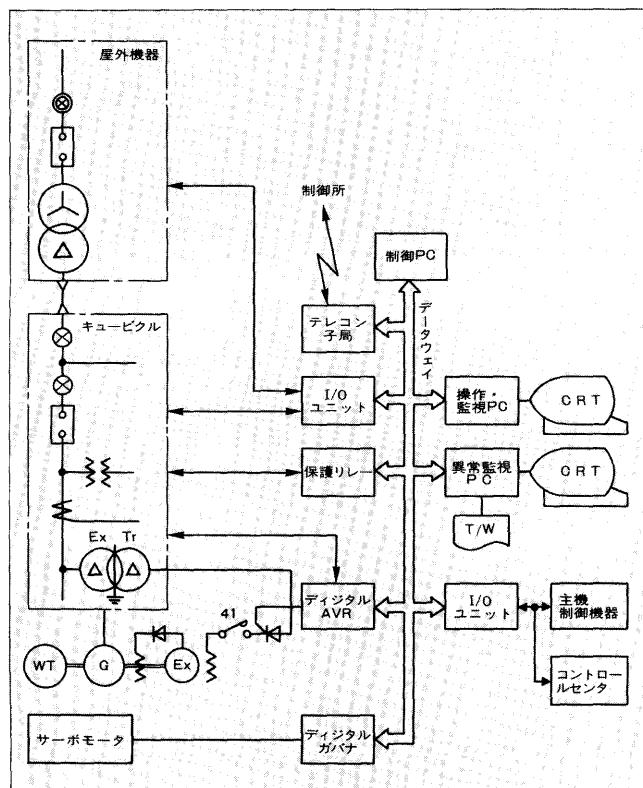
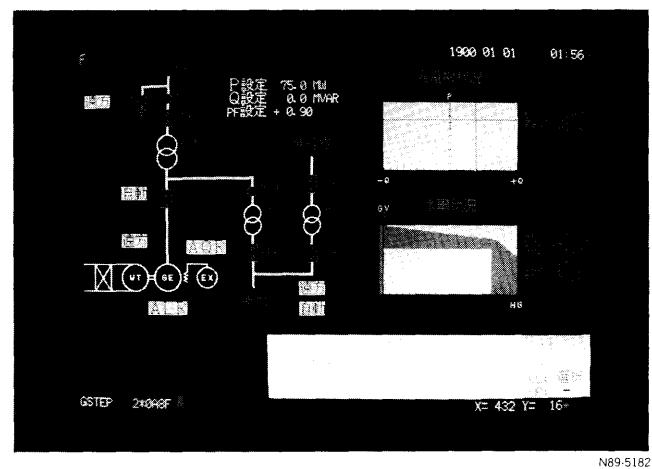


図5 発電機制御画面例



3.2 マンマシンインタフェース

CRTディスプレイを適用したマンマシンインタフェース装置には、以下の特長がある。

- (1) 操作は、キーボード上に配列された専用キー(あるいはライトペンなど)により操作対象機器を選択し、画面上で確認後、指令を出力する二段階操作とすることにより、集中制御装置の操作手順との統一化が図れる。
- (2) 遮断器などの動作表示は、機器シンボル及び母線の発光色を変更することにより状況を即時に明確に把握できる。
- (3) シーケンス状態表示は、水車・発電機をグラフィック化するとともに関連機器に近接して文字を表示することにより状態を明確に把握できる。
- (4) 計測は、運転状況に応じて表示内容を切り換えることにより、その時々に応じた最適な情報を見やすい形態で表示することができる。
- (5) 故障表示は、発生した故障項目、故障区分、発生・復帰時刻、発生場所及び設定値などの詳細な項目も合わせて表示することにより現象の的確な判断ができる。

図5に発電機制御画面の一例を示す。

3.3 異常監視システム

現在のセンサ技術及びPCの情報処理機能を応用し、異常の早期発見によるプラントの運転信頼性の維持・向上、事故の未然防止、巡回点検の効率化、省力化を達成する手段である異常監視システムには、以下の特長がある。

- (1) 異常の早期発見によりプラントの運転信頼性の向上、事故の未然防止及び巡回点検の省力化・効率化が図れる。
- (2) 異常を検出した時は、その前後の時刻におけるデータを表示・印字することにより異常原因の探索・処理に有効なデータを供給できる。
- (3) 保存している帳票(日報・月報)データ、及び異常データと現在データとの比較により機器の長期変化が監視できる。
- (4) 装置に伝送ユニットを付加することにより、制御所・電力所においても発電所の状態を監視できる。

4 変電所への応用 —変電所 CPT 監視システム—

4.1 システムの概要

本システムは、監視制御を二重化しているが、よく見受けられるメインとバックアップという方式ではなく、どちらもメインで運用することにより、操作性の向上を図るとともに、片系ダウン後立ち上がった時には正常系よりデータをコピーすることにより、データの連続性が得られる方針としている。

図6にシステム構成図を示す。

4.2 システムの運用方法

通常はどちらの系でも制御が可能なので、同じ遮断器に対しA系では入指令を、B系では切指令を同時にに出さないように、互いにインタロックを取らなければならない。このインタロックに「制御権」というものを設定し、制御権がなければ制御不可能としている。制御権の獲得の仕方は次の二通りの方法がある。

(1) 表示中の画面による制御権の獲得

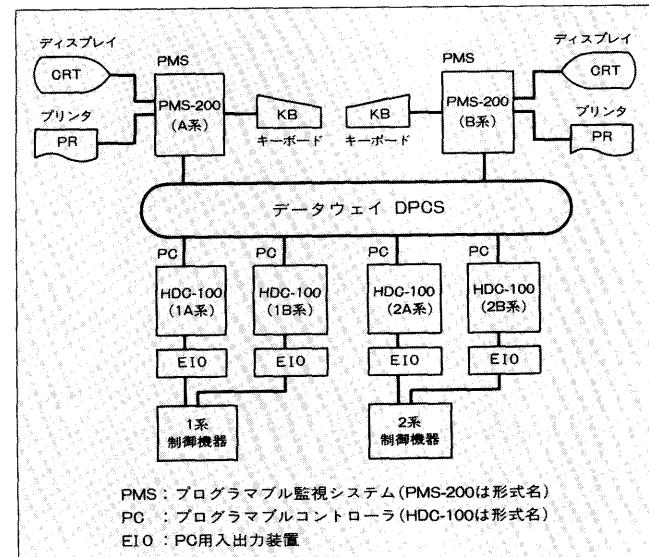
A系で、ある画面を表示させた時、B系で既にその画面が表示されていたなら制御権は獲得できない。B系の場合も同様である。これを「先表示優先」という。

(2) 機器選択ポジションによる制御権の獲得（ただし異なる画面で同一ポジションが存在する場合）

A系で、ある機器ポジションを選択した時、B系で既にそのポジションが選択されていたら、制御権は獲得できない。B系の場合も同様である。これを「先選択優先」という。

なお、表示中の画面情報・選択ポジション情報は常時相互にやり取りを行っており、常に相手の状況を把握している。また、A系とB系で同時に操作した場合、制御権の獲得がぶつかってしまうため、A系優先として同時衝突を防ぐ。

図6 変電所 CRT 監視システム構成図



突を処理している。

制御権を獲得した時は、CRT画面上に「制御権有」のメッセージを表示して制御可能なことを表している。

4.3 データコピー

A系ダウン後立ち上がった時に、B系の運転情報を確認し、正常に運用されていればB系のデータ（積算データなど）をコピーし、コピー終了後A系は正常運転に入る。B系の場合も同様である。この方法により、データの連続性

図7 スケルトン画面

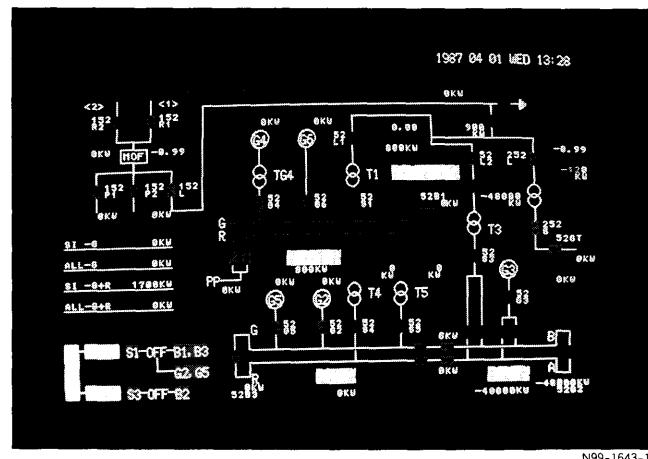


図8 デマンド監視画面

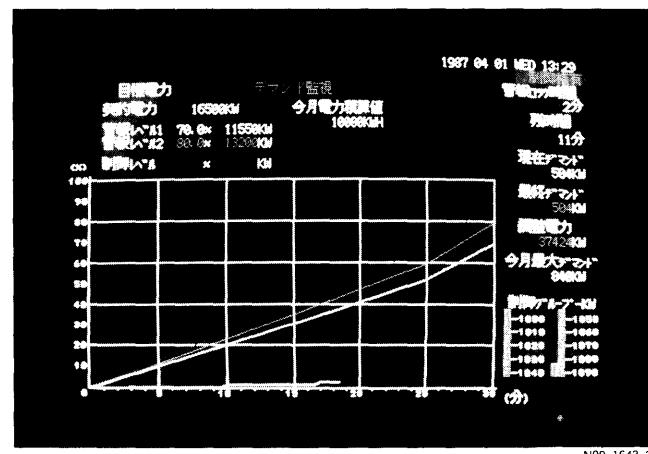


図9 デマンドカレンダ

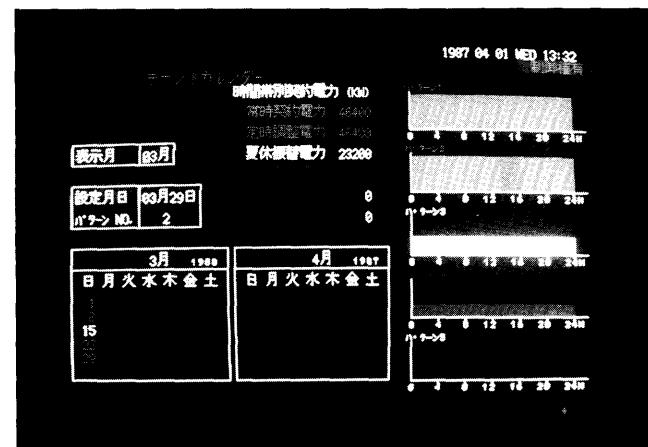


表2 機能概要

機能名	概要	画面数	ページ数	表示印字数
二重化システム	A系及びB系の運用形態、制御権の獲得、データの連続性を管理する。	—		
スケルトン表示	スケルトン画面を表示し、全体の運用状態を把握する。	6		
個別手動発停	スケルトン表示画面を用い、遮断器、断路器、真空電磁開閉器の入切及び変圧器OLTCの昇降操作を行う。	2		
札かけ機能	スケルトン表示画面を用い、線路機器への札かけ設定・表示処理を行う。	1		
切換スイッチ切換忘れガイド	変圧器OLTCを自動から手動に切換設定したままで、自動に戻し忘れる10分後にガイドメッセージを表示する。	1		
系統分離切換ガイド	各系の電力バランスをチェックし、設定値に応じた系統分離スイッチの切換指示メッセージを表示する。	1		
TAG No. リスト (不良データの補完処理)	アナログ及びパルス計測値をTAG No.で管理し、実入力データ不良時の代替入力を可能としている。	2	21	16×21=336
不良データの補完処理	TAG No. リスト画面を用い、実入力データ不良時の代替入力処理を行う。	1	1	max 16
アナログ計測値表示	アナログ計測値の現在値表示と、上下限のチェックを行う。	1	13	16×13=208
パルス計測値表示	パルス計測値の現在値表示と、メータの読み値表示を行う。	1	8	16×8=128
日報任意印字	任意に選択された日付の日報を、画面からの操作にて印字する。	2 (印字1)	10	12×10=120
故障表示・印字	故障入力の立上り、立下りを検出して警報を発するとともに、アラームメッセージを表示・印字する。	2 (印字1)	表示4 印字n	表示64 印字25×n
機器開閉記録	遮断器、断路器などの開閉動作の記録印字を行う。（故障表示・印字画面に含まれる）	—	—	
デマンド監視ガイド	契約電力に対して使用電力が超過しないように監視し、ガイドメッセージを表示する。	3	各1	
デマンドカレンダ	デマンド監視ガイド用に、日ごとの電力パターン（時間帯と5電力パターンの組合せ）を1年間分設定する。	1	1	
トレンド表示	計測データを任意サンプリング周期でトレンド表示する。	4	各1	
力率制御ガイド	無効電力計測値により力率制御のためのガイドメッセージを表示する。	2	各1	

が保障される。

ただし、両系同時に立ち上がった場合は他系のデータコピーはしない。

4.4 その他の機能

(1) スケルトン表示

スケルトン画面を表示し、全体の運用状態を把握する。また、この画面から機器の選択制御及び札かけの設定を行う。図7にスケルトン画面の一例を示す。

(2) 多時間帯デマンド監視ガイド

時間帯別に契約電力に対して使用電力が超過しないように監視し、制御ガイドメッセージを表示する。受電電力量パルスを積算し、予測デマンドが制御目標値を超過する場合は負荷遮断のメッセージを、余裕がある場合は負荷投入のメッセージを表示する。図8にデマンド監視画面を、図9にデマンドカレンダ画面を示す。

(3) その他

その他、日報印字、故障表示・印字などの標準的なロガ

一機能のほかに、力率制御ガイド、トレンド表示などの機能も有している。なお、詳細は表2の機能概要に記す。

5 あとがき

以上、電力システムにおけるPCの適用について、最新技術の動向や具体例を紹介した。

電力システムでは極めて高い信頼性が要求されることもあって、一般的に新しい製品の採用には慎重であるといわれているが、まえがきに述べたような理由やPCの持つフレキシビリティなどにより、PCが広い分野で積極的に採用されつつあり、近年その傾向は、例えば発電所の最重要制御機能であるガバナやAVRにまで及んでいる。今後はMMI(マンマシンインターフェース)、予防保全、更には運転支援システムなどを含めて発電所や変電所の制御・保護・監視などについて全ディジタル化の方向が一段と加速されるものと考えられる。



*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。