

清水建設研究所設備のコンピュータ制御システム（その4）

—電気設備システム—

矢花 吉治
(設備部)

清瀬 啓二
(設備部)

§ 1. はじめに

近年、ビル設備の運転制御は個別設備の運転管理から設備の総合管理への方向を示しつつある。したがってこの章では、電気設備と他設備との情報交換を中心にして、電気設備システムの紹介を行なう。

システムは次のように構成される。

- 1. 一般電気設備
 - 2. 計装設備
 - 3. 応用プログラム………ソフトウェア
- } ハードウェア

§ 2. ハードウェア

2.1 一般電気設備

一般電気設備の特徴は次の3点である。

まず第1に、通常の中央監視盤、およびローカル動力制御盤の電流計を全廃したことである。監視盤に代るものとしてCRT (Cathode Ray Tube) を主体としたオペレータコンソールディスクを採用したことである。在来の指示計器によるアナログ表示にかえて、デジタル表示による絵やグラフにより全設備の状況を示すことができる。(写真-1 参照)

第2に、すべての機器が遠方操作が可能であることである。完全なDDC制御を行なうためにもモータ類、ヒートポンプ、配電盤ブレーカなど、端末機器がすべて遠方操作が可能でなければならない。

第3に、制御用コンピュータへの無停電装置が設置されていることである。これは特徴というより、DDC制御を行なう場合にはいわば前提となるものといえるかもしれない。(図-1、表-1 参照)

2.2 計装設備

電気設備においては、一般電気設備自体、計装的な機能を持ち、検出端は大部分が一般電気設備に属している

— シュヘンチン ケイソウ リスト

*** コクアツ セツヒ ***

ホセン	R-S	5920V	シュウカスツ	49.6HZ
ホセン	S-T	5935V	リキリフ	-95.7%
ホセン	T-R	5928V		
ホセン	R	13A		
ホセン	S	18A		
ホセン	T	18A		

写真-1 DNK-1

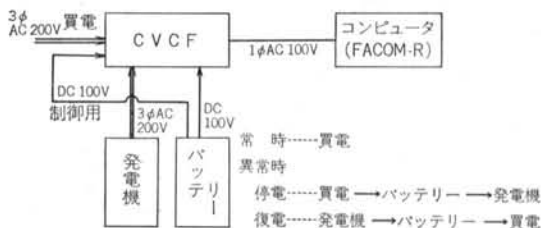


図-1 無停電装置構成図

	コンピュータ・ストップ電源	CVC F 出力
電 圧	90V以下	100V 許容電圧変動範囲 定常 ±2% ±8%
検出時間	2ms	負荷変動切替時変動時間 0.1sec

表-1 コンピュータ・CVC F電源規格

といえる。これは、極度のローカル制御形態が確立された結果といえる。本区分においては、検出端部分も、計装設備としてとらえ、記述することとする。

計装設備は、a) 作動系、b) 検知および発信系、c) 伝送系に大別される。

- a) 作動系：コンピュータからの出力 ON/OFF に各 1 bit ずつのデジタル信号

情報名	測定範囲	種別	信号形態	点数
交流電流	各種	A/I	0~100mV	18
交流電圧	"	A/I	0~100mV	18
動力機器電流	"	A/I	0~100mV	37
直流電流	0~300A	A/I	0~100mV	1
直流電圧	0~100V	A/I	0~100mV	1
変圧器油温	-20~80℃	A/I	0~100mV	8
力率	-100~100	A/I	-100~100mV	1
周波数	45~55Hz	A/I	0~100mV	1
NFB	閉開	D/O	ON-OFF 2 bit	29
コンデンサ用OCB	投入, シャ断	D/O	ON-OFF 2 bit	2
OCR	動作表示	D/I	無電圧接点	4
GR	"	D/I	無電圧接点	1
NV	"	D/I	無電圧接点	1
欠相リレー	"	D/I	無電圧接点	3
受電用OCB	投入表示	D/I	無電圧接点	1
NFB	"	D/I	無電圧接点	29
コンデンサ用OCB	"	D/I	無電圧接点	2
発電機	各種	D/I	無電圧接点	3
エレベータ	"	D/I	無電圧接点	2
ヒートポンプ	"	D/I	無電圧接点	1
自火報	火災表示	D/I	無電圧接点	21
積算電力計	アドレス他	D/O	6 bit	(20)
"	カウンタ値	D/I	無電圧接点	

表-2 電気設備計装入出力点数一覧

イ. 配電盤ブレーカ ON/OFF 緊急時, 異常時の
負荷制御

ロ. コンデンサ ON/OFF 力率制御
(コンデンサ100KVA 1台, 150KVA 1台)

ハ. 放送用アンプ ON/OFF 非常放送用
受電用OCBの投入・遮断, 発電機のON/OFFは,
ローカル制御に委ね, コンピュータからはD/Iによる
状況の確認にとどめた.

b) 検知および発信系: コンピュータへの入力側

電気設備の入力は電圧, 電流計測におけるアナログ
入力(A/I)と, 故障・運転表示情報等のデジタル
入力(D/I), 積算電力計のコード信号の3種類に
大別される.

イ. アナログ入力はその大部分の検出端は一般電気
設備計測機器が担当し, 計装設備のトランスジュー
サにて, 0~100mVの信号に変換され, コンピ
ュータに入力される. その主なものは, 受変電機

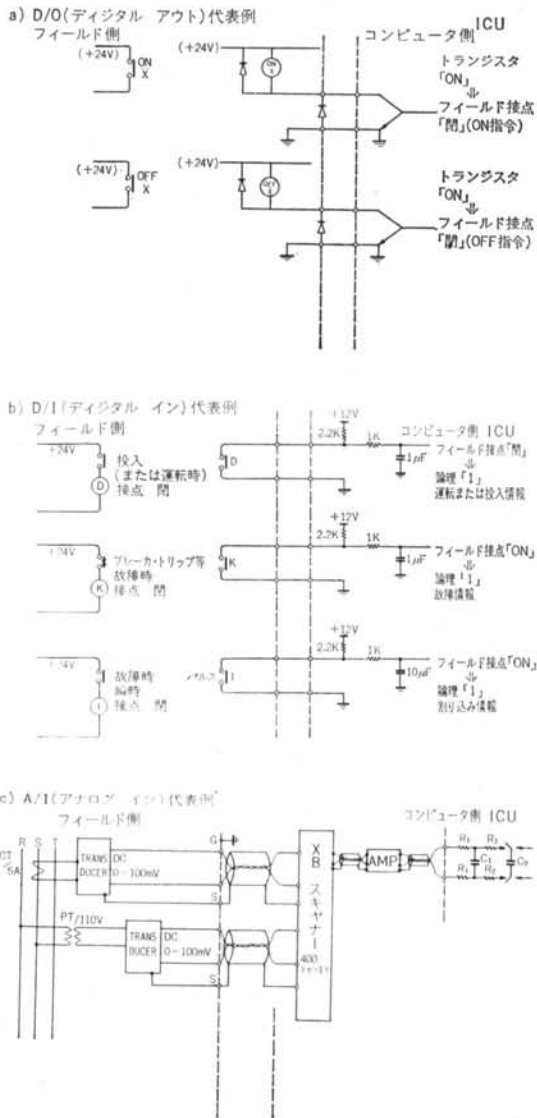


図-2 各種入出力信号のインターフェース

器計測および動力電流計測である.

ロ. デジタル入力は, 故障, 運転表示, 割込信号
に代表される. ブレーカ, 各種継電器の接点信号
をコードコンパタにて変換し, 無電圧接点信号
としてコンピュータに入力する.

ハ. コード入力は積算電力計に代表され, BCD
(2進10進)コード4桁信号でコンピュータ
に入力される. 積算電力計→パルス発振器→パル
スカウンタ(BCDコードに変換)→コンピュータ

c) 伝送系: 情報伝送上, センサー類とコンピュータ
との廊下の役割りを果たし, 主な構成要素はケーブル

ル（シールド型・一般電話用）、MDF、CP盤(Control Panel) 積算電力計選択盤などである。

§ 3. 応用プログラム

ソフトウェアは、計装設備を通してコンピュータへ集中化された各設備系の情報および操作機能により、迅速、適確な判断を下し処理を行なう。とくに今までのハードウェアではなし得なかった設備総合制御、予測制御等を可能ならしめた。ここでは設備総合制御に着目し、電気設備と他設備系の情報の交換を中心に記述する。

電気設備と他設備との情報の交換は、次の3項目に大別される。

3.1 電力管理の情報に関するもの

正常な電力の供給は設備系において電気設備に課せられた大命題であり、計算機のもつ柔軟な判断機能、演算能力は他設備に対し最良の電力供給を可能にする。また昨今の石油エネルギー枯渇による電力カットは、ビルの維持管理に大きな打撃をもたらしている。このことは与えられた電力の枠の中で、設備された機器を最大限生かすという新たなソフトウェア（ハ、使用電力量管理）の必要性を示している。

- プログラム イ、デマンド管理
- ロ、力率コントロール
- ハ、使用電力量管理（開発中）

イ、デマンド管理プログラム

契約最大電力500KW以上の建物においては、電力会社とのデマンド契約によりMOF (Metering Out Fit; 計器用変成器) に内蔵されたデマンド(契約電力)をオーバーせぬよう電力使用を制御しなければならない。これに違反すると、警告、契約最大電力の更改、罰金等の処置がとられ、ビル維持管理上好ましくない。このソフトウェアは、与えられた契約電力との単なる比較、警報という作業にとどまらず、その電力内でいかに建物を有機的に維持管理するかまでの処理を行う。コンピュータは入力された情報をもとに柔軟な判断能力を發揮し処理を行ない、満足のいく管理を行なう。時には逆に、契約電力の削減の貴重な資料となる。プログラムのサイクルは、電力会社デマンド・サイクルに等しい。(30分デマンドにおいては1サイクル30分、15分デマンドにおいては1サイクル15分。当研究所は、30分デマンド。)

プログラムは2段構成で、

第1段 デマンド異常検出

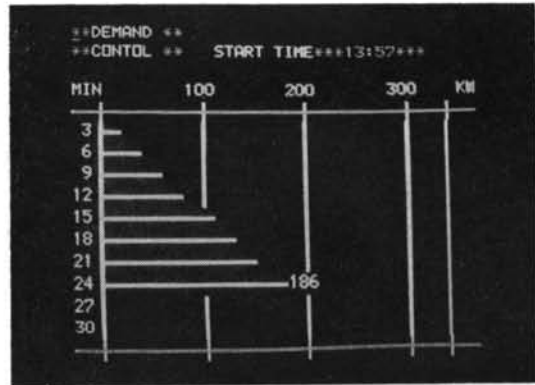


写真-2 DEMAND

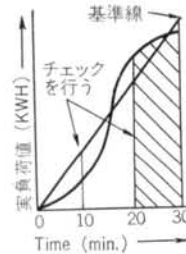


図-3 デマンド監視

第2段 異常処理

(第1段 デマンド異常検出)

まず第1に、電力会社との同期をとる。当研究所(一般的)は、オペレータがタイミングをとってプログラムに起動をかけている。(電力会社からデマンド・メータのリセット時にパルスが得られれば、そのパルスによりタイミングをとることが望ましい。)

1サイクルにおいて、10分目、20分目~30分目の計12時点において、チェックが行なわれる。各時点(ただし30分目は除く)において、サイクル終了時のデマンド電力量を予測し、予測値が契約最大電力量を超える場合には、オーバーする電力量、ならびにその時点において何KWの電力を削減したらよいかをカラーディスプレイおよびタイプライターにて表示し、第二段の異常処理プログラムにうつる。またプログラムは、2サイクル分のデータを保存する。(図-3、写真-2参照)

(第2段 異常処理)

第1段の異常検出プログラムにより起動される。第1段にて、予測・演算された削減電力とあらかじめ入力されていたデマンド異常時軽減負荷リストを対照し、その場に最も適した負荷の軽減を行なう。大容量の機器ほど有効であり、代表的なものにヒートポンプのアンロード

制御（30～100％）があげられる。異常時の状況は、カラーディスプレイおよびタイプライタに表示される。

ロ. 力率コントロールプログラム

需要家が供給される電力を正常な力率で使用することは責務であり、さらにそのことは、進み力率における異常電圧の発生等の故障要因を取り除き、正常力率による料金の割引等、安全面および経済面に大きな利益をもたらす。

ソフトウェアは2通りの手法が考えられる。

(1) 上下限設定値が定められているもの

力率計からの読込値とあらかじめ入力された上限、下限とを比較し、設定値から逸脱した時、1台のコンデンサの開閉を行なう。この際、開閉動作を反復せぬよう、プログラムにおいてプロテクトしなければならない。またプログラムは定時間間隔のタイマー割込み、および大型機器の発停に同期して起動される。

(2) 上下限設定値をもたず予測演算によるもの

力率計からの読込値により無効電力を算出し、それを相殺するため、最も適したコンデンサの開閉を行なう。開閉動作の反復を行なうことなく、高精度な管理が行なえるが、プログラムが複雑になる。プログラムの起動方法は(1)と同様である。

3.2 故障情報に関するもの

各種継電器の動作およびブレーカ・トリップ等の信号により、火災の発生、電力供給上の異常の発生（停電、欠相他）、機器の故障等の情報を迅速、かつ適確に設備系に提供する。

プログラム イ. 故障検出A

ロ. 故障検出B

ハ. 故障検出C

故障検出プログラムA, B, C

ソフトウェアの内容は3種類とも同様である。割込み信号により故障検出プログラムの起動がなされ、故障箇所が検出され、カラーディスプレイ上にコードナンバー、機器名が表示される。故障情報は他設備と同一のデータエリアに記憶され、故障した機器についてはいかなる起動も行なわれない。プログラムA, B, Cの相違は対象とする機器の違いから発生する。このことは、カラーディスプレイの表示法にも必然的にあらわれる。重要度の順にA, B, Cであり、優先ランクの高いものから順次表示する。故障が同時に発生し、一画面表示数（8台）をオーバーするとそれ以下のランクのものは退避され、オペレータの更新リクエストによりそれ以下のものが表示される。メッセージはオペレータの更新リクエ

— ファン、ポンプ、ワンチン ステータス チェック (1)

15° レイスイ P. (HE)	79%	DR	ワッシャー-P.	0%
15° オンスイ P. (HE)	86%	6F	スプレー-P.	0%
チラーユニット	0%	2F	AC F. (NH)	58%
15° レイスイ P. (チラー)	0%	3F	AC F. (SE)	82%
レイキャクスイ P. (チラー)	0%	3F	AC F. (NH)	70%
レイキャクタク F. (チラー)	0%	4F	AC F. (SE)	76%
25° レイスイ P. (ND1)	0%	4F	AC F. (NH)	80%
25° レイスイ P. (ND2)	92%	5F	AC F. (SE)	55%
25° レイスイ P. (ND2)	0%	5F	AC F. (NH)	58%
25° レイスイ P. (ND4)	0%	6F	DR F.	48%
25° オンスイ P. (ND1)	97%	5F	H. U. F. (ND1)	48%
25° オンスイ P. (ND2)	92%	5F	H. U. F. (ND2)	51%
25° オンスイ P. (ND3)	0%			
25° オンスイ P. (ND4)	0%			

写真-3 MDS-1

トがなければ消去できない、また消去されたメッセージは、オペレータからの復起メッセージがあるまで故障機一覧リクエストにより確認することができる。また、プログラムは割込み起動の他、15分間隔のタイマー起動により冗長性をもたしている。

●故障検出プログラムA：第1級故障の監視（人命にかかわる故障、異常）

火災、地震

●故障検出プログラムB：第2級故障の監視（人命に直接は関係ないが建物がパニック状態に陥るもの）

受変電機器故障

●故障検出プログラムC：第3級故障の監視（人命に直接関係なく、パニック状態を起こさない故障）

個々の機器のブレーカ・トリップ、満減水警報他

3.3 機器運転情報に関するもの

各動力の運転・停止の情報や動力電流計から、運転状況を適確に提供する。

プログラム 動力の過電流監視および運転状況表示

0～100mVの動力電流情報を0～100mVレンジに変換された定格値で除し、110%以上の情報をOVER LOAD、30%以下の情報をNO LOADとしてタイプライタに印字する。定格値を100%として運転状況が%値で認知され表示されるので、動力のkW数や定格電流値を覚えなくても計算機が定格値を記憶し演算しその結果を表示するので、容易に運転状況が把握できる。それとともに、従来のNFBやヒューズによるプロテクトでは対処できなかった、110%～120%程度のOVER LOAD情報やNO LOAD情報の把握が可能となった。すべての機器の負荷状況は、カラーディスプレイ上に表示される。プログラムの起動は、タイム・インターバルによる。（写真-3参照）