

CONTROL PANEL OF THE PHOTON FACTORY ELECTRON LINAC

(in Japanese)

by

Yuji OTAKE, Takao URANO, Roger BISSONNETTE, Kazuo NAKAHARA

National Laboratory for High Energy Physics

Oho-machi, Tsukuba-gun, Ibaraki-ken, 305, Japan

Abstract

The PHOTON FACTORY INJECTOR control system consists of 6 local stations and a main control station. Each of the local stations has a subcontrol panel system which controls klystron modulators, vacuum, trigger and beam transport systems.

The main control console which controls the complete accelerator system includes touch panels, CRT displays, and rotary encoders. The control console and panels are connected to minicomputers by CAMAC modules.

I. 序

高エネルギー物理学研究所放射光実験施設に建設中の入射器用電子直線加速器では、電子計算機による加速器制御を行おうとしている。本制御系では多くの論理回路を電子計算機のプログラムに置き換え、主制御卓、副制御盤の表示も電子計算機により行おうものを製作した。以下にこの制御盤の特徴及び電子計算機を使用することによる利点等を述べる。

II. 概要

高エネルギー物理学研究所放射光実験施設入射器用電子直線加速器(以下放射光入射器)の制御系は、図1に示す建屋の5箇所の副制御室からクライストロンモジュレータ8台、加速管3ユニット、サブブースター1台等の制御を主制御室に同居した入射器専用の制御装置により行おう。

以上の全系をまとめる部分として主制御室に主制御部を置いて、入射器全体の制御を

行なう。各制御用のデータは上記6箇所の副制御部(入射部も含む)に置かれている計算機により、光リンク(100PI)を通して主制御用の計算機に送られる。

データの流は分散プロセッサシステムにより各装置に付属したマイクロプロセッサコントローラを通り100PI, 100PIと称する光リンクで副制御用計算機に送られる。このデータは一旦副制御室内の副制御盤に表示され、上記のように主制御室に送られる。最終的に主制御卓のCRTディスプレイ等に表示される。

現在計6セット製作する副制御盤も入射部とホー副制御室(S1, 1セクター)のものを製作している段階で、これをもとに順次建設を進める予定である。副制御盤の構造としては1~5セクターの加速管の構造が同じなので、副制御盤もほぼ同一のものとなるが入射部のみ他と少し異なる。

主制御卓は主制御室に設置され、カムック等を通して主制御用計算機に接続される。

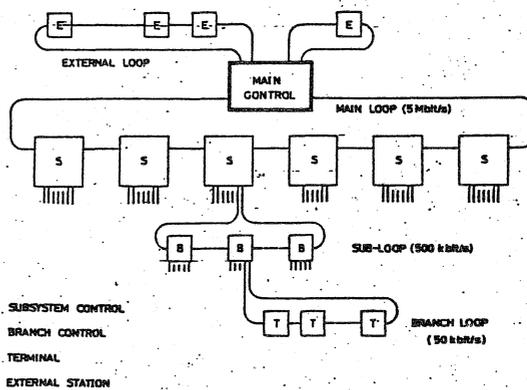
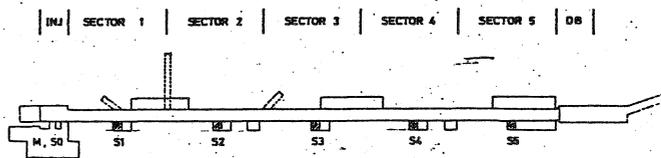
この制御系の特徴は各機密専用の制御盤でありながら、多くのハードウェアをソフトウェアにより代用することで汎用性を持たせている。このことによりハードウェアを簡略化し、共通性を持たせている。主制御卓も汎用性を重視するためにCRTディスプレイを多く使用し、小型で多くの情報を監視出来るよう目ざした。又操作性も重視し今まで計算機制御に多かった複雑なキーボード操作等を持つタッチパネル、トラックボール、エンコーダノブ等を使用した。

III. 副制御盤

III-1. 制御用カムックモジュール

副制御盤は図2のブロックダイアグラムに示すようにカムックモジュールのアウトプットレジスタ、コンタクトインプット、ロータリーエンコーダインプットの各モジュールに接続され、制御盤としての機能をはたす。

- ・ 48ビットアウトプットレジスタは表示を可なり、計算機からのビット単位のデータをレジスタに代入することにより表示が変化する。
- ・ 64ビットコンタクトインプットモジュールは接点情報を入力するために使用さ

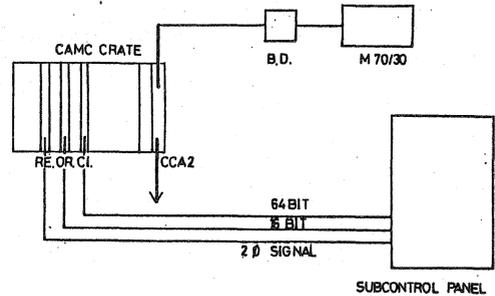


S : SUBSYSTEM CONTROL
B : BRANCH CONTROL
T : TERMINAL
E : EXTERNAL STATION

図 11

れるもので、スイッチの変化を読み込む。接点情報はクロックで接点アドレスを常時ゆくり、1回前の接点情報(64×3 BITのメモリーに記憶)と比較し変化がある場合だけLAMを出す。

このモジュールは入力接点のエッジ遷移(立ち上り及び立ち下り)及び接点アドレスのマスク機能を有している。



RE. ROTARY ENCODER INPUT MODULE
OR. OUTPUT REGISTER MODULE
CI. CONTACT INPUT MODULE
BD. BRANCH DRIVER

BLOCK DIAGRAM OF THE SUBCONTROL PANEL

図 2

。ロータリーエンコーダ入力モジュールは制御盤に取り付けられたエンコーダの2相クロックを、内部の同期化カウンタでカウントすることにより設定データを計算機に出かしている。このモジュールは2相クロックの相順で回転方向を検出し、エンコーダのクロック入力後にLAMを出かすることで計算機にデータ入力要求を行なう。

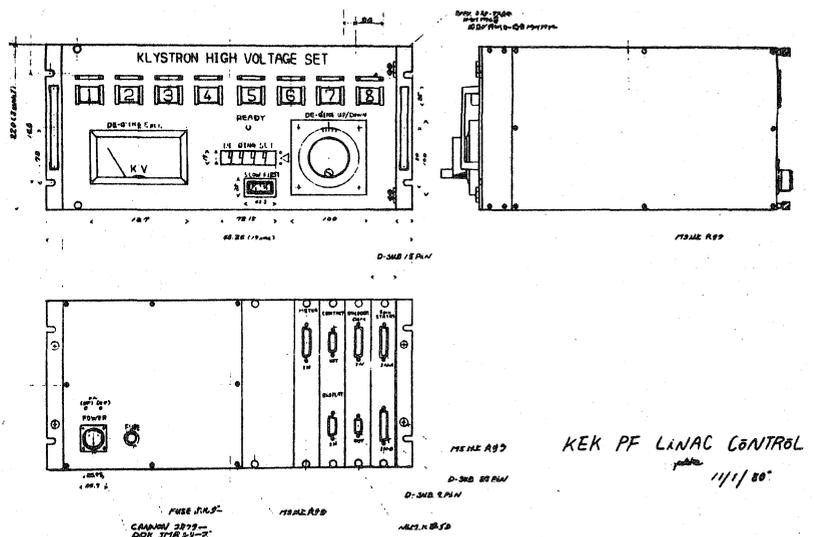
Ⅲ-2. 筐体

図3に標準的な制御盤をのせておく。この制御盤の特徴は汎用性を持たせるために全てEIA5ユニットの筐体で表面パネル、内部回路を交換することによって組み上げるようにしている。基板の収納はNIM規格のモジュールを改造し標準化をかけた。

このモジュールはNIMモジュールの後部コネクタ取り付け穴を大きくし、22ピンのカードエッジコネクタ結合が出来るようにした。

モジュールは図4の写真である。このモジュールは制御盤の後部から収納し、NIM規格に合わせたガイドレールを筐体の一部にもうけた。

表面パネルは蝶番により横開き出来るようになっており、内部の保守が容易である。モジュール及び表面パネルは取り外しが可能で、カードエッジコネクタの配線を変えれば他の制御盤に筐体の枠を流用することが出来る。



筐体の多くの部分は共通の部品を使用することで、筐体を量産する場合のコストダウンをかけた。

図 3

Ⅲ-3、回路

多くの機能を計算機に代用させる制御盤なので、回路を少なくし共通のものに出来た。回路で持っていた制御シーケンスは必要なくなつた。

回路部の標準的のものには表示用のバッファ及び接点入力のチャタリング除却回路等で図5に示す。この信号をカマックモジュールに接続する。データ入出力は光結合素子により電流ループを形成し、電気的絶縁をはかっている。スイッチは保守性を向上させるために、発光ダイオードによる照光式スイッチを使用した。

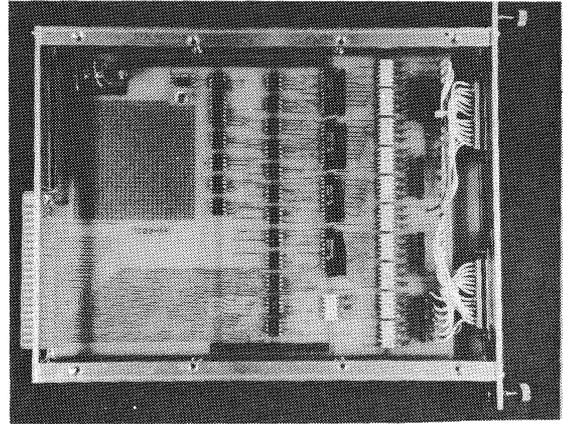
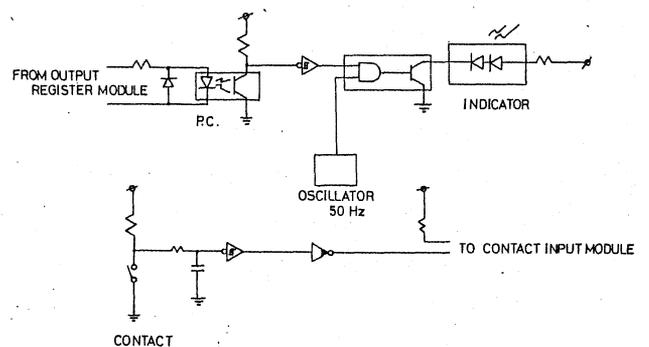


図 4

Ⅲ-4、入射部副制御盤

入射部副制御盤はオ1セクターの加速管にいたる、ビームエネルギーにして30 MeVまでの部分を制御するもので主制御室に置かれる。制御対象は2本の電子銃用高電圧モジュレーター、グリッドパルサー、ポリバンチャー、バンチャーの移相器、減衰器、トランスポート系電磁石、真空系及びトリガー回路である。

図6に現在の入射部制御盤をのせる



TYPICAL CIRCUIT OF THE SUBCONTROL PANEL

図 5

入射部は主制御卓とは完全に独立に動作せよと言う条件のもとに、入射部副制御盤を製作した。そのためオ1セクター以後にはないビームトランスポート系電磁石の専用制御盤を考案した。

Ⅲ-5、オ1セクター副制御盤

この部分はオ1副制御室に置かれ、放射光入射器のオ1セクターの機器を制御する。

オ1セクターの制御対象はクライストロンモジュレーター8台、サブブースター1台、ゲートバルブ6台、イオンポンプ500ℓ/s, 50ℓ/s各8台及びトリガー回路である。この制御盤は図7に示す。

クライストロンモジュレーターの場合制御シーケンスは低電圧、高電圧の順で入れて行き正常動作した場合にOK, OK-1, OK-2のステ-

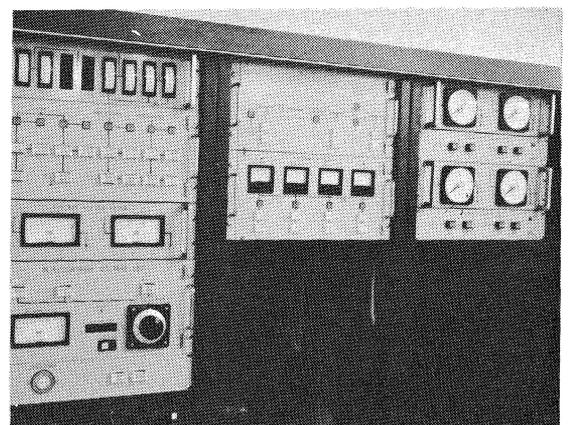


図 6

タスが帰ってくる。このOK-1, OK-2が帰ってきた所で高電圧が入り、De'Qingの電圧設定が可能になる。ここまでの動作は8台並列に制御可能である。De'Qing電圧の設定は8個の選択スイッチによりクライストロンモジュレーターを選択し、ロータリーエンコーダーを回すことにより可能である。De'Qing電圧のモニターとしてアナログ信号がこの制御盤の中に直接入力されているので、メーターにより動作を確認出来る。(0~1mAの電流出力)

以上の制御シーケンスは副制御用計算機にソフトウェアでおさめられる。

IV. 主制御卓

主制御卓は基本設計が終了し、詳細設計に入っている段階なので一応大まかな部分だけ述べる。この制御卓は図8に示すように7連結で、開口部はEIA規格である。左右の各三連は同一の機能を持ち、片側は加速器運転時に待機状態になっている。個々の三連は主制御室内にある2台の計算機に接続され、左右を切り換えた時に主制御用計算機も変わる。(当面1台は入射部制御用と兼用)。中央部は左右の切り換え及びビーム許可スイッチ、非常停止

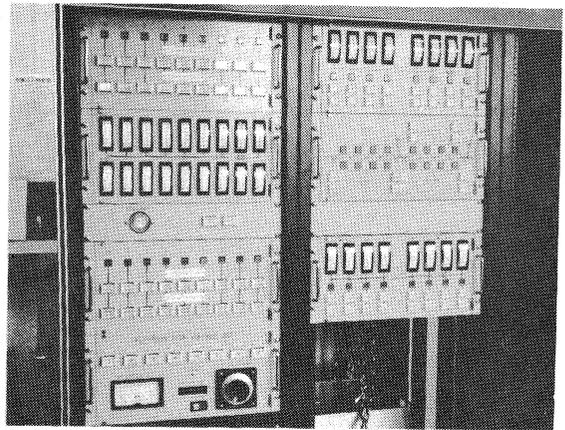


図 7

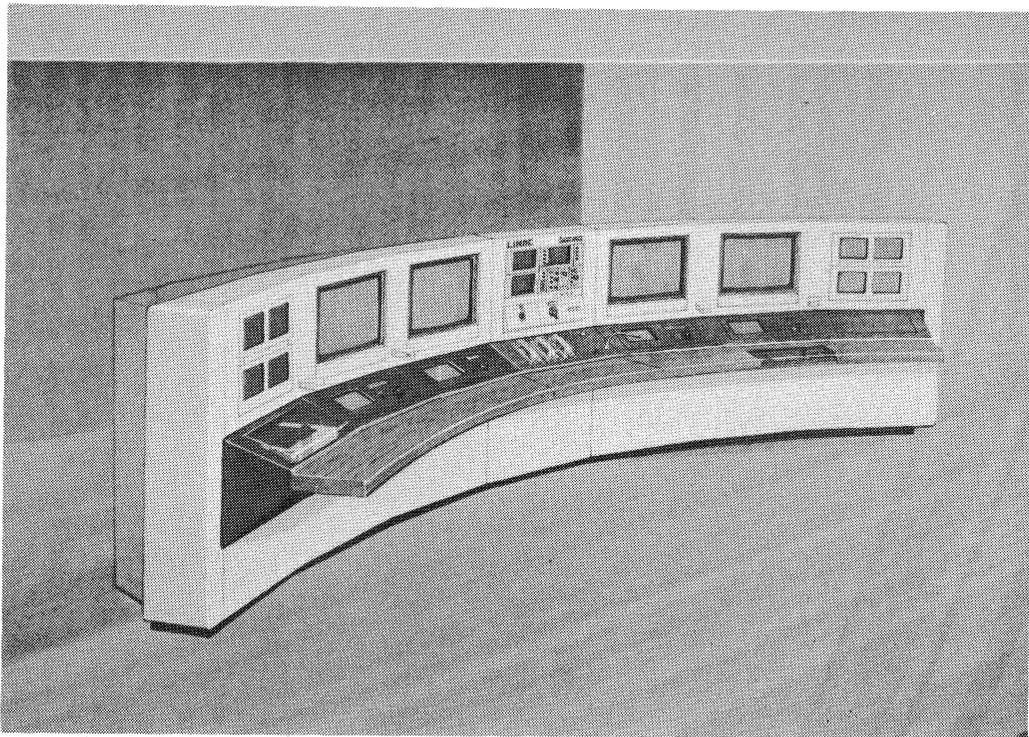


図 8

スイッチ、放送、オシロスコープ等の共通持ものに割りあてる。将来は二人のオペレーターが左右同時に操作出来るように考えている。

CRTディスプレイは20"高精度グラフィックディスプレイ2台(ラスタースキャン, 1000本ラスター), RGB信号入力による20"カラーCRTディスプレイ2台を入れる。他のCRTディスプレイは9"で、左右の端の上部各2連はエトロモニターである。主制御卓のCRTディスプレイは全てビデオ入力で、この制御卓の外郭で作られた画面を表示する。画面を作る機器は2048×2048のリフレッシュ空間を持つグラフィックプロセッサ, 256×256のグラフィックプロセッサ, カマックモジュールのプログラマブルカラーディスプレイドライバ, アルタニームリックディスプレイドライバ等である。

機器の選択にはタッチパネルを使い、今までのキーボード操作の煩雑な点を解消し、汎用性を持たせている。タッチパネルは4×4の16のタッチスイッチを持ち、9"のCRTディスプレイの前面に取り付けられる。画面の書きかえによりスイッチの機能を何種類にも変えることが出来る。タッチパネルの原理は細い検出ワイヤーク高周波(456 KHz)を流し、指の接触によるレベル変化を検出する。

V. まとめ

現在のハードウェアが出来上がった所でソフトウェアは製作段階である。

この様な計算機を使った制御盤の場合、ソフトウェアが完成した段階でどのような故障が出てくるかもしれない。本制御盤系では各機器の専用制御盤をもうけ、設定等もアナログ的に行なうようにとめた。このことにより計算機制御に良くなるやせこしさをなくし、人間の感覚に合った操作しやすいものを目指した。

主制御卓は現在ハードウェアの詳細設計に入っている段階で、デザイン的にも重視している。汎用性を重視したがCRTディスプレイの表示などは棒グラフ、メータ表示などの視覚的効果のあるものにした。設定もエンコーダノブなどを使用し、なるべく人間が使いやすいものを目指した。

今後のオーの問題はデータ設定から応答が帰ってくるまでの時間を出来る限り短縮することである。

参考文献

- 1) R. Bissonete, K. Nakahara Photon Factory design report (October 20, 1979)