

UPDATE OF HIGH-POWER KLYSTRON MODULATOR CONTROL SYSTEM

Yoshiharu Yano¹, Hiromitsu Nakajima, Hiroyuki Honma, Mitsuo Akemoto, Tetsuo Shidara, Shigeki Fukuda
High Energy Accelerator Research Organization
1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801 Japan

Abstract

The KEK Linac began the operation as an electron injector of the PF ring in 1982. Remote control and data recording of the modulator were carried out using the CAMAC type control module unit (Control-2). The linac upgrade was carried out since 1994, while always keeping beam injection to the PF and PF-AR rings, and almost finished by May, 1998. At this time, PLC was adopted in the control system of the modulator. Because equipment is becoming superannuated, remodeling is planned. We reports on the remodeling plan and current state.

大電力クライストロンモジュレーター制御システムの更新

1. はじめに

高エネルギー加速器研究機構の電子陽電子入射器は1982年にPFリングの電子入射器として稼働を開始してから、増設と改造を繰り返し現在に至っている。技術の進歩とともに新しく息の長いものを選定し可能な限り導入してきた。ただ、様々な理由で導入をあきらめ古い規格をそのまま使わざるを得ない状況もあった。しかしそれは一方で、非常にノイズの多い大電力クライストロンのモジュレーターにおいてトラブルが枯れた状態であり安定な動作を約束している事にも繋がっている。しかし、導入から20年以上経過した規格で廃れたものはメンテナンスも困難になっており、改造の足かせになっているのも事実である。ハードウェアも様々な部位の劣化が進み故障したパーツの交換のみでは今後の安定な運転に支障を来す恐れがあるため制御システムの更新を計画した。現在大電力クライストロンモジュレーター60台が運転中である。運転を継続しながらの改造であり、一気に最終段階までの改造を行う事は出来

ないため、段階を踏んで進めてゆく事になる。更新に向けた動きは始まったばかりであり、方針の変更を余儀なくされる事もあるかもしれないが、改造の計画と現在の進行状況を報告する。

2. 初期のKLY制御システム

運転開始当初のKLY制御システムは図1に示す様にNIMタイプのモジュールのコントロール-1とCAMACタイプのモジュールのコントロール-2で構成されていた。De-Q'ing、IφAユニットとCPUモジュールはLOOP-3と呼ぶ独自の通信規格で結ばれている。1998年のKEKB運転開始まではほぼこの構成で運転は継続

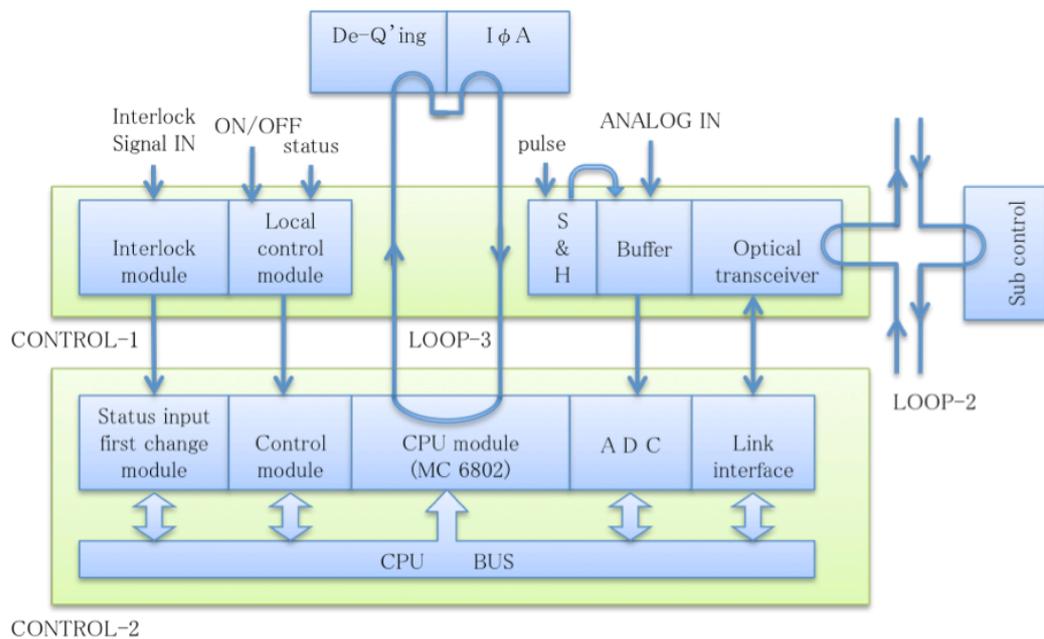


図1.初期型KLY制御システムのブロック図

¹ E-mail: Yoshiharu.yano@kek.jp

された。これらのモジュール類は規格品ではなく基本的に内作である。この時の大電力クライストロンモジュレーターの数は41台である。(1)

3. 現在のKLY制御システム

KEKB運転に備え1994年から増設を開始し、PF、PF-ARの運転も継続しつつ1998年に作業は完了した。この増設に合わせコントロール-2の改造も行った。独自のCPUモジュールの採用をやめ、汎用のPLCを導入した。PLCに対応したタッチパネルも同時に導入する事で操作性の向上とメンテナンスのし易さを実現した。この時様々な制約からLOOP-3の規格を排除出来ずコントロール-2の中にRS232CとLOOP-3の変換ボックスを残す事になった。図2に現在のKLY制御システムのブロック図を示す。この改造によってリモート制御はPLCを介して行う様になり、Es-UPとRF/ONの自動制御、ファーストインターロックの検出とEs等アナログ値のトレンドグラフの表示などがタッチパネル上で行える様になった。(2),(3)

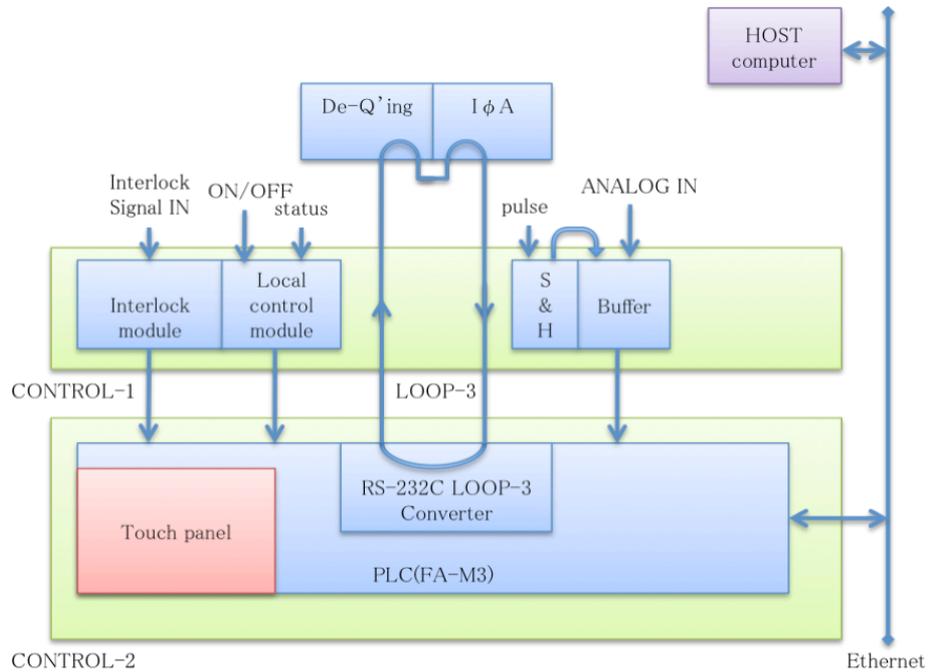


図2.現在のKLY制御システムのブロック図

4. 次期KLY制御システム

経年変化による劣化で交換を余儀なくされるパーツも多くなり、夏期の長期メンテナンス時の作業量の増加も問題になって来たため改造を行う事になった。改造時に考慮した事は(A)構成パーツを少なくする。(B)息の長い規格を採用する。(C)アップグレードはソフトウェアで対応出来る様に作る。(D)操作性は後退してはならない。

ここで現在の制御システムの問題点を洗い出しておく。

1) インターロックモジュールはダイオードマトリックスで構成されているため修理、改修に手間がかかる。

2) ローカルコントロールモジュールを構成している部品も古いものが多いため最悪回路の変更を余儀なくされる恐れが出て来た。

3) LOOP-3のメンテナンスは実質できない状況にある。設計者も退職し詳しい資料も残っていないため故障した場合はデッドコピーを作る事で凌いでいる。

4) コントロール-2のPLCとタッチパネルも導入から既に10年が経過し電解コンデンサー等の劣化が進んでお

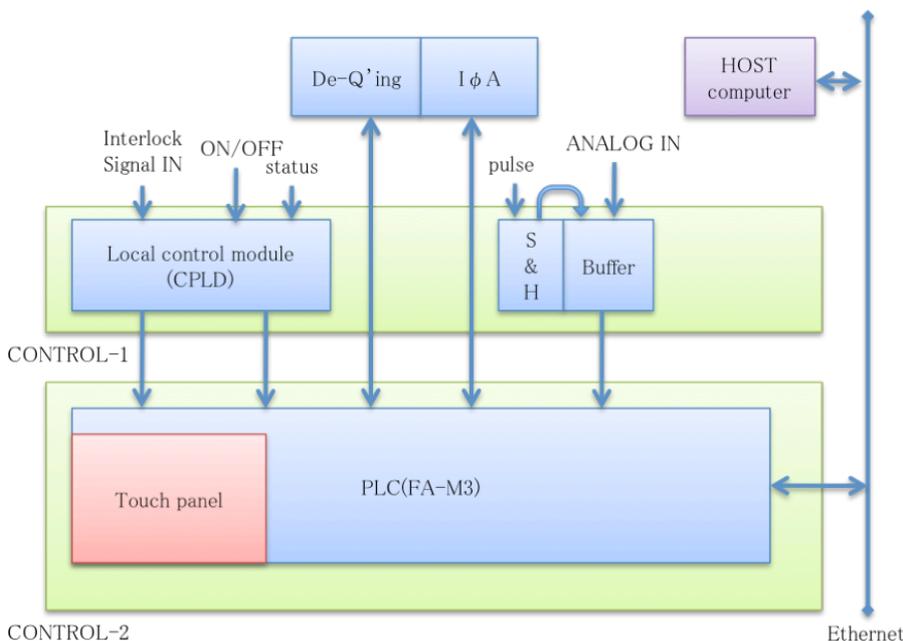


図3.次期KLY制御システムのブロック図

りメーカーから電解コンデンサーを多用しているモジュール類の交換が進められている。タッチパネルは旧式の物を使用しているため新しい物を採用した場合プログラムの変更も必要になってくる。

1)と2)の問題を解決するためインターロックモジュールとローカルコントロールモジュールを統合しCPLDを導入する事で外部から書き換え可能なインターロックシステムを構築した。図3にそのブロック図を示す。モジュールの操作パネルは現用機に合わせオペレーターの操作感を損なわない様に考慮した。現在はモジュール2台を設置しノイズによる誤動作等の問題点が無いか調査中である。3)はLOOP-3を廃止しDe-Q'ingユニットとIφAユニットをアナログで制御することで問題の解決を図る。現在はそれぞれのインターフェイス基板をアナログ対応のものに替え試験を行っている。4)を考えたときこのまま問題のモジュールのみを交換するか、アップグレードを実施するかの選択肢がある。タッチパネルとPLCの一部のモジュールを交換するだけでもコストがかかるためわれわれはアップグレードを選択した。

を持たせた場合を図4に示す。この場合タッチパネルの代わりになる物はUMPCやタブレットPC等のノート型パソコンになる。これらのパソコンにX-端末を装備すれば現在ホスト上で使っている様々な制御パネルが使用出来る。但し、画面の分解能を考慮して多少の変更を加える必要はある。

CPLD や FPGAを使って制御システムを組む事の利点は導入時には必要最小限のプログラムを用意し運用を開始する。その後、機能を追加して行き段階的にソフトウェアによるアップグレードが行えるという点である。

現在、Linacの制御システムは積極的にEPICSの導入を進めており、EPICSにより直接制御出来る機器が増えている。しかし今のKLY制御システムは入射器独自の通信プロトコルを使っているためEPICS CAゲートウェイを介した情報交換に留まっている。⁽⁴⁾

これからのKLY制御システムを考えた場合個々のクライストロンモジュレーターをEPICSで直接制御出来る様にして行かなければならない。現在、インターロックモジュール内にホストとの通信を受け持つインターフェイスボードを開発中である。

5. KLY制御システムの今後

今の制御システムでは、コントロール-1でインターロック制御、コントロール-2ではファーストインターロックの検出、自動Es制御、各種情報の表示、ホストコンピューターとの通信を行っている。これらコントロール-2の機能は最近の制御チップ (CPLD & FPGA) を使用すればコントロール-1内のインターロックモジュールの中に組込む事が可能である。その場合コントロール-2を省略する事も出来る。但し表示パネルをどうするかという問題は残る。ローカルコントロールモジュールにコントロール-2の機能

参考文献

- [1] KEK Annual Report 1981.
- [2] I. Sato, et al., “放射光入射器増強計画-KEKBに向けて-”, KEK Report 95-18 March 1996.
- [3] KEK Annual Report 1998.
- [4] S.Kusano et al., “Control System using EPICS tool at KEK Linac”, Proc. Of 32th Linear Accelerator Meeting, Wako, 2007.

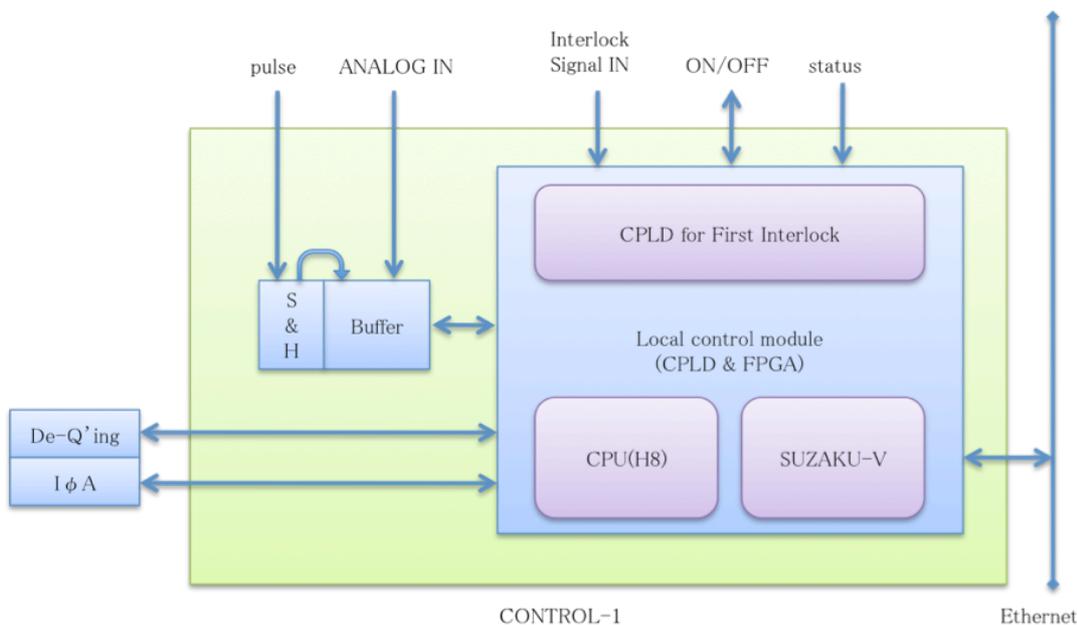


図4.将来のKLY制御システムのブロック図