

DATA collection using memory area of PLC touch panel for J-PARC Linac RF

Hiroyuki Suzuki^{1A)}, Etsuji Chishiro^{A)}, Tetsuya Kobayashi^{A)}, Toshihiko Hori^{A)}, Masayoshi Yamazaki^{A)},
Shozo Anami^{B)}, Seiya Yamaguchi^{B)}, Masato Kawamura^{B)}, Yuji Fukui^{B)}, Zhigao Fang^{B)}

^{A)} Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

2-4 Shirakata-Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1195

^{B)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-0801

Abstract

The following two functions have been newly added to the LLRF PLC system of the J-PARC LINAC. The first function is that the interlock data will be automatically recorded by the PLC system when machine alarms occur. The second function is that, in case of PLC breakdown, the reason of breakdown will be displayed in GUI through certain operation on the PLC touch panel. The machine reliability and stability have been apparently improved by using above two functions.

J-PARC Linac RFのPLCタッチパネルのメモリ領域を使用したDATA収集

1. はじめに

LLRFのPLC制御は、EPICS環境を使って制御されている。その他にRFグループでは、InTouchを使ってPLCからのデータ収集、監視システムを独自に構築している^[1]。このシステムでは、高周波機器の動作確認やメンテナンスなどを主な目的として構築されたものであり、インターロックに特化したDATA収集は行っていない。通常インターロックが発生すると監視員はInTouchで収集されたRFの状態画面や、現場のPLCのタッチパネルの警報表示を確認し、何が主な原因なのかを判断している。しかしインターロックには一次的な原因で起こるものと、他の機器による二次的なものがある。その他に考えられるものとしては、機器の故障の前兆で頻発するものもある。それらを的確に判断するには、ある程度の知識や経験が必要になってくる。一次的なものなのか、二次的なものなのか、さらには機器の故障の前兆なのかはインターロック発生時の詳細なDATAを見なければ、実際には判断がつかない場合もある。しかし現実にはインターロックが発生した瞬間の各機器のDATAを一瞬の内に把握し判断する事は現実的に不可能である。そこで、インターロック発生時のDATAを記録しておき必要ときに参照する事で、機器の信頼性の向上に役立てようと考え、タッチパネルのロギング機能を使った自動DATA収集プログラムを作成した。また、それとは別にPLCはモジュール自身の故障やソフトウェアのエラーに対して、CPU自身が停止する場合がある。それに伴いPLCそのものが

操作不能に陥りタッチパネルからの操作を受け付けなくなる。そのため、何が原因でPLCが動かなくなったのかが判らなくなる。そうなる原因を調べるために、専用のソフトをパソコンから立ち上げて調べる必要があり、迅速な対応が迫られる加速器の運転には、あまり適していない。そこで、それらを考慮しPLCの状態をタッチパネルから一目で判るような、GUI（以後：自己診断ステータスGUI）を追加したので、その事についても報告する。

2. インターロック自動DATA収集の概要

LLRFの制御^[2]は、PLCを用いて各機器を制御しておりそれらを視覚的に操作するために、タッチパネルがある。タッチパネルは(株)デジタル製GP2500を使っており、横河製PLC FA-M3とインサートネット経由で繋がっている。LLRFのタッチパネルは、制御に必要な情報を、すべて集約しているため、その情報の中からインターロックの発生時に必要と思われるDATA32点をピックアップし、同パネルのメモリ領域に記録する事にした。先ほど述べた、InTouchを使ったDATA収集も検討したが、InTouchではLLRFのPLCの他に、高周波電源用PLC、空洞用PLCなど、アナログ情報4000点、接点信号2500点を、非同期で読み込んでいる為、読み込むインターバル時間は、監視する機器の多さや、通信回線の混み具合によって1秒~2秒、まれに4秒にもなったりする。そのような状況の中、インターロック時のDATA収集を、タイミングよく行うには限界がある。そこでタッチパネ

¹ E-mail: suzuki.hiroyuki65@jaea.go.jp

ルのロギング機能を使った、自動DATA収集を試みた。LLRFのタッチパネルは機器に対して1対1である為、同時刻にインターロックが発生しても、取りこぼしが起こりにくい。またメモリできる容量も使用しているタッチパネルのバックアップSRAMの容量により、約153kバイト(32Wで2048回)ある事から現在の運転サイクルを考えると、必要十分なものである。タッチパネルのバックアップSRAMからのDATAの転送は、背面に設けてあるCompactFlash(以後CF)カードスロットが使い、CFカードを挿入する事によりDATAの転送が実現出来るようになっている。またカードに記録されたDATA形式は、CSV形式で記録されるためエクセルなどを使ったDATAの解析や、グラフ化が容易で長期的に収集する事で、データベース化も可能になる。自動DATA収集の概略を書き記すと、以下の通りである。インターロックが発生すると、PLC内部で検出されたインターロック動作信号は、タッチパネルが監視しているトリガーbit信号をONにする。すると、タッチパネルに記述されたプログラムの指示にあわせて、32ワード分のデータレジスターをPLCからインターネット経由で順次読み込む。読み込まれた32ワード分のデータレジスターは、タッチパネルのバックアップSRAMに順番に記録されていく。記録されるDATAの内容は、振幅や位相などの各種設定値、測定値など、空洞のチューニングの位置や空洞内の振幅および位相の測定値、真空度やクライストロンのPf、Pr、VSWRなどの測定値、さらに動作した警報の名称を表したbit情報などである。また上記のDATAは、PLC内部で常時書き換えられておりインターロック発生と同時にDATAの収集は停止されるため常に最終のDATAが保持されるようになっている。また、記録されるバックアップSRAMの容量が一杯(2048回以上)になると、一番最初のDATA(32ワード)が自動的に消去され、新しいDATAが書き込まれるようになっている。記憶媒体はSRAMなので、タッチパネルへの画面の転送やメモリの初期化、システムおよびプロトコルのセットアップ、タッチパネルの自己診断実行時などを行うと、今まで記録されていたDATAはすべて初期化され消えてしまう為、タッチパネルからCFカードへ保存するタイミングは運転サイクル2~3週間後の停止期間(メンテナンス期間)後速やかに行っている。

3. 自己診断ステータスGUIの概要

先ほど述べたように、ごくまれにPLCは、モジュールの故障や、ソフトウェアのエラーに対してCPUが停止し、タッチパネルからの操作を受け付けなくなる場合がある。特にソフトを書き換えた場合には、バグが捕りきれずに文法上あやまった記述をしたりすると、CPUが停止しタッチパネルから操作が出来なくなる。その為、何が原因でPLCが動かなくなったのかがわからない。その対策として、

PLCの特殊レジスタ(M)および(Z)を読み出し、それをタッチパネルのGUIに表示する事で、専用のソフトを使わずとも、何が原因で停止したのかを一目で判断出来る自己診断ステータスGUIを作成した。特殊レジスタ(M)および(Z)は、PLC内部の状態やエラー情報、CPUの自己診断などの特定された情報を扱っている。写真1に、自己診断ステータスGUIの画面を載せる。MAIN画面の右上に、PLCのステータスが表示され、正常であればRUNの文字が緑色で点灯、異常であれば消灯するようになっている。またデバック中であれば白文字でデバックと表示される。ステータスエリアをタッチすると自己診断ステータスGUIが現れる。表示される項目は左側は異常時の名称19項目、右側には詳細な情報が表示される。また、該当する項目が異常であれば、緑色のLEDが赤色LEDに変わり、右側の番号に詳細な情報が表示される。例えばプログラムのエラーであれば、エラー番号やブロック番号、命令番号などが表示され、PLCモジュールの異常であれば、親機の故障か子機の故障などがエラー番号として表示され、PLCの状態が一目で判るようになっている。



写真1：自己診断ステータスGUI

4. インターロック時のDATA収集の評価

表1は運転期間(RUN17)6月11日~30日の20日間のDTL2のインターロック発生時のDATAの一部を抜粋した表である。グラフ1と2は、それを元にインターロックの発生状況としてグラフ化したもので、グラフ1が6月11日の発生状況、グラフ2が12日の発生状況である。グラフ1を見てみると、からインターロックが急に頻発しているのが判る。原因は振幅REFの設定が3000から3861へ上げた事により、クライストロンのパワーが増え、それが原因でRFの反射が頻発した事が判る。以降はRFをOFFにしていたのでインターロックは発生していない。にRFを再立ち上げたがすぐに反射が4回程起こり停止した。これはチューナの位置を、読む事により判断出来る。

