

[2 a - 6]

CONTROL SYSTEM OF THE HEAVY ION LINAC

Takeda Y., Arai S., Imanishi A., Niki K. and Okada M.

Institute for Nuclear Study, University of Tokyo
3-2-1, Midori-cho, Tanashi-shi, Tokyo 188, Japan

ABSTRACT

In a control system of the INS heavy ion linac, we use sequencers (Programmable Logic Controller) for operating the interlock system of many devices, and for watching their on/off status. By classifying the sequencers into three functions (controls of the central, vacuum and rf & magnet systems), and by linking the sequencers with each other as a network, we have succeeded in making a reliable and stable control system without many cables and relays. The status of sequencers will be displayed by using WWW facility on the ethernet.

重イオンライナックコントロールシステム

1. はじめに

東京大学原子核研究所では、大型ハドロン計画Eアレナの開拓研究の一環として、ISOLイオン源で生成した 2 keV/u、荷電対質量数比 1/30 以上の不安定核ビームを 25.5-MHz分割同軸型RFQリニアック (SCRFFQ) で 170keV/uまで加速する。さらに、荷電変換器で荷電対質量数比を 1/10 以上にした後、51-MHzインターディジタルH型リニアック (IH) で最大 1 MeVまで加速する。我々はこれらの加速器全体を制御するため、高周波の位相制御、各種電源の運転制御、インターロックに関する制御、それと ON/OFFステータスを監視する制御システムの設計、開発を行っている。今回は、安全面で重要なビームスイッチや各種電源のインターロックに関する制御と ON/OFFステータスを監視するための制御について報告したいと思う。

2. 制御系の設計方針

インターロックに関する制御や ON/OFFステータス監視のための制御の設計をするに当たり、我々は制御システムに要求する項目を次のようにまとめた。

- 1) ノイズに影響されず、安定に動作すること。
- 2) 保守性に優れていること。
(故障時の原因が発見しやすく簡単に修理できる)

- 3) 高速で動作すること。

- 4) 安価であること。

- 5) 開発が簡単であること。

- 6) 信号線の配線が短く済むこと。

これらの要求を考慮した結果、汎用品でもあり、扱いが容易で、後の改造等によるシーケンサーの変更が容易なシーケンサー (プログラマブルコントローラ) を使ったシステムを製作することにした。メーカーの選択では、以前、オムロン社製の物を使用していたことがあり、使い慣れているので引き続き使用することにした。また、機種選択に当たっては、イーサネットとの接続が可能であり、コンポーネンションネットワークが整備されている中型の C200HG (SYSMAC α) をホストシーケンサーとし、安価な小型の CQM1 をサブシーケンサーとして使用する。

3. システム構成

たとえ 1 台のシーケンサーが停止した時でも他のものになるべく影響しないよう、役割ごとに分類して制御することを基本とした。さらに役割の違うシーケンサーのデータを得るためにそのシーケンサー間はネットワークで接続し、お互いのデータを共有させる。(4.参照) (図1)

まず、制御室に役割ごとに分けた中型シーケンサーを3台（中央監視用、真空系用、RF・MAG系用）設置し、各々、現場に設置した小型シーケンサー、リモートI/Oターミナルをネットワークで監視する。また、RS232Cでコンピュータ（PC-98）と接続することにより制御室内でシステム全体の状態を監視し記録する。操作記録、運転記録をとることにより何らかの故障が発生したとき、記録を遡ることにより、故障原因の特定が容易になる。監視プログラムはQuick-BASICを使って製作したのものであり、リアルタイムで機器の状態を表示できるようになっている。

さらに直接イーサネットと接続することでシーケンサーのデータを遠隔監視することを可能にした。この監視システムによりモデムを使って自宅などの遠方のコンピュータで機器の状態を監視することができる。

現場に設置する小型のシーケンサーは独立に制御できる真空制御とモニタ制御に使用することにし、さらに細かく用途別に分けた。真空に関しては1台のシーケンサーで2つの真空系を立ち上げから、全て現場に設置したスイッチによって動作することができる。常にピラニゲージで見る真空度と機器の異常を監視することにより、インターロックをかけ、無理な運転によって真空系を故障させないようにシーケンスが組まれている。

4. シーケンサーネットワーク

シーケンサー同士をネットワークで接続し、データを相互に共有するために、我々は二種類のネットワークを用いた。まず、制御室内に設置するホストシーケンサー間の通信は、高速でプログラムを特別に作らないでデータを共有できる”SYSMAC LINK”で接続した。これにより、ホストシーケンサーのデータは全て共有でき、相互に自由に使用できる。また、伝送線は光ケーブルを使用しているため外部ノイズの影響を全く受けない。

- SYSMAC LINKの仕様 -

- 1) 通信方式 N:Nトークンバス方式
- 2) 送信速度 2 Mbps
- 3) 伝送媒体 2芯光ファイバケーブル
- 4) 伝送路形式 デジィーチェーン
- 5) 伝送距離 10 km

- SYSMAC LINKの特徴 -

- 1) データ共有機能により、他のシーケンサーのデータが自動的に送受信される。
- 2) 管理局が異常時、自動的に移動するので、システム全体が停止することがない。
- 3) 光ケーブルを使用しているため高速でノイズに強い。

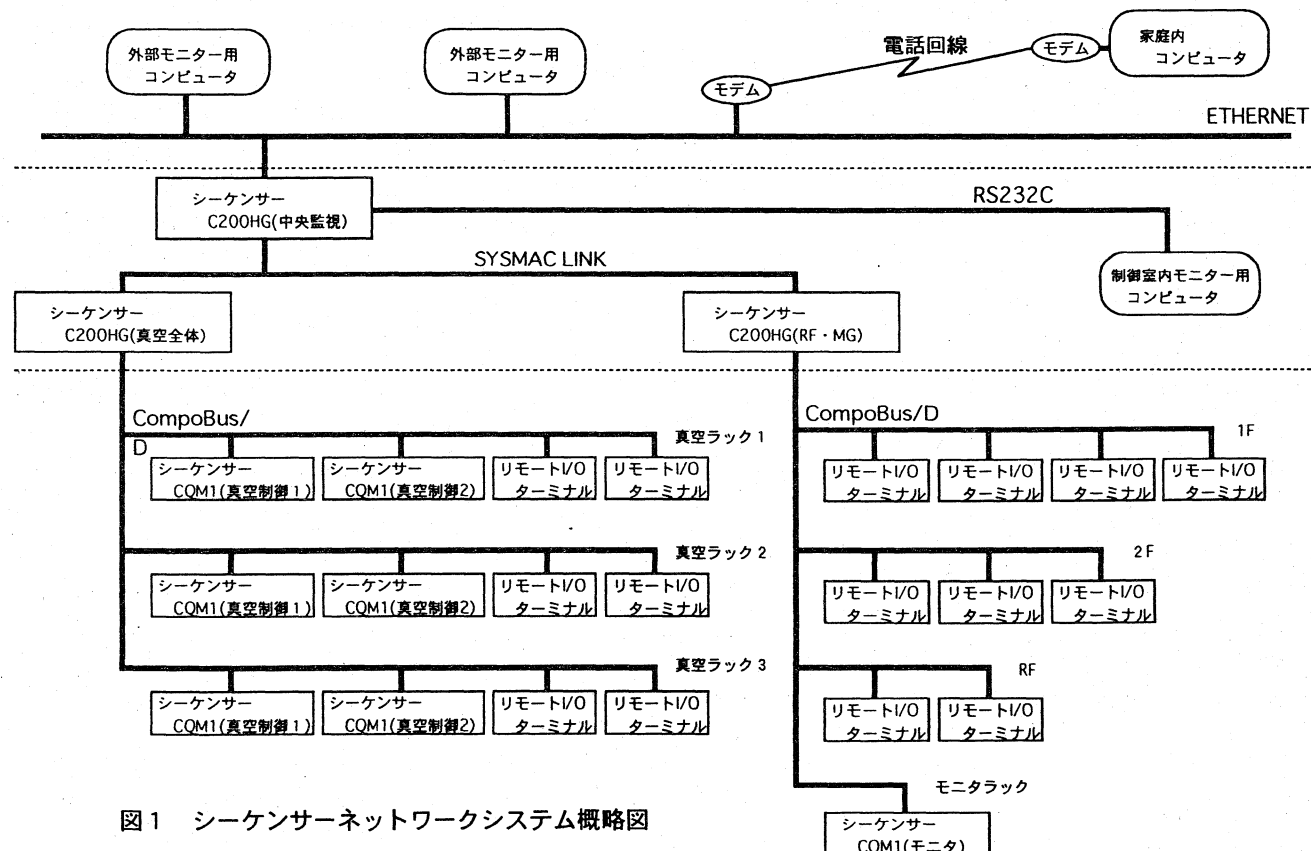


図1 シーケンサーネットワークシステム概略図

- 4) RMS機能(障害対策機能)として、自己診断機能、ノードバイパス機能(シーケンサーが停止したときにそれをバイパスして通信を行う機能)等が備わっているので素早い障害対策が実行できる。

次に制御室内と現場間の通信には高ノイズ下でも強いデバイスネット(アレン・ブラドリー社が様々な機器同士の接続をめざして開発したネットワーク)に準拠の"CompoBus/D"で接続することにした。これにより、制御室と現場間は1本の信号ケーブルを這わせれば済むことになり、多数のケーブルを這わすことなく省配線化になる。通常は3線ケーブルを使用するが、我々は信号線の他に電源線も含めることにし、また、ノイズの影響をなるべく抑えるため4芯シールドケーブルで配線を行った。これにより、配線工数と設置コストが少なくなり、メンテナンスが容易になった。

- CompoBus/Dの仕様 -

- 1) 通信速度 最大 500 kbpt/s
- 2) 伝送媒体 3線ケーブル
(信号系2本、シールド1本)
- 3) 伝送路形式 マルチドロップ方式
またはT分岐方式
- 4) 伝送距離 500 m以下 (125kbpt/s時)

- CompoBus/Dの特徴 -

- 1) デバイスネットに準拠しており仕様が自由化されているので、様々なメーカーの機器と接続が可能。
- 2) 高温、高ノイズという悪環境でも高速応答と高信頼性がある。
- 3) 配線にはT分岐(3方向分岐)方式とマルチドロップ(分散した機器間を一对のケーブルで接続)方式を自由に組み合わせることができ、自由度が高い。

5. モニタリング

イーサーネットには、ワークステーションなど様々なコンピュータが接続されている。そのため、シーケンサーのON/OFFステータスを表示させる画像などはあらかじめコンピュータの種類ごとにプログラムを用意する必要があり、複雑で面倒になってしまう。そこで、我々はイーサーネット上でコンピュータの種類を問わず情報を見ることの出来るWWW(World Wide Web)で表示することにした。システムの構成としてはまず、イーサーネットに接続されたUNIXワ

ークステーションがシーケンサーのデータをUDP/IPによるFINSプロトコル(オムロンのFA制御装置用通信プロトコル)で読み込み、ファイルに落とす。そして、監視用プログラムがそのデータをHTML言語で書かれたテキストに書き込み、WWWブラウザで表示する。(図2)テキストは変化のあったステータスを表示させるために数秒ごとに書き直されるようになっている。これにより、コンピュータがイーサーネットと接続でき、WWWブラウザがあればどのような場所(たとえば自宅など)でもリアルタイムの監視が可能となる。

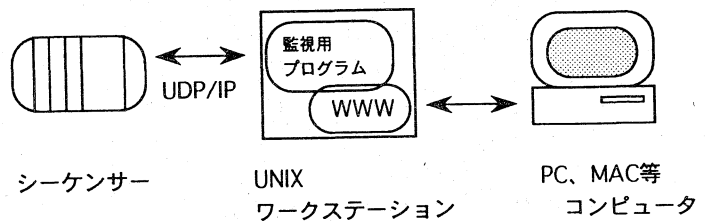


図2 監視システム

まとめ

高周波電源など多数のノイズ源が存在する悪環境下で制御システムは問題なく動作しており、ノイズ等による誤動作もなく、システムの信頼性は心配ないものと思われる。この制御システムのプログラムのサイクルタイムは最高4ms、SYSMAC LINKの通信サイクルは22ms、CompoBus/Dは約10msと許容範囲であった。また、シーケンサーを役割ごとに分けて使用したことによりシステム全体が判りやすく、さらにネットワークで接続したことで省配線化となり、設置の労力が軽減され、メンテナンスも行いやすくなった。さらにWWWで機器の状態を表示できるようにしたため、監視が容易になった。

参考文献

- "C200HG ユーザーズマニュアル" OMRON
- "SYMAC LINK ユーザーズマニュアル" OMRON
- "CompoBus/D ユーザーズマニュアル" OMRON