

PREBUNCHER AND BUNCHER CONTROL SYSTEM FOR THE KEK PF 2.5-GeV LINAC (II)

M. Yokota, S. Ohsawa, I. Abe, *M. Tanaka, and *H. Akimoto

National Laboratory for High Energy Physics (KEK)

*Mitsubishi Electric System & Service Engineering Co, Ltd.

ABSTRACT

In the KEK PF-2.5GeV linac a new type attenuator & phase-shifter system has been adopted in 1990. It has a distinctive feature: It is able to control rf power and phase independently. However, since two short plungers should be moved simultaneously, motor control became difficult. In order to solve this problem a new control system of the attenuator & phase-shifter was developed, which is operating stably since Summer in 1990.

PF 2.5-GeV リニアック・プリバンチャー&バンチャーの制御 (II)

1、はじめに

PF 2.5-GeV リニアックのプリバンチャー&バンチャーでは、数年前から新型の減衰器&移相器システムを使用している¹⁾。それまで使用してきた減衰器には、減衰量を変えると原理的に位相まで変化するという問題点があった。そこで減衰量を変えても原理的には位相が変化しない新しい構造の減衰器&移相器に更新したものである。このシステムは従来のものと違い²⁾、ふたつのショートプランジャの位置によってその減衰量と位相を独立に変えることができる。ただしそのためには、ふたつのショートプランジャを同時に動かすことが必要で、プランジャの制御方法が従来より複雑になった。そこで調整者の負担を減らすために、プランジャの位置を直接指定するのではなく、減衰量もしくは位相量に対応するボタンを制御画面上に用意した。このボタンによって遠隔操作ができるように計算機側のプログラムを新たに開発し、現在実用に供している。

今夏、将来計画であるBファクトリーに向けて入射部の改造を行っており、それに伴ってプリバンチャー&バンチャーの減衰器&移相器システムも一系統追加され、構成が一部変更される。その制御も含めて報告する。

2、移相器&減衰器の構成と動作原理

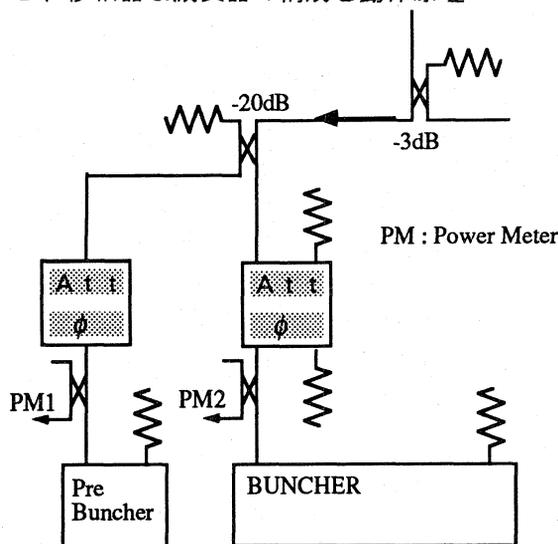


図1 移相器&減衰器の構成

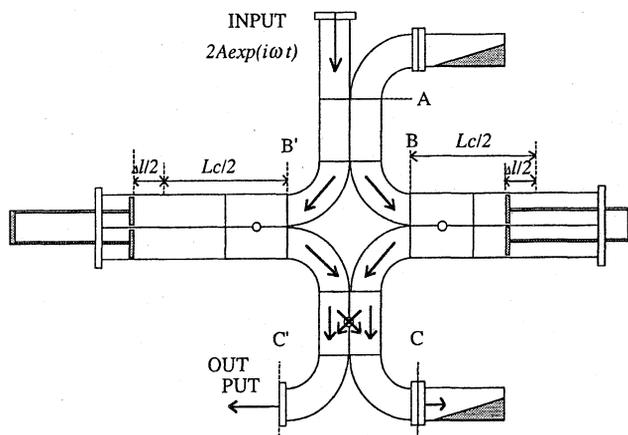


図2 バンチャー用移相器&減衰器

入射部の相器&減衰器を含めた全体の構成は図1のようになっている。クライストロン出力の半分がバンチャー系に使用される。バンチャーとプレバンチャーの入力側立体回路には、それぞれに移相器&減衰器が入っており、独立に位相とパワーを調整できる。各々のパワーはパワーメーターでモニターしており、主制御室の画面上に値を表示している。

次に移相器、減衰器の動作原理を説明する。バンチャーとプレバンチャーの移相器&減衰器は構造が異なっているが、ここではバンチャー用のものについて説明する。これは図2に示したように、2個の3dBのハイブリッドと2個の移相器から構成されている。入力マイクロ波は最初のハイブリッドで二分割され、左右にある移相器を通った後、下にあるハイブリッドで合成される。その結果、出力波は

$$2A \sin \phi \sin (\omega t + \theta)$$

となる。ここで

$$\theta = L_c / \lambda_g \quad \phi = \Delta l / \lambda_g$$

λ_g は管内波長である。出力される波の振幅は $\sin \phi$ に比例するから、出力パワーのみを変えるには、 Δl のみを変えればよい。そのためには、一方のショートプランジャを挿入し、他方を同量引き抜けばよい。一方、ショートプランジャを同量挿入もしくは引き抜けば、 L_c のみを変えることになり、位相だけが変わることになる。なお、プレバンチャー用の物は構造は違うが機能はこれと全く同様である。

3、制御方法

この制御に用いた主要部品は、ショートプランジャ駆動用パルスモータ（オリエンタル：PH299-01×4個）とそのドライバー（同：UD2140×4個）、プランジャの位置を正確に読み取るためのエンコーダー（NSD：VLS-256PW 128B×4個）とその信号変換器（同：VM-2A-16×4個）及びそれらを制御するためのパソコンとその入出力インターフェースである。また、減衰器通過後のRFパワーを確認するためにパワーメータ（YHP:8900D×2台）を設置している。

現場のパソコンは、4個あるプランジャの位置をそのままバーグラフ表示するようにしてあり、さらに、位相及び減衰量の値は、2個のプランジャの位置関係で決まるため、エンコーダーの読みから計算して値のみを表示している。この値がある一定の範囲を外れた場合は異常とみてモーターを動かさないようなソフト的なインターロック機能も持っている。このパソコンにはパワーメータもつながっており、ここからキーボードを操作してローカル運転することになる。主制御室とは光ファイバーでつながっており、現場の機能はそのまま使用可能になっている。

制御室側の表示画面は図4のようになっている。現場の画面とは違って、計算値である位相と減衰量をバーグラフで表示し、パワーメーターの値とエンコーダの位置を括弧内に参考のために表示している。これは陽電子発生装置用また、従来の制御プログラムとも共通で、調整者が理解しやすくなっている。マウスあるいはタッチパネルから制御を行い、枠で囲まれた部分を選択することで動作するようになっている。基本的な動作はバーグラフ両端の"INC", "DEC"ボタンを押せば良い。このボタンはプランジャ位置のリミッタースイッチによるハード的なインターロック表示を兼ねていて、リミッタースイッチが働くと、この部分が赤くなり、その時はその方向にモーターは動かない。モーターのスピードを変えるには、"制御速度"のボタンを押せば1回の操作で動く量が変わる。

ビームの運転モードには、パルス幅や電流値の違う複数の種類がある。運転モードが異なると、移相器&

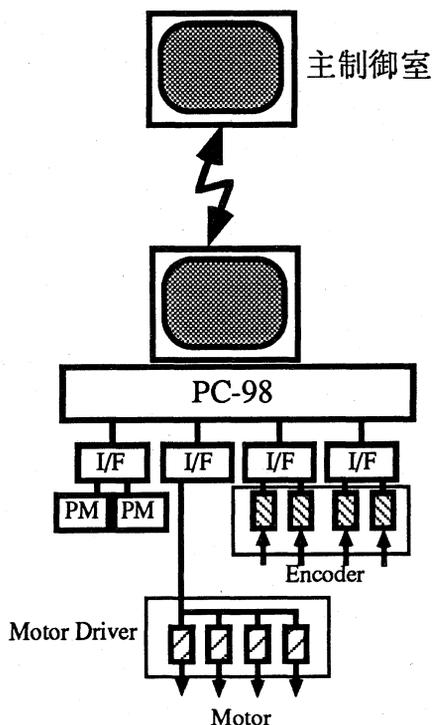


図3 制御系の構成全体

減衰器の設定パラメータは一般には異なる。各パラメータセットは”データリスト”に記憶されており、運転モードごとに設定される。この場合、二つのモーターを同時に動かしていたのではやりにくいため、モーターは1個ずつ駆動される。

このシステムは現在実用に供されており、ノイズ等の誤動作もなく安定に働いている。

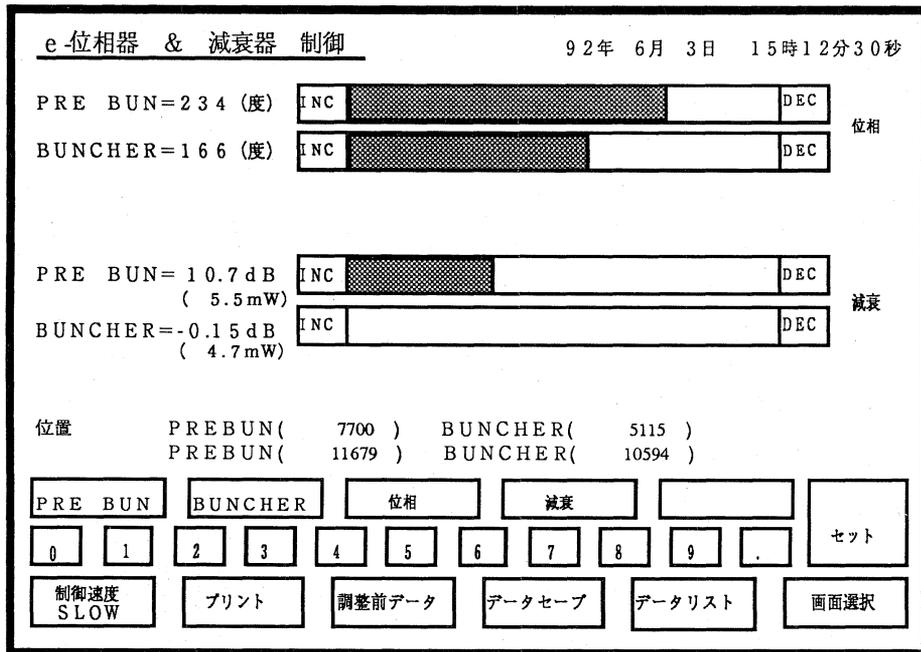


図4 移相器&減衰器 制御グラフィック画面

4、今夏の改造

今夏、将来計画であるBファクトリーにむけて、大電流加速ができるように入射部の改造を行っている³⁾。プレバンチャーがダブルプレバンチャーになり、導波管が一系統追加される。従来のもものと比較すると、バンチャー用の十字型移相器&減衰器の下流に-20 dBの電力分割器とプレバンチャー1用の移相器&減衰器が移動し、バンチャー用移相器&減衰器出力ポート側の今までダミーロードの部分に新しい十字型の移相器&減衰器をいれて、その出力をプレバンチャー2に供給する。このためバンチャー用の十字型移相器&減衰器を動かすことにより、プレバンチャー2とバンチャーへの電力配分を自由に変えることができる。また、バンチャー系とその直後の加速管の位相をパワーを変えずに調整することが可能になる。

制御に関係する点ではプレバンチャー2用に十字型の移相器&減衰器が増えたことによってモーターとエンコーダそれぞれ2個、パワーメーターが1台増える。このためモータードライバとエンコーダ読み取り変換器が各2台と、これらを接続する入出力インターフェースボード1枚が新たに必要になる。今回のこの追加は、ハード的には前回製作したものと全く同じものが一組増えるだけなので対応は容易である。ソフト的には、従来のものをベースに表示機能等を追加して対応する。

現在、モータードライバとエンコーダ読み取り変換器等のハードの変更を行っており、それと平行して制御プログラムを開発中である。

参考文献

- 1) S. Ohsawa et al.;"High Power Hybrid Attenuator & Phase-Shifter Systems", Proc. of the 1990 Linear Accelerator Conference.
- 2) M. Yokota et al.: "PRE BUNCHER AND BUNCHER CONTROL SYSTEM FOR THE KEK PF LINAC", Proc. of the 12th Linac Meeting, 1987.
- 3) S. Ohsawa et al.;"PF 2.5-GeV LINAC Injection System Upgrade(II)", presented at this meeting.