

V-2 RF AUTOMATIC LEVEL CONTROL SYSTEM

T. Takenaka, H. Baba and S. Anami

National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

This paper describes RF Automatic Level Control (ALC) system used for RF Power Supply of the KEK 20 MeV Injector Proton Linac in order to improve the stability of RF level in the linac tank. The system consists of a main circuit module of ALC, a D/A converter module, a RF power detector and a sample and hold module. The detected signal of the tank RF level is fed to the screen grid of the driver amplifier (RCA-4616 super-power beam power tube). The stability of the tank RF level is approximately 1.4 % with and 3.6 % without the RF-ALC system respectively.

§ 1 序

KEK Proton Linac の RF レベルが主に出カ管 (RCA-4616) のエージング不足や劣化により不安定になると云う現象が生じていた。運転中に RF レベルのドリフトが生じ時間的に変動をした。これを改善するため高周波自動制御装置 (RF-ALC) が考えられた。

本装置 RF-ALC は KEK 20 MeV Proton Linac 加速タンクの RF レベルを一定に保つために製作されたものであり、RF-ALC の設定した基準レベルで RF レベルを自動制御する装置である。

Fig. 1 に示したように RF システムは発振器、低電力増幅器、中電力増幅器、大電力増幅器から構成され、中電力増幅器、大電力増幅器は 2 系統に分かれ、低電力増幅器、中電力増幅器は多段増幅器になっている。その出力はタンクの励振に 1 MW、ビーム負荷補償に 2 MW (at 100 mA) 以上である。

このような多段増幅器では各電源を安定にすることのみでは安定な出力を得ることが困難である。従って、Fig. 1 の如くタンクの RF レベルを増幅器系へ負帰還することにより、安定な RF レベルが得られるようにしたものである。

§2 構成および特性

本装置の構成はRF-ALC本体とD/Aコンバータモジュールから成っている。 Fig. 2参照。

RF-ALC本体はInput level limiter(Comparater), A/D Converter, Sampling counter, 分周回路, Average counter, D/A converter, Setting level controller, Amplifier(Gain control), Offset level controller および A/D converterから構成される。

D/A converter moduleはCounter, Latch, D/A converterおよび Buffer amplifierから構成されている。

特性

表-1

Input level limiter	設定誤差	± 10%
Output level limiter	設定誤差	± 10%
Setting level	設定精度	最大値の± 0.1%
Offset level	設定精度	最大値の± 0.1%
A/D converter	正確さ	± 0.05% 7521数字
D/A converter	直線性	± 0.1%
Amplifier(Gain control)	増幅度	0.1 ~ 50倍
入カインピーダンス (ALC本体)		10 KΩ
出カインピーダンス (D/Aコンバータモジュール)		200 Ω

§3 機能と動作

本装置の機能はRF-ALC本体とD/Aコンバータモジュールの2つに分けられ Fig. 2に示してある。

RF-ALC本体はアナログ入力をデジタルに変換し比較演算を行なう。D/AコンバータモジュールはRF-ALC本体のデジタル出力を受け、アナログに変換し帰還をRFシステムにかけるものである。

RFレベルはアナログ量で、RF-ALC本体に入力される。このRFレベルはコンパレータで上限または下限を越えているかどうか比較される。入力が設定されたレベルリミッタの範囲に入っておればA/D-1コンバータでパルスストレインに変換される。パルスストレインは1, 3, 5, 10, 20の5段階に平均でき、平均値カウンタを通りラッチされる。ラッチされた信号はD/A-1コンバータを通り動作条件として入れてあるセッティングレベルに加算される。加算された信号は0.1~50倍までゲインのコントロールが出来る増幅器を通り反転させ、RFシステムの運転条件で設定されるオフセット電圧に加算される。再度A/D変換後パルスストレインはD/Aコンバータモジュールに転送される。転送されたパルスストレインはカウンタを通りラッチされ、最後にアナログに変換され、緩衝増幅器を通り、RFシステム系出力管4616のスクリングリッドに加えられる。このスクリングリッドを制御することによってRFレベルを一定にすることが出来る。更に、入出力の暴走防止用リミッタとRFの不マッチによる数パルスの放電ではRF-ALCは動作停止せず連続放電の場合にのみ停止するような機能がRF-ALC本体に組み込まれている。

§4 結論

RFの定常運転ではRFレベルがゆるやかに変化するとき本RF-ALCを用いることによりRFの安定性を高めることが出来た。Fig. 3はRF-ALC ONとOFFでのRFレベル変動の様子を示している。タンクRFレベルの安定度はRF-ALC ONの場合1.4%であり、OFFの場合は3.6%である。しかし、タンク、ドリフトチューブなどの温度によって周波数がドリフトするので本RF-ALCだけでは不十分で周波数自動制御装置と併用することが望ましい。なおタンクの周波数自動制御装置は目下製作中である。

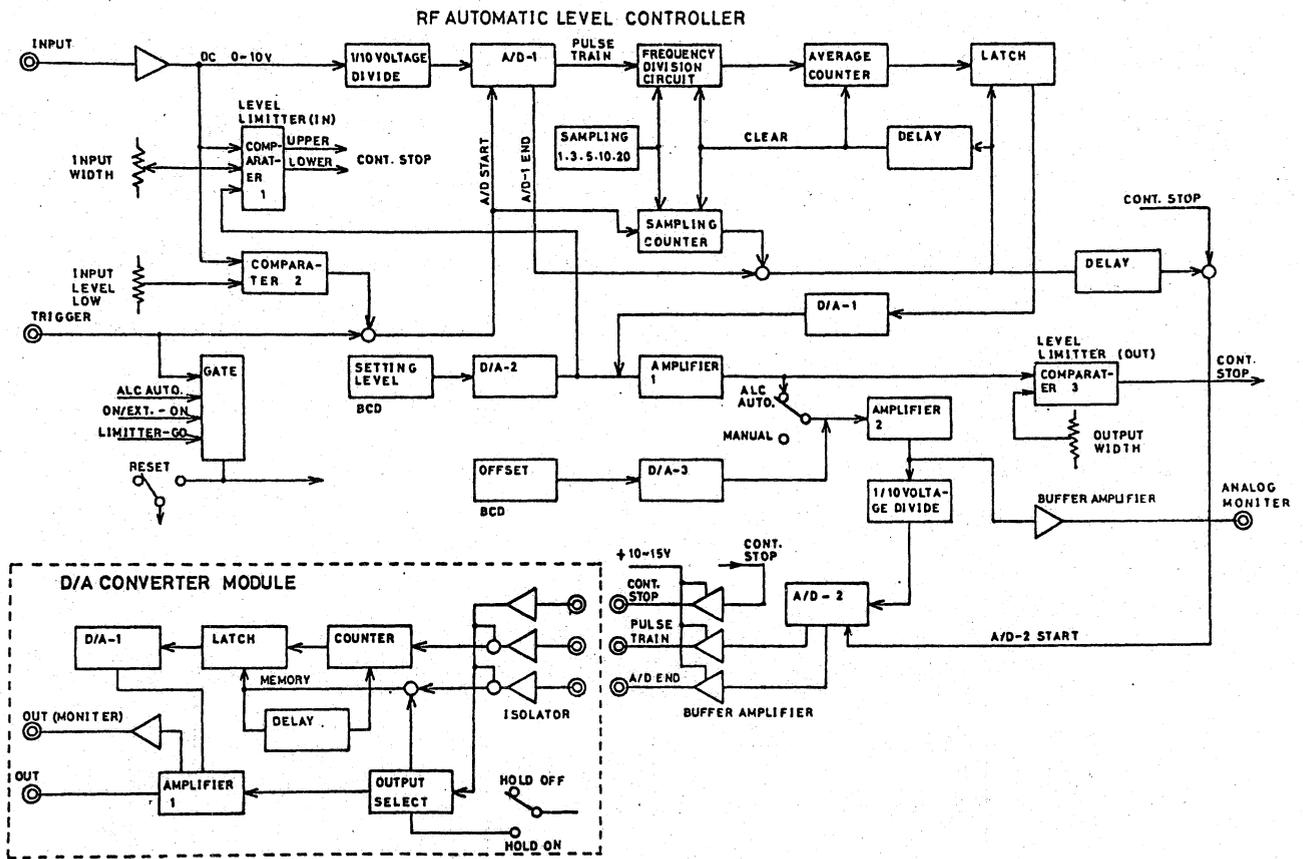


Fig 2

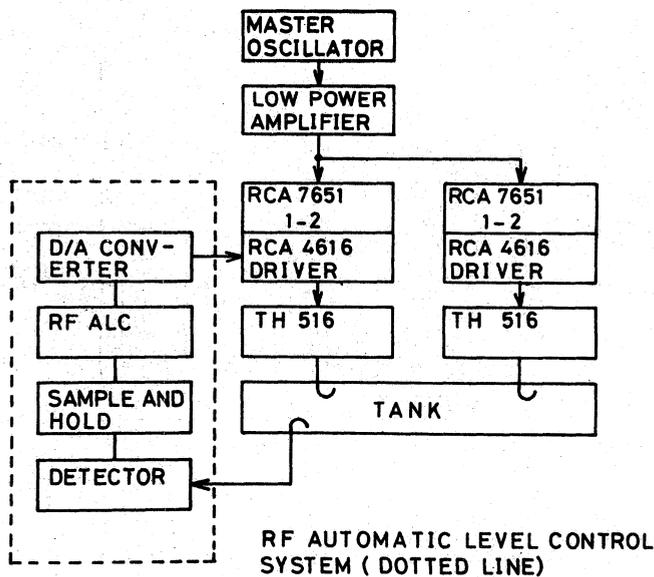


Fig 1

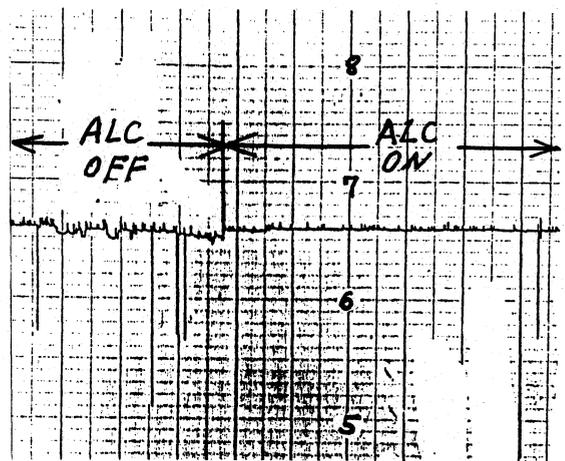


Fig 3