

パルス電源の問題点

高エネルギー研 設楽哲夫, 穴見昌三, 斎藤芳男, 福田茂樹, 田中治郎
原研 益子勝夫

はじめに

放射光入射器 2.5 GeV 電子線型加速器では 30 MW クライストロン用パルス電源が 42 台設置される。 / 昨年の試作機に改良を加えた量産機 12 台が製作され、現在種々の試験を行っている。パルス平坦度、パルス安定度等の試験結果は良好であるが、パルス電源に本質的に付随するノイズが問題となって来た。すなわち、本電源の特徴は電源電圧の昇降を行なう IVR が de-Q'ing 回路と連動していること(図1参照)、及び

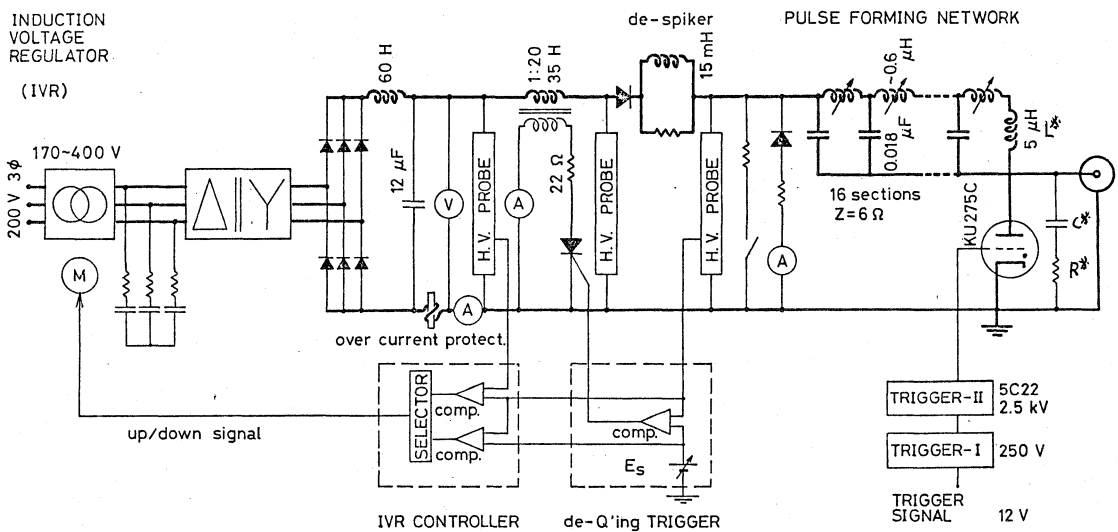


図 1

主・副制御室から遠隔制御可能になっていることであるが、これらを行なう回路がほとんど TTL レベルの電圧で動作しているため、メインサイクロン(KU275C)点燈時に発生する悪質なノイズにより誤動作するのである。

ノイズ対策としては、一般的に、

- (1) ノイズの発生を抑える。
- (2) ノイズ発生側と被害を受ける側のカップリングを小さくする。
- (3) 被害を受ける側の耐ノイズ性を高める。

に大別される。今回パルス電源に種々のノイズ対策を施したかここでは(1), (2)について

述べる。

§ ノイズ発生抑止対策

(a) トリガーIIにおけるノイズ抑止対策(パルス電源のシュミレーションとして)

トリガーIIは本電源のスイッチキューブであるサイラトロン(KU275C)をドライブする最終段の回路で、サイラトロン5C22を用いたラインタイプのパルサーである。(図2参照)。これをパルス電源のシュミレーション回路として用い、ノイズ対策を施した。負荷は matched load の 25Ω 抵抗を繋いだ。

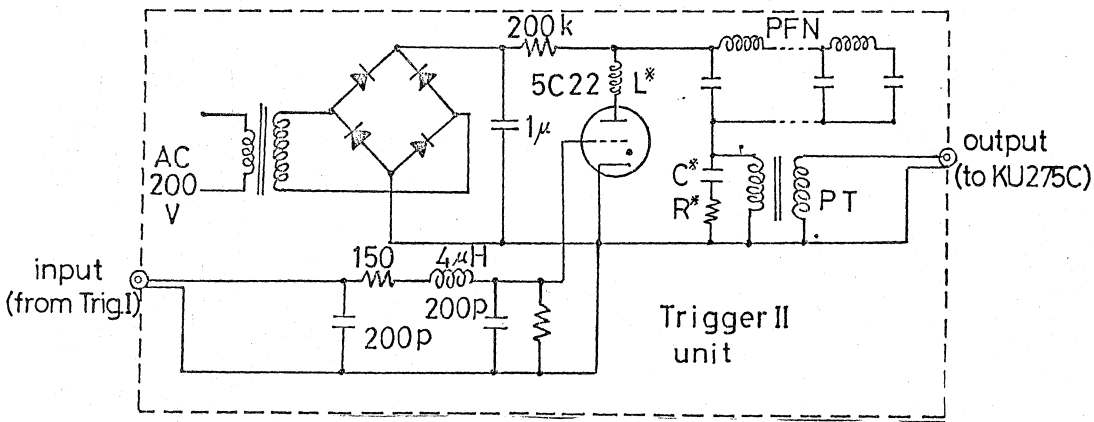


図2

図3に対策前の出力トランス1次側及び2次側の電圧波形を示す。

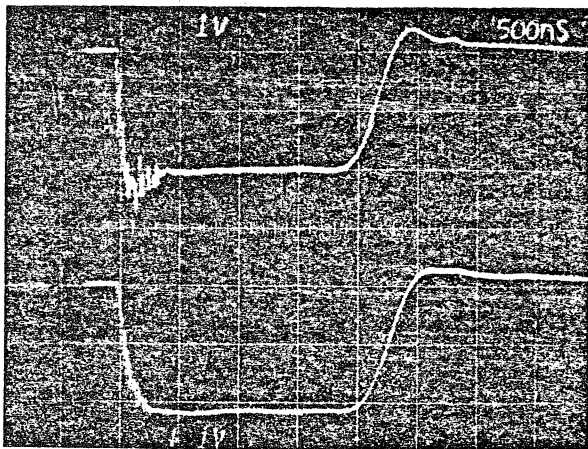


図3

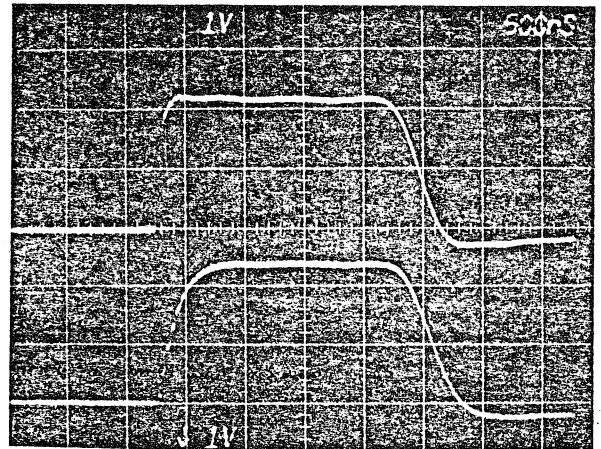


図4

1次側波形の立ち上がり部には高い周波数成分が含まれている。しかしパルストランスの2次側にはこのような成分は含まれていない。これはパルストランスの周波数特性に起因するものであるが、このことは1次側波形の立ち上がり部の高い周波数成分がそのままノイズとして回路を汚すことにつながる。これを避けるため我々は、サイラトロンの

頭に L^* ($\sim 5\mu H$) を挿入し立ち上がり時間を長くし、さらにパルストランスの1次側に C^* 、 R^* より構成される回路を設け立ち上がり時のインピーダンスのミスマッチングを抑えた。図4に対策後 ($R^* = 100\Omega$, $C^* = 1000pF$) の1次側及び2次側の電圧波形を示す。1次側の立ち上がり部分の波形が格段に改善されている。

(b) パルス電源本体におけるノイズ抑止対策

トリガーIIにおける結果を踏まえ、パルス電源本体に同様の対策を施した。対策前後の波形を図5、図6にそれぞれ示す。サイラトロンKV275Cの頭の L^* の値は $5\mu H$ 、出力回路に追加した R^* 、 C^* の値は 14Ω 、 $10000pF$ である。負荷は1:12のパルスト

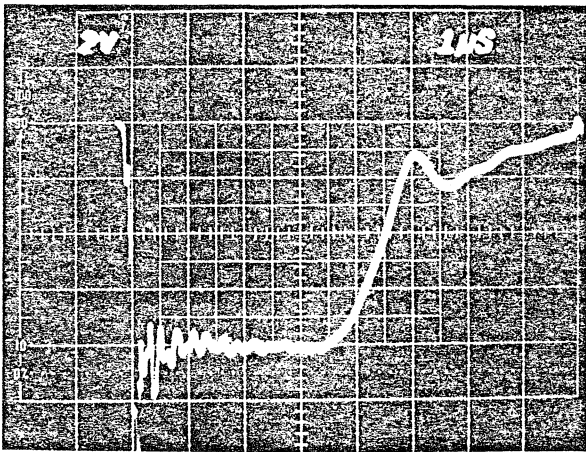


図5

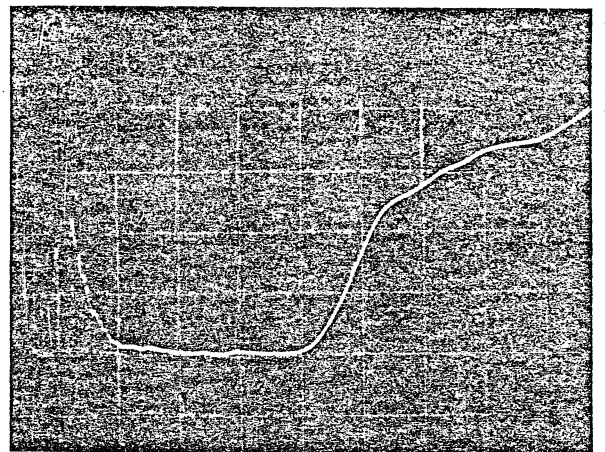


図6

ランスを介してクライストロンである。立ち上がり部の電圧波形が格段に改善されている。

以上から、パルストランスを介した負荷に使用されるパルス電源のノイズ発生の抑止のためには、次のことが効果的であると思われる。

(1) パルスの立ち上がり時間を必要以上に短くしない。

(2) パルストランスの周波数特性(クライストロン負荷時には、クライストロンのダイオード特性も影響)に伴うパルス出力立ち上がり時におけるインピーダンスのミスマッチをパルストランス1次側に R 、 C で構成する回路を挿入する等の対策をして、極力抑える。

§ 機器間のノイズカップリング抑止対策

たとえノイズが発生していても、それがノイズとして種々の機器とカップリングしな

けれどもノイズの問題は起る存り。我々の電源ではパルス放電部を電磁シールドを施した筐体中に収めノイズを極力閉じ込めようとしている。しかしながら数種のモニター用ライン、インターロック用ライン、ACライン等の放電部への出入りは不可欠であり、これらのラインを通じてノイズがオッパルするとは避けられ存り。この対策として放電部への入出力ライン全部にフィルターを付した。図7、図8にトリガ信号にのり、対策前、後のノイズの様子を示す。フィルターを挿入することによりノイズが著しく減少し

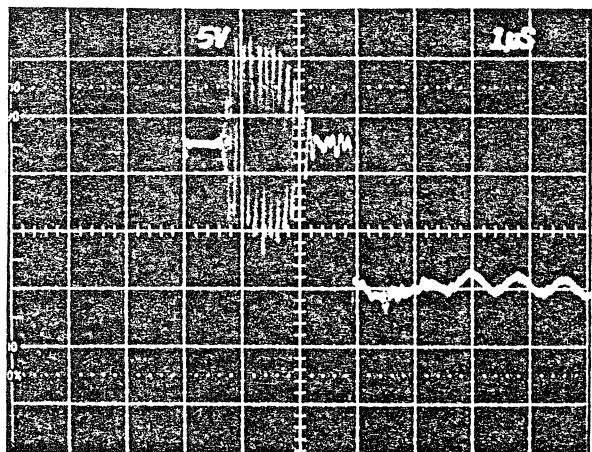


図7

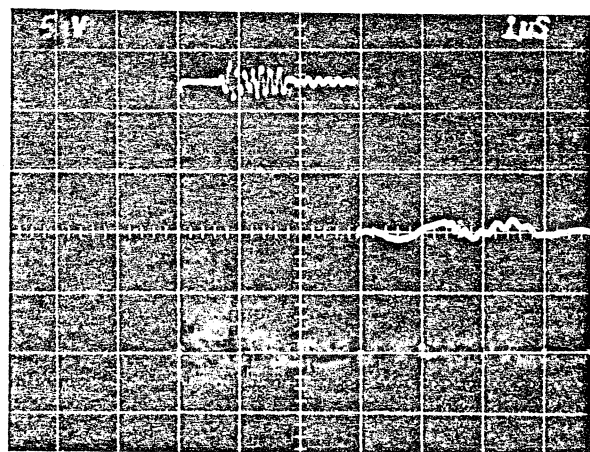


図8

ている。各信号ラインのうち最も汚れているものはシャント回路の電流モニターラインであった。これはモニター用シャント抵抗の両端の電圧を見ている。片側がメインサイラトロンKV275Cのカソード側と直接繋がっており、このために汚れが大きいものと思われる。非接触型のモニターであるCTを用いるとこの汚れは大幅に改善された。この他に、同軸ケーブルに意外に大きいコモンモードノイズがのっていることが観測された。このようにノイズ環境の悪い所では、同軸ケーブルよりもむしろシールド付2芯ツイストペア線などを用いた方がよいと思われる。