

АНАЛОГНИ УРЕЂАЈ ЗА УПРАВЉАЊЕ ИЗВОРОМ ЗА НАПАЈАЊЕ ГРЕЈАЊА КЛИСТРОНА

Ранко Родић, Иван М. Трајић, Драган Мунитлак, Институт за нуклеарне науке ВИНЧА

Садржај – У раду је дат опис реализованог уређаја за напонско управљање извором грејања катоде снажних клистрона. Временски период постепеног раста управљачког напона од 15 до 60 мин, не зависи од његове задате вредности. Генератори степенастог пораста управљачких напона изведени су на бази импулсно-ширински модуласаних интегратора.

1. УВОД

У току рада клистрона, температура катоде се мора одржавати у веома уским толеранцијама, и стога извор напајања грејања катоде одржава константан напон или константну струју. Произвођачи клистрона, за загревање катоде, препоручују примену регулисаног, стабилсаног, напона које одржава излазни напон око задате вредности са грешком од $\pm 1\%$.

За загревање катоде 5 MW или 10 MW клистрона [1] користи се наизменични напон од 20,0 до 28,0 V, јачине струје од 17 до 28 A [2], или напон од 8,0 до 9,25 V, јачине струје 39 до 45 A [3]. Корисник је изабрао регулисани извор за напајање наизменичном струјом, компаније FUG, модел NYW 1500M – 250 (КИН), који је преко одговарајућег трансформатора повезан на катоду клистрона [4]. Наведени извор за напајање регулише излазни, наизменични напон у опсегу од 0 до 250 VAC, и излазну струју од 0 до 6 A. Извором се може управљати споља преко одговарајућих прикључака. Управљање може бити аналогно или дигитално. Компанија ФУГ није понудила уређај за спољашње управљање.

2. ЗАХТЕВИ ЗА ГРЕЈАЊЕ КЛИСТРОНА

Захтев корисника наведеног извора за загревање катоде клистрона је био да се пројектује и изradi спољни аналогни управљачки уређај за управљање извором за напајање грејања катоде (АУНГК), са следећим карактеристикама:

- опсег управљачких напона, за излазни напон / излазну струју, је од 1 V до 10 V;
- управљачки напони за излазни напон / излазну струју за КИН се подижу постепено до задате вредности, у периоду не краћем од 15 минута;
- КИН треба искључити у случају да неки од три улазна, спољна, дигитална сигнала добије вредност 0 и то стање потраје један сат;
- искључење КИН обавити постепеним обарањем излазног напона / струје за време не краће од 10 ms;
- уређајем се управља локално или даљински;
- уређај се доводи у почетно стање дигиталним сигналом (RESET);
- у случају грешке на АУНГК обезбедити заштиту катоде клистрона;
- сви захтеви произвођача клистрона у погледу грејања катоде морају бити задовољени.

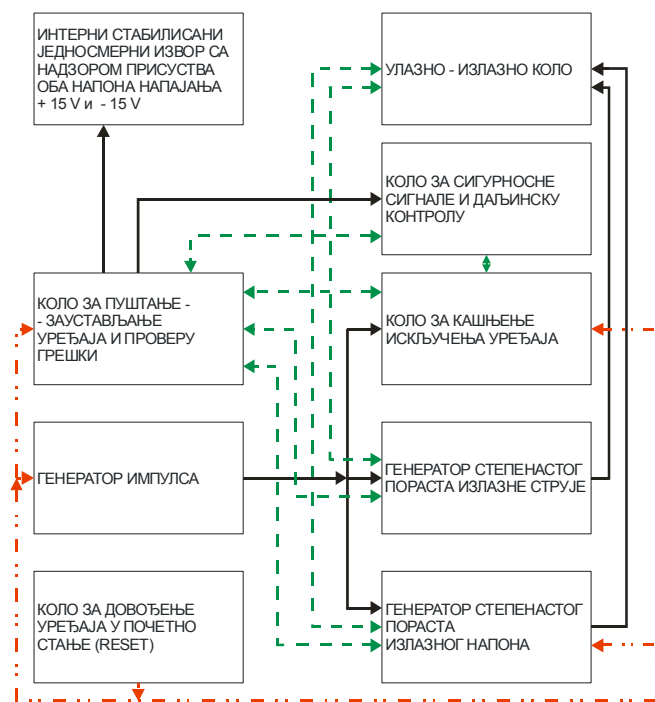
У складу са спецификацијама произвођача клистрона, извора за загревање катоде и корисника пројектован је,

изведен и испоручен аналогни, управљачки уређај за управљање извором за напајање грејања катоде клистрона.

3. ОПИС УРЕЂАЈА

Предложено решење (Сл.1) је највећим делом диктирано потребом да уређај буде имун на штетан утицај електромагнетних сметњи изазваних импулсним радом снажних извора РФ-енергије.

Основни склопови уређаја су базирани на генератору степенастог пораста управљачког напона за излазну струју и излазни напон, који је реализован интегратором са импулсном, ширинском модулацијом [5]. Временски период постепеног раста управљачког напона од 15 до 60 минута, не зависи од задате вредности управљачког напона. Раст управљачког напона је дискретан, у приближно 250 корака, при чему вредност корака зависи од управљачког напона. Два генератора степенастог пораста напона подижу управљачки излазни напон, односно струју, а трећи је искоришћен у колу за кашњење искључења, где одмерава временски период од једног сата. Интегратори, у генераторима степенастог пораста напона, у почетно стање се доводе контактима релеја, преко одговарајућег отпорника, чиме се обезбеђује постепено обарање излазног напона / струје за тражено време. Релеј је изабран због смањења струје цурења кондензатора у интегратору и захтева за постепено обарање управљачких напона. Релејна логика је у том случају, природан избор с обзиром на поузданост и на брзине одзива које нису критичне.



Сл.1. Упрошћена блок шема аналогног уређаја за управљање извором напајања грејања катоде (АУНГК)

Генератор импулса је реализован тајмером LM555 у споју астабилног мултивибратора. Трајање импулса је 10 μ s са периодом између импулса \approx 3,6 s. Генератор импулса окида моностабилни мултивибратор који отвара удвојени MOS FET прекидач. Трајање моностабилног стања, односно затвореног прекидача је одређено улазним напонем из КИН.

Коло које обезбеђује пуштање - заустављања уређаја и у случају грешки у виталним деловима уређаја блокира уређај или онемогућава његово пуштање у рад је реализовано у комбинацији релејне логике и четвороструких, операционих појачавача LM324, у споју компаратора и појачавача. У случају грешке даје се команда за искључење КИН и на излазу, управљачки напони за излазну струју и излазни напон не прелазе \pm 100 mV. Део кола за проверу грешки обухвата искључивање и немогућност покретања уређаја у случају:

- повећања брзине довођења или прекорачења дужине трајања интеграционих импулса;
- кратког споја на MOS FET прекидачу;
- прекорачења излазних напона у односу на задате вредности за више од 2 %;
- прекида једног (оба) интерна напона напајања, искоришћена је модификација индустријског решења;
- уколико је КИН укључен пре АУНГК.

Дигитални улазно-излазни део кола је реализован оптокаплерима, а аналогни улазно и излазни сигнали су филтрирани и ограничени.

Коло за довођење АУНГК у почетно стање (RESET) је реализовано релејима.

4. КАРАКТЕРИСТИКЕ УРЕЂАЈА

АУНГК (Сл. 2) има следеће карактеристике [6]:

- уређај је намењен употреби у затвореним просторијама и није намењен употреби у спољашњим условима.
- Напајање: 220 V AC / 50 Hz \pm 10 %
- Снага: 50 W.
- Радна температура: од + 5 °C до + 45 °C. Температура складиштења: од - 10 °C до + 60 °C.
- Максимална релативна влажност за нормалан рад, без кондензације: 85%
- Локални или даљински управљани режим рада.
- Управљачки напони се подижу у корацима

$$\Delta V = V_{\text{output}} / 250 \quad \Delta I = I_{\text{output}} / 250 \quad (1)$$



Сл.2. Изглед завршеног уређаја АУНГК

5. ПРОВЕРА УРЕЂАЈА

Рад уређаја је проверен у лабораторијским условима, мерењем времена пораста управљачких напона, за вредности задатих напона од 1 V до 10 V, а затим је уређај тестиран у клима комори на температурама од 0 °C до + 55 °C, у кораку од 5 °C, у два циклуса при смањењу и порасту температуре. Релативна влажност је одржавана на вредности од око 90%, без кондензације. Мерна су времена пораста управљачких напона и проверавана је температурна компензација напонског офсета операционог појачавача у интегратору.

Са променом температуре повећава се време, потребно управљачком напону за достизање задатог напона, за највише 20 %. Раст времена је био израженији при расту температуре. Захтев корисника је да не сме доћи до смањења времена испод 15 минута, па није урађена додатна провера механизма који доводе до раста времена. Температурна компензација напонског офсета операционог појачавача у интегратору је у датом температурном опсегу одржала излаз интегратора на испод 100 mV за време од 20 минута, при чему је најмањи напонски пораст управљачког напона испод 2 mV (за задату вредност излазног напона од 1 V).

6. ЗАКЉУЧАК

Спроведена испитивања показују да уређај испуњава постављене захтеве. Уређај је испоручен наручиоцу. Коначна провера и тестирање уређаја на КИН и на клистрону је предвиђена у току ове годину у Институту DESY, Хамбург, Савезна република Немачка

ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Part I Executive Summary", *Technical Design Report*, Hamburg: DESY, March 2001
- [2] "TH1801", *Datasheet*, Thomson Tubes Electroniques, August 1999
- [3] "TH2104C", *Datasheet*, Thomson Tubes Electroniques, October 1993
- [4] A. Beunas, G. Faillon, S. Choroba, A. Gamp, "A High Efficiency Long Pulse Multi Beam Klystron for the TESLA Linear Collider", 2001-01 TESLA Reports
- [5] Ivan M. Trajić, Stefan Choroba, Franz-Ruediger Kaiser, "Long Time Voltage Controlled Staircase Generator", *Zbornik radova XLVI Konferencije za ETRAN*, Sveska I, str. 25-27, Друштво за електронiku,

telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, Banja Vrućica - Teslić, 3 - 6. jun 2002.

- [6] "Operating and service manual ACUFPS Analog Control Unit for Filament Power Supply", Vinča Institute of Nuclear Sciences, TESLA Accelerator Installation, Belgrade, June 2004

Abstract – In the paper the authors present and describe the unit for voltage controlled filament heating power supply of the high-power klystron. The gradual control voltage

increase period of 15 to 60 minutes is independent of its set value. The voltage controlled staircase generators are made on the basis of a pulse width modulated integrator.

ANALOG CONTROL UNIT FOR FILAMENT POWER SUPPLY OF A KLYSTRON

Ivan M. Trajić, Ranko Rodić, Dragan Munitlak