

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗГРАЖДАНЕ НА ПУЛТ ЗА ЗАХРАНВАНЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВИСОКОВОЛТОВИ ИЗПИТВАТЕЛНИ УРЕДБИ

Ирена Божичкова, Георги Димитров
milenium_26@abv.bg dimitrov_gd@mail.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
1574 София, ул. Гео Милев № 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: *Техника на високите напрежения, Учебна лаборатория, Високоволтови изпитвателни уредби, Управление на високоволтови изпитвателни уредби.*

Резюме: *Всяка електротехническа специалност във висшите училища, която е свързана с енергетика, задължително изучава предмета „Техника на високите напрежения“. За качествено обучение на студентите е необходимо наличието на добре оборудвана лаборатория за високоволтови изпитвания, каквато има изградена във ВТУ „Тодор Каблешков“. Целта е чрез провеждане на практически изследвания, обучаемите да се запознаят с качествата и характеристиките на различни електроизолационни материали и с процесите, които протичат във високоволтови апарати и оборудване по време на работните и аварийните им режими. За осигуряване безопасното провеждане на практическите занятия в лабораторията е необходимо изграждането на пулт за дистанционно управление на изпитвателното оборудване.*

В доклада е представен процеса на проектиране и изграждане на пулт за захранване и управление на оборудването в изпитателното поле на високоволтовата лаборатория. Обърнато е внимание на някои специфични изисквания за осигуряване на безопасност при провеждане на изпитванията. Разгледан е алгоритъм за управление работа на високоволтовата апаратура, въз основа на който са разработени електрическите схеми за захранване и управление и е изработен пулта за управление.

ВЪВЕДЕНИЕ

За надеждната и безопасна работа на електрическите апарати, мрежи, уредби и инсталации основна роля изпълнява електрическата изолация – твърда, течна или газообразна [1]. Познаването на специфичните качества на различните електроизолационни материали позволява при използването им в електрическите съоръжения, значително да се намалят габаритните им размери.

Изследването на характеристиките на електроизолационните материали се провежда в специализирани високоволтови лаборатории, оборудвани с различни изпитвателни уредби за високо напрежение и спомагателни съоръжения към тях [2].

Във ВТУ „Тодор Каблешков” за обучение на студентите от специалност „Електроенергетика и електрообзавеждане” е изградена учебна лаборатория по „Техника на високите напрежения”. За безопасното и по-функционалното ѝ използване

е необходимо да бъде проектирано и монтирано ново оборудване за хранване и управление на изпитвателните уредби.

1. АНАЛИЗ НА ТЕКУЩОТО СЪСТОЯНИЕ НА ВИСОКОВОЛТОВАТА ЛАБОРАТОРИЯ

Към настоящия момент учебната лаборатория по „Техника на високите напрежения” във ВТУ „Тодор Каблешков” разполага с две изпитвателни уредби, инсталирани в изпитателното поле:

- Изпитвателна уредба за високо променливо напрежение 50 kV, 50 Hz;
- Изпитвателна уредба за високо постоянно напрежение 9,4 kV.

Тъй като в голяма част от електрическите комутационни апарати и разпределителни уредби, като изолационна среда между контактните системи и неизолираните тоководещи части се използва околният въздух, особен интерес представлява изследването на процесите на разряд във въздух. За провеждане на тези изследвания, в изпитателното поле е монтиран изпитателен стенд - „Искрова междина” със сменяеми електроди и електродвигателно регулиране на разстоянието между тях.

В бъдеще се предвижда да бъде инсталирана и уредба за изпитване на „трекинг“.

За ограничаване свободния достъп до изпитателното поле, около него е изградено ограждение от стоманени мрежести платна. На ограждението е монтирана врата, оборудвана с краен изключвател и електромагнитно заключване.

Текущото оборудване на високоволтовата лаборатория във ВТУ „Тодор Каблешков” не позволява безопасното ѝ използване за учебни и научно-изследователски цели. Последното изисква проектиране, изработване и монтиране на пулт за хранване и дистанционно управление на високоволтовите изпитвателни уредби и спомагателното оборудване към тях, както и изграждане на следните електрозахранващи и сигнални линии от и към пулта:

- Изходящ кабел за хранване на електродвигателя, който регулира разстоянието между електродите на стенда за високоволтови изпитвания;
- Изходящ кабел за хранване на UV лампа, която осветява искровата междина, за уравниване напрежението на полето около електродите;
- Входящ кабел от крайния изключвател на вратата на изпитателното поле;
- Входящ кабел за хранване от електрическата мрежа.

2. СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА ЕЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТ ВЪВ ВИСОКОВОЛТОВАТА ЛАБОРАТОРИЯТА

За безопасно провеждане на практическите занятия със студентите и изследвания с научноизследователска цел, освен общите изисквания за защита от директен и индиректен допир до тоководещи части, посочени в специализираната литература и правилниците за електробезопасност [3, 4], е необходимо да осигури и допълнителна защита срещу подаване на напрежение към високоволтовите уредби и съоръжения в изпитателното поле, която в минималния си обем изисква наличието на следните елементи:

- Главен ключ със секретна ключалка, с който се разрешава хранването на пулта;
- Краен изключвател на вратата на ограждението на изпитателното поле, през контактите на който да се прекъсва хранването на оперативните вериги за управление на хранването на високоволтовото оборудване;
- Аварийен стоп бутон с блокиране в задействано състояние тип „Гъба”, с който при опасност се изключва хранването на оперативните вериги;

- Светлинна сигнализация, поставена върху ограждението на изпитателното поле, чрез която се указване работата на съответна високоволтова уредба или задействането на някоя от блокировките.

Посочените елементи следва да бъдат монтирани на пулта за захранване и управление или електрически свързани към него.

3. АЛГОРИТЪМ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА УРЕДБИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА В ИЗПИТАТЕЛНОТО ПОЛЕ

За включване на някоя от високоволтовите уредби или работа с оборудването е необходимо да бъдат изпълнени следните три условия:

- Да е наличен секретният ключ, с който се разрешава захранването на пулта;
- Да бъде затворена вратата на ограждението на изпитателното поле;
- Да бъде освободен аварийният стоп бутон (гъбата) на пулта.

Включването на всяка от изпитвателните уредби се осъществява индиректно чрез пусков бутон с определен цвят на капачката му. Над него светва сигнална лампа със същия цвят и едновременно с това – светлина със същия цвят на външната светлинна сигнализация, изградена чрез сигнална колона (фиг. 1).

Цветове на светлините за сигнализации са както следва:

- **Зелена светлина** – Включена е изпитвателна уредба за високо променливо напрежение 50 kV, 50 Hz.
- **Синя светлина** – Включена е изпитвателна уредба за високо постоянно напрежение 9,4 kV;
- **Жълта светлина** – Изводът, предвиден за захранване на уредбата за „трекинг“;
- **Червена светлина** – Свети, когато е натиснат аварийният стоп бутон;
- **Бяла светлина** – Свети, при отворена вратата на ограждението на изпитвателното поле.

Изключването на всички уредби се осъществява оперативно с общ стоп бутон или чрез някои от средствата описани в точка 2.

На командния панел на пулта има инсталирани още следните командни органи:

- Незадържащ превключвател, чрез който се подава захранване на електрозадвижващият механизъм за регулиране разстоянието между електродите на изпитвателния стенд – „Искрова междина”. Превключвателят е с три положения:

- средно - изключено;
- на дясно - „← →“ – раздалечаване на електродите;
- на ляво - „→ ←“ –приближаване на електродите.

- Задържащ превключвател който, включва и изключва UV лампата намираща се под електродите на искровата междина. Тя осветява зоната между и около електродите, с което се уеднаквава неравномерността на напрегнатостта на полето. Превключвателят е с три положения:

- средно - изключено;
- на дясно - „ръчно“ – постоянно включена UV лампа;
- на ляво - „автоматично“ – UV лампата се включва тогава, когато се включи някоя от уредбите.

- Ръкохватка на автотрансформатора, който е от ротационен тип, и чрез който се регулира напрежението подавано към изпитвателната уредба за високо постоянно напрежение (каскадният умножител на напрежение).

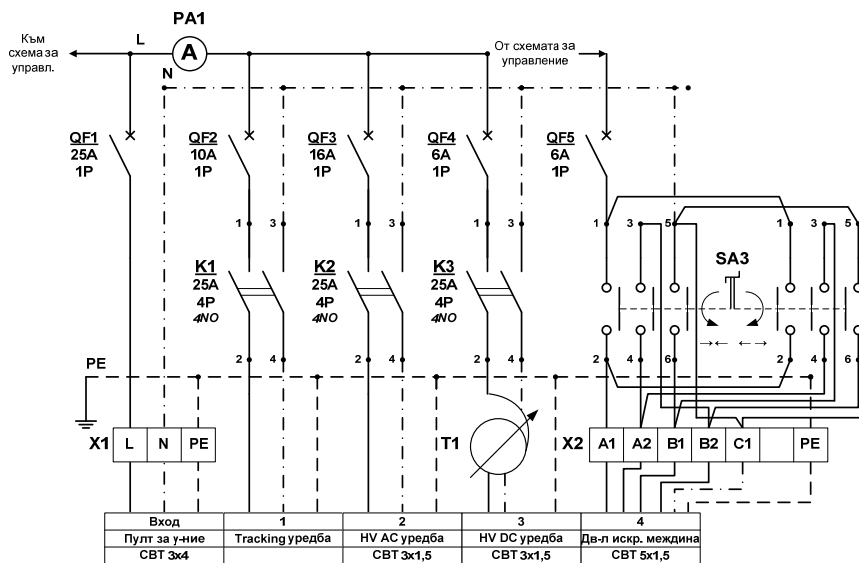


Фиг. 1.
Сигнална
колона

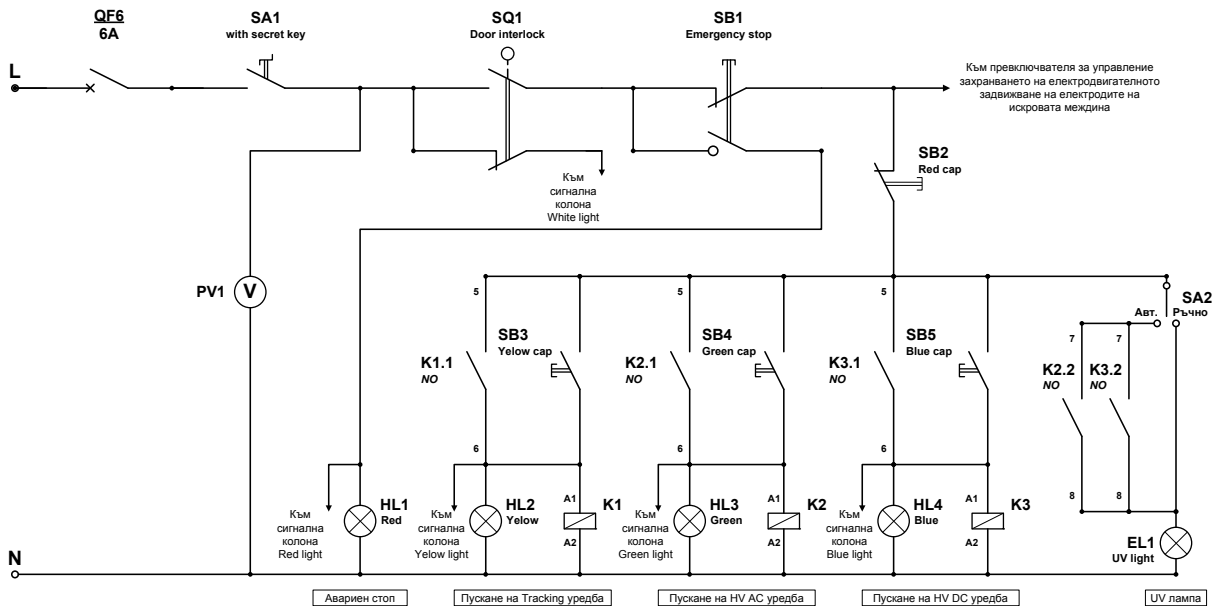
Към пулта за управление трябва да бъде свързан и контакта на крайния изключвател на вратата на изпитателното поле, през който да се прекъсва захранването на оперативните вериги при отворена врата.

4. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СХЕМИ НА СИЛОВИТЕ И УПРАВЛЯВАЩИТЕ ВЕРИГИ.

Въз основа на разгледаните по-горе специфични изисквания за безопасност и алгоритъм за управление на високоволтовите уредби и спомагателното оборудване в изпитателното поле, са разработени електрическите схеми на пулта за захранване управление в съответствие с нормативните изисквания [5, 6]. Схемата на силовите вериги е показана на фиг. 2, а тази на оперативните вериги – на фиг. 3.



Фиг. 1. Схема на силовите вериги в пулта за захранване и управление



Фиг. 3. Схема на веригите за управление високоволтовите уредби и спомагателното оборудване в изпитателното поле и светлинната сигнализация

5. ДИЗАЙН НА ПУЛТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Пулта за захранване и управление на високоволтовите уредби и съоръжения в изпитателното поле е изработен под формата на метална кутия с монтиран на нея команден панел. В кутията на пулта са монтирани всички силови комутационни апарати (електромагнитни контактори) и автоматични еднополюсни прекъсвачи за токова защита на изводите за захранване на изпитвателното оборудване. Всички органи за управление (ключове, бутони и др.) и светлинна индикация са разположени на командния панел на пулта за управление (фиг. 4).



Фиг. 4. Общ вид на командния панел на пулта за захранване и управление

На командния панел на пулта има инсталирани още следните измервателни уреди (фиг. 4):

- Цифров волтметър (LED индикация в червен цвят), който показва напрежението на мрежата след включване на главния ключ със секретна ключалка;
- Цифров амперметър (LED индикация в зелен цвят), който светва след включване на главния ключ със секретна ключалка Той отчита тока който консумират изпитвателните уредби;
- Цифров волтметър (свети в син цвят), чрез който се отчита напрежението на изхода на автотрансформатора за регулиране на напрежението подавано на каскадния умножител на напрежение (изпитвателна уредба за високо постоянно напрежение).

Върху командния панел е нанесена и кръгова скала около ръкохватката на автотрансформатора за регулиране напрежението на каскадния умножител на напрежение, която е разграфена от 0 до 115% спрямо мрежовото напрежение.

6. ОСНОВНИ ИЗВОДИ

Въз основа на изложеното могат да се направят следните основни изводи:

- Алгоритъма за управление на уредбите и съоръженията в изпитателното поле и предвидените измервателни уреди осигуряват необходимите условия за провеждане на изпитванията;
- Разработените електрически схеми за захранване и управление са максимално опростени, без да бъдат нарушени изискванията за сигурност и безопасност;
- Проектираният и изработен пулт осигурява сигурното и безопасно захранване и управление на изпитвателното оборудване.

Наред с посочените изводи трябва да се отбележи, че в бъдеще се предвижда в лабораторията да бъде инсталирано допълнително изпитвателно оборудване, с цел разширяване обхвата на провежданите изследвания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изградената във ВТУ „Тодор Каблешков” учебна лаборатория по „Техника на високите напрежения” допринася за повишаване качеството на обучение и подобряване на практическата подготовката на бъдещите електроинженери.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Гроздева М. Електротехнически материали, Нови знания, 2004 г. ISBN 954-9315-21-5
- [2] Дюстабанов Г., А. Тодорова. Ръководство за лабораторни упражнения по електротехнически материали. Издателство на ТУ - София, София 1996 г.
- [3] Иванов И., П. Петров, Г. Велев, Н. Витков. Техническа безопасност. ИК „КИНГ”, 2011 г. ISBN 978-954-9518-66-5
- [4] Правилник за безопасност и здраве при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи, Министерството на енергетиката и енергийните ресурси. Обн. ДВ. бр. 34 от 27.10.2004 г.
- [5] Рашков А., И. Златенов. Проектиране на електрически уредби и електрообзавеждане на производствени механизми. изд. Матком, 1999 г. ISBN: 954-9930-04-1
- [6] Каминский Е. А. Практические приёмы чтения схем электроустановок. Москва, Энергоатомиздат 1988 г. ISBN: 5-283-01074-0

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PANEL FOR POWER SUPPLY AND CONTROL OF HIGH-VOLTAGE TEST EQUIPMENT

Irena Bozhichkova, Georgi Dimitrov
milenium_26@abv.bg dimitrov_gd@mail.bg

***Todor Kableshkov University of Transport,
1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA***

Key words: *High voltage technology, Teaching laboratory, High voltage test equipment, Power supply and control of high-voltage test equipment.*

Abstract: *Every specialty in higher schools, preparing electrical engineers for the power industry, must study the subject "High voltage technology". A well-equipped laboratory for high-voltage tests, such as built at "Todor Kableshkov" University of Transport, is necessary for the quality education of students. The aim is, by carrying out practical research, for the trainees to become familiar with the qualities and characteristics of various electrical insulation materials and with the processes that take place in high-voltage apparatus and equipment during their working and emergency modes. In order to ensure the safe conduct of practical classes in the laboratory, it is necessary to build a panel for remote control the test equipment.*

The report presents the process of designing and building a control panel for power supply and control of the equipment in the test field of the high voltage laboratory. Attention has been paid to some specific requirements to ensure safety when conducting the tests. The algorithm for controlling the operation of the high-voltage equipment was considered, on the basis of which the electrical schemes for power supply and control were developed and the control panel was made.