

## ПРАКТИЧНА НАСТАВА Ш 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

Редни број часа: 283-288

### Прекидачи

**Прекидачи снаге** су високонапонски апарати који могу да укључе и искључе струјно коло кроз које протиче било која вредност струје од најмање вредности до пуне вредности струје **кратког споја**. При томе, они морају да подносе и издрже сва термичка и динамичка напрезања која се у процесу прекидања струје појављују.

Може се рећи да је високонапонски прекидач главни заштитни апарат у постројењима високог напона. Да се не би опрема захваћена кратким спојем напрезала и евентуално оштетила, високонапонски прекидач мора врло брзо прекинути струју кратког споја, односно одвојити део постројења који је у квару. Савремени прекидачи то чине за неколико периода, нпр. за 40-60 ms.

Отварањем контаката прекидача појављује се електрични лук због веома велике температуре, односно велике струје која у тренутку геометријског раздвајања контаката пролази кроз пол прекидача.

Због тако високе температуре, на контактима прекидача долази до делимичног топљења контактеног материјала (висока температура је последица изузетно велике густине струје). Међуконтактни простор је постао проводан и одржава се електрични лук - струја протиче и даље, иако су се контакти отворили. **Електрична струја** омогућава луку да се одржава, при чему се молекули из стабла лука распадају на атоме (долази до дисоцијације), који се распадају на позитивне јоне и **електроне** (долази до термојонизације).

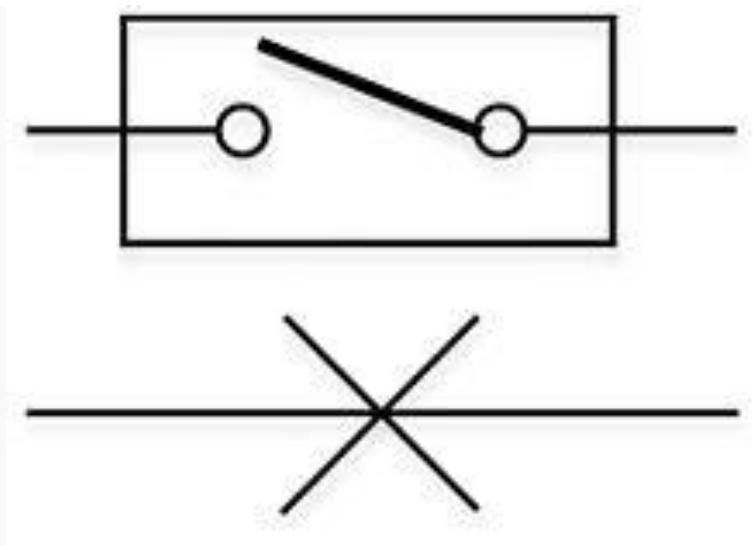
## ПРАКТИЧНА НАСТАВА Ш 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона  
Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

Степен **дисоцијације** и термојонизације зависи од температуре лука. Зависно од врсте прекидача, температура лука може достићи и до 15.000°K, па и 20.000°K.

Електрична отпорност лука нагло расте када његова температура опада и то при сваком проласку струје кроз нулу. Пад напона (напон електричног лука) ће у моменту проласка струје кроз нулу нагло порастати, јер се у том моменту нагло повећала отпорност. Из овога се може закључити да је најпогоднији тренутак за гашење лука онај када струја пролази кроз нулу (тада је отпорност лука велика, а напон лука висок). Електрични лук у прекидачу ће се угасити онда, када **напон** потребан за одржавање лука буде већи од напона међу контактима прекидача.

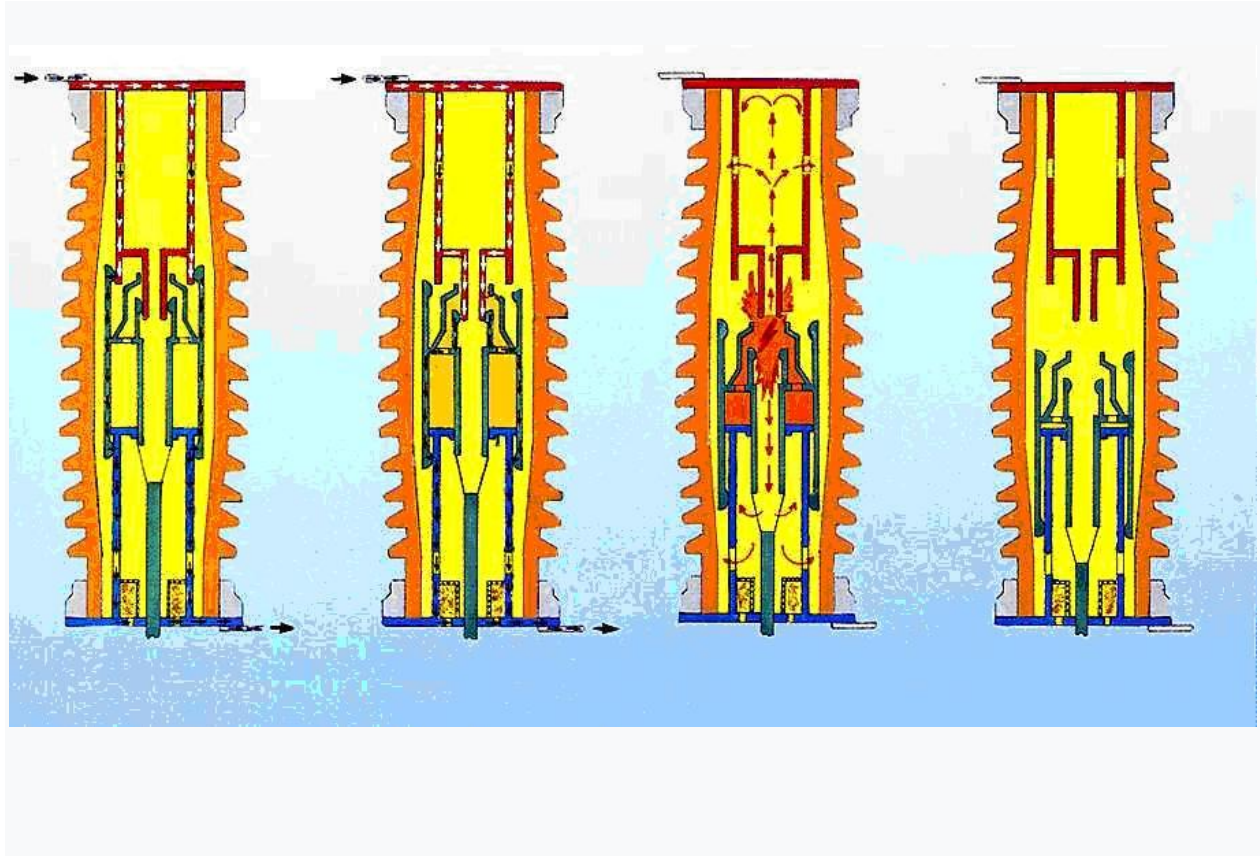
Дакле, процес гашења електричног лука у прекидачу снаге одвија се снижавањем температуре међу контактима прекидача и одвођењем створених гасова из међуконтактног простора. Тиме се повећава електрична отпорност лука, а самим тим и напон поновног паљења. Снижавањем температуре лука (разним средствима за гашење лука) онемогућава се термојонизација, а тако се јони и електрони поново спајају, а у међуконтактни простор (комору за гашење електричног лука) се убацује средство мање **електричне проводности**.



Шематска ознака прекидача снаге

## ПРАКТИЧНА НАСТАВА Ш 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона  
Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**



слика 1

слика 2

слика 3

слика 4

На сл.1 се види положај прекидача када је у укљученом положају

На сл.2 се види положај прекидача када је у првој фази искључења

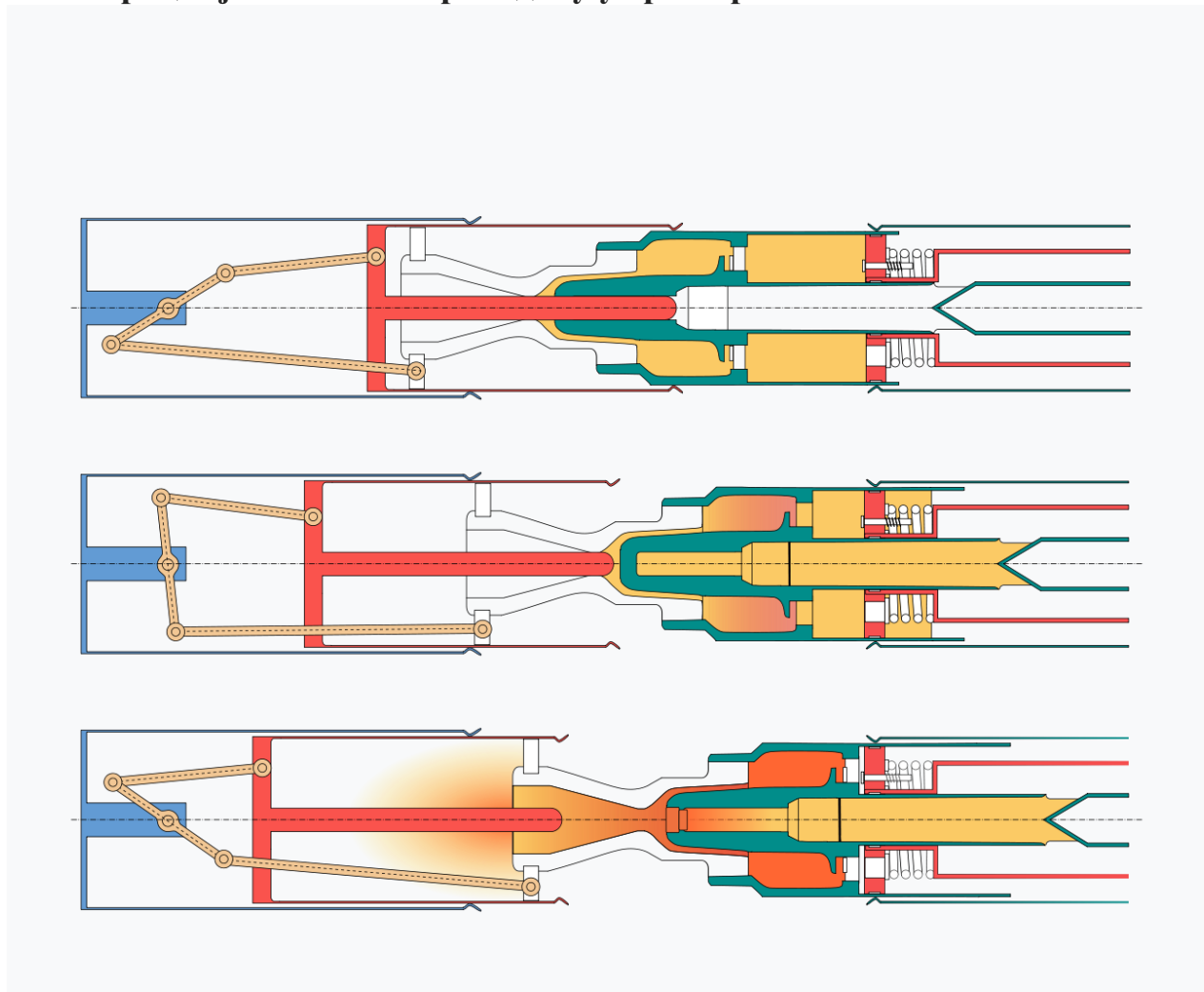
На сл.3 се види положај прекидача када је другој фази искључења /појава електричног лука, његова еспанзија ,ширење и гашење лука/

На сл.4 се види положај прекидача када је у искљученом положају

## ПРАКТИЧНА НАСТАВА III 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона  
Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

Исти процес је и на овом прекидачу у три корака



Конструктивни облици прекидача:

- прекидачи са ваздушним гашењем лука,
- хидроматски прекидачи,

## ПРАКТИЧНА НАСТАВА III 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

- уљни прекидачи,
- прекидачи са магнетним гашењем лука,
- пнеуматски прекидачи,
- малоуљни прекидачи,
- **вакуумски** прекидачи,
- прекидачи са гасом SF<sub>6</sub>.

### Хидроматски прекидачи

Ови прекидачи раде као и малоуљни, с том разликом што се за гашење лука користи дестилована вода, којој се ради снижавања тачке смрзавања додаје гликол. Ова смеша дестиловане воде и **гликола** назива се хидрин и отуда се ови прекидачи називају хидроматски. Снижавањем тачке смрзавања смањује се испаравање, а ово је нарочито важно за постројења под ведрим небом. Гликол има добру особину да при појави електричног лука повећава количину пара које повољно утичу на његово гашење.

### Уљни прекидачи

Контакти прекидача су постављени у суд са великим садржајем уља. Углавном су у једном суду (казану) смештени полови све три фазе за напон до 38kV, а за више напоне сваки пол има посебан суд (за један пол уљног прекидача 220kV, потребно је око 20Т уља).

Приликом геометријског раздвајања контаката (покретни контакт се помера наниже) ствара се електрични лук који око себе ствара уљне гасове односно, гасни простор. Настале уљне паре подижу ниво уља у суду. Повећањем хода покретног контакта, повећава се простор испуњен овим парама, па се ниво уља у суду све више подиже. Добро конструисани прекидачи гасе лук пре него кроз отвор за гасове почне да излази уље.

Процес стварања уљних пара при сваком прекидању (појави електричног лука) је негативна особина уљних прекидача јер:

- притисак ових пара може оштетити суд са уљем и довести до експлозије прекидача,

## ПРАКТИЧНА НАСТАВА Ш 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
  - **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**
- гасови изашли из прекидача могу бити запаљени случајном **варницом** па настаје хаварија постројења где се овакав прекидач налази.

Ова врста прекидача се више не производи.

### Прекидачи са магнетним одувавањем лука

Овај прекидач ради на следећем принципу: створени лук између непокретног и покретног контакта се "одува" помоћу јаке **електромагнетне силе**. На ред са главним непокретним и покретним контактима везан је **намотај** који у тренутку прекидања јако побуђује магнет. Овако јако магнетно поље ствара јаку електромагнетну силу  $F$  која "одувава" тј. развлачи електрични лук. Повећана дужина лука изазива хлађење и дејонизацију. Ови прекидачи су веома погодни за велике називне струје (реда неколико хиљада ампера), а за називне напоне до 24kV.

### Пнеуматски прекидачи

Код ових прекидача средство за гашење електричног лука је сабијени ваздух који се добија из посебног компресорског постројења. У тренутку раздвајања контаката (стварања електричног лука) ваздух под притиском одувава електрични лук попречно или подужно.

### Малоуљни прекидачи

Код ових прекидача уље искључиво служи као средство за гашење лука, а не као попречне или подужне изолације (између фаза и према земљи). С обзиром на то потребна је веома мала количина уља по полу прекидача (нпр 2 до 3 литре за 12kV прекидаче или 50 литара за 123kV прекидаче). За изолацију према земљи или између полова користи се пресовани папир (**пертинакс**) или епокси смола (код прекидача за унутрашње просторе), односно порцелан (код прекидача за спољне просторе).

Лучна комора и контакти ових прекидача, смештени су у изолационој цеви, која се израђује од слојевитих материјала са везивима од епокси

## ПРАКТИЧНА НАСТАВА III 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

смоле, а за спољашњу монтажу се употребљавају ребрасте цеви од Порцелана.

### Вакуумски прекидачи

Најсавременија врста прекидача за напоне до 38kV је вакуумски прекидач. Употреба ових прекидача на вишим напонским нивоима са више прекидних места је напуштена из економских разлога. Ово су механички најједноставнији прекидачи снаге.

Процес прекидања електричног лука у вакууму се знатно разликује од процеса прекидања у другим срединама (прекидачима). У другим срединама лук се састоји од јона и електрона. Код вакуумског прекидача не постоје електрони него само јони који се издвајају из контаката прекидача.

Непосредно пре проласка струје кроз нулу, процес јонизације се прекида и долази до нагле кондензације металних пара на електродама и металним екранима, чиме се осигурава ефикасно прекидање струје. Пошто не постоји изолационо средство, топлота се не може нагло издвојити, веч се губи саморадијацијом лучног стуба на екран вакуумске коморе. Вакуум је изузетно ефикасна средина за прекидање електричне струје, па се веома брзо успоставља диелектрична чврстоћа у међуконтактном простору. Време прекидања не зависи од струје, као код осталих врста прекидача, а углавном прекидач прекида при првом проласку струје кроз нулу. Отуда је и време прекидања ових прекидача знатно мање него код осталих врста прекидача. Контакти вакуумских прекидача много дуже трају него код било које друге врсте прекидача, увек су чисти и практично не захтевају никакво одржавање осим редовне ревизије погонског механизма, због чега ови прекидачи имају веома дуг експлоатациони век. Затим, ова врста прекидача има занемарљив ризик од пожара и експлозије. Имају мали ход контаката (мало растојање између контаката сме се дозволити због веома велике диелектричне чврстоће вакуума), маса и димензије ових прекидача су мале а рад им је тих. Ради постизања мањих димензија прекидача и боље спољашње изолације, вакуумске коморе се смештају у гас SF<sub>6</sub>. Због наведених

## ПРАКТИЧНА НАСТАВА Ш 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

квалитета, већина произвођача се оријентишу на вакуумске прекидаче.

Главни недостатак ових прекидача је њихова релативно висока цена.Још један недостатак им је појава значајних пренапона при прекидању малих индуктивних струја.

### **Прекидачи са гасом SF<sub>6</sub> (сумпорхексафлуор)**

Гас SF<sub>6</sub> је без боје, укуса и мириса, није отрован, није хемијски агресиван, није запаљив. Хемијски је стабилан и не реагује са околним материјалима све до 500 °C. Густоћа му је 5 пута већа од ваздуха. Диелектрична чврстоћа на атмосферском притиску му је 2,35 пута већа од ваздуха и расре са повећањем притиска (на 3 пута већем притиску од атмосферског, диелектрична чврстоћа му је већа него код уља). Око 100 пута је ефикаснији у процесу гашења електричног лука у поређењу са ваздухом. Гас SF<sub>6</sub> поседује изузетне диелектричне карактеристике из два разлога. Први разлог је што су димензије молекула гаса SF<sub>6</sub> знатно веће него димензије молекула азота или кисеоника. То значи да је ефективна површина попречног пресека молекула гаса SF<sub>6</sub> веча за електроне убрзане електричним пољем, изазивајући знатно већи број судара по јединици пређеног пута електрона у односу на молекуле гасова из састава ваздуха. Крајњи ефекат је исти као када би молекули гасова из састава ваздуха били на повећаном притиску. Електрони се услед већег броја судара много ефикасније успоравају и ефекат ударне јонизације је знатно слабије изражен него у ваздуху при истом притиску. Други разлог је што се молекули гаса SF<sub>6</sub> одликују електро-негативношћу, што значи да могу да прихвате слободне електроне и образују слабо покретљиве негативне јоне, што успорава процес ударне јонизације. Са друге стране, због великог ефективног попречног пресека молекула гаса SF<sub>6</sub> догађа се велики број судара у којима практично сви слободни електрони бивају заробљени, образујући тешке негативне јоне. У последњој електронској путањи молекула гаса SF<sub>6</sub> недостаје један електрон до њеног попуњења. Из тог разлога молекули гаса SF<sub>6</sub>



## ПРАКТИЧНА НАСТАВА III 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

показују изражено привлачно деловање за електроне. Горе наведене особине су изузетно погодне за коришћење гаса SF6 као изолационог средства, мада има и других гасова који садрже атоме флуора са сличним особинама (нпр, фреон). Међутим, карактеристике гаса SF6 у погледу гашења лука су јединствене. Максимум топлотне проводности за гас SF6 наступа при температури од око 2000К, за разлику од азота, код кога овај максимум наступа при температури од 6000К. Према начину прекидања електричног лука SF6 прекидачи се могу поделити на следеће типове:

- Прекидачи са SF6 гасом са два притиска,
- Аутопнеуматски SF6 прекидачи,
- Аутоекспанзиони SF6 прекидачи,
- SF6 прекидачи са ротирајућим луком (са магнетном ротацијом лук

**Растављач** је механички расклопни апарат који служи да видно и сигурно одвоји део постројења који није под напоном од дела који је под напоном како би омогућио приступ појединим елементима док су други делови постројења у погону.

Тако се могу обављати плански ремонти и поправке елемената без прекидања рада осталих делова постројења. Када се у постројењу ради, он је увек отворен. Растављачима се не прекидају и не успостављају струје јер он нема комору за гашење ел. лука и не може угасити ел. лук.

Растављач не сме да се отвори у случају кратког споја. Растављачи могу осим главних контаката да имају и ножеве за уземљење који служе за уземљење надземних или подземних вода после искључења.

Такви растављачи се зову земљоспојници. Земљоспојник је механички расклопни апарат који служи за спајање делова струјног кола са земљом и он може неко прописано време да издржи струју кратког споја али не сме да проводи струју при нормалним условима рада.

Када се у постројењу ради, он је увек затворен. Главни контакти и ножеви за уземљење су механички повезани тако да се ножеви за уземљење не могу

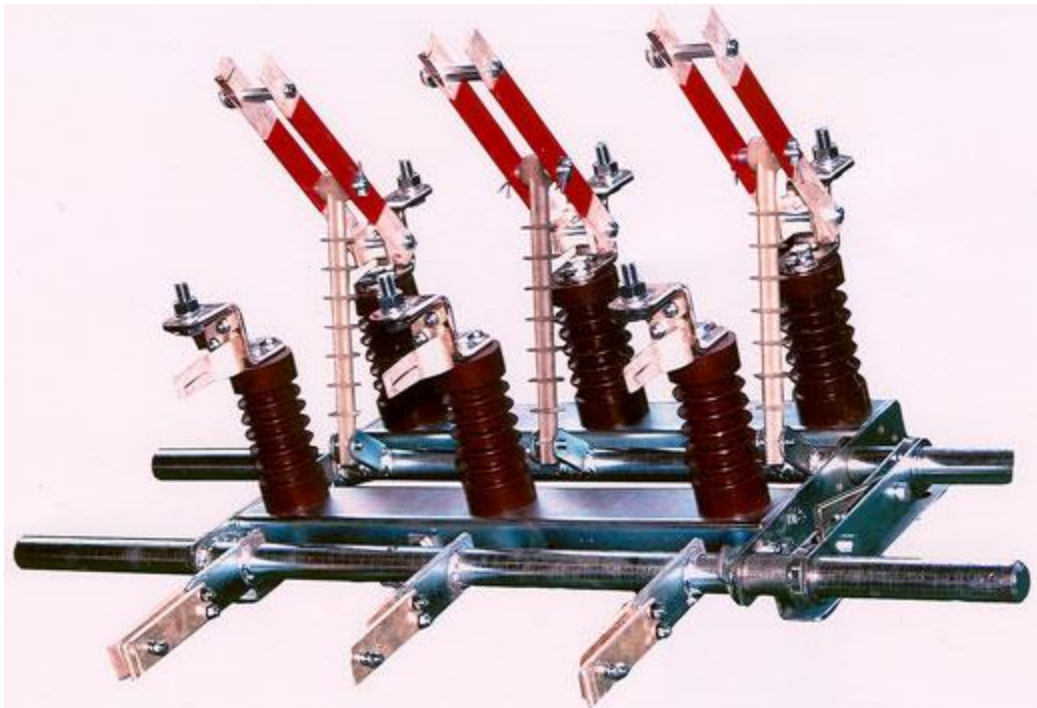
## ПРАКТИЧНА НАСТАВА Ш 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона  
Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

затворити ако су главни контакти растављача затворени а главни контакти се не могу затворити ако су затворени ножеви за уземљење.

Растављачи за веће напоне су обично тако спојени да се укључење и искључење врши у све три фазе истовремено а код растављача за напоне до 10кV у постројењима мале снаге могуће је укључење и искључење сваке фазе посебно.

Управљање растављачима може бити ручно (изолационом мотком или ручицом се делује на полугу која покреће осовину растављача; мора се доћи до растављача), пнеуматско (компримовани ваздух делује на клип цилиндра који покреће осовину растављача; може се управљати даљински из командне просторијепомоћу електропнеуматских вентила) или на електромоторни погон (покреће их електромотор и може се управљати даљински из командне просторије).



## ПРАКТИЧНА НАСТАВА Ш 6

- Наставна тема: Разводна постројења високог и ниског напона Трансформаторске станице ТС 20(10)/0,4 кV
- **Наставна јединица: Прекидачи ,растављачи и растављачи снаге у разводном постројењу**

Домаћи:

Одговорити на следећа питања:

1. Набројати врсте високонапонских прекидача ?
2. Описати процес појаве и гашења лука у прекидачу?
3. Која је највећа мана вакумских прекидача?
4. Шта су то растављачи?
5. Шта је то растављач -земљоспојник , када је укључен и чему служи?
6. Који растављачи се могу укључивати/искључивати под оптерећењем?
7. Који су начини управљања растављачима?

Одговоре проследити на е-маил:  
[etsstarigrad.praksa@gmail.com](mailto:etsstarigrad.praksa@gmail.com)

најкасније до 29.марта 2020.године

наставник практичне наставе Павловић Владан