

Dr. sc. Radovan MILOŠEVIĆ, dipl. ing.
Darko HUZANIĆ, dipl. ing.
KONČAR - Električni aparati srednjeg napona, d.d. - Zagreb

2-05

Mr.sc. Boris LESAN, dipl. ing.
KONČAR - Sklopna postrojenja, d.d. - Sesvetski Kraljevac

SREDNJENAPONSKI SKLOPNI APARATI I BLOKOVI

SAŽETAK

Uz kratki osvrt na definiciju sklopnih aparata, srednjeg napona, te njihov povijesni razvoj i proizvodnju, članak govori o sadašnjem stanju, te perspektivi ovog dijela komponenti elektroenergetskog sustava u našoj zemlji.

Nadalje, govori o stanju i perspektivi sklopnih blokova u koje se ti aparati ugrađuju, tvoreći tako temeljni segment zaštitnih i manipulacijskih uređaja u transformatorskim stanicama i drugim rasklopištima sustava.

Ukazuje i na dvojbu između potrebe vlastitog razvoja i proizvodnje te opreme u nas ili prepuštanja otvorenom tržištu, s ciljem iznalaženja zajedničkog stava za razrješnje ove dvojbe.

Ključne riječi: Sklopni aparati, sklopni blokovi, vlastiti razvoj, otvoreno tržište

MEDIUM VOLTAGE APPARATUS AND SWITCHGEARS

ABSTRACT

After short review of definitions of medium voltage switch apparatus, and the history of their development and production, this article describes current situation in this field and perspective of the components of the Electrical power system in our country.

Further, it describes current position and perspective of switchgears, which above mentioned equipment are built into, this making the basic part of protective and control devices in transformer substations and in other switchyards of the Electrical power system.

Necessity of decision with regard to orientation on own development and production of this equipment, or on open market competition, has been also pointed at, with intention of find out common attitude this dilemma.

Key words: Switch apparatus, switchgears, own development, open market

1. UVOD

Uređaje za uspostavljanje, održavanje i prekidanje kontinuiteta i diskontinuiteta električnih strujnih krugova u elektroenergetskim sustavima nazivamo: **električnim sklopnim aparatima**.

U nizu različitih klasifikacija ovih aparata, temeljna je klasifikacija prema nazivnom naponu, gdje razlikujemo: električne sklopne aparate niskog, srednjeg, visokog, te vrlo visokog napona.

Grupu sklopnih aparata za nazivni napon 1kV (1,2 kV), pa do 40,5 kV nazivamo: **električnim sklopnim aparatima srednjeg napona**.

Ovdje postoje:

Rastavljači srednjeg napona - jednostavni sklopni aparati, koji služe za vođenje nazivne struje i vidljivo rastavljanje električnih strujnih krugova.

Rastavne sklopke srednjeg napona - složeniji sklopni aparati, koji uz vođenje nazivne struje mogu i sklapati ove struje. Uz to ovi aparati mogu uklapati struje kratkog spoja.

Prekidači srednjeg napona - vrlo složeni sklopni aparati koji vode i sklapaju nazivne struje i struje kratkog spoja.

Sklopne aparature srednjeg napona - sadrže različite sklopne aparate zatvorene u zajednička kućišta s dodatnim izolacijskim medijima radi minimiziranja njihovih dimenzija, odnosno dimenzija transformatorskih stanica u kojima se koriste.

Osim ovih, glavnih vrsta sklopnih aparata, postoji još cijeli niz aparata, pogona, te pribora koji u sredjenaponskim električnim mrežama služe za pouzdano izvođenje zaštitne i manipulacijske funkcije.

2. OSVRT NA PROŠLOST

Sve vrste sklopnih aparata srednjeg napona, kao i pogona i pribor u našoj zemlji već više od 50 godina proizvodi tvrtka KONČAR u Zagrebu.

Početak proizvodnje seže u doba neposredno iza II. svjetskog rata, kada se krenulo u proizvodnju jednostavnijih sklopnih aparata, poglavito rastavljača srednjeg napona (12 i 35 kV) za unutarnju ugradnju.

Kratko iza toga, temeljem kupljene licence od tvrtke SIEMENS, počinje proizvodnja složenih sklopnih aparata - HIDROMATSKIH PREKIDAČA, tipne oznake: H10 i H30 - za nazivne napone 10 kV i 35 kV.

Ovo je bila prva kupljena licenca s ovog područja, a istodobno i zadnja.

Proizvedeno je i ugrađeno u različitim varijantama preko 10 000 komada ovih prekidača, od kojih su neki još uvijek u eksploataciji.

To znači, preko 40 godina ovi aparati obavljaju svoju funkciju, što nedvojbeno govori o kvaliteti proizvoda, kojoj je već tada u samom početku vlastite proizvodnje poklonjena maksimalna pažnja.

Za istaknuti je ovdje da proizvođač ovih prekidača još uvijek prihvaća zahtjeve korisnika za njihovim održavanjem (servisiranjem), iako je formalna obveza za to prestala vrlo davno.

Ovo ukazuje na prednosti domaćeg proizvođača, u usporedbi sa stranim kod kojih prestankom formalne obveze za održavanjem prestaje i praktično svaka daljna briga o dotičnom proizvodu.

Od tada, pa nadalje, sve do danas se razvoj i proizvodnja svih vrsta sklopnih aparata srednjeg napona temelji isključivo na vlastitim znanstvenim i stručnim spoznajama.

Maloljni prekidači su prvi u nizu aparata razvijenih vlastitim snagama. Proizvedeno ih je tijekom 25 godina preko 25 000 komada u više stotina izvedbi na cijelom sredjenaponskom području (12, 24, 38 kV).

Većina ih je sada u eksploataciji i uz dobro organizirani proizvođačev servis za održavanje, njihov eksploatacijski vijek će još dugo potrajati.

Slično stanje je i na području ostalih vrsta sklopnih aparata:

Rastavne sklopke za nazivne napone 12 kV i 24 kV (tipne oznake RSu....) razvijene su u varijanti s rotacijskim pomičnim kontaktima i plinotvornim materijalom komora za gašenje električnog luka. Ove sklopke se još i danas proizvode, jer svojom jednostavnošću i pouzdanošću, te dostatnim parametrima u eksploatacijskim uvjetima u potpunosti udovoljavaju potrebama električne mreže u koju su ugrađene.

Osim ovih rastavnih sklopki razvijen je i novi tip s tzv. translacijskim pomičnim kontaktima, što omogućava minimiziranje sklopki, a time i sklopnih blokova u koje se ove sklopke ugrađuju.

Princip gašenja električnog luka pri isklapanju u ovim sklopkama je temeljen na tzv. uskim rasporima i plinotvornim materijalima komorama.

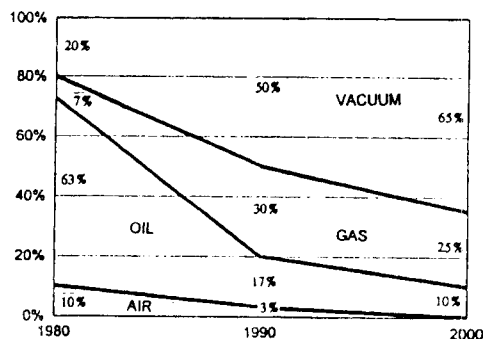
Ove sklopke se proizvode za nazivni napon 12 kV i 24 kV, pod tipnom oznakom RSn.... i do sada ih je proizvedeno oko 10.000 komada

Razvoj i proizvodnja jednostavnijih sklopnih aparata (rastavljača, nosača osigurača, zemljospojnika itd), zatim pogona i pribora, te različitih vrsta izolatora (potpornih, provodnih, prolaznih), prate zahtjeve tržišta bez posebnih teškoća.

Već krajem osamdesetih, a u svijetu i ranije, na području prekidača srednjeg napona, uvodi se nova sklopna tehnika - vakuumka tehnika. odnosno vakuumski prekidači zasnovani na toj tehnici, koja danas suvereno dominira u cijelom svijetu.

3. TRENUTNO STANJE

Prema najnovijim podacima na tržištu u svijetu danas vakuumski prekidači, u usporedbi s ostalim sklopnim tehnikama, zauzimaju preko 65% ukupne količine s trendom daljnjeg porasta njihove upotrebe (slika 1).



Slika 1 Zastupljenost sklopnih tehnika i trend razvoja na području prekidača srednjeg napona u svijetu

Spoznaja da na tržištu vakuumski prekidači dominiraju, te da će i dalje potiskivati ostale tehnike, nije zatekla nespemne ni domaće proizvođače.

Na raspolaganju nam je standardna serija vakuumskih prekidača tipne oznake V....., sada popunjena s novim prekidačima za nazivne struje do 3150A i prekidnu i uklopne moć 40/100 kA.

S tehničkog gledišta s ovim prekidačima možemo riješiti svaki praktični zahtjev, jer se radi o provjerenim aparatima s maksimalnim parametrima za cijelo srednjenaponsko područje.

Uz postojeću, već dobro poznatu seriju vakuumskih prekidača serije V... s maksimalnim parametrima, razvijena je serija prekidača koja omogućava jednostavnu zamjenu malouljnih prekidača s vakuumskim.

To je serija tipne oznake VD..., a svodi se na ideju da se u polove malouljnih prekidača umjesto elemenata i sklopova za gašenje luka u ulju, ugrade vakuumske komore.

U prvom koraku je ulje i dalje ostalo u polovima, ali samo kao izolacijski medij po vanjskom plaštu komore i preko izolacijske pogonske motke.

U drugom koraku je uz otklanjanje uočenih nedostataka i ulje izbačeno, jer su u međuvremenu razvijene vakuumske komore koje su mogle stati u polove malouljnih prekidača a više nisu zahtjevale dodatnu vanjsku izolaciju.

Osim gradnje novih prekidača, ova ideja je omogućila pregradnju već korištenih prekidača, što se pokazalo racionalnim, naročito u varijanti postrojenja s izvlačivim prekidačima, gdje se s relativno malim ulaganjem, čak i u pogonskim uvjetima postrojenja mogu na ovaj način inovirati.

Praksa je nadalje pokazala, da se vakuum kao superioran medij nametnuo već time što je riješio najučestalije praktične probleme iz područja pouzdanosti i trajnosti prekidača, te na području zaštite okoliša. To znači da primarne karakteristike vakuumskih prekidača kao superiornih pred ostalim tehnikama više ne treba isticati, jer se naprosto podrazumijevaju.

Sada se trebalo okrenuti području koje je vakuumsku tehniku stavljalo u podređeni položaj prema ostalima, a to je viša proizvodna, a time i prodajna cijena.

Obzirom da u strukturi cijene koštanja vakuumskih prekidača vakuumske komore zauzimaju najznačajniji udio, trebalo je najprije razviti komore nižih cijena s potrebnim nazivnim parametrima.

Razvojem takvih vakuumskih komora omogućen je i razvoj ostalih elemenata prekidača s potrebnim, a ne maksimalnim primarnim karakteristikama, dakle prekidači za tzv. normalne eksploatacijske uvjete, ali sada s mnogo prihvatljivijim cijenama.

Takvi prekidači pod tipnom oznakom VK....su razvijeni i proizvode se kod domaćeg proizvođača, a sa svojom kvalitetom i karakteristikama su se vrlo brzo nametnuli i ravnopravno konkuriraju stranim ponuđačima.

Temeljeno na novom pristupu razvoju aparata s novim sklopnim tehnikama, prvenstveno tehnikom visokog vakuuma - optimiranjem uz uvažavanje kako tehničkih tako i ekonomskih kriterija, otvorena je mogućnost razvoja i gradnje složenih sklopnih aparatura minimalnih dimenzija.

Ovdje su u zajedničkim kućištima integrirani svi aparati potrebni za gradnju modernih transformatorskih stanica i rasklopišta u kojima za prekidanje struje i gašenje električnog luka služe vakuumske prekidne komore a kao izolacija među elementima pod naponom i prema zemlji služi SF₆ plin.

Modernu sklopnu aparaturu domaćeg proizvađača, pod tipnom oznakom VDA.. uz minimalne dimenzije i ekološku podobnost, nudi mogućnost potpune automatizacije trafostanica u koje se ugrađuje, jer ima daljinski upravljive sve sklopne aparate

Sklopne aparature s ovakvim mogućnostima, prvenstveno su namijenjene za ugradnju u male trafostanice u prstenastim mrežama, gdje uz ulazno i izlazno polje s vakuumskim rastavnim sklopkama imaju još transformatorsko polje s vakuumskim prekidačem za zaštitu transformatora.

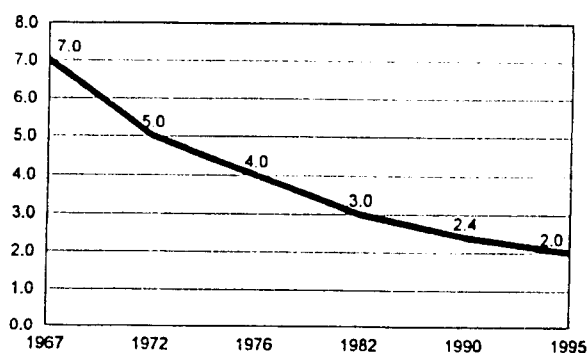
Osim toga, okretanjem smijera toka struje u aparaturnama otvara se mogućnost optimalne gradnje različitih rasklopišta, gdje prekidač, sada na ulazu štiti dva ili tri odvoda, a rastavne sklopke omogućavaju potrebnu manipulaciju (s nazivnim parametrima) tih odvoda.

4. O RAZVOJU

Istaraživanju i razvoju sklopnih aparata srednjeg napona poklanja se trajna pažnja kod proizvađača, o čemu svjedoče stalne inovacije u svim segmentima ovoga područja.

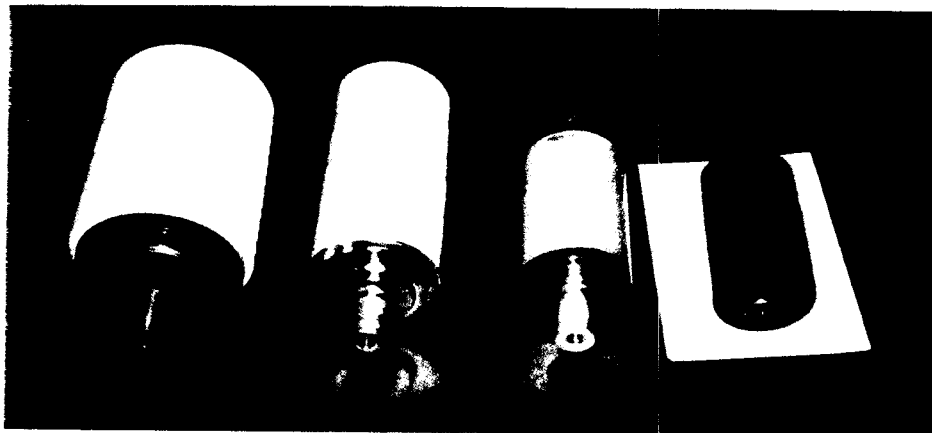
Naročito je to naglašeno na području prekidača srednjeg napona.

Primarni dio prekidača (vakuumske komore) su po svojim dimenzijama svedene na trećinu onih što su ih imale na početku komercijalne proizvodnje, što je omogućilo značajno smanjenje njihovih proizvodnih a time i prodajnih cijena.



Slika 2 Prikaz razvoja (smanjenja dimenzija) vakuumskih komora od početka komercijalne proizvodnje do danas (Westinghouse)

Slika 2 pokazuje kako je tekao razvoj vakuumske komore nazivnog napona 15 kV kod proizvađača Westinghouse, a na slici 3 su prikazane vakuumske komore na prekidačima nazivnog napona 24 kV (Končar) od početka razvoja do danas.



Slika 3 Vakuumske komore na prekidačima 24 kV - Končar

Slično je i na ostalim naponima sredjenaponskog područja.

Paralelno s razvojem vakuumskih komora razvijani su i ostali sklopovi na prekidačima, a posebno je velika pažnja poklonjena razvoju njihovih pogonskih mehanizama, te sekundarne - upravljačko nadzorne opreme.

Početna dilema oko vrste pogonskih mehanizama na vakuumskim prekidačima (opružni, elektromagnetski, hidraulički) je riješena u korist opružnih pogonskih mehanizama, koji su sada toliko tehnološki usavršeni da predstavljaju optimalno rješenje za sve tipovime vakuumskih prekidača.

Sve ovo je omogućilo da se dimenzija i težine prekidača u cijelini smanje, pa su nove serije vakuumskih prekidača upola lakše od prethodnih serija za iste nazivne parametre.

5. ŠTO SLIJEDI ?

Prema sadašnjem stanju temeljnih istraživanja na području sklapanja visokonaponskih strujnih krugova, može se reći da je vakuum definitivni izbor tehnike gašenja električnog luka na području srednjeg napona.

Početna dilema je riješena i sada je sva pažnja usmjerena na optimiranje vakuumskih komora s ciljem dobivanja što manjih i lakših, odnosno što jeftinijih.

Vakuumske komore za gašenje električnog luka uz korištenje medija za izoliranje po njihovom vanjskom plaštu (SF₆ plina, te zaliječnih polukrutih ili krutih masa) omogućavaju gradnju svih vrsta sklopovnih aparata i aparatura.

Optimiranje ostalih sklopova i dijelova na aparatima usmjereno je na dva područja: područje pogonskih mehanizama, te područje sekundarne opreme, odnosno upravljanja i nadzora na aparatima.

Princip rada svih sklopnih aparata, koji prekidaju struju se uz ostalo svodi na brzo i neovisno pokretanje i gibanje pomičnih kontakata pomoću energije akumulirane u nekoj vrsti premnika rada pogonskih mehanizama

Taj princip i dalje ostaje, sve dok su kontaktni aparati u igri, što znači da ostaju i pogonski mehanizmi, koji će takav princip sklapanja omogućiti.

Za izvođenje propisanih sklopnih ciklusa sada dominirajući opružni pogonski mehanizmi imaju (uz opruge kao akumulatore rada) osnovne kinematičke lance, koji omogućavaju da se pomični kontakti u definiranom sklopnom ciklusu određenom brzinom na određenom putu gibaju.

Uz to imaju sekundarnu, upravljačko -nadzornu opremu, koja se sastoji od standardnih i specijalnih elektromehaničkih sklopova (okidači, signale sklopke, krajnje sklopke, stezaljke itd.), koji to omogućavaju.

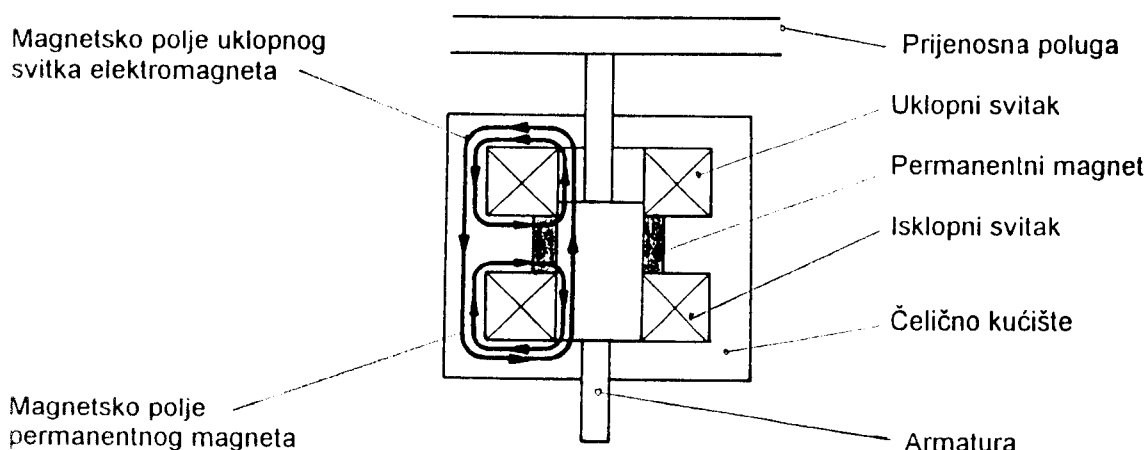
Novo tehnologije, koje su danas osvojene omogućavaju uvođenje inovacija na oba spomenuta segmenta pogonskih mehanizama.

Na segmentu akumulatora rada umjesto opruga koriste se suvremene baterije, koje preko primjereno osmišljenih elektromagneta s malom potrošnjom pokreću pomične kontakte pri uklapanju, dok za isklapanje i dalje služe opruge.

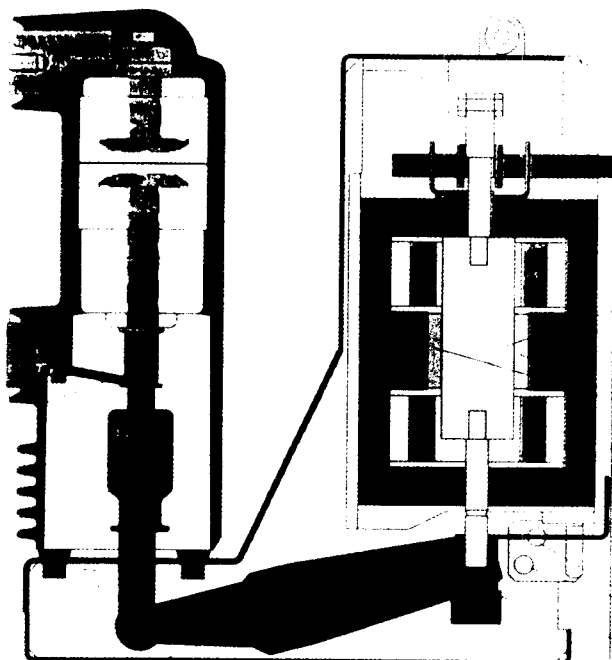
Druga rješenja energiju baterija koriste za upravljanje s tzv magnetskim aktuatorima, koji pokreću pomične kontakte u vakuumskim komorama u oba smjera, dakle u uklop i isklop. Naime, za relativno malo gibanje (relativno malih masa) pomičnih kontakata u vakuumskim komorama je potrebna relativno mala energija.

Tu energiju mogu osigurati suvremeni permanentni magneti izrađeni na bazi specijalne (neodimij-željezo-bor) legure s dugo održivim visokim magnetskim poljem. Takvi permanentni magneti u kombinaciji s dva elektromagneta tvore bistabilni magnet, koji obavlja definiranu funkciju pogonskog mehanizma.

Pokretnu armaturu (odnosno pomične kontakte u vakuumskim komorama) magneti pomiču i drže u jednom od krajnjih položaja, ovisno o tome koji je od dva elektromagneta pod naponom i svojom poljem pomaže polju permanentnog magneta s jedne strane, odnosno poništava polje permanentnog magneta s druge strane (Slika 4).



Slika 4 Magnetski aktuator u otvorenom položaju s datim impulsom za uklapanje



LEGENDA:

- 16 1 Gornji priključak
- 2 Vakuumska komora
- 15 3 Izolacijsko kućište pola
- 4 Donji priključak
- 5 Flexibilna veza između priključaka i pomičnog kontakta
- 14 6 Kontaktna opruga
- 13 7 Izolacijska motka
- 8 Pogonska poluga
- 9 Podešivač hoda kontakta
- 12 10 Senzor pokazivača položaja kontakta
- 11 11 Svitak uklopnog elektromagneta
- 12 12 Permanentni magneti
- 13 13 Armatura magneta
- 10 14 Svitak isklonog elektromagneta
- 9 15 Mehanizam za ručno isklapanje
- 16 Kućište aktuator

Slika 5 Konstrukcijska shema vakuumskog prekidača s magnetskim aktuatorom (ABB)

Ovdje vidimo da je osnovini kinematički lanac pogonskog mehanizma maksimalno pojednostavljen, što mu osigurava veliku mahaničku trajnost i pouzdanost u eksploataciji.

To može biti prednost u određenim eksploatacijskim uvjetima (npr. industrija), gdje se traži velika mehanička trajnost prekidača. Tamo gdje to nije potrebno kao npr. u distribucijskim eksploatacijskim uvjetima opružni pogonski mehanizmi ostaju i dalje prihvatljivi.

Naime, u distribucijskim eksploatacijskim uvjetima, a i drugdje gdje nisu potrebni visoki nazivni parametri, opružni pogonski mehanizmi su toliko olakšani i minimizirani da omogućavaju gradnju vrlo laganih prekidača.

Mehanizmi na bazi elektromagnetskih aktuatora za iste parametre prekidača ne mogu s težinama elektromagnetskih sustava ići ispod određene granice, što predstavlja (za sada) određeno ograničenje u minimiziranju masa prekidača.

Osvremenjivanje sekundarnog dijela, dakle upravljačko nadzornog sustava na području prekidača ide u pravcu kompaktiziranja, odnosno prenošenja standardne zaštitno mjerne opreme iz sklopnih blokova na same prekidače.

Tako sada imamo rješene prekidače koji na sebi imaju prikladno oblikovane strujne transformatore, koji preko relejnog sustava u okviru pogonskog mehanizma tvore aparat s kompletnom zaštitno-manipulacijskom funkcijom.

Uz mikroprocesorsko upravljanje i monitoring, te sve ove tehnološke inovacije na primarnim i pogonskim segmentima, prekidači srednjeg napona postaju "crne kutije" koje zaštitno -manipulacijsku funkciju u cijelosti obavljaju.

Prakično bez eksploatacijskog održavanja i uz minimalni nadzor ovi aparati obavljaju definiranu funkciju na način koji se samo prije dvadesetak godina nije mogao niti zamisliti.

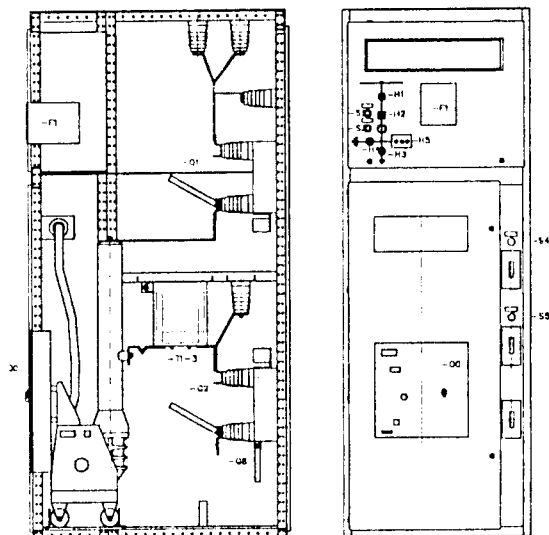
STANJU RAZVOJA SN SKLOPNIH BLOKOVA

Budući je sklopni blok (ponegdje i "sklopna aparatura") opći pojam primjenljiv na "sklopne aparate i njihove kombinacije s pripadnom upravljačkom, mjernom, zaštitnom i regulacijskom opremom, kao i na skupove takovih aparata i opreme s pripadnim međusobnim spojevima, priborom, plaštevima i posebnim konstrukcijama" to je razvoj SN sklopnih blokova tekao uporedno s razvojem sklopnih aparata, mjernih uređaja, pribora, zaštite kao i tehnologije od kraja pedesetih do današnjih dana.

Integralni pristup razvoju SN sklopnih blokova (funkcionalna međuovisnost ugrađenih aparata i postrojenja) jače je izražen od kraja sedamdesetih.

Prema kriteriju ugradnje u današnje transformatorske stanice, rasklopišta, postrojenja, odnosno kriteriju proizvodnje u našoj državi egzistiraju slijedeće izvedbe SN sklopnih blokova:

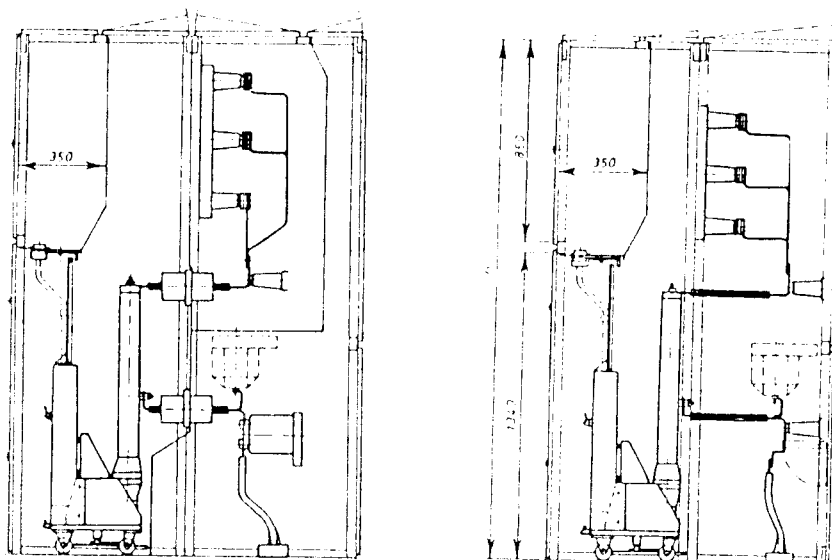
- a) **fiksni**, s malouljnim prekidačima i rastavljačima, limom oklopljeni (sl.1)



Sl.1 Fiksni sklopni blok

Ovi sklopni blokovi se uglavnom koriste u smislu proširenja postojećeg (istog tipa) postrojenja, revitalizacije takvog postrojenja (proširenje ili zamjena novih dijelova bloka), te kao posve specijalne izvedbe.

- b) **izvlačivi**, s malouljnim prekidačima, limom oklopljeni (sl.2)

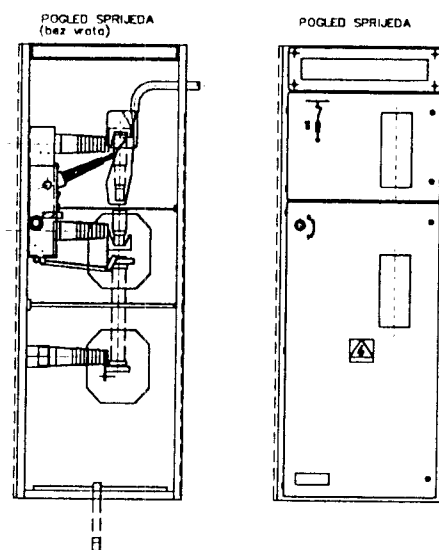


Sl.2 Izvlačivi sklopni blok, tip ORp

Ovi tipovi blokova se također ugrađuju prilikom revitalizacije postojećih TS ili njihovog funkcionalnog proširenja, te kao posve specijalni blokovi.

To su bili prvi izvlačivi sklopni blokovi razvijeni u našoj zemlji, s velikom dozom funkcionalne i integralne međuovisnosti svih aparata i pribora ugrađenih u sklopni blok s jedne i postrojenja s druge strane.

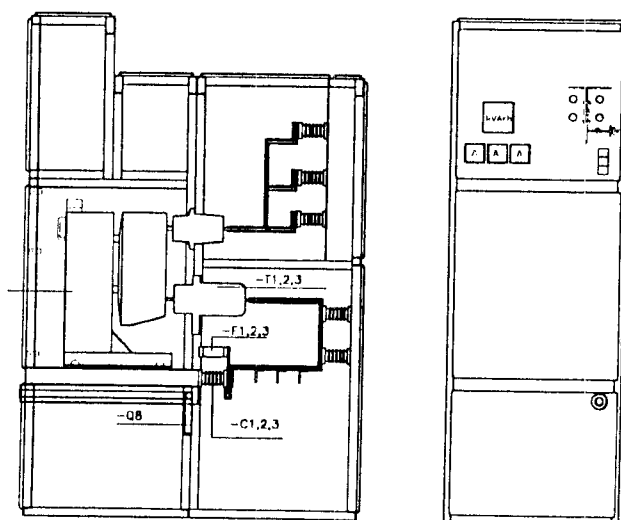
c) sklopni blokovi s rastavnim sklopkama, zrakom izolirani (sl.3)



Sl.3 Sklopni blokovi s rastavnim sklopkama

Najčešće se primjenjuju za distribucijske i industrijske TS 10(20)/0.42 kV, osobito tamo gdje ima dovoljno prostora ili prilikom proširenja postojećih TS s takovom ugrađenom opremom.

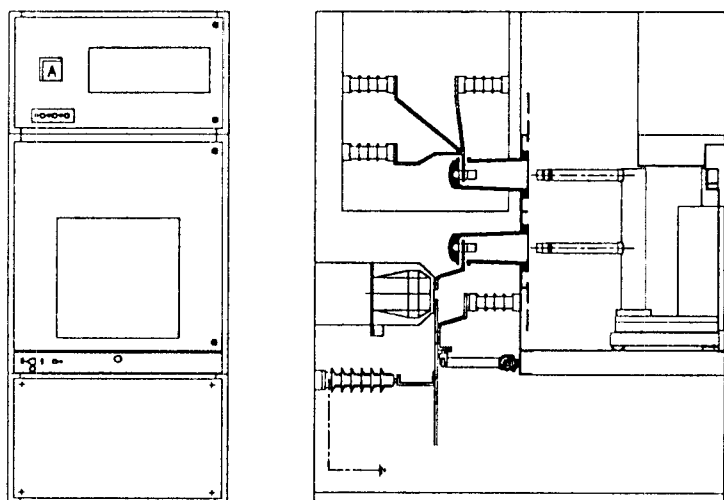
d) izvlačivi, s vakuumskim prekidačima, metalom pregrađeni (sl.4)



Sl.4 Sklopni blok s izvlačivim vakuumskim prekidačem, tip BIP

To je u današnje vrijeme najzastupljenija vrsta koja se ugrađuje u sve moderne (tipske) TS 110/x kV, kao i rasklopišta u mreži, te industrijskim TS. Po svojim karakteristikama oni udovoljavaju svim traženim parametrima današnjih zahtjeva mreže, te predstavljaju pravi primjer integralne ovisnosti ugrađenih aparata i uređaja te SN postrojenja (sklopnog bloka).

e) Izvlačivi, s vakuumskim kompaktnim prekidačima, metalom pregrađeni (sl.5)



Sl.5 Sklopni blok s kompaktnim prekidačem, tip BVK

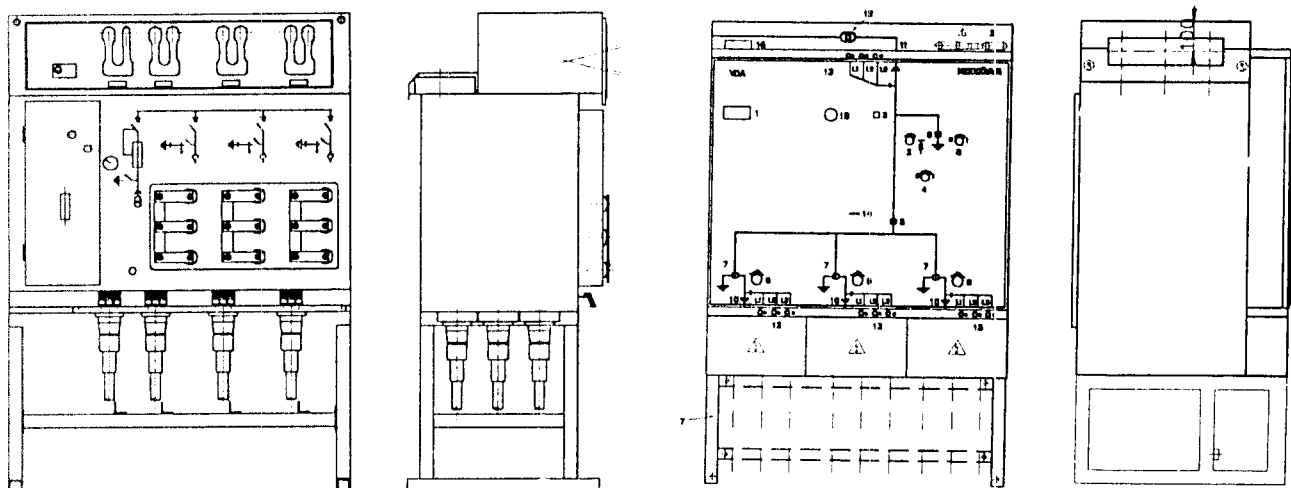
Ovo su noviji tipovi sklopnih blokova (razvoj cijele serije svih karakteristika još nije dovršen) koji se odlikuju: djelomično modulnom izvedbom, visokom raspoloživosti i pouzdanosti u pogonu, velikoj sigurnosti pogonskog osoblja, brzom i jednostavnom montažom, minimalnim održavanjem.

Osnovna izvedba bloka je metalom pregrađeni, a predviđena je mogućnost izvedbe bez pregrada (ekonomski faktor).

Manipulacija s prekidačem (iz ispitnog u pogonski položaj i obrnuto) vrši se kod zatvorenih vrta, a po principu navojnog vretena.

Blokovi su tehničko i tehnološko unapređenje verzije BIP.

f) SN sklopni blokovi punjeni plinom SF_6 (sl. 6a i 6b)



Sl.6a RMU s rastavnim sklopkama i osiguračima

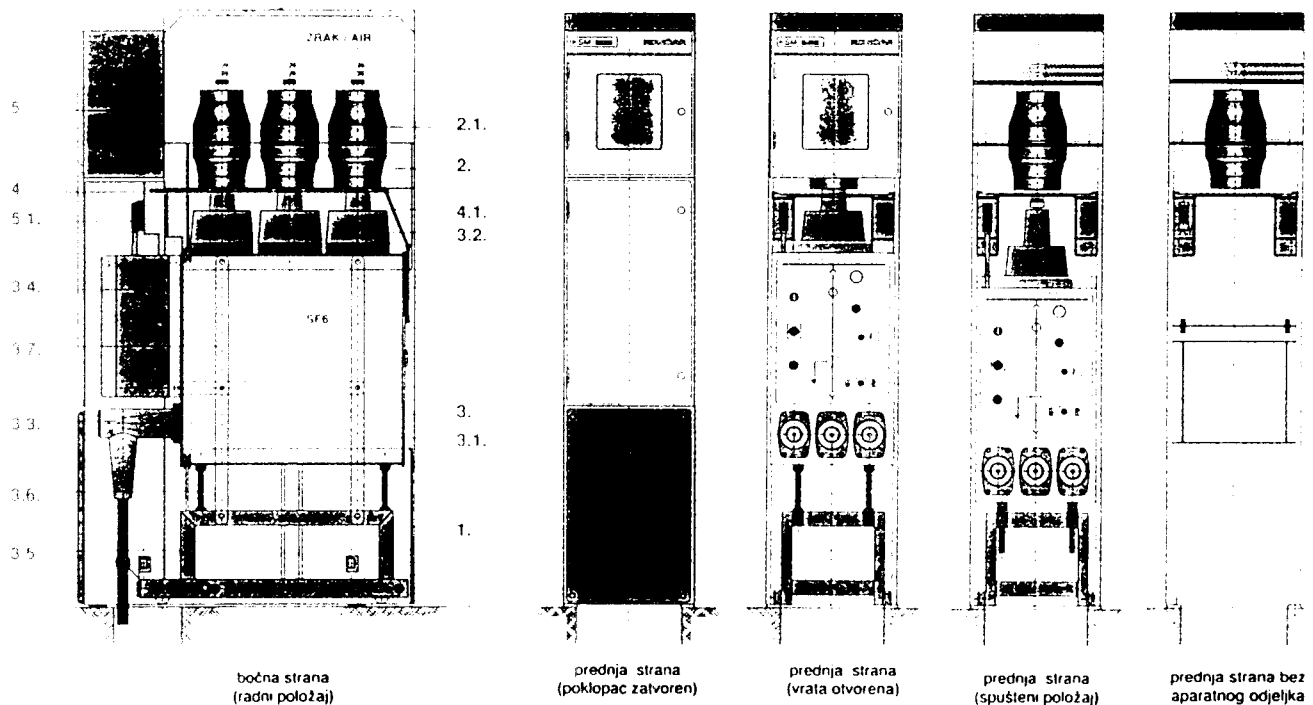
Sl.6b RMU s vakuumskim prekidačima

To su prvenstveno sklopni blokovi namijenjeni za distribucijske i industrijske TS, no imaju i primjenu kao rasklopišta. Odlikuju se visokom raspoloživosti i pouzdanosti u pogonu, pružaju potpunu sigurnost osoblja, jednostavni su za rukovanje i montažu, bez održavanja i imaju vrlo male dimenzije, neosjetljivi su na utjecaje okoline, imaju utične (natične) kableske završetke.

U Hrvatskoj se proizvode u dvije osnovne verzije: s rastavnim sklopkama i osiguračima u transformatorskom polju i s vakuumskim prekidačima i aktuatorom u transformatorskom polju (sl.6).

Izvedba im je kompaktna, veliki broj verzija.
 1T+2V, 1T+3V, 2T+2V, T+K, M gdje su:
 T - transformatorsko polje
 V - vodno polje
 M - mjerno polje
 K - kabelsko polje

g) kompaktni sklopni moduli (sl.7)



LEGENDA:

- 1 Nosač modula
- 2 Sabirnički odjeljak
- 2.1 Provodni izolatori
- 3 Aparatni odjeljak
- 3.1 Kucište aparatnog odjeljka
- 3.2 Provodni izolatori (transformatori)
- 3.3 Visokonaponski priključci (konektori)
- 3.4 Pogonski mehanizam
- 3.5 Podnožje s kotačima
- 3.6 Vodilica
- 3.7 Mehanizam za podizanje (spuštanje) aparatnog odjeljka
- 4 Izolacijska zaštitna pregrada
- 4.1 Mehanizam za pokretanje izolacijske pregrade
- 5 Ormanić sekundarne opreme
- 5.1 Konektor za spajanje upravljačkih krugova

Sl.7 Kompaktni sklopni modul, tip KSM

To su sklopni blokovi minimalnih dimenzija jer kao izolacijski medium koriste mali pretlak plina SF₆. Svi aparati su u potpunosti integrirani u sklopni blok.

U aparatnom odjeljku standardnog polja smješten je tropoložajni vakuumski prekidač koji objedinjuje funkcije prekidača, rastavljača i zemljospojnika. Kompletan aparatni odjeljak izveden je kao odvojiva jedinica koja se u slučaju eventualnog kvara može jednostavno izvući i zamijeniti.

Nabrojene vrste (tipovi) sklopnih blokova čine veliki postotak današnje proizvodnje. Dakako, verzije pod d), e) i f) su najzastupljenije, no verzija pod b) s modificiranim izvlačivim malouljnim prekidačem (ugrađena vakuumska komora kao prekidno mjesto u polu malouljnog prekidača) čini ovu verziju vrlo zanimljivom i u današnje vrijeme, jer se s relativno malo sredstava može vrlo efikasno modernizirati postojeće (staro) postrojenje, bez dubljih zahvata u rekonstrukciji.

PERSPEKTIVA - PRAVCI RAZVOJA SN SKLOPNIH BLOKOVA

Veliki konstrukcijski, konceptijski i tehnološki skokovi (kao što je to bio slučaj s uvođenjem vakuumске tehnike u sklapanje, SF₆ tehnike u sklapanje i kao izolacijski medijum, numeričke zaštite i brzo) ne mogu se očekivati u bliskoj budućnosti. Razvoj SN sklopnih blokova (kciji je zapravo već uzeo maha") dalje će se odvijati u dva osnovna pravca.

Razvoj sklopnih blokova s izvlačivim kompaktnim vakuumskim prekidačima (upotpunjavanje niza svih karakteristika), sl.5.

Razvoj kompaktnih sklopnih modula (cijela serija), sl.7.

Raznim tehničkim unapređenjima, poboljšanjima na području kableske tehnike, mjernih transformatora, pogona prekidača, MUSIZ-a, te posebno u uvođenje tzv. "inteligentnih sustava" koji će omogućiti u krajnem cilju daljinsko upravljanje i automatizaciju SN sklopnih postrojenja 10, 20, 35 kV (više u referatu: "Konceptijska i tehnološka rješenja TS 10(20)/0.42 kV").

Dakle, u bliskoj budućnosti očekuje se veća primjena kableskih utičnih (natičnih) završetaka (primjena u sklopnim blokovima tipa RMU je u potpunosti prihvaćena), razvoju novih kombiniranih strujno-naponskih transformatora, uvođenju inteligentnog sustava mjerenja i signalizacije (npr. IVIS), novim principima pogona prekidača, te u kompletnom monitoringu sklopnog bloka. Pored nabrojenog još je ostalo niz "detalja" kao što su razvoj novih tipova izolatora, kontakata, zemljospojnika, izoliranih sabirnica koje će bitno doprinjeti kakvoći blokova.

Osim toga biti će potrebno ove nove verzije sklopnih blokova atestirati na otpornost na el. luk kvara - zahtjev koji danas u Hrvatskoj još nije "oštro" saživio, ali se pojavljuje u zahtjevima niza inozemnih tendera.

8. OSVRT NA PROPISE O SN SKLOPNIM BLOKOVIMA

Srednjenaponski sklopni blokovi danas se izrađuju i ispituju u skladu s normama IEC 694 i 298. To su dva osnovna standarda u kojima su definirani:

- pogonski uvjeti
- nazivne karakteristike
- pravila za konstrukciju i izradu
- tipska ispitivanja
- komadna ispitivanja
- opće informacije (skladištenje, transport, montaža . . .)

Komandna ispitivanja se u principu obavljaju u tvornicama-proizvođačima, dok su za tipska ispitivanja u Hrvatskoj na raspolaganju dvije laboratorije. Dakako, ovisno o zahtjevima investitora, mogu se ispitivanja (i verifikacije) obavljati i u inozemstvu (KEMA, CESI).

Ova dva navedena propisa (sa svojim amandmanima) u potpunosti pokrivaju područje SN sklopnih blokova, odnosno sklopni blokovi izrađeni i ispitani u skladu s IEC standardima posve su "svjetski" usklađen proizvod.

9. ZAKLJUČAK

Na području "hardware"-a sklopni blokovi koji se danas proizvode u Hrvatskoj posve su u svim karakteristikama i tehnološkoj izvedbi usporedivi s vodećim svjetskim proizvođačima. Dakako, područje "software"-a je potrebno dalje razvijati i upotpunjavati. Za sada se taj segment sklopnog bloka uglavnom pokriva uvozom, a postavlja se i pitanje nužnosti takovog razvoja u nas. Isto tako, pojedini aparati i uređaji (mjerni transformatori, indikatori napona, specijalne izolacije, kableski utični i natični završeci itd.) za sada su uglavnom uvozna komponenta.

Uvođenjem sustava daljinskog upravljanja i automatizacije u srednjenaponske mreže, izvedbi sklopnih blokova otpornih na el.luk kvara i nadalje će u velikoj mjeri utjecati na dalji tijek razvoja. Dakako, uz doprinos kakvoći, tehnologiji i konstrukciji sklopnih blokova za što u Hrvatskoj postoji kvalificirani i iskusni kadar.

Pitanje je samo da li će domaća elektroprivreda biti zainteresirana u dovoljnoj mjeri za takav korak, ili će se prikloniti (na prvi pogled) relativno ekonomski povoljnijem inozemnom tržištu, uvozu i tako zanemariti vlastito znanje na tom području. Napose, i naši proizvođači sklopnih blokova (KONČAR) znaju i mogu se prilagoditi sve težoj tržišnoj utakmici.

