

Josip Bošnjak dipl.ing.el.
Voditelj sektora energetike u EL-EN-TEL d.o.o.,
Zastupstvo firme **Raychem** za Hrvatsku

2-01

UNIVERZALNI I EKONOMIČNI SUSTAV KABELSKIH PRIKLJUČNIH ADAPTERA ZA SF₆ - IZOLIRANA POSTROJENJA

SAŽETAK

U proteklom razdoblju naglašeni trend razvoja u distributivnim poduzećima doveo je do korištenja sredjenaponskih postrojenja u metalom oklopljenom i SF₆-plinom izoliranom kućištu, umjesto konvencionalnih zrakom izoliranih postrojenja.

Ova moderna postrojenja opremljena su sa aparatnim uvodnicama prema DIN 47 636 i zahtjevaju univerzalni priključni sustav za sve tipove kabela bez obzira dali se radi o uljnim ili umjetnom masom izoliranim kabelima ili o jednožilnim odnosno trožilnim kabelima.

Referat opisuje gore spomenuti priključni sustav za 24 kV a koji se sastoji od hermetički izoliranih T-adaptora i modernih toploskupljajućih kabelskih završetaka.

Sustav omogućuje jedno ekonomično rješenje istovremeno nudeći prednosti koje ima i samo postrojenje tj. nepotrebno održavanje, sigurnu zabrtvljenost, pogonsku sigurnost i kompaktnost.

AN UNIVERSAL AND ECONOMICAL CONNECTION SYSTEM FOR SF₆ - INSULATED RMU's

SUMMARY

Over the past years, a strong market trend has developed to install SF₆-gas insulated ring main units instead of conventional air-spaced switchgear.

This modern switchgear, equipped with bushings according to DIN 47 636, requires an universal connection system for all cable types, irrespective if they are paper or plastic insulated or have one or three cores.

This paper describes such a connection system for up to 24 kV consisting of an hermetically insulated T-adapter and modern heat-shrinkable terminations. The system allows an economical solution while offering the same advantages as SF₆ ring main units such as no maintenance, submersibility, operation safety and compact design.

KLJUČNE RIJEČI

SF₆-plinom izolirano postrojenje, Aparatna uvodnica (izolator) prema DIN 47 636, Univerzalni priključni sustav, Adapter, Kabelski završetak, Toploskupljajuća tehnologija, Montaža, Ispitivanje, Pogonska sigurnost.

KEY WORDS

SF₆-gas insulated ring main unit, Bushing according to DIN 47636, Universal connection system, Adapter, Cable terminations, Heat-shrink technology, Installation, Testing, Operations safety

Posvuda još i danas susrećemo relativno veliki broj različitih konstrukcija srednjenaponskih kabela; prednjače tipski jednožilni kabeli izolirani umreženim polietilenom i ekstrudiranim unutarnjim i vanjskim poluvodljivim slojem a koji se sve više supstituiraju u distributivne mreže dok papirom izolirani kabeli te trožilni ekranizirani ili neekranizirani kabeli izolirani umjetnom masom zauzimaju i dalje još uvijek priličan udio.

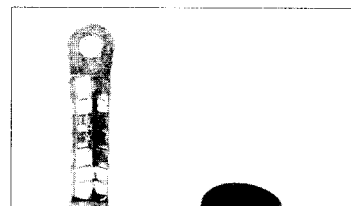
Proizvođači kabelskog pribora su za svaku ovu konstrukciju kabela razvili specijalna rješenja s različitim tehnikama. Posebno mjesto u ovome zauzima tehnologija s kojom se na prvi put

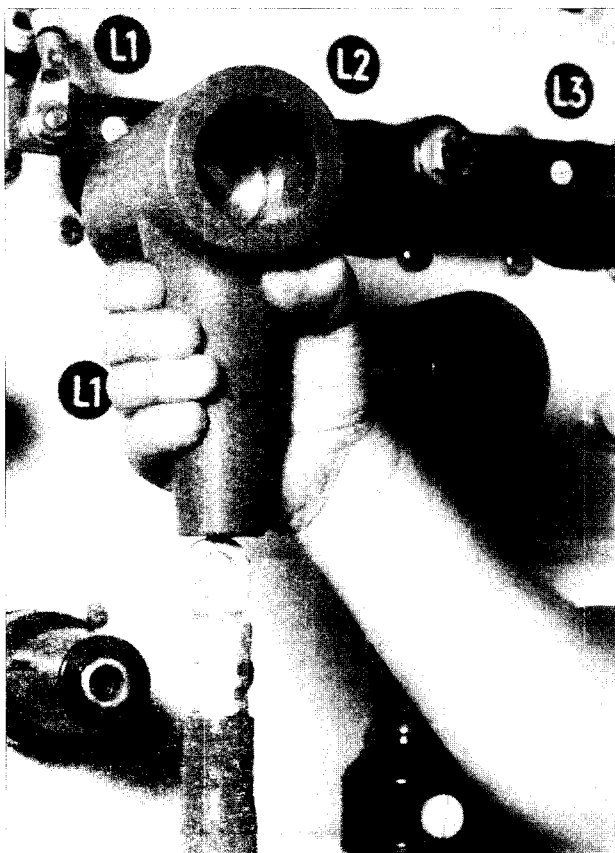
Kada je montaža završena, tijelo adaptera se zatvara završnim čepom izlivenim od umjetne mase. Na vanjskom dijelu čepa nalazi se jedan upušteni četverokut a služi za prihvat alata kod pritezanja čepa. Za dodatnu provjeru prisutnosti napona u adapteru odnosno kabelu, moguće je umjesto standardnih završnih čepova postaviti čepove s kapacitivnom mjernom točkom (cca 3pF).

OSNOVNI ZAVRŠECI KABELA

Kriterij za izbor kablskih završetaka sastoji se od: naponskog nivoa, presjeka i vrste izolacije (tablica 1).

Toploskupljajući završeci odlikuju se vitkom izvedbom koja zahtjeva relativno malo mjesta u priključnom prostoru. I nainrazličitiie konstrukciie kabela





Slika 4. Montaža jednog T - adaptera



Slika 6. T - adapter sa skinutim završnim čepom za vrijeme ispitivanja u vlažnoj komori: $U_{isp} = 15 \text{ kV}$.

montaže na jednom klasičnom zrakom izoliranom postrojenju. Na gotovi kabelski završetak navuče se sada tijelo T-adaptora i priključnim vijkom kroz kabelsku stopicu i kontraktnu ploču učvrsti za aparatnu uvodnicu (slika 4).

Kod ravno postavljenih aparatnih uvodnica koristi se potpuno isti postupak (slika 5). I ovdje vrijedi kompatibilnost koja je prethodno opisana samo što se za izoliranje samog spoja na postrojenju umjesto izolacijskog tijela na bazi elastomera, koristi jedna debelostjenkasta izolacijska cijev koja preko nanešenog ljepila na uvodnici i na kraju kabelskog završetka, postupkom grijanja osigurava potpuno brtvljenje.

Pristup do električnog vodiča kabla u ovom

ISPITIVANJA

Za cijeli sustav adaptera provodi se program ispitivanja temeljen na VDE 0278 i to:

- ispitivanje nazivnim podnosivim izmjeničnim naponom DIN/VDE 0278 55 kV 1 min.,

- ispitivanje parcijalnih pražnjenja prema IEC 270

$U_m = 24 \text{ kV} < 20 \text{ pC}$,

- ispitivanje nazivnim podnosivim udarnim naponom prema IEC 60, IEC 230 24 kV : 125 kV,

- ispitivanje istosmjernim naponom prema IEC 60

30 min 24 kV : 96 kV,

- dugotrajna ispitivanja izmjeničnim naponom IEC 60

4 h 24 kV : 48 kV,

- dugotrajna ispitivanja izmjeničnim naponom s cikličkim strujnim opterećenjima prema DIN/VDE 0278

63 ciklusa, 5 h zagrijavanja, 3 h hlađenja

$U_m = 24 \text{ kV} : 30 \text{ kV}$,

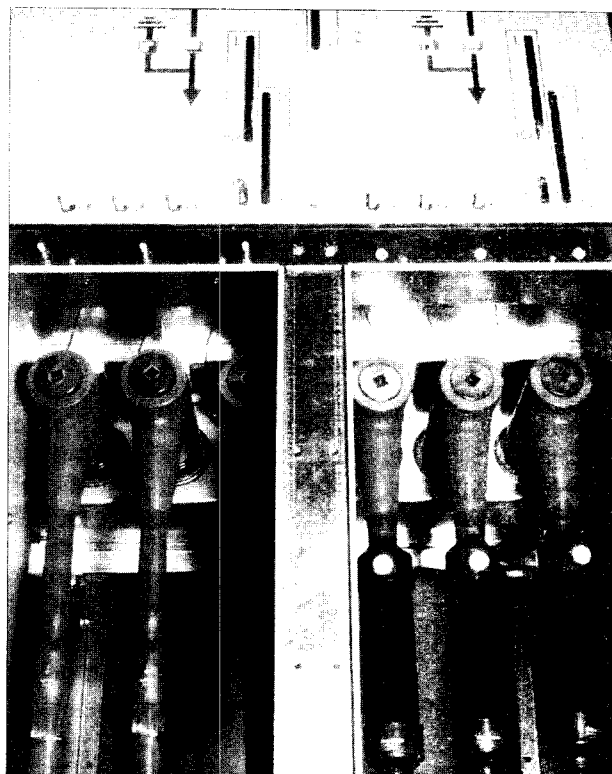
- ispitivanje parcijalnih pražnjenja ponavljanje,

- ispitivanje u vlažnoj komori prema IEC 466 100 h, vodljivost od $800 \mu\text{S/cm}$, brzina raspršivanja $0,41 \text{ l m}^3/\text{h}$

$U_m = 24 \text{ kV} : 15 \text{ kV}$,

- ispitivanje brtvljenja 100 h, 12 ciklusa promjene opterećenja pod vodom kod 15 kV,

- ispitivanje termičke otpornosti na struju kratkog spoja



PRIKLJUČNE ZONE I POGON

Za razliku od uobičajenih utikača, koji uglavnom posjeduju jedan vanjski vodljivi sloj (tzv. ekranizirani adapteri) a djelomično sadrže i metalni oklop, ovdje opisani adapteri sadrže samo jednu hermetičku izolaciju. Kao što je opisano, oni zadovoljavaju sve kriterije koji su odlučujući za jedan siguran pogon. Adapteri odgovaraju stupnju zaštite od dodira A definiranom u DIN/VDE 0670 dio 7 (struja odvoda < 0,5 mA).

Ukoliko se priključne zone promatraju sa stanovišta načina pogona postrojenja može se uočiti slijedeća tendencija:

- veliki broj distribucijskih poduzeća u principu odbija odvajanje kablenskog priključka od postrojenja u eksploataciji, radi ispitivanja kabela, utvrđivanja sinkronizma ili mjesta greške na kabeu. Ovo je moguće obaviti kroz ispitnu uvodnicu na prednjoj strani samog postrojenja ili kroz pristup ispitnim adapterom na T - utikaču.

- sva postrojenja koja se sada nude na tržištu ili koja su već u pogonu imaju jednu kapacitivnu mjernu točku koja je najčešće integrirana u samoj aparatnoj uvodnici. Provjera se vrši pomoću jednog utičnog ispitivača na poslužnom djelu postrojenja (slika 7). Utvrđivanje beznaponskog stanja moguće je time obaviti bez izlaganja osoblja opasnosti od dodira djelova pod naponom ili djelovanja električnog luka.

- u cilju daljnjeg poboljšanja osobne zaštite osoblja koje rukuje postrojenjem, sve je više prisutno zatvaranje priključne zone i to odvojeno po poljima (slika 8).

Ovo zatvaranje kod nekih proizvođača postrojenja nadopunjuje se i jednom mehaničkom blokadom, tako da je spriječen nesmotreni ulazak u priključno polje i dodir kablenskih priključaka u neuzemljenom stanju.

Dopunski ispitana priključna zona prema "Pehla" - smjernici br. 4/84 predstavlja do sada najbolju zaštitu osoblja (slika 9).

Ovdje opisani sustav adaptera uklapa se sukladno u novi koncept postrojenja. Izostavljena ekranizacija i oklapanje adaptera "sigurno na dodir u pogonu", prvotno je iskazano kao nedostatak da bi ubrzo ovo bilo kompenzirano zatvaranjem priključne zone postrojenja.

Ovime se u primjeni i korištenju adaptera i postrojenja otvara niz prednosti:

- svaki kabel, bez obzira na konstrukciju i vrstu izolacije moguće je direktno priključiti uz korištenje samo jedne tehnike,

- razdvajanjem osnovnog kablenskog završetka i adaptera omogućeno je da se kod montaže i dalje primjenjuju već uobičajni i uhodani postupci,

- potrebni dodatni pribor kao što je komplet ispitnih adaptera, dodaci za paralelni priključak dva kabela na jedno polje ili paralelni priključak metaloksidnih odvodnika prenapona i kabela, relativno je malih dimenzija i upotreba mu je vrlo jednostavna,

- zbog relativno jednostavnog i funkcionalnog koncepta, prikazani sustav adaptera značajno doprinosi ukupnoj ekonomičnosti primjene SF₆ postrojenja u distributivnim mrežama.

ZAKLJUČAK

Sa predstavljenim konceptom adaptera moguće je, uz korištenje samo jednog postupka montaže, priključiti SF₆ postrojenje na svaki srednjenaponski kabel bilo da je uljni ili plastični. Težnja za najboljom mogućom zaštitom pogonskog osoblja kod suvremenih SF₆ - postrojenja nastoji se ostvariti pregradnjom, pokrivanjem i zaključavanjem (blokadom) priključne zone. Konačno, prilagodivi sustav adapter-priključaka daje pozitivan doprinos ukupnom sniženju troškova distributivnih transformatorskih stanica.

LITERATURA

1. Izvješće o radnom zasjedanju br. 1 CIRED-87: Oprema za transformatorska postrojenja i distributivne stanice
2. Trajni indikatori napona za oklopljena postrojenja. "Die Brücke", list udruženja fino-mehaničara i elektrotehničara, broj 1/1987.
3. Brüggemann, Müller, Sander: Stanje tehnike kablenskih utikača za srednjenaponska postrojenja u Saveznoj republici Njemačkoj.
4. Brüggemann Helgo: Starkstrom-Kabelanlagen, priručnik VDE-Verlag GmbH, 1992.
5. Bitten broj 22: Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 do 35 kV, Granske norme HEP-a.
6. Končar d.d.: Tehničke informacije za VDA 24
7. Raychem GmbH: Tehničke informacije i ispitna izvješća
8. Norbert Mikli, Stephan Hey, Wolfgang Haverkamp: Ein universelles und wirtschaftliches Anschluß - System für SF₆ - isolierte Lastschaltanlagen
9. ELKA d.d. Zagreb: Katalog kablenskog pribora