

Tomislav Maležić
Končar D&ST
tomislav.malezic@koncar-dst.hr

Helena Peći
Končar D&ST
helena.peci@koncar-dst.hr

UREĐAJI ZA DETEKCIJU I REGULACIJU TLAKA HERMETIČKI ZATVORENIH TRANSFORMATORA

SAŽETAK

Uloga zaštite transformatora pravovremena je detekcija neželjenih stanja unutar transformatora te po potrebi njegovo isključenje iz pogona prije nego što dođe do oštećenja ili uništenja transformatora. S obzirom na cijenu današnjih transformatora i činjenicu da bi ispadom iz pogona zbog uništenja uzrokovanih neželjenim stanjima došlo do prekida opskrbe potrošača na dulje vrijeme, cilj je detektirati takva stanja te na vrijeme reagirati. U ovome radu bit će dan prikaz uređaja za detekciju i regulaciju tlaka kod hermetički zatvorenih transformatora. Uslijed preopterećenja ili pojave kvara može rasti tlak u hermetički zatvorenom transformatoru. U slučaju kratkog spoja dolazi do naglog porasta tlaka, dok kod terećenja transformatora na dulji vremenski period snagom koja je veća od nazivne dolazi do postupnog porasta tlaka. Uređaji za detekciju tlaka mogu biti zasebni, kao što su tlačne sklopke, ili integrirani u multifunkcionalne uređaje, kao što su DMCR®, RIS2 i DGPT2® uređaji, koji u slučaju porasta tlaka to signaliziraju preko preklopnih kontakata. Uređaj za regulaciju tlaka u transformatoru je odušnik, koji djeluje tako da kada dođe do porasta tlaka iznad definiranog ispusti određenu količinu ulja kako bi se tlak u transformatoru smanjio. Odušnik također ima mogućnost signaliziranja prorade preko preklopnih kontakata. Svi ti preklopni kontakti kod uređaja za detekciju i regulaciju tlaka su ožičeni i dovedeni na stezaljke u ormarić signalizacije koji je montiran na transformatoru.

Ključne riječi: hermetički distributivni transformator, zaštitni uređaji hermetički zatvorenog transformatora

DEVICES FOR DETECTION AND PRESSURE REGULATION OF HERMETICALLY SEALED TRANSFORMERS

SUMMARY

The role of transformer protection is the timely detection of unwanted conditions inside the transformer and, if necessary, shutting it down before the transformer is damaged or destroyed. Taking into account the price of today's transformers and the fact that an outage due to destruction caused by unwanted conditions would lead to supply interruptions for a long time, our goal is to detect such conditions and react in time. This work will present a device for detecting and regulating pressure in hermetically sealed transformers. As a result of an overload or failure, the pressure in the hermetically sealed transformer may increase. In the case of a short circuit, there is a sudden increase in pressure, while when the transformer is loaded for a longer period of time with a power that is higher than the rated one, there is a gradual increase in pressure. Pressure detection devices can be separate, such as pressure switches, or integrated into multifunctional devices, such as DMCR®, RIS2 and DGPT2® devices, which in the event of an increase in pressure signal this through switch contacts. The device for regulating the pressure in the transformer is a pressure relief device that works so that when the pressure rises above the defined one, it releases a certain amount of oil in order to reduce the pressure in the transformer. The pressure relief device also has the ability to signal operation via switch contacts. All these switching contacts of the pressure detection and regulation device are wired and brought to the terminals in the signaling cabinet which is mounted on the transformer.

Key words: hermetically sealed distribution transformer, protective devices of hermetically sealed transformer

1. UVOD

Hermetički zatvoreni transformatori su transformatori čije je izolacijsko sredstvo tekućina koja je izolirana od zraka, tj. hermetički zatvorena. Njihovi kotlovi imaju tzv. valovite stranice – elastična rebra koja imaju dvostruku ulogu: hlađenje transformatora preko njihove površine te dilatacija (širenje ili skupljanje rebra) uslijed promjene volumena ulja u transformatoru. Tlak u hermetički zatvorenom transformatoru uvijek raste uslijed porasta temperature, odnosno volumena ulja unutar transformatora. Kod povećanja opterećenja transformatora dolazi do postupnog porasta tlaka, dok primjerice u slučaju kratkog spoja dolazi do naglog porasta tlaka. Pri tome, ako se zbog vanjskih čimbenika transformator nađe u stanju koje nije dozvoljeno i nije unutar projektiranih vrijednosti, može doći do prevelikog porasta tlaka, te posljedično i pucanja kotla transformatora te curenja izolacijske tekućine. Da bi se to spriječilo, na transformatore se ugrađuju uređaji za detekciju i regulaciju tlaka. Uređaji za detekciju tlaka mogu biti zasebni, kao što su tlačne sklopke, ili integrirani u multifunkcionalne uređaje, kao što su DGPT2®, RIS2 i DMCR® uređaji, te u slučaju porasta tlaka to signaliziraju preko preklopnih kontakata. Uređaj za regulaciju tlaka u transformatoru je odušnik koji djeluje tako da kada dođe do porasta tlaka iznad definiranog, ispusti određenu količinu ulja tako da se tlak u transformatoru smanji. Odušnik također može imati mogućnost signaliziranja prorade preko preklopnih kontakata. U ovom radu bit će opisani prvo uređaji za detekciju, a potom uređaji za regulaciju tlaka u hermetički zatvorenim distributivnim transformatorima.

2. UREĐAJI ZA DETEKCIJU TLAKA

2.1 TLAČNA SKLOPKA

Tlačna sklopka (slika 1) dizajnirana je za detekciju nadtlaka i podtlaka unutar kotla transformatora. U slučaju pojave jednog od navedenog, kontakti tlačne sklopke se prebacuju i ostaju u tom položaju sve dok se tlak unutar kotla transformatora ne vrati na unaprijed postavljene vrijednosti. Montira se na poklopac transformatora i sadrži dva podesiva preklopna kontakta. Vrijednosti prorade kontakata mogu se podesiti prema želji korisnika na mjestu ugradnje.



Slika 1. Tlačna sklopka

2.2 DGPT2®

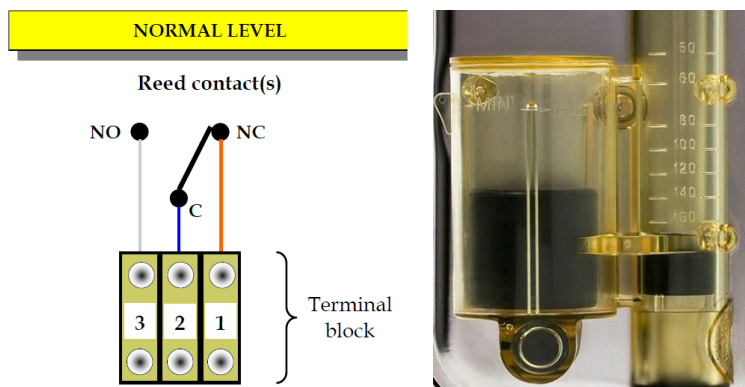
DGPT2® (engl. „Detection of Gas Pressure Temperature“) ili uređaj za detekciju plina, tlaka i temperature uređaj je francuske tvrtke AUTOMATION 2000. Uređaj za signalizaciju stanja koristi CO, odnosno preklopne kontakte. Za svaku se detekciju koristi po jedan CO kontakt, iako se po potrebi mogu naručiti uređaji s dodatnim kontaktima. Uređaj može detektirati nakupljanje plinova, povećani tlak i temperaturu ulja unutar kotla transformatora. Primjer jednog takvog uređaja prikazan je na slici 2.



Slika 2. DGPT2® uređaj

2.2.1. Nakupljanje plina

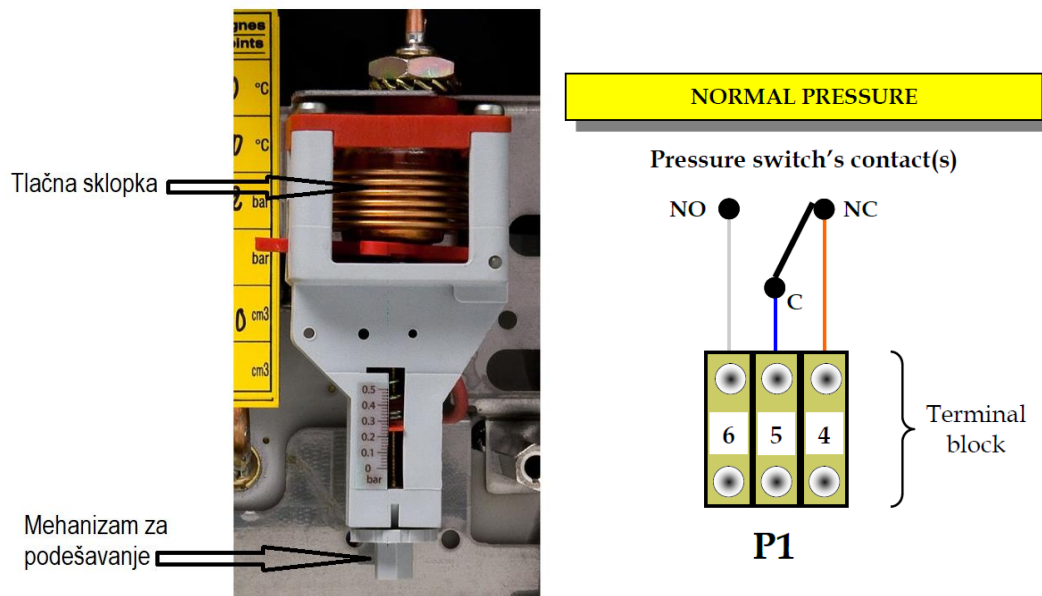
Nakupljanje plina obično se javlja zbog električnog kvara u aktivnom dijelu transformatora. Kada volumen nakupljenog plina u akumulacijskom spremniku (lijevi spremnik na slici 3) dostigne određenu vrijednost, tada dolazi do prebacivanja kontakta u položaj 2 i 3. Desni spremnik služi kao uljokaz.



Slika 3. Akumulacijski spremnik i kontakti

2.2.2. Povećani tlak

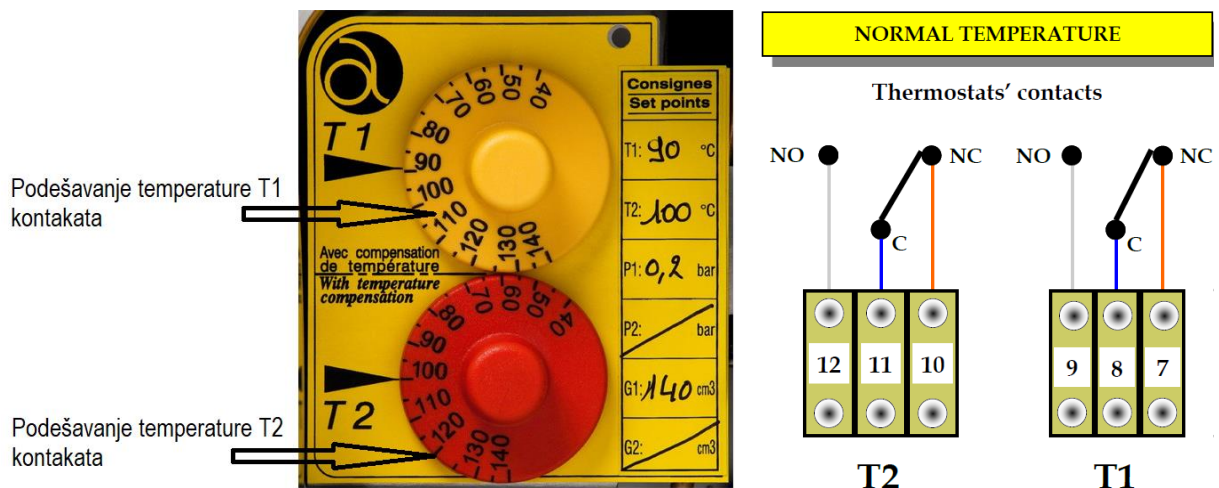
Tlak u kotlu povećava se uslijed povećanja temperature izolacijske tekućine u normalnom pogonu (postupni porast), kao posljedica preopterećenja (postupni porast) ili posljedica kvarova (naglo zagrijavanje ulja uslijed proboja izolacije, električnog luka, itd.). Postavljanje referentne vrijednosti kod koje će tlačna sklopka proraditi i položaj kontakata prijeći u 5 i 4 (slika 4) definira proizvođač transformatora.



Slika 4. Tlačna sklopka DGPT2® uređaja i njezini kontakti

2.2.3. Temperatura

Kako je već spomenuto, povećanje temperature izolacijske tekućine događa se u normalnom pogonu, uslijed preopterećenja, ali i kao posljedica kvarova u transformatoru. Kada temperatura dostigne zadanu vrijednost, kontakti T1 i T2 (slika 5) mijenjaju položaj. T1 obično se koristi kao alarm, a T2 za isključivanje transformatora s mreže (trip).



Slika 5. Mehanizam za podešavanje vrijednosti temperature alarma i tripa T1 i T2 i njihovi kontakti

2.3. RIS2

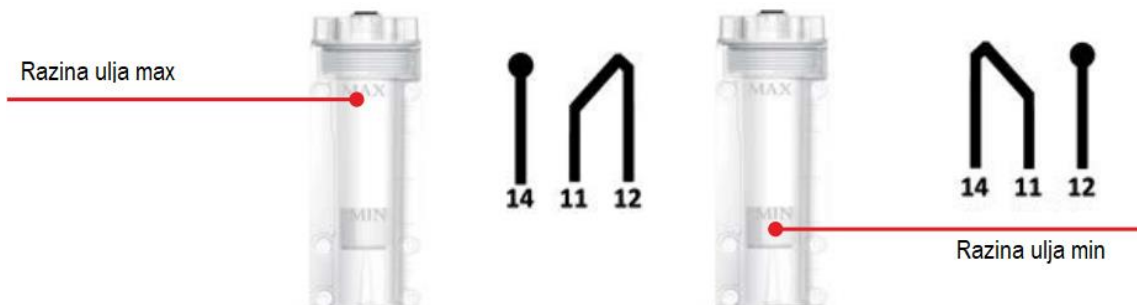
Integrirani sigurnosni uređaj RIS2 (tal. „Rilevatore Integrato di Sicurezza“), prikazan na slici 6, uređaj je tvrtke COMEM koji se također koristi kod hermetički zatvorenih transformatora. RIS2 integrira funkcije koje pomažu održavati tlak, temperaturu i razinu ulja, te plina u dozvoljenim granicama. Izrađen je od robusnog plastičnog tijela, vodonepropusnog i otpornog na vremenske uvjete. Kao i DGPT2® uređaj, tako RIS2 uređaj detektira prisutnost plinova, razinu ulja, temperaturu ulja i tlak u kotlu.



Slika 6. RIS2 uređaj

2.3.1. Nakupljanje plinova i uljokaz

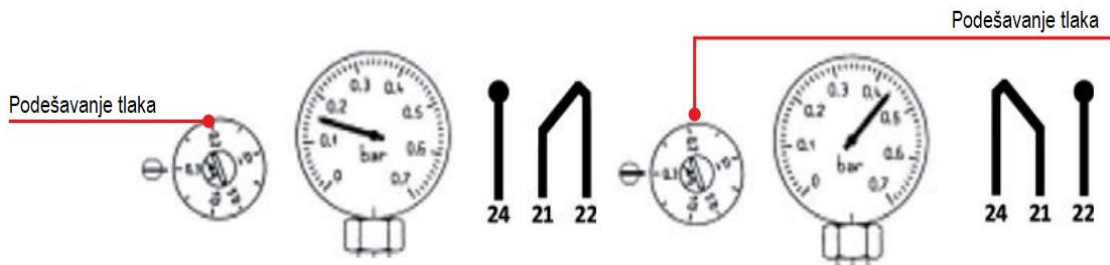
Akumulirani plin može se ispustiti preko ventila koji se nalazi na vrhu spremnika. Ispitivanje ispravnosti kontakata prije montaže vrši se pomoću magneta koji dolazi isporučen s RIS2 uređajem na način da se magnetom odvuče plovak na MIN poziciju i tada kontakti promijene položaj (slika 7).



Slika 7. Položaj kontakata ovisno o razini ulja.

2.3.2. Povećani tlak

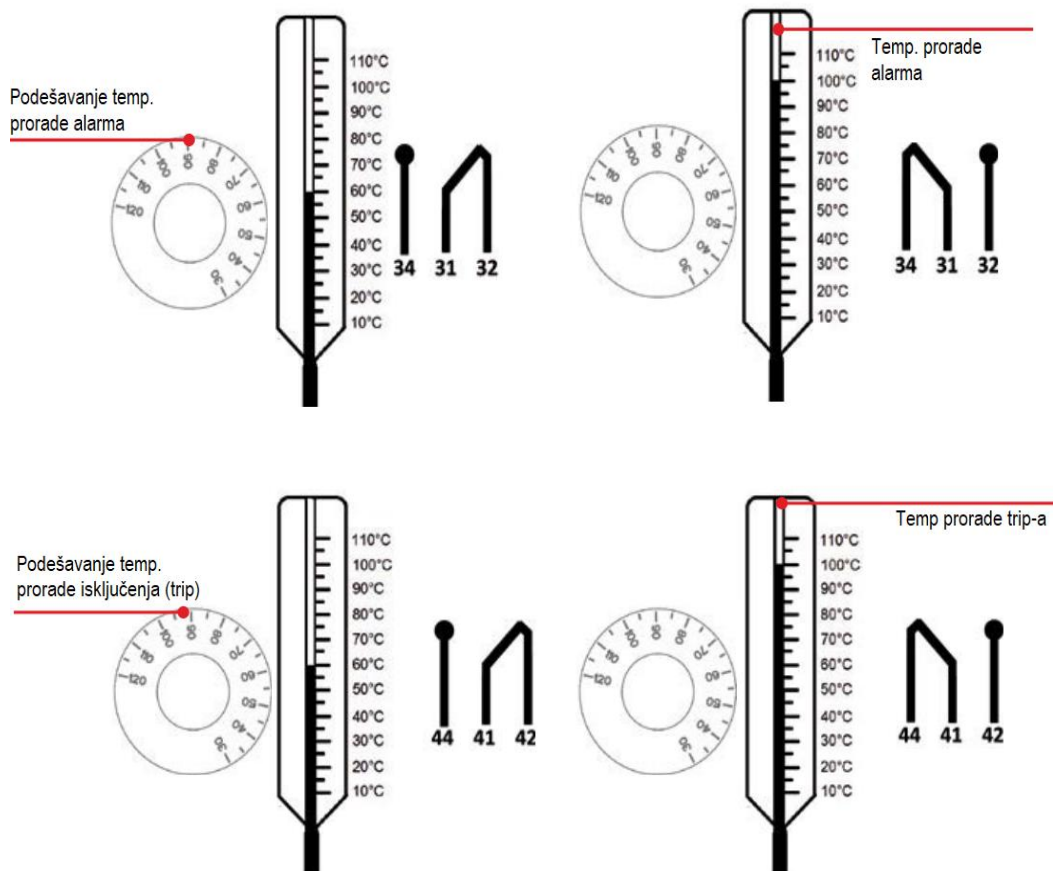
Kod naglog porasta tlaka u kotlu preklopni kontakt to signalizira na način da iz pozicije 21 i 22 prebaci u poziciju 21 i 24 (slika 8). Uređaj ima mogućnost mjerenja tlaka u rasponu od 100-500 mbar u standardnoj verziji. Kod hermetičkih transformatora najčešće se podešava na 0,4 bar.



Slika 8. Položaj kontakata ovisno o razini tlaka.

2.3.3. Temperatura

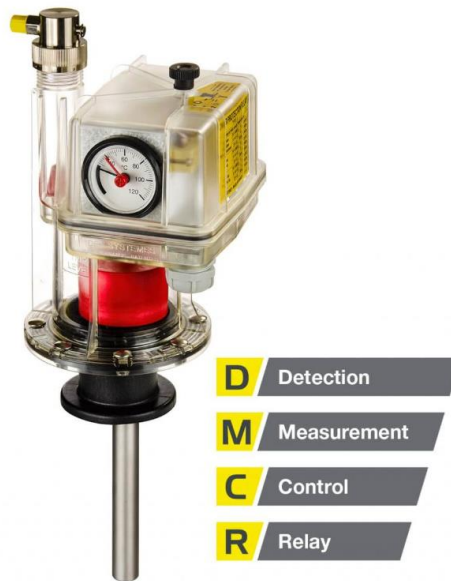
Kao i DGPT2®, i RIS2 je opremljen dvama preklopnim kontaktima koji će proraditi u slučaju alarma, odnosno tripa kada temperatura ulja dostigne vrijednosti na koje je uređaj postavljen (slika 9). RIS2 je opremljen i termometrom koji nam pokazuje trenutnu vrijednost temperature ulja transformatora.



Slika 9. Položaj kontakata alarma i tripa ovisno o temperaturi ulja.

2.4. DMCR® zaštitni relej

DMCR® (engl. „Detection, Measurement and Control Relay“) također je zaštitni relej za uljne hermetički zatvorene transformatore. Razvila ga je tvrtka IDEF SYSTEMES iz Francuske. Namjena i princip rada su mu isti kao i za prethodna dva opisana uređaja. Kućište uređaja prozirno je pa se razina ulja može vidjeti iz svih kuteva. Kao i dva prethodno opisana uređaja, DGPT2® i RIS2, tako i DMCR® ima mogućnost detekcije nakupljanja plinova, povećanog tlaka, temperature i razine ulja unutar kotla transformatora. Prikazan je na slici 10.



Slika 10. DMCR® uređaj.

2.4.1. Nakupljanje plinova i uljokaz

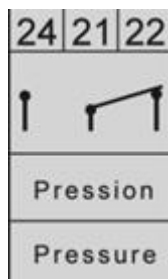
DMCR® ima prozirno kućište i postavlja se na poklopac transformatora (kao i DGPT2® i RIS2). Ako se unutar transformatora stvori plin, nakupit će se unutar kućišta DMCR® uređaja i uzrokovati pad razine dielektrika. Nakupljanje plina i smanjenje razine dielektrika u početku je vidljivo kroz spuštanje malog plovka unutar gornjeg dijela uređaja. Nakon toga slijedi spuštanje glavnog plovka vidljivog sa svih strana na 360° (patentirani dizajn). Preklopni kontakt aktivira se preko magneta koji se pomiče ovisno o razini tekućine. Taj je magnet u obliku prstena. Tako se smanjuju smetnje od bilo kojeg vanjskog magnetskog polja do 25 mT (patentirani dizajn). U normalnom pogonu ili kada razina ulja padne ne ispod 170 cm³ prebacivanje kontakta neće se dogoditi, tj. ostat će u poziciji 11 i 12, ali ako dođe do pada razine ulja više od navedenog, tada se kontakti prebacuju u položaj 11 i 14 (slika 11).



Slika 11. Preklopni kontakt razine ulja.

2.4.2. Povećani tlak

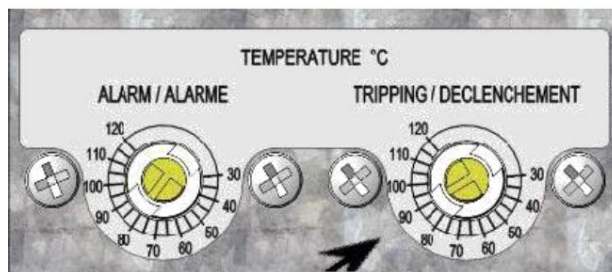
Tlačna sklopka unutar DMCR® uređaja detektira nadtlak u kotlu. Ima preklopni kontakt (slika 12) koji aktivira membrana koja se deformira prilikom povećanja tlaka. Prag okidanja nadtlaka tvornički je podešen prema zahtjevu kupca unutar raspona od 100-500 mbar.



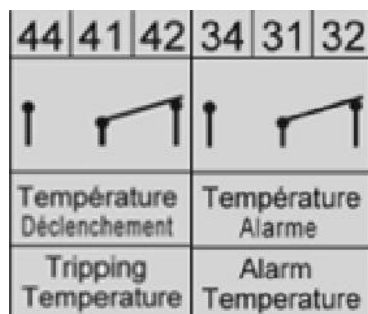
Slika 12. Preklopni kontakt tlačne sklopke kada je tlak ispod podešenog.

2.4.3. Temperatura

Dva podesiva preklopna kontakta od kojih je jedan alarm, a drugi trip preklapaju svoje kontakte kada temperatura dostigne vrijednosti na koje su podešeni (slika 13 i slika 14). Temperatura se mjeri preko temperature sonde koja je smještena u ulošku uronjenom u kotao transformatora. Oba termostata, alarm i trip, tvornički su podešeni prema zahtjevima kupca unutar raspona od 30°C do 120 °C. U slučaju da kupac nema posebnog zahtjeva, tada se temperatura podešava na 100°C za alarm i 110°C za trip.



Slika 13. Mehanizam za podešavanje vrijednosti temperature alarma i tripa.



Slika 14. Položaj preklopnih kontakata termometra kod normalnog stanja

3. UREĐAJI ZA REGULACIJU TLAKA

Odušnik (engl. pressure relief device) je uređaj koji ima mogućnost izregulirati tlak na način da višak ulja izbaci iz kotla. U slučaju kvara unutar transformatora dolazi do isparavanja ulja, a plinovi stvaraju visok tlak. Ako se tlak ne snizi unutar nekoliko milisekundi dolazi do oštećenja kotla. Odušnik se montira na poklopac transformatora. Odušnik može biti opremljen i kontaktima koji signaliziraju proradu odušnika. Ti signali najčešće se koriste za isključivanje transformatora s mreže u slučaju prorade odušnika.

3.1. Odušnik bez kontakata

Danas na tržištu postoje razne izvedbe odušnika. Za manje distributivne transformatore najčešće se koriste odušnici bez kontakata (slika 15) gdje tlak prorade namješta proizvođač u tvornici i nije ga više moguće mijenjati na mjestu ugradnje transformatora.



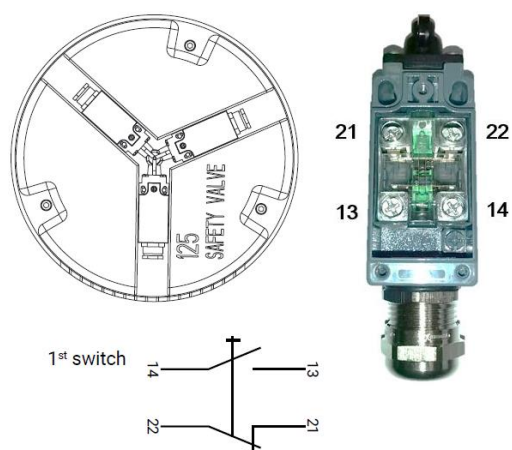
Slika 15. Odušnik bez kontakata za manje distributivne transformatore

3.2. Odušnik s kontaktima

Odušnik s kontaktima (slika 16) radi na istom principu kao i odušnik bez kontakata, ali ima ugrađene dodatno signalne kontakte (slika 17). Može sadržavati od jednog do tri mikroprekidača od kojih svaki ima po jedan NO i jedan NC kontakt. Što se tiče hermetički zatvorenih distributivnih transformatora, ova vrsta odušnika s kontaktima ne koristi se toliko često.



Slika 16. Odušnik s kontaktima



Slika 17. Mikrokontakti i njihov položaj na odušniku

4. ZAKLJUČAK

Uređaji za detekciju i regulaciju povećanog tlaka na transformatoru danas se s razlogom nalaze na gotovo svim hermetičkim distributivnim transformatorima. Kao što je već rečeno u uvodu, takvi uređaji mogu prevenirati veliku financijsku štetu koja bi nastala ako bi došlo do neželjenih pojava i prekomjernog porasta tlaka u kotlu transformatora, a transformator nije opremljen jednim od navedenih uređaja. Tome u prilog i idu cijene uređaja, koje su zanemarive u odnosu na cijene potencijalnih šteta koje mogu spriječiti. Kupac sam ili u dogovoru s proizvođačem transformatora odlučuje koji zaštitni uređaj (ili kombinacija njih) je najprikladniji za njegov transformator (pregled opisanih funkcija dan u Tablici 1).

Tablica 1: Popis opisanih uređaja i njihove funkcije

UREĐAJ	DETEKCIJA TLAKA	REGULACIJA TLAKA	OSTALE FUNKCIJE
Tlačna sklopka	DA	NE	-
DGPT2®	DA	NE	Detekcija nakupljenih plinova, temperature, razine ulja, tlaka. Prikaz razine i temperature ulja
RIS2	DA	NE	Detekcija nakupljenih plinova, temperature, razine ulja, tlaka. Prikaz razine i temperature ulja
DMCR®	DA	NE	Detekcija nakupljenih plinova, temperature, razine ulja, tlaka. Prikaz razine i temperature ulja
Odušnik	NE	DA	-

5. LITERATURA

- [1] www.automation2000.com
- [2] www.comem.com
- [3] www.ideosystemes.com