

ON-LINE SUŠENÍ, ODPLYNĚNÍ A ULTRAFILTRACE VÝKONOVÝCH TRANSFORMÁTORŮ



VAKUOVÝ SEPARATOR VS-06 A

**RYCHLÉ OBNOVENÍ DIELEKTRICKÉ PEVNOSTI OLEJE
VÝRAZNÉ PRODLOUŽENÍ ŽIVOTNOSTI TRANSFORMÁTORU
DÁLKOVÝ MONITORING A PARAMETRICKÉ ŘÍZENÍ
MINIMÁLNÍ SUPERVIZE A ÚDRŽBA
EFEKTIVNÍ ODSTRANĚNÍ ROZKLADNÝCH PLYNŮ STRIPPINGEM
SCREENING DIELECTRICKÉ PEVNOSTI OLEJE
Snadná kontrola funkce pomocí SMS**

Copyright: Fa. Ing. Altmann, 2019

Fa. Ing. Altmann ARS Altmann Group, Machova 142, 344 01 Domazlice, Czech Republic, European Union
Tel:+420-379 738 778, Fax:+420-379 738 775, Cell phone:+420-602 362 157 email:altmann@iol.cz, www.ars-altmann.com;

Sušení transformátorů

Přítomnost vlhkosti v izolačním systému transformátoru vždy zhoršuje jeho dielektrické i mechanické vlastnosti a současně akceleruje poškození jeho pevných izolantů. Vhodné vysušení zvláště jeho pevných izolantů pak představuje velmi účinnou metodu jak většinu negativních procesů v transformátoru účinně omezit.

Vakuový separator VS-06 je zaměřen na mobilní a preventivní ošetření transformátorů s obsahem vody v pevných izolantech nad 2% , kontaminovaných plyny a částicemi v oleji.

Součástí online ošetření transformátoru je ovšem nejen rychlé obnovení dielektrické pevnosti oleje za normálního provozu, ale zásadním cílem je prodloužení životnosti transformátoru tím, že z jeho olejové náplně jsou průběžně odstraňovány všechny kontaminující příměsi.

Hlavní výhody

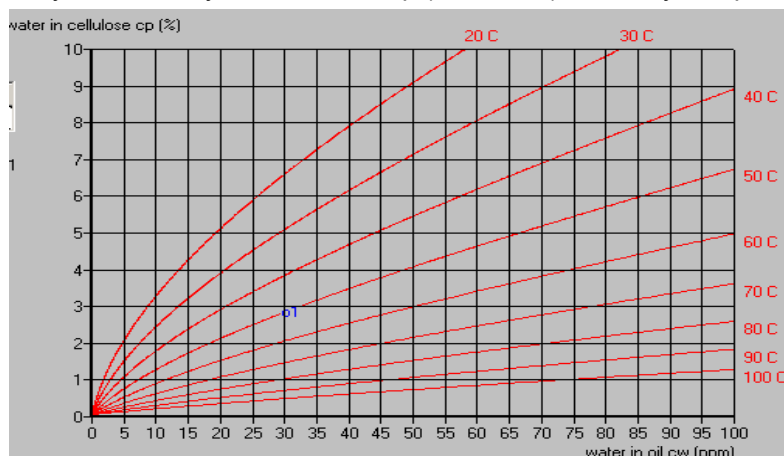
- ❑ **Snadná a bezpečná instalace:** pro vyloučení lidského selhání jsou všechny procedury kontrolovány počítačem
- ❑ **Při instalaci není nutno transformátor vypnout (Plug & Play design)**
- ❑ **Po instalaci není nutné žádné odvodušňování:** všechna hydraulická připojení jsou před zahájením provozu vyvakuována a propláchnuta olejem.
- ❑ **Účinné odplynění olejové náplně**
- ❑ **Obsah vody a částic může být redukován na úroveň nového stroje.**
- ❑ **Rychlé obnovení dielektrické pevnosti oleje.**
- ❑ **Z oleje jsou odloučeny pouze nežádoucí příměsi**
- ❑ **Snadná kontrola procesu sušení objemovým měřením množství odloučené vody**
- ❑ **Aplikace řízeného strippingu pro odstranění rozkladných plynů z oleje**
- ❑ **Snadná kontrola funkce pomocí SMS**
- ❑ **aplikace patentovaných principů jako je “kapalný píst” pro vytvoření provozního vakua a “bublinového lože” pro odloučení vlhkosti a plynů z oleje**
- ❑ **Dálkové řízení a ovládání: všechna relevantní data jsou uložena v řídicím počítači a mohou být lokálně i dálkově vyvolána včetně jejich zpracování do snadno pochopitelných diagramů.**
- ❑ **Matematický model umožňuje průběžný výpočet dielektrické pevnosti oleje U_p (kV/2.5mm)**
- ❑ **Pomocí verifikačního diagramu je možné okamžitě verifikovat simulované hodnoty U_p pomocí hodnot získaných laboratoří.**

KOLIK VLHKOSTI JE “PŘÍLIŠ VLHKOSTI” ?

Vlhkost vstupuje do izolačního systému transformátoru buď zvenjšku, nebo je generována v tomto systému především v rámci jeho oxidačního stárnutí.

Voda je pak deponována v jeho pevných izolantech (přes 98- 99% vody v systému je obsaženo v pevných izolantech a pouze 1 - 2% v olejové náplni stroje).

Na následujícím obrázku je ukázána rovnovážná relace mezi obsahem vody v oleji Q_w (ppm) a obsahem vody v celulozových izolantech Q_p (váhová %) na různých teplotních hladinách.



Příklad : **10MVA transformátor, 700 kg celulózy, 6000 kg oleje**

Teplota při odběru oleje 50C, $Q_w = 30$ ppm → $Q_p = 2.9\%$ **váhových procent v celuloze**

Celkové množství vody v celuloze : $700 \times 0.029 = 20.3$ **kg**

Fa. Ing. Altmann ARS Altmann Group, Machova 142, 344 01 Domazlice, Czech Republic, European Union
Tel:+420-379 738 778, Fax:+420-379 738 775, Cell phone:+420-602 362 157 email:altmann@iol.cz, www.ars-altmann.com;

Celkové množství vody v oleji : $6000 \times 0.000030 = 0.18 \text{ kg}$

Pokud budeme požadovat snížení obsahu vody v celuloze z 2.9 na 2% (obecně akceptovatelná hodnota navlhnutí) pak musíme z transformátoru odstranit $700 \times (0.029 - 0.02) = 6.3 \text{ kg}$ vody.

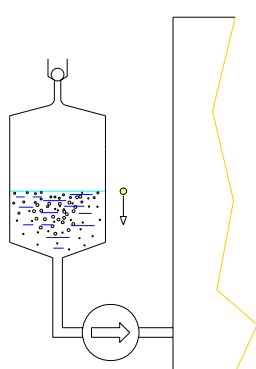
Celkový vliv vody na stav transformátor můžeme zjednodušeně shrnout v následující tabulce.

| Qp (váhová % v "papíru") | Stav transformátoru |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 0.5 | nový nebo extrémně vysušený |
| 2.0 | přijatelný stav |
| 3.3 | počínající rozpad celulozy |
| 4.5 | průraz možný na 90C |
| 7.0 | průraz možný na 50C |
| 8.0 | "Bůh ví" |

Pokud chceme zabránit zvýšenému stárnutí pevných izolantů musíme obsah vody v nich obsažených **trvale** snížit pod průměrnou hodnotu cca 2%. Pokud měřením a příslušnou evaluací zjistíme, že obsah vody v pevných izolantech výrazně přesáhl 2% hranici je třeba transformátor vysušit.

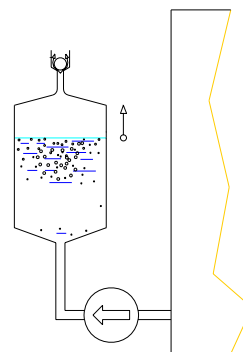
VS-06 využívá pro vytvoření vakua místo standardních vakuových čerpadel tzv. "**kapalného pístu**" :

- o **žádná degradace a změna složení olejové náplně**
- o **odloučená voda a kyseliny jsou vymazeny a uchovány v kapalně podobě**
- o **do okolí jsou vypuzeny pouze odloučené plyny**



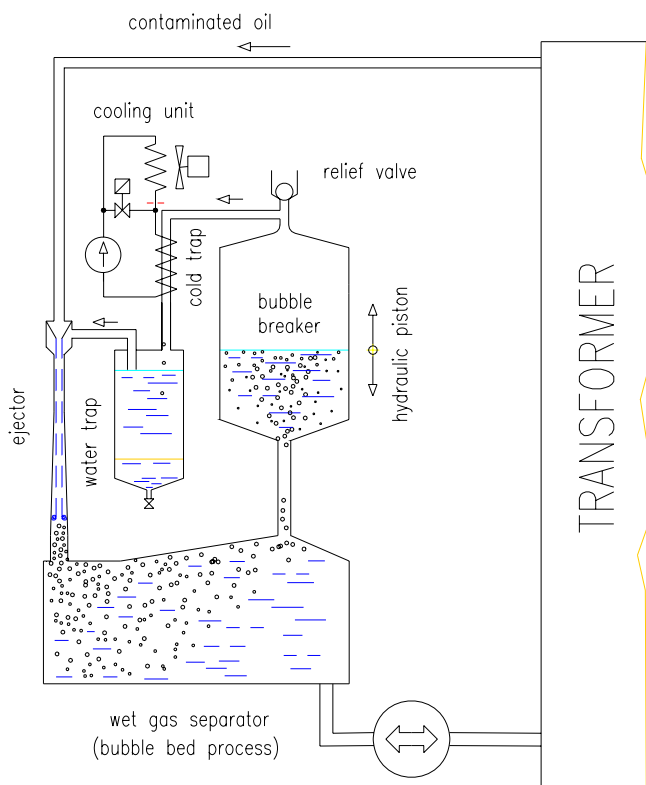
První fáze (**vakuum**) je schématicky zobrazena na obrázku vlevo. Olej je odsáván ze zařízení zubovým čerpadlem. Klesající hladina oleje působí jako píst a vytváří tím provozní vakuum, nezbytné pro separaci plynů a par z oleje.

Druhá fáze (**komprese**) je schématicky ukázaná na obrázku vpravo. Běh čerpadla je reverzován, kontaminující příměsi uvolněné z oleje jsou pohybem hladiny směrem vzhůru (kapalný píst stoupá) postupně stlačovány až nad atmosférický tlak..



V průběhu komprese dochází ke kondenzaci lehkých frakcí oleje a jejich automatickému smíšení s olejem.

Do okolí pak unikají pouze plyny uvolněné z oleje.



Jak probíhá separace plynů a par z oleje ?

Základní podmínkou pro účinnou vakuovou separaci kontaminujících příměsí z transformátorového oleje je vhodné provozní vakuum, dostatečná teplota a velká mezifázová plocha.

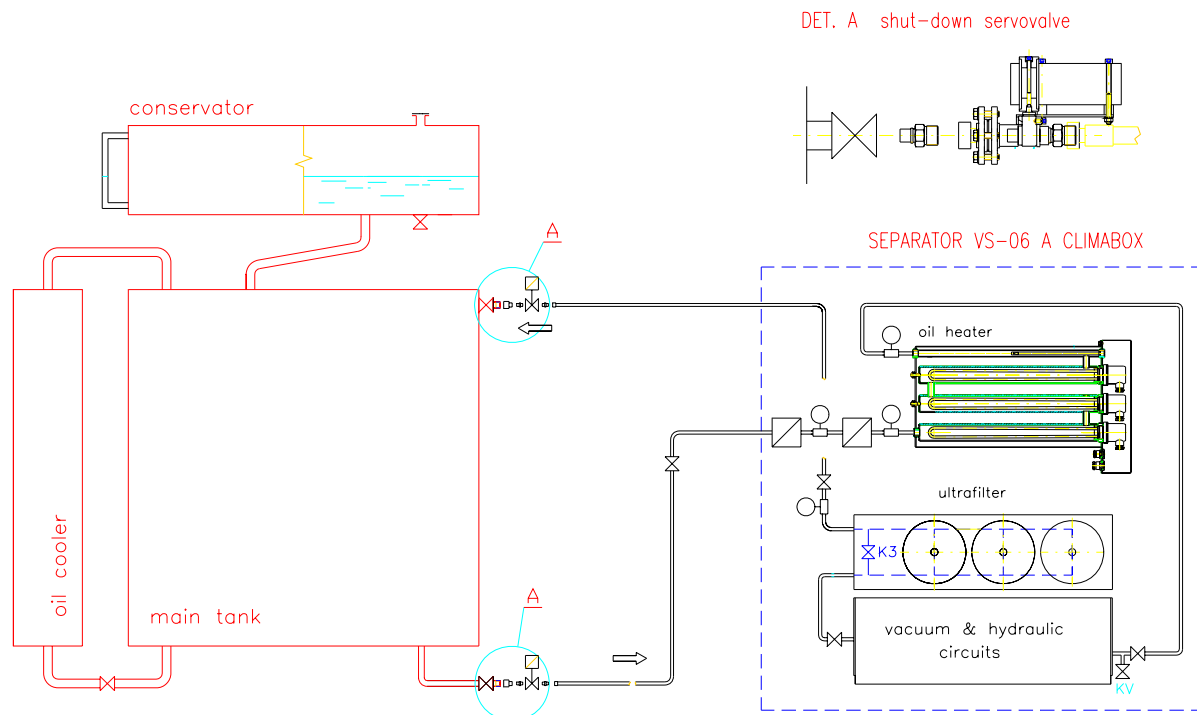
Kontaminovaný olej z transformátoru je proto v separátoru VS-06 nejprve ohříván na optimální teplotu a ejektorem nuceně smícháván za vakua s plyny uvolněnými z oleje tak, aby v jeho vakuových komorách bylo vytvořeno tzv. bublinové lože s velkou mezifázovou plochou.

Difúzní proces je v případě vody a vodě podobných substancí dále intenzifikován snížením jejich parciálních tlaků pomocí vymrazení jejich parních frakcí.

Vlhký plyn je zaváděn do vymrazovací komůrky, kde jsou páry zachyceny v podobě ledu a vysušený plyn je znovu nuceně smíchán z olejem.

Led je pak z komůrky periodicky odtáván a množství vody (a vodě podobných substancí) je volumetricky měřeno.

INSTALACE



Separator VS-06 může být použit na online ošetření všech typů a velikostí transformátorů (jak s volnou hladinou oleje v konzervátoru, tak hermetizovaných).

Separátor by měl vždy umístěn co nejbližší k ošetřovanému stroji a jeho instalace a uvedení do provozu trvá zhruba 1 hodinu.

Pro detailnější vizuální představu o průběhu celé instalace a uvedení do provozu laskavě navštivte naši webovou stránku : www.ars-altmann.com / Product Range / VS-06 / Video / Installation, Commissioning resp. Evaluation.

Všechny funkční celky VS-06 jsou umístěny v tzv. CLIMABOXu , který zaručuje jejich bezchybný provoz za velmi tvrdých provozních podmínek s rozsahem teplot okolního prostředí -20 až 65°C, relativní vlhkosti do 100%, vysoké prašnosti a za případných biologických zátěží. Funkčnost VS-06 CLIMABOX byla dlouhodobě ověřena v Saudské Arabii, Dubai, Indonésii, Indii, Thajsku, Malajsii, Číně a na Filipínách viz. www.ars-altmann.com /References.

Záchytná vana CLIMABOXu a senzor úniku oleje pak vylučuje jakýkoliv únik oleje do okolí - v případě úniku oleje nebo při výskytu jiné závažné poruchy, je separátor okamžitě odstaven a bezpečnostní ventily jej hydraulicky oddělí od transformátoru. Porucha je hlášena uživateli a servisnímu technikovi výrobce pomocí SMS.

SPECIFIKACE

| | |
|----------------------------|--|
| Napájení | 3 fáze, 230 - 500 VAC |
| Frekvence | 50, 60 Hz |
| Příkon : | |
| bez přehříváku oleje | 850W |
| s přehřívákem | max 6,2 kW |
| Průtok oleje | 10 m ³ / 24 hod (maximum) |
| Obsah vody na výstupu | 10ppm nominálně, 4 ppm minimum |
| Obsah plynů na výstupu | 1% nominálně, 0.3% minimum |
| Filtrační stupeň | 1 μm |
| Rozměry | 1600 x 1500 x 1000 (mm) |
| Váha | 520 kg bez oleje, 580 kg s olejem |
| Hydraulické propojení | 2 x hadice ½" |
| Komunikace | faxmodem, GSM modem, LAN link, Internet, SMS |
| Měření obsahu vody v oleji | Vaisala MMT 162 |

Dálková kontrola a vyhodnocení výsledků

Sledování funkce, vyhodnocení výsledků a parametrické řízení VS-06 je provedeno na dvou úrovních

- o na místě pomocí displeje a klávesnice PCD AMIT
- o dálkově pomocí softwarového balíku OPTIM D3L

Pro lepší pochopení dlouhodobých účinků a současně také pro sledování dielektrických změn je vždy používán OPTIM D3L. K dispozici jsou dvě základní procedury :

- o **DDL (Dehydration and Degassing Log** - sledování procesu vysoušení a odplynění)
- o **DSL (Dielectric Strength Log** - sledování změn dielektrické pevnosti oleje)

Obě procedury jsou aktivovány kliknutím na dlaždice DDL resp. DSL v hlavním okně OPTIM D3L (viz. www.ars-almann.com / News / Manual /VS-06).

Procedura DDL - hlavní naměřené provozní hodnoty :

MWc objemové množství odloučené vody (ml)

Qw ... obsah vody v oleji (ppm)

Ttb teplota transformátoru, dole (°C)

P2s tlak v hlavní vakuové komoře (kPa)

pro vybraný časový úsek se pak všechny veličiny objeví ve formě časového diagramu.

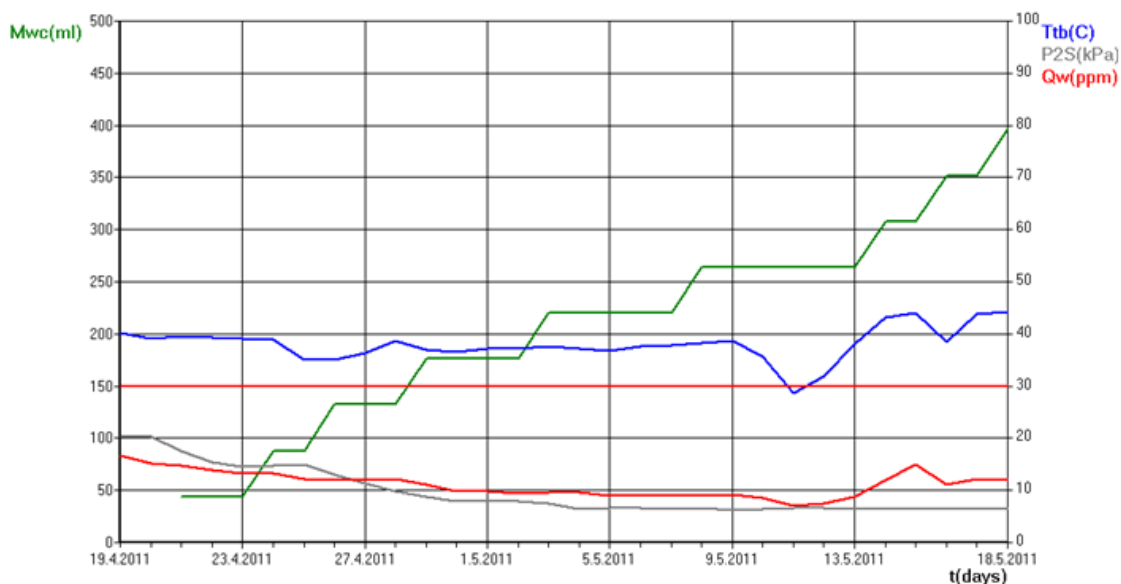
| | |
|--|---|
| | VACUUM SEPARATOR VS-06 - Main Data Log |
| | OPTIM D3L (Dehydration Degassing Dielectric Log) |
| | Procedure: DDL (Dehydration Degassing Log) |
| | © Ing. Altmann, 2010 |

| | |
|----------------------------|-----|
| Transformer Location: | XXX |
| Transformer Serial Number: | XXX |
| VS-06 Serial Number: | XXX |

Time-period of evaluation : 19.04.2011 - 18.05.2011

Norm requested value Qw,max - red horizontal line

Qw,max = 30 ppm... maximum allowed water content in oil



Mwc Amount of removed water (ml)
 Qw Water Content in oil (ppm)
 Ttb Transformer temperature bottom (C)
 P2s Averaged vacuum in Separator (kPa)

ATTENTION.

Water content in oil Qw exceeded allowed Qw,max-limit:

| Day | Qw(ppm) |
|-----|---------|
| | |

Remarks & Recommendations

Date of evaluation: 19.5.2011

Procedura DSL

Tato procedura je založena na průběžném výpočtu a grafickém zobrazení teoretické dielektrické pevnosti oleje v čase.

Matematický model na kterém je výpočet založen, vychází ze skutečnosti, že dielektrická pevnost oleje téměř lineárně klesá s jeho narůstající relativní vlhkostí.

Veličina $U_{d,t}$ (kV/2.5mm) tj. teoretická maximálně dosažitelná dielektrická pevnost oleje na laboratorní teplotě 20°C) je pak vypočítána ze změřené veličiny Q_w (ppm) aktuálního obsahu vody v oleji nebo z přímo změřené aktivity vody.

Po kliknutí na dlaždici DSL se nám pak pro zvolený časový úsek objeví časový průběh dvou veličin :

$U_{d,t}$ hodnota teoretické dielektrické pevnosti oleje (kV/2.5mm)

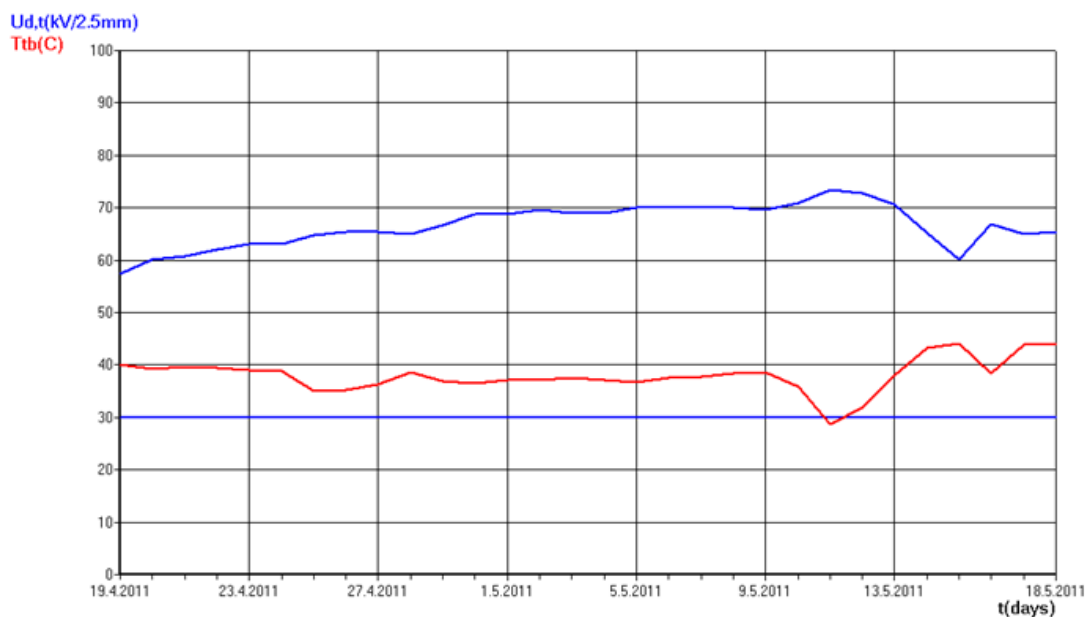
T_{tb} teplota transformátoru, dole (°C)



| | |
|----------------------------|-----|
| Transformer Location: | XXX |
| Transformer Serial Number: | XXX |
| VS-06 Serial Number: | XXX |

Time-period of evaluation : 19.04.2011 - 18.05.2011

Norm requested value $U_{d,min}$ - blue horizontal line
 $U_{d,min} = 30$ kV/2.5mm... minimal allowed dielectric strength in oil



$U_{d,t}$... Theoretical Dielectric Strength of oil (kV/2.5mm)
 T_{tb} ... Transformer temperature bottom (C)

ATTENTION.
 Dielectric Strength of oil $U_{d,t}$ decreased
 under allowed $U_{d,min}$ -limit:

Number of lab verifications: 1

| Day | $U_{d,t}$ (kV/2.5mm) |
|-----|----------------------|
| | |

Remarks & Recommendations

Date of evaluation: 19.5.2011

Součástí procedury DSL je pak také ověření (verifikace) přesnosti matematického modelu resp. vzájemné posouzení přesnosti a věrohodnosti laboratorního měření a teoretické predikce.

Změřená dielektrická pevnost oleje $U_{d,lab}$ (kV/2.5mm) vzorku oleje odebraného v daném okamžiku z transformátoru je manuálně vložena do programu OPTIM D3L a pomocí Verifikačního diagramu je porovnána s hodnotou $U_{d,t}$ (teoretickou dielektrickou pevností oleje) pro stejný časový bod.

Typické aplikace VS-06 Climabox

Indonésie:

Blokový transformátor vodní elektrárny

Online sušení s primárním cílem trvale zlepšit dielektrickou pevnost oleje



Německo:

250 MVA napájecí transformátor

Online sušení, odplynění s cílem zastavení stárnutí pevných izolantů (zvýšení životnosti)



VS06 Climabox + kontrola výsledků pomocí online DGA Gatron

Kontakty

Výrobce:

ARS - ALTMANN RECOVERY SYSTEMS
 Machova 142, 344 01 Domazlice
 Česká republika
 tel.: + 420 379 788 391, + 420 379 738 778
 fax.: + 420 379 738 775
 handy: + 420 602 362 157
 e-mail: altmann@iol.cz
www.ars-altmann.com

PARTNÉŘI

Fa. Andreas Henghuber
 ARS - Altmann Systems
 Eggenfeldener Str. 59 D – 84326
 Falkenberg
 Germany
 Tel. +49(0) 8727 7180
 Fax.. +49(0) 8727 96 9827
 mob: +49(0) 171 547 5391
 e-mail: Ahenghuber@t-online.de

STEVO Electric BVBA
 Hamssesteenweg 22/6
 3971 Leopoldsburg Heppen
 Contact person: Stefaan
 VOLKAERT
 Tel.: +32 11 341001
 Fax.: +32 11 347977
 Mob.: +32475823954
Stefaan.volkaert@stevoelectric.be
www.stevoelectric.be

**Boston Home Inc.
 Industrial Supply**
 168 Apo St., Sta. Mesa Heights
 Quezon City, Philippines
 Tel +632 4123726
 Fax +632 4150130
 Contact person: Mr. Bernard
 Tiongson

**Wuhan HengCheng
 EletriQpower Tech. Co.Ltd.**
 802 Room 5 Building
 Wuhan, Hubei 430074
 P.R.of China
 Contact person: Mr.Yan Jie
 Tel.:+86-27-87496061
 Fax.:+86-27-59715145
 Handy:+86-13909241723
 Web site:www.hchco.cn
 e-mail:
hcqiyw_wh_yj01@163.com.cn

METRACO Energy Ltd
 38 Addington Street
 Ramsgate CT11 9JQ England
 Mülheimer Str. 1
 56220 Bassenheim Germany
 Contact person : Mr.Schmitz
 Tel: + 49 172 1966 077 Germany
 Tel: + 33 6 07 53 47 36 France
 skype: metracoenery
 email: bs@metraco-energy.com
 Web: www.metraco-energy.com

MTC Power Technology Ltd.
 Kallipoleos and Ifigenias I,
 Office 501, Amara 30
 Nicosia 1055, CYPRUS, EU
 Email: sales@mtqpowertec.eu
 Fax: +357 (22) 752009

VH Ingeniería
 Ing. Luigi 719- Bahia Blanca
 Bahia Blanca – Buenos Aires
 QPA (B8000JUO)
 Argentina
 Contact person:
 Mr. Victor Vercellino
 tel.: 54-291-4525662
 handy: 54-291-154622310
 e-mail: victor.vercellino@gmail.com

**CTR Manufacturing Industries
 Limited**
 403B, Turf Estate, Shakti Mills
 Lane, Mahalaxmi (West)
 MUMBAI 400011,
 INDIA
 Contact person:
 Mr. D.S.Jain
 e-mail: powerquality@ctr.in
 TEL : 91.22.24920454

**Integrated Golden Solutions
 Company (IGS)**
 PO Box 11546, Industrial Jubail
 city 31961, KSA
 +966 13 362 8080 Fax: +966 13
 362 2020,
 Contact person. Mr. Gert Coetzee
 Mob: +966 55 614 0055

**Technology Transfer Group
 Corporation (TT-Group)**
 Add: No.15 Lane 71, Do Quang
 street, Tran Duy Hung Avenue,
 Trung Hoa, Cau Giay District,
 Hanoi, Vietnam
 Contact person: Mr. Trinh Ngoc Anh
 handy: : +84 904 166 095
 e-mail: anhnt@tt-group.com.vn

KOM & S Corp.
 Baek SANG BLDG, ROOM
 #1501
 12 INSADONG 7GIL
 ,JONGNOGU
 SEOUL KOREA ,03149
 Contact: Mr. **JUN-OUNG,PARK**
 Phone : +82-2-733-1406
 Mobile : +82-10-8739-4416
 e-mail.: whr24@hanmail.net