

Modul monitorování transformátorů

TMM 01

Verze software
2.1



Obsah

1	Základní poznatky k monitoru transformátorů	4
1.1	Monitor	7
1.1.1	Hladina oleje (TC/Trafo)	8
1.1.2	Teploty oleje (TC/Trafo)	8
1.1.3	Proudový vinutí a teplota vinutí (okamžité/max.)	8
1.2	Životnost	8
1.2.1	Provozní hodiny (1)	8
1.2.2	Provozní hodiny (2)	9
1.2.3	Spotřeba životnosti	10
1.3	Statistický režim	11
1.4	Setup	11
1.4.1	Setup 1: Regulace	11
1.4.1.1	Trafo Parametry	11
1.4.1.2	Regulační báze	12
1.4.1.3	Teplotní meze	12
1.4.2	Analogové vstupy	13
1.4.2.1	Analogové vstupy a výstupy	13
1.4.3	Setup 2: Regulace	14
1.4.3.1	Druh chlazení	14
1.4.3.2	Přiřazení ventilátorů	14
1.4.3.3	Počet stupňů chlazení	14
1.4.3.4	Doba přepínání přepínače odboček	14
1.4.4	Setup 3: Meze alarmů Voda, Plyn a Olej	15
1.4.4.1	Obsah vody	15
1.4.4.2	Obsah plynu	15
1.4.4.3	Teplota oleje (TC)	16
1.4.4.4	Hladina oleje (TC)	16
1.4.4.5	Hladina oleje (Trafo)	16
1.4.5	Setup 4: Meze alarmu Olej	17
1.4.5.1	Teplota oleje (Alarm)	17
1.4.5.2	Teplota vinutí (Alarm)	17
1.4.5.3	Teplota vinutí (Spuštění)	17
1.4.6	Životnost	17
1.4.6.1	Trafo	18
1.4.6.2	Přepínač odboček	18
1.4.6.3	Čerpadlo oleje	18
1.4.6.4	Ventilátory	18

Obsah

2.0	Doplnění analogových vstupů a výstupů.....	19
3.0	Standardní provedení.....	21
4.0	Povýšení hardwarových zdrojů systému.....	23
4.1	Doplňkové analogové vstupy a výstupy.....	23
4.2	Doplňkové binární vstupy a výstupy.....	24
4.3	Kombinace analogových a binárních vstupů.....	24
5.0	Měření teploty.....	25
5.1	Otázky přesnosti.....	25
6.0	Rozsah dodávky.....	25
7.0	Záruka.....	25
8.0	Zkušební zpráva.....	26

1.0 Základní poznatky k monitoru transformátorů

Výkonové transformátory jsou klíčové komponenty elektrických napájecích sítí.

Výpadek transformátoru způsobí nejen velké hospodářské škody dodavateli energie, ale může vést také k mimořádným ztrátám pro spotřebitele. Z toho důvodu má velký význam co nejlépe transformátor kontrolovat a zaznamenávat jeho teplotní křivku (obraz tepelných poměrů), aby se tak získaly informace o aktuálním zatížení a očekávané zbývající době životnosti.

Tuto úlohu lze řešit - podle předpisů IEC - elektronickými měřicími a výpočetními zařízeními.

Předkládaný návod k použití popisuje hardwarové a softwarové řešení, které lze dodat jako doplněk ke standardnímu regulátoru REG-D.

Vedle softwarového doplňku musí být regulátor osazen kartou analogových vstupů a výstupů, která může zaznamenávat teploty oleje transformátoru a příp. přepínače odboček jako proudový signál v mA.

Také pro měřené veličiny hladina náplně v transformátoru a v nádobě přepínače odboček se předpokládá odpovídající externí převodník hladiny náplně, který přivádí informace o hladinách náplni prostřednictvím mA-vstupu do regulátoru.

Doplnění regulátoru REG-D takzvanými kartami analogových vstupů nepředstavuje žádný problém a je popsáno v bodu 2.

V monitorovacím režimu se sledují důležité parametry transformátoru. Vedle statistiky přepínače odboček a proudu lze snímat i teplotu oleje. Z teploty oleje a proudu se zjišťuje teplota horkého bodu podle CEI/IEC 354:1991 a přepočítává se na spotřebu životnosti transformátoru.

Německým ekvivalentem normy IEC 60354 je norma VDE-0536/3.77.

V závislosti na teplotě vinutí lze aktivovat až šest stupňů chlazení.

Systém sleduje doby chodu ventilátorů a řídí jednotlivé skupiny ventilátorů tak, aby bylo za celou dobu provozu dosaženo co nejvyrovnanější bilance dob zapnutí.

Na přání lze jednotlivé ventilátory rovněž přiřadit určitému stupni chlazení.

Jako binární signály lze k regulátoru přivést doplňkové alarmy jako předběžné Buchholzovo varování a/nebo Buchholzovo spuštění. Tyto alarmy je možno zobrazit a upravit pro další zpracování systémem SCADA.

K předání do řídicího zařízení jsou k dispozici tyto profily:

IEC 870-5-101

IEC 870-5-103

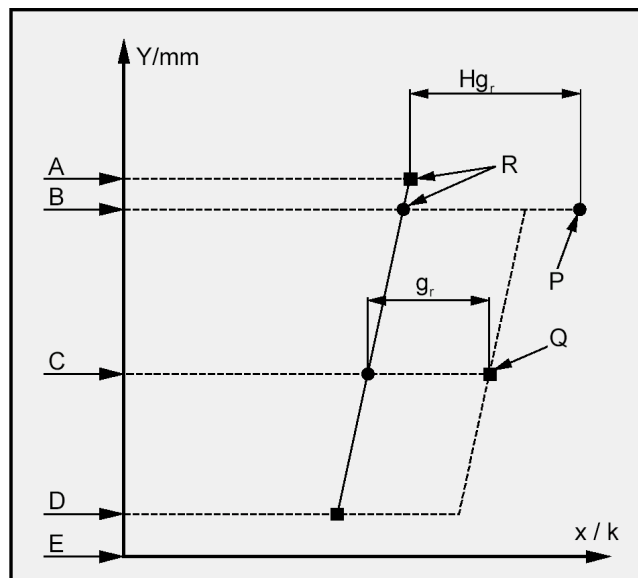
DNP 3.0

Tepelná situace v transformátoru se dá znázornit graficky (viz obr. 1), přičemž se jedná o zjednodušené znázornění složité situace.

Nutná jsou tato zjednodušení:

- Předpokládá se, že se teplota oleje v nádrži zvyšuje lineárně zespodu nahoru.
- Jako další předpoklad platí, že se střední teplota vinutí rovněž zvyšuje lineárně souběžně s teplotou oleje s konstantní rozdílovou teplotou g_r zespodu nahoru.
- Předpokládá se, že teplota horkého bodu (P) je vyšší než teplota vinutí na jeho horním (horkém) konci. Oteplení mezi horkým bodem ve vinutí a teplotou oleje nahoře v nádrži se označuje jako konstanta H_{gr} (gradient horký bod k oleji nahoře). Průzkumy prokázaly, že se koeficient H může podle velikosti transformátoru a konstrukce vinutí měnit mezi 1,0 a 2,1.

Zkratky použité v diagramu jsou vysvětleny dále. Měřené hodnoty jsou vyznačeny čtverečkem (■), vypočítané hodnoty kroužkem (●).



Obr. 1

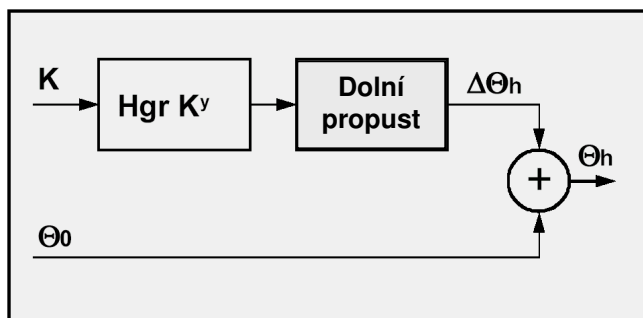
- A: teplota horní vrstvy oleje
- B: teplota v nádrži transformátoru na horním konci vinutí
- C: teplota olejové náplně nádrže uprostřed vinutí
- D: teplota na dolním konci vinutí
- E: reprezentuje dno nádrže
- P: teplota horkého bodu neboli hot-spot teplota
- Q: průměrná teplota vinutí
- R: body, o nichž se předpokládá, že mají stejnou teplotu
- X: na osu X diagramu se vynáší teplota
- Y: osa Y udává relativní polohu jednotlivých bodů

Na zjišťování teploty horkého bodu je v základním provedení k dispozici jen jeden proudový vstup.

Ve většině případů tato koncepce povede k dostatečně dobrým výsledkům, protože je možné vycházet z toho, že je transformátor zatěžován přibližně rovnoměrně.

Pro tento případ provozu platí: I1 ~ I2 ~ I3

Teplota horkého bodu neboli hot-spot teplota se vypočítá podle tohoto modelu:



Obr. 5

- K : součinitel zatížení = I / I_N
- Θ_0 : teplota oleje (měřená)
- Hgr : gradient horkého bodu k oleji nahore
- $\Delta\Theta_h$: zvýšení hot-spot teploty
- Θ_h : hot-spot teplota
- y : exponent vinutí

Teplota oleje je vedle provozního proudu nejdůležitější měřená veličina pro odhad příp. výpočet hot-spot teploty neboli teploty horkého bodu Θ_h .

Změřená teplota oleje se vždy dosadí spolu s proudem a parametry transformátoru do rovnice, aby se tak získal tepelný obraz transformátoru. Na základě toho lze nakonec vedle teploty horkého bodu vypočítat i spotřebu životnosti izolace.

K regulaci teploty transformátoru se mohou připojovat ventilátory v šesti stupních.

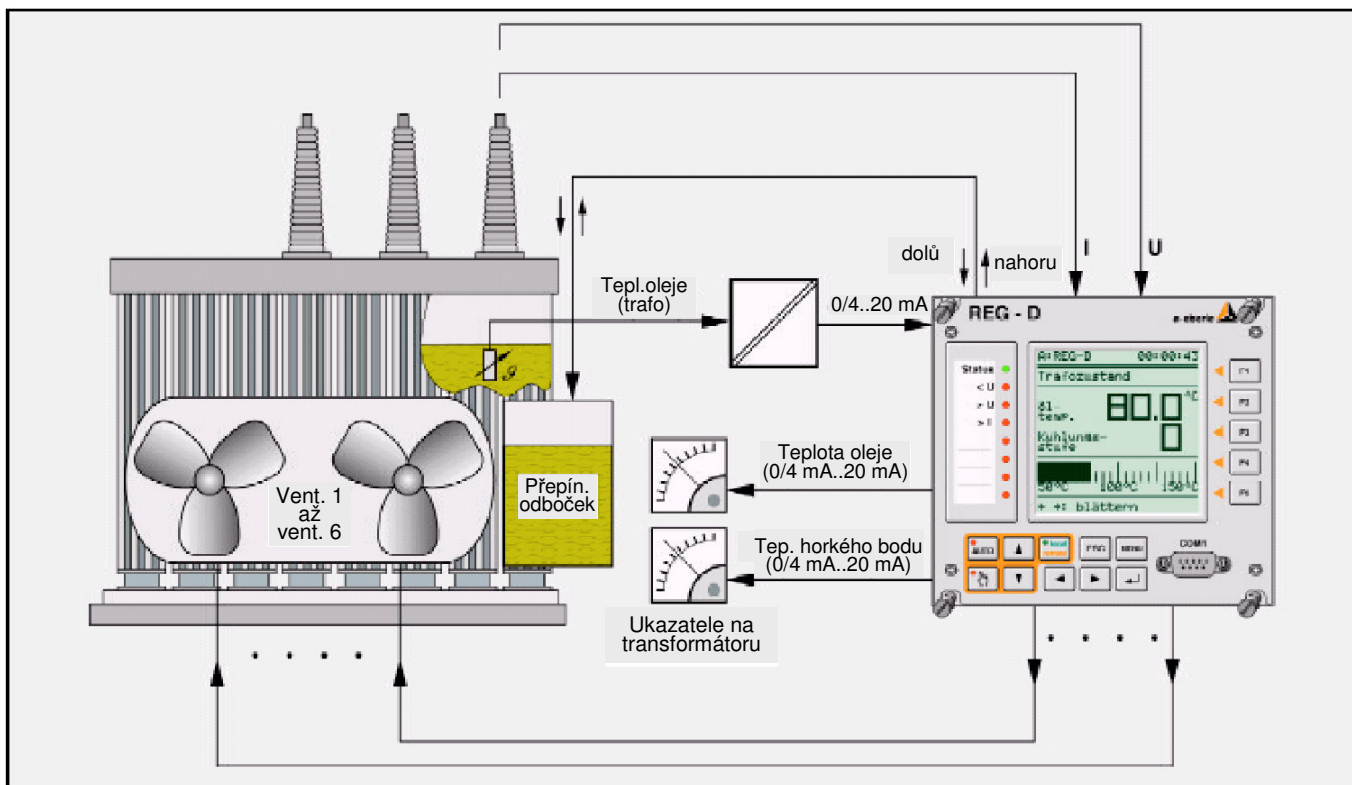
Které výstupy se mají použít k řízení ventilátorů a přes které vstupy se přivádějí teplotní signály k regulátoru, se dá určit dodatečně pomocí parametrizace s podporou menu.

Přístroj se standardně dodává s parametry nastavenými tak, že v případě potřeby vyžadují jen nepatrnou změnu.

Pokud by byly nutné další analogové vstupy nebo výstupy nebo/a další binární vstupy nebo výstupy, lze přes COM 3 regulátoru připojit interfejsové moduly (ANA-D a BIN-D).

Takovým způsobem je možné rozšířit hardwarové zdroje základního přístroje (viz 4.0).

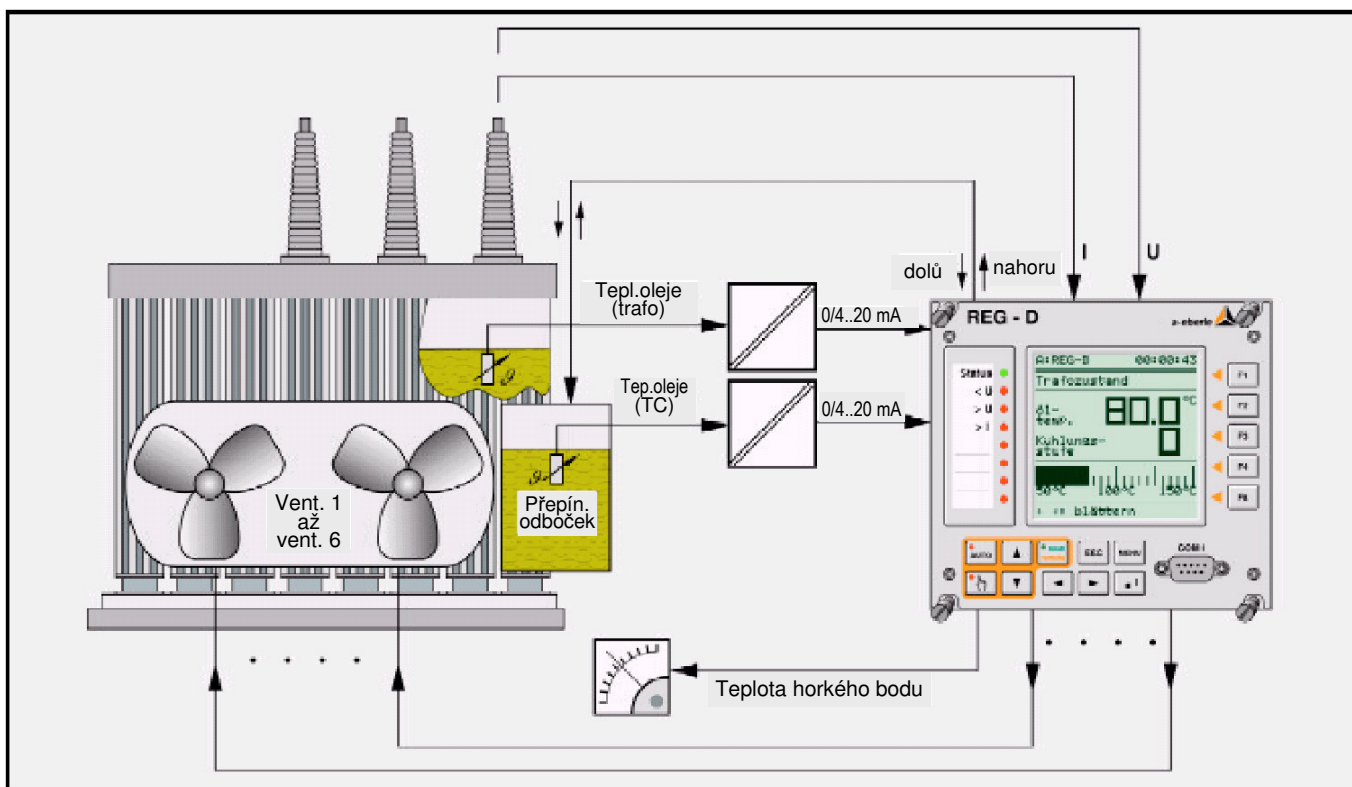
Vyhodnocují-li se informace poskytované systémem správně, lze pomocí modulu TMM 01 při nasazení poměrně malého množství prostředků podstatně zvýšit dostupnost transformátoru.



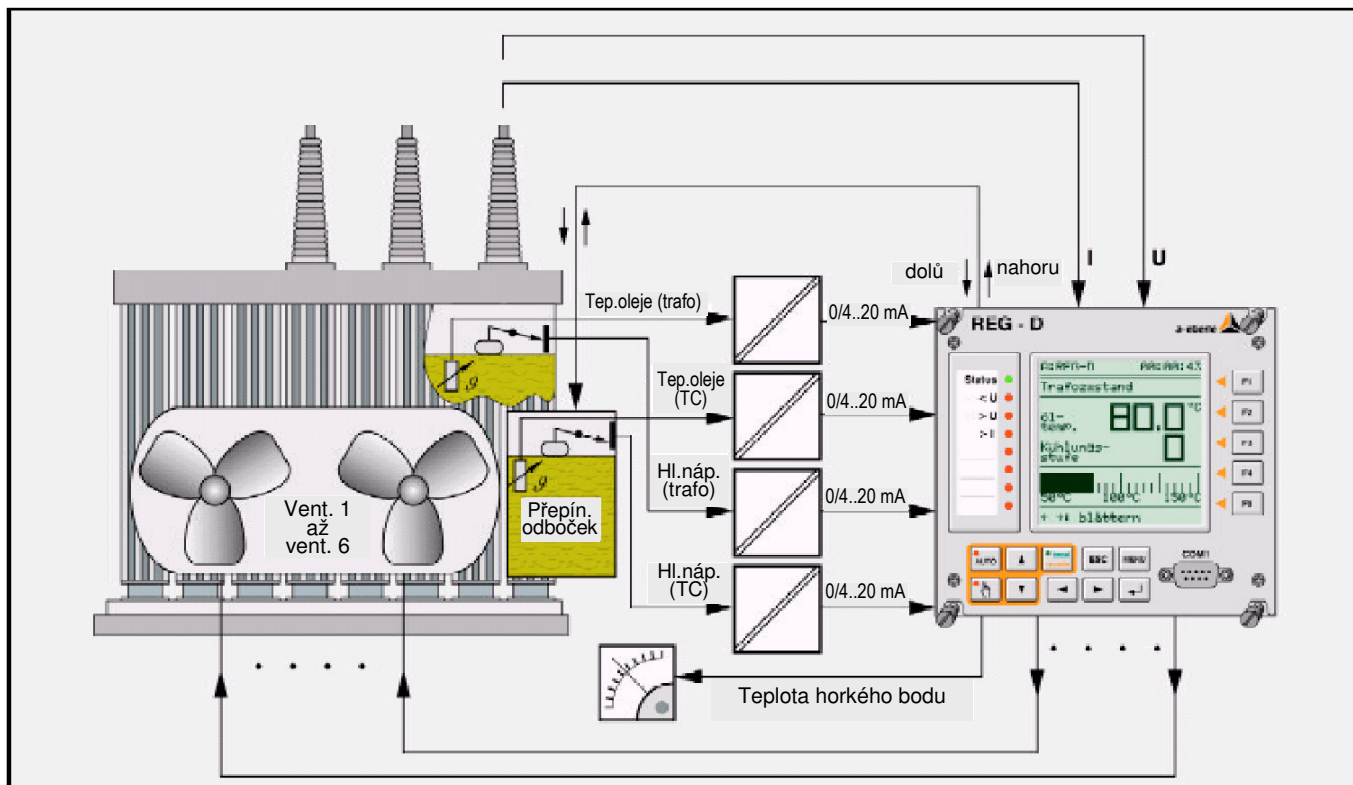
Obr. 2 Modul TMM 01 poskytuje standardně dva analogové vstupy a výstupy. Přes analogový vstup lze pořizovat teplotu oleje. Na obou analogových výstupech se vydává vypočítaná teplota horkého bodu a teplota oleje pro dálkové zobrazení nebo pro další zpracování telemechanizační technikou.

Upozornění: Pokud pracujete s externím převodníkem teploty, není teplotní výstup regulátoru nutný. Teprve když je pro regulátor k dispozici modul PT 100, lze druhý mA-výstup regulátoru účelně využít (1/2003).

Na každém zásuvném modulu regulátoru je sedm volně programovatelných relé. Podle zadání úlohy lze aktivovat až šest stupňů chlazení.



Obr. 3 Má-li se kontrolovat také teplota přepínače odboček, musí se nainstalovat druhý externí převodník. Teploty oleje lze kdykoli vizualizovat přímo na transformátoru. Je k tomu vždy nutný jen jeden ukazatel, který se musí zapojit do výstupního obvodu převodníků. Protože teplota horkého bodu je odvozená veličina (vypočtená veličina), může ji regulátor vydávat jen jako proudový signál v mA.

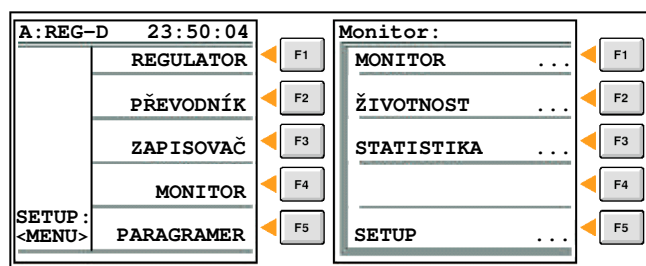
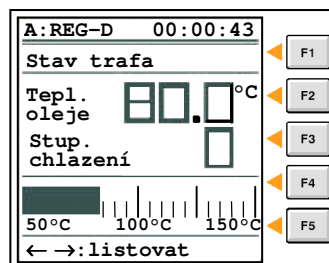


Obr. 4 Analogicky platí informace z obrázku 2. Jsou-li informace o obou hladinách náplně k dispozici jako analogové signály, musí být regulátor vybaven druhým analogovým modulem. Jsou-li naproti tomu hladiny náplně kontrolovány snímači mezních hodnot, lze informace (hladina náplně příliš nízká, hladina náplně příliš vysoká) pořizovat i přes binární vstupy.

1.1 Monitor

V případě dodatečného vybavování regulátoru REG-D se nejprve musí načíst firmware modulu TMM 01. Ohledně toho se řiďte upozorněním na CD nebo na disketě (Ctime, Readme, Liesmich apod.). Potom se musí provést parametrizace, která je popsána dále.

V menu Hlavní rozvod (tlačítko <Menu>) zvolte funkčním tlačítkem <F4> funkci Monitor.

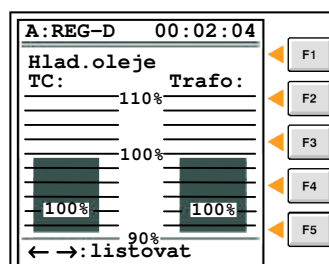


Pomocí <F1> získáte zobrazení monitoru (stav transformátoru), ve kterém se teplota oleje zobrazuje desítkovým číslem a jako sloupcový diagram. Navíc je pozorovatel informován ještě o aktuálním stupni chlazení.

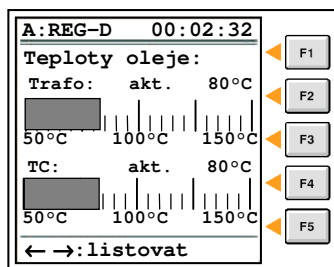
Podle typu konstrukce jsou transformátory vybaveny několika skupinami ventilátorů.

Protože jsou si ventilátory z hlediska svého chladicího výkonu podobné, dosáhne se většího chladicího výkonu současným provozem několika ventilátorů. Chladicí stupeň 3 pak znamená, že pracují tři skupiny ventilátorů současně, chladicí stupeň 0 znamená, že jsou všechny ventilátory vypnuté.

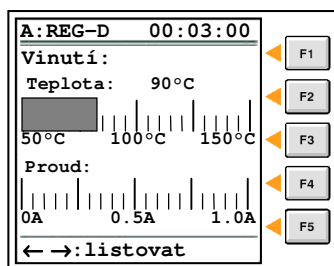
Tlačítkem "→" získáte další obrazovku monitoru (hladinu oleje), na níž se zobrazují hladiny náplně kotle transformátoru a nádoby přepínače odboček (TC ⇒ Tap Changer ⇒ přepínač odboček).



Další příkaz "→" poskytne zobrazení teplot oleje. Teplota oleje v transformátoru a v přepínači odboček se vždy zobrazuje jako sloupcový diagram.



Poslední obrazovka monitoru (Vinutí), ke které je možné dostat se zase tlačítkem "→", konečně informuje v grafické podobě o proudu vinutím a teplotě horkého bodu vinutí transformátoru.



1.1.1 Hladina oleje (TC/Trafo)

Hladiny oleje v transformátoru a v přepínači odboček lze zobrazovat jen tehdy, když regulátor dostává informace z transformátoru a přepínače odboček.

V nejjednodušším případě se informace o hladině náplně do regulátoru dodává prostřednictvím analogového signálu; nezbytnou úpravu měřítka je vždy možné provést pomocí menu.

V grafice lze prostřednictvím binárního signálu zobrazit také překročení mezi hladiny. Jsou-li mezní hodnoty překročeny, sloupec bliká.

Černý neblíkající sloupec tak lze považovat za signál „Hladina náplně v pořádku“.

1.1.2. Teploty oleje (TC/Trafo)

Zobrazení teplot lze rovněž parametrizovat. Pomocí Setupů lze pro transformátor a přepínač odboček zadat maximální teplotu. Je-li nutné znát teplotu v nádobě přepínače odboček, musí se tato informace přivést jako hodnota proudu v mA na analogový vstup regulátoru.

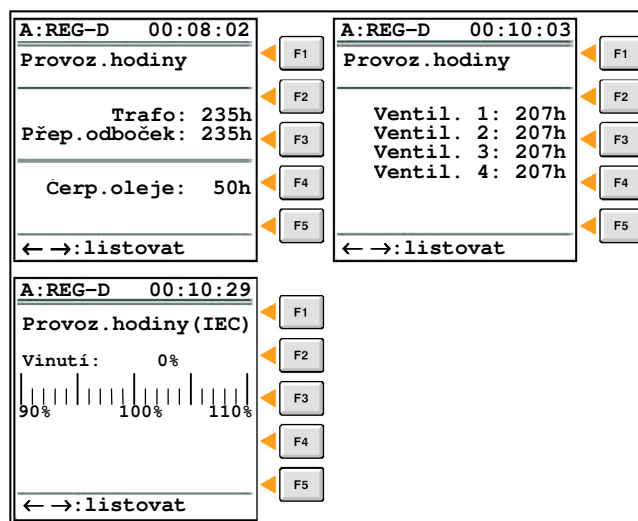
1.1.3. Proudové vinutí a teplota vinutí

Režim zobrazení „Vinutí“ informuje o aktuálním proudu vinutími a o teplotě horkého bodu, která je z něho vypočítána.

1.2. Životnost

Menu „ŽIVOTNOST“, ve kterém jsou shrnuty všechny doby životnosti (transformátor, ventilátory, čerpadlo), získáte tak, že z hlavního menu „MONITOR“ přejdete pomocí < F2 > do submenu „ŽIVOTNOST“.

Z aktuálního menu se vždy dostanete do hlavního menu MONITOR tlačítkem < ESC >. Počet stisků tlačítka závisí na hloubce zanoření v menu.



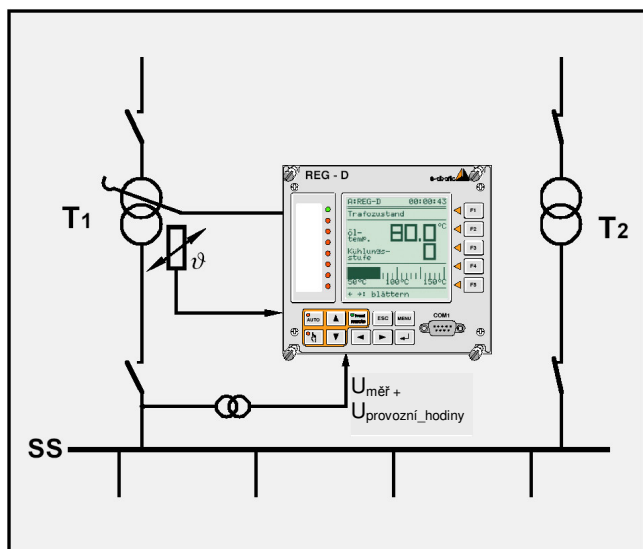
1.2.1 Provozní hodiny -1

V režimu zobrazení „Provozní hodiny -1“ se zobrazují kumulované provozní hodiny transformátoru (transformátor pod napětím), přepínače odboček a čerpadla oleje. Zpravidla se liší provozní hodiny transformátoru a přepínače odboček, protože v případě přepínače odboček se měří jen čas, po který je v provozu motorový pohon. Jako indikátor provozních hodin přepínače odboček se používá „Doba chodu motoru“. To znamená, že čítač životnosti přepínače odboček je aktivní jen tehdy, když byl některý binární vstup nakonfigurován jako „Chod motoru“ (07: Chod_mot.). Pokud navzdory nakonfigurovanému vstupu nedojde k chodu motoru, tak se hodnota čítače nezmění. Jestliže nebyl nakonfigurován žádný binární vstup, použije program Maximální dobu chodu motoru parametrizovanou v SETUP 5 regulátoru (Funkce..., F1).

Vždy když regulátor vydá příkaz k regulačnímu zásahu, dojde k inkrementaci čítače životnosti přepínače odboček o nastavený čas.

Provozní hodiny transformátoru se standardně pořizují tak, že se informace „Transformátor v provozu“ nastavuje do souladu s dobou přítomnosti napětí na sekundární straně.

Tento postup může vést v závislosti na místě instalace měniče napětí k chybným výsledkům (viz obr. 6).



Obr. 6

Výsledky, které jsou v každém případě korektní, naproti tomu poskytuje měření primárního napětí transformátoru.

Pomocí atributu firmware „tři vinutí“ lze navíc aktivovat druhý napěťový kanál, který měří primární napětí.

Druhý napěťový vstup je osazen vždy, když je regulátor vybaven kódem hardware „M2“.

Ve všech ostatních případech je nutno regulátor - chcete-li měřit primární napětí - zaslat za účelem úpravy výrobcí.

Jestliže se aktivuje atribut software „tři vinutí“ (je možné jen ve spojení s kódem hardware M2 !), odvozuje se čítání provozních hodin od primárního napětí.

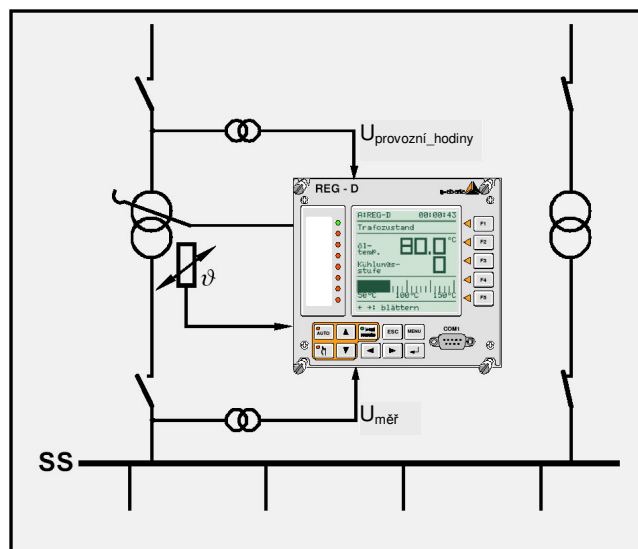
Jestliže se naproti tomu atribut „tři vinutí“ neaktivuje, odvozuje se pořizování provozních hodin od sekundárního napětí transformátoru, které může vést - jak jsme se zmínili výše - podle místa montáže měniče napětí k chybným výsledkům.

Obr. 6 zobrazuje pro ozřejmění aplikaci, u níž dva transformátory napájejí jednu přípojnicí.

Je-li měnič napětí namontován u přípojnice, bude regulátor měřit napětí i tehdy, když je odpojena sekundární strana transformátoru T_1 , protože přípojnice - a tím i měnič napětí - je napájena druhým, aktivním transformátorem T_2 .

Na obr. 7 se sice regulační napětí snímá na sekundáru, ale napětí pro čítání provozních hodin je odvozeno od měniče napětí v primáru.

Pořizování provozních hodin je u této verze v každém případě korektní.



Obr. 7

Veličina I^2t udává míru opalu kontaktů v přepínači odboček. Na zjištění této veličiny jsou nutné dva parametry. Za prvé proud oblouku a za druhé doba trvání oblouku „t“.

Jako proud „I“ se používá proud tekoucí v okamžiku přepínání, zatímco doba „t“ lze zadat specificky podle přepínače odboček.

Přitom je nutno brát ohled na to, že dobu přepínání lze přesně zjistit jen velmi obtížně a že také po dobu životnosti přepínače není tato doba konstantní. Přesto nabízí kumulace I^2t možnost kvalitativního pořizování stavu přepínače odboček.

Je-li čerpadlo oleje řízeno regulátorem, tak se doba chodu čerpadla oleje kumuluje a zobrazuje se v menu.

1.2.2 Provozní hodiny -2

Pod nadpisem Provozní hodiny -2 se uvádějí doby chodu ventilátorů.

Zapínání ventilátorů se provádí podle algoritmu, který se stará o to, aby se vždy připojil ventilátor, jehož celková doba chodu je nejmenší.

Takovým způsobem se dosáhne přibližně rovnoměrného vytížení všech ventilátorů.

Prostřednictvím menu lze věc ovšem zařídit také tak, aby byl vždy určitý ventilátor přiřazen určité chladicí skupině.

1.2.3 Spotřeba životnosti

Informace "spotřeba životnosti" se vytváří na základě vzorců definovaných v CEI/IEC 354 / VDE 0536.

Spotřebu životnosti nelze zaměňovat s výše uvedenými provozními hodinami. Registr "Provozní hodiny" načítá jen čas, po který byl transformátor pod napětím, zatímco ve spotřebě životnosti se zohledňuje tepelné stárnutí.

Relativní tepelné stárnutí izolace při zohlednění teploty a času se určuje Arrheniovou rovnicí:

$$\text{Životnost} = e^{(\alpha+\beta) / T}$$

α a β jsou konstanty, které se určí zkouškami příslušných izolačních prostředků

T termodynamická teplota v K

V teplotním rozsahu 80...140°C lze Arrheniův zákon převést na poněkud jednodušší Montsingerův vztah.

$$\text{Životnost} = e^{-P\Theta}$$

P konstanta

Θ teplota ve °C

Podle vědeckých článků se v rozsahu 80 až 140°C spotřeba životnosti transformátorů zdvojnásobí, jestliže teplota vzroste asi o 6 K.

Relativní spotřebu životnosti při teplotě Θ_h vztaženou k normální spotřebě životnosti při teplotě Θ_{hN} lze určit podle další rovnice.

$$V = \frac{\text{spotřeba životnosti při } \Theta_h}{\text{spotřeba životnosti při } \Theta_{hN}}$$

$$V = 2^{(\Theta_h - \Theta_{hN}) / 6} = e^{0,693 (\Theta_h - \Theta_{hN}) / 6} \quad (1)$$

Hodnota Θ_{hN} byla pro transformátor stanovena podle CEI/ IEC 354 / VDE 0532, část 1/11.71 na 98°C. Tato teplota odpovídá provozu transformátoru při jmenovitém výkonu a při teplotě chladicího prostředí 20°C, když oteplení horkého bodu činí 78 K, tzn. je o 13 K vyšší než střední oteplení 65 K. Tyto teplotní podmínky odpovídají normálnímu stárnutí izolace.

Z rovnice (1) s $\Theta_{hN} = 98^\circ\text{C}$ lze odvodit následující rovnici v dekadických logaritmech.

$$V = \text{relativní spotřeba životnosti} = 10^{(\Theta_h - 98) / 19,93} \quad (2)$$

Tato souvislost je znázorněna v následující tabulce:

Θ_h ve °C	relativní spotřeba životnosti V
80	0,125
86	0,25
92	0,5
98	1,0
<hr/>	
104	2,0
110	4,0
116	8,0
122	16,0
128	32,0
134	64,0
140	128,0

Příklad:

10 h při 104°C a 14 h při 86°C spotřebuje (10 h x 2) + (14 h x 0,25) = 23,5 h životnosti během 24 h trvání provozu.

Uvědomte si, že při teplotě nižší než 80 °C je spotřeba životnosti zanedbatelná.

Je-li konstantní zatížení a teplota okolí, lze relativní spotřebu životnosti zjistit pomocí vztahu $V \times t$.

„t“ je přitom čas při zatížení a V relativní spotřeba životnosti z rovnice (1).

V obecném případě - provozní podmínky nejsou konstantní - se spotřeba životnosti transformátoru vypočítá podle této rovnice :

$$L = \frac{1}{t} \int_{t_1}^{t_2} V dt \quad \text{nebo} \quad L = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V$$

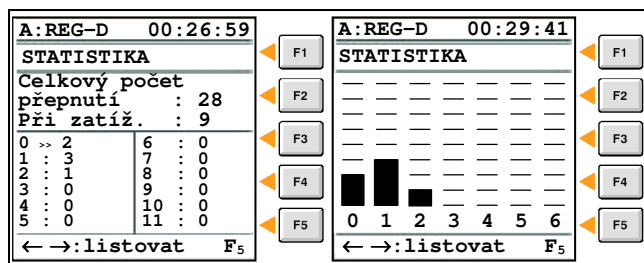
n : číslo časového intervalu

N : celkový počet stejných časových intervalů

1.3 Statistický režim

Stiskem tlačítka <ESC> přejděte do hlavního menu monitoru.

Ve statistickém režimu se pořizují všechny aktivity přepínače odboček.



V STATISTIKA-1 se pořizuje celkový počet přepnutí odboček a celkový počet přepnutí odboček při zatížení.

Kromě toho tento režim podává výpověď o tom, která odbočka byla jak často zapnutá.

Díky této statistice jste upozorňováni na nastavení transformátoru. Příklad: Jestliže se zapínají jen tři nebo čtyři odbočky, lze z toho usuzovat, že není optimálně nastavená přípustná regulační odchylka nebo časový koeficient regulace.

Oprava nastavení vede ke snížení počtu přepnutí a tím případně k delším intervalům čekání.

Interpretace výše uvedené situace je následující:

1. Přepínač odboček byl zapnut celkem 65-krát, přitom bylo provedeno jen 26 přepnutí při zatížení.
2. Aktuální poloha přepínače odboček je 4 a teče proud, který je větší než 5% nastaveného jmenovitého proudu.

Upozornění:

Když je proud menší než 5% jmenovitého proudu, změní se dvojitá šipka na jednoduchou.

3. Regulační rozsah je 8 odboček. Při individuálním provozu a předpokládaném skoku odboček 1,5% dostaneme regulační rozsah +/- 6%.

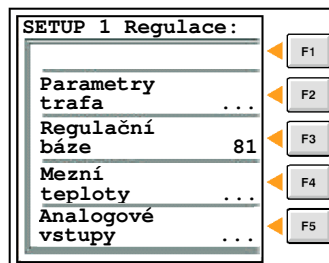
Tlačítkem "→" lze zvolit druhý způsob prezentace.

Histogram v STATISTIKA-2 poskytuje kvalitativní přehled operací přepínání odboček. Zobrazení se vytváří z položek v tabulce ze STATISTIKA-1.

1.4 Setup

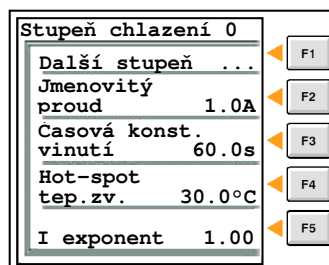
Stiskem tlačítka <ESC> přejděte do hlavního menu monitoru.

1.4.1 Setup 1: Regulace



Tlačítky < F2...F5 > lze přejít k jednotlivým submenu.

1.4.1.1 Trafo Parametry



.....více sad

Pro každý stupeň chlazení lze definovat sadu parametrů. Počet menu závisí na tom, kolik má transformátor stupňů chlazení / ventilátorů. Počet stupňů chlazení lze parametrizovat prostřednictvím menu.

K sadám parametrů dalších stupňů chlazení lze přecházet tlačítkem < F1 >.

1.4.1.1.1 Jmenovitý proud

Jmenovitý proud vinutí se může měnit podle druhu chlazení.

Jmenovitý proud uvedený v tomto menu nesmíte zaměňovat s jmenovitou hodnotou proudu, která se používá v regulátoru pro měřicí úlohy (SETUP 5, F2 ff) .

Tam se jmenovitý proud parametrizuje na 1A nebo 5A.

Jmenovitá hodnota proudu v souvislosti s monitorováním transformátoru je takový proud, který lze od transformátoru „očekávat“ při určitém chlazení.

Zobrazení proudu lze nastavit v rozsahu 0..3KA.

Pro zadání příslušného jmenovitého proudu stiskněte tlačítko < F2 >.

Zadání musíte potvrdit pomocí < Enter >.

1.4.1.1.2 Tepelná časová konstanta vinutí

Tepelná časová konstanta vinutí je parametr specifický pro transformátor a lze ho zpravidla zjistit v katalogovém listu transformátoru.

Případně je nutný dotaz u výrobce.

1.4.1.1.3 Zvýšení hot-spot teploty Hgr

Oteplení horkého bodu (Hot-spot tep.zv.) je parametr specifický pro transformátor a lze ho zpravidla zjistit v katalogovém listu transformátoru.

Případně je nutný dotaz u výrobce.

Pokud by pro "Hgr" nebyly k dispozici žádné údaje, doporučujeme použít hodnoty uvedené v normě. Norma předpokládá, že by se měly pro střední a velké výkonové transformátory používat podle druhu chlazení odlišné hodnoty zvýšení hot-spot teploty "Hgr".

Druh chlazení:	ON...	OF...	OD...
Hgr	26K	22K	29K

Pro distribuční transformátory s druhem chlazení ONAN se navrhuje hodnota 23K.

1.4.1.1.4 Exponent vinutí y

Exponent vinutí y je parametr specifický pro transformátor a lze ho zpravidla zjistit v katalogovém listu transformátoru.

Případně je nutný dotaz u výrobce.

Pokud by pro exponent vinutí y nebyly k dispozici žádné údaje, doporučujeme použít hodnoty uvedené v normě.

Norma předpokládá, že by se měly pro střední a velké výkonové transformátory používat podle druhu chlazení odlišné hodnoty exponentu vinutí y.

Druh chlazení:	ON...	OF...	OD...
y	1,6	1,6	2,0

Pro distribuční transformátory s druhem chlazení ONAN se rovněž navrhuje exponent 1,6.

1.4.1.2 Regulační báze

Pro zapínání jednotlivých ventilátorů lze zvolit rozdílné vztažné teploty.

Protože mezi teplotou oleje a teplotou vinutí existuje vzorcem daná souvislost, mohou se v principu použít obě teploty jako základní teploty.

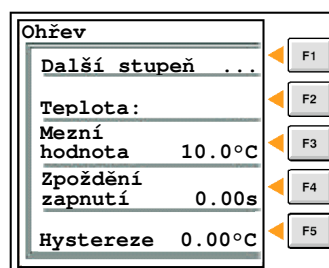
Abychom uživateli umožnili zachovat jeho provozní filozofii, je regulační báze volitelná.

Tlačítkem **F3** v **SETUP 1 Regulace** lze zvolit bázi.

Možnosti volby:

- Olej (pro vytváření mezních hodnot je rozhodující teplota oleje)
- Vinutí (pro vytváření mezních hodnot je rozhodující teplota vinutí)

1.4.1.3 Teplotní meze



.....více sad

Pro každý stupeň chlazení lze parametrizovat individuální mezní hodnotu. Počet menu závisí na tom, kolik stupňů chlazení / ventilátorů je prostřednictvím menu parametrizováno (viz 1.4.3.3).

Jestliže teplota překročí nastavenou mezní hodnotu, aktivuje se příslušný stupeň ventilátoru.

K sadám parametrů dalších stupňů chlazení lze přecházet tlačítkem **< F1 >**.

1.4.1.3.1 Zpoždění zapnutí

Pro vynucení „uklidněného“ profilu chodu příslušného ventilátoru musí teplota na parametrizovatelnou dobu překročit nastavenou mezní hodnotu předtím, než dojde k zapnutí ventilátoru.

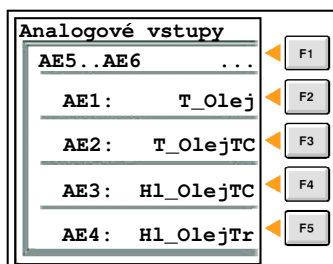
Zpožděným zapínáním lze upravit citlivost řízení ventilátorů. Takovým způsobem lze potlačit oteplení, která se jeví jako krátkodobá a ke kterým mohlo dojít vinou poruch v přenosové cestě.

1.4.1.3.2 Hystereze

Jestliže teplota kolísá kolem nastavené mezní hodnoty, nebylo by bez zadání hystereze možné zabránit stálému zapínání a vypínání ventilátoru.

Protože by toto chování zhoršilo účinnost celého zařízení, doporučuje se nastavit hysterezi několika K.

1.4.2 Analogové vstupy



1.4.2.1 Analogové vstupy a výstupy

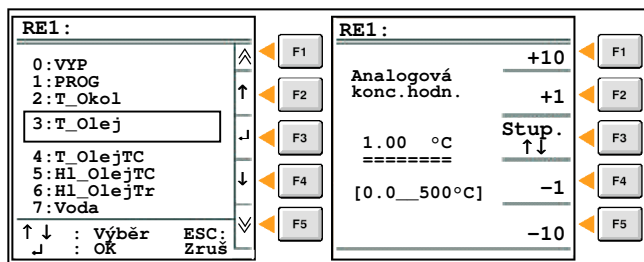
Fyzikální veličiny teplota (transformátor, přepínač odboček) nebo hladina náplně (transformátor, přepínač odboček), obsah vody, plyn v oleji atd. lze do regulátoru přivést pomocí mA proudových signálů.

Každý regulátor lze osadit až třemi analogovými moduly, které vždy poskytují buď po dvou analogových vstupech nebo dvou analogových výstupech.

Aby bylo možné plně využít implementovanou výkonost regulátoru, musí být regulátor osazen nejméně jedním modulem analogových vstupů a jedním modulem analogových výstupů.

Pozice modulů je libovolná. Regulátor samočinně rozezná způsob osazení každé zásuvné pozice a adaptivně aktivuje odpovídající platná menu.

Protože lze parametrizaci analogových vstupů a výstupů provádět podle stejného vzoru, omezuje se návod na popis jednotlivých kroků parametrizace analogových vstupů.



1.4.2.1.1 Vstupní a výstupní funkce

Přiřazení určitého vstupu nebo výstupu k určité měřené hodnotě se realizuje pomocí vstupních a výstupních funkcí.

Na výběr jsou tyto vstupní funkce:

- VYP: vypnuto, žádná funkce
- PROG: programovatelné, analogový vstup je vyhodnocován H-programem (program běžící na pozadí)
- T_Olej: teplota oleje (transformátor)
- T_OlejTC: teplota oleje (přepínač odboček)
- Hl_OlejTC: hladina oleje (přepínač odboček)
- Hl_OlejTr: hladina oleje (transformátor)
- Voda: voda v oleji
- Plyn: plyn v oleji

Na výběr jsou tyto výstupní funkce:

- VYP:
- PROG:
- T_Olej:
- T_Vin.:

Tlačítka < F1, F2 > nebo < F4, F5 > zvolte požadovaný parametr a volbu potvrďte pomocí < F3 > nebo < Return >.

Po potvrzení vstupní funkce se automaticky otevře dialog pro koncovou hodnotu.

Vstupní funkce PROG se volí vždy tehdy, když se má použít měřená veličina, se kterou se nepočítalo. V principu lze přivést do regulátoru, zpracovat a zobrazit libovolnou měřenou veličinu, která se dá zobrazit jako mA-hodnota.

V případě potřeby lze samozřejmě mezní hodnoty odvozovat i od takových "nestandardních vstupů" a vydávat je prostřednictvím relé.

1.4.2.1.2 Koncová hodnota

Požadovanou koncovou hodnotu stupnice lze zvolit tlačítky < F1, F2 > nebo < F4, F5 >.

Pro minimalizaci doby parametrizace při velkých nebo velmi malých koncových hodnotách lze pomocí < F3 > zvolit optimální délku kroku. Standardně lze každým stiskem tlačítka provést změnu o +1, +10 a -1, -10. Možné délky kroků jsou přizpůsobeny vstupním funkcím.

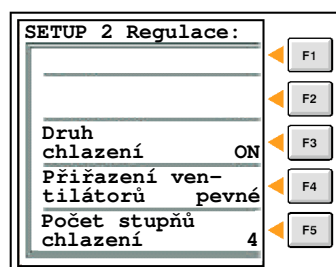
Nastavovacími prvky se musí zadat měřená hodnota odpovídající koncové hodnotě vstupu.

Příklad:

Je-li na vstupu AE 2 připojen převodník s měřicím rozsahem 0...150 °C → 0...20mA, který měří teplotu oleje v kotli transformátoru, musí se AE 2 parametrizovat za prvé vstupní funkcí "T_Olej" a za druhé na koncovou hodnotu "150 °C".

1.4.3 Setup 2: Regulace

SETUP 2 získáte tak, že v SETUP 1 stisknete jedenkrát tlačítko se šipkou "→".



1.4.3.1 Druh chlazení

K dispozici jsou tyto možnosti:

- ON : představuje ONAN - nebo ONAF - chlazení
- OF : představuje OFAF - nebo OFWF - chlazení
- OD : představuje ODAF - nebo ODWF - chlazení)

1.4.3.2 Přiřazení ventilátorů

Aby mohl uživatel přiřadit určitý ventilátor určitému stupni chlazení nebo přenechat systému, který ventilátor se bude aktivovat pro který stupeň chlazení, nabízí modul monitorování transformátorů tyto volby:

- pevně
- střídavě

Zvolíte-li pro přiřazení ventilátorů k určitému stupni chlazení parametr "pevně", bude se pro stupeň chlazení 1 zapínat vždy ventilátor 1. V rámci celé doby provozu ovšem toto nastavení vede k tomu, že bude ventilátor 1 dlouho v chodu, a v důsledku toho se bude velmi opotřebovávat, a pro vyšší stupně chlazení mohou být u příslušných ventilátorů doba chodu a opotřebení velmi nízké.

Zvolíte-li naproti tomu přiřazení ventilátorů "střídavě", bude se regulátor podle celkové doby chodu jednotlivých stupňů chlazení rozhodovat, který ventilátor zapne. V rámci celé doby provozu se tímto algoritmem dosáhne přibližně stejné provozní doby všech ventilátorů.

1.4.3.3 Počet stupňů chlazení

Protože se počet skupin ventilátorů mění podle typu transformátoru, může se aktuální počet zadat prostřednictvím menu.

Následně se tomuto zadání přizpůsobí všechna menu, v nichž se nastavují parametry pro regulaci a životnost ventilátorů.

1.4.3.4 Doba přepínání přepínače odboček

Ke kvalitativní evidenci zatížení kontaktů v přepínači odboček se hodí veličina I²t.

Proud pro zjištění I²t se přebírá z průběžného měření proudu, zatímco dobu přepínání „t“ je nutno považovat za veličinu specifickou pro přepínač odboček.

Jestliže o přepínači odboček nejsou k dispozici přesné údaje, dosáhnete dostatečně dobré výsledky s dobou přepínání v rozsahu od 0,02 do 0,06 s. Předpokládanou dobu přepínání přepínače odboček tedy zadejte tlačítkem F5.

Pro pohodlné zadávání využijte i možnost přepínání stupnice tlačítkem F3. Zadání se musí rovněž potvrdit pomocí Enter.

1.4.4 Setup 3: Alarm

SETUP 3 získáte tak, že v SETUP 2 stisknete jedenkrát tlačítko se šipkou "→".

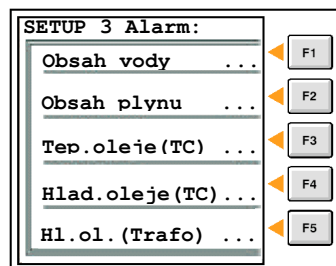
Pro kontrolu obsahu vody a plynu jakož i pro hladinu oleje a teplotu oleje (transformátor, TC) je k dispozici SETUP 3 „Alarm“.

Pomocí < F1..F5 > lze přecházet do dalších submenu, v nichž lze volit mezní hodnoty, zpoždění přepnutí a hystereze.

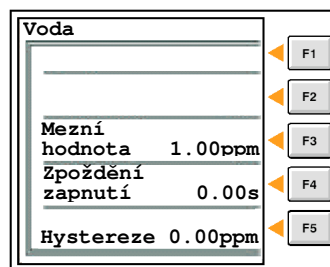
Protože je logika všech submenu stejná, jsou komentáře k jednotlivým obrazovkám stručné.

Povšimněte si však, že musí být splněny hardwarové předpoklady, aby mohl regulátor přijímat měřené veličiny, které se zpravidla přivádějí přes externí převodníky jako mA-signály.

Celkový počet šesti analogových kanálů lze kdykoli rozšířit pomocí analogových interfejsových karet (ANA-D) (viz 4.0).



1.4.4.1 Obsah vody



1.4.4.1.1 Mezní hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu.

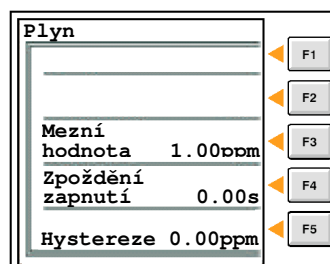
1.4.4.1.2 Zpoždění zapnutí

Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.4.1.3 Hystereze

Definuje hysterezi bodu zapnutí.

1.4.4.2 Obsah plynu



1.4.4.2.1 Mezní hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu.

1.4.4.2.2 Zpoždění zapnutí

Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.4.2.3 Hystereze

Definuje hysterezi bodu zapnutí.

1.4.4.3 Teplota oleje (TC)

Tepl. oleje (TC)	
	F1
	F2
Max. 70.0°C	F3
Zpoždění zapnutí 0.00s	F4
Hystereze 0.00°C	F5

1.4.4.3.1 Maximální hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu.

1.4.4.3.2 Zpoždění zapnutí

Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.4.3.3 Hystereze

Definuje hysterezi bodu zapnutí.

1.4.4.4 Hladina oleje (TC)

Hlad. oleje (TC)	
	F1
Min. 95.0%	F2
Max. 105%	F3
Zpoždění zapnutí 0.00s	F4
Hystereze 0.00°C	F5

1.4.4.4.1 Minimální hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu 'Hladina oleje příliš nízká'.

1.4.4.4.2 Maximální hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu 'Hladina oleje příliš vysoká'.

1.4.4.4.3 Zpoždění zapnutí

Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.4.4.4 Hystereze

Definuje hysterezi obou bodů zapnutí.

1.4.4.5 Hladina oleje (Trafo)

Hlad. oleje (Trafo)	
	F1
Min. 95.0%	F2
Max. 105%	F3
Zpoždění zapnutí 0.00s	F4
Hystereze 0.00°C	F5

1.4.4.5.1 Minimální hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu 'Hladina oleje příliš nízká'.

1.4.4.5.2 Maximální hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu 'Hladina oleje příliš vysoká'.

1.4.4.5.3 Zpoždění zapnutí

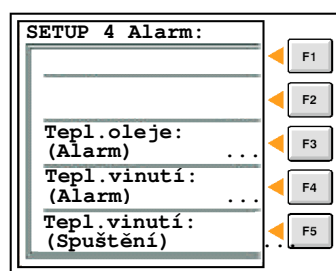
Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.4.5.4 Hystereze

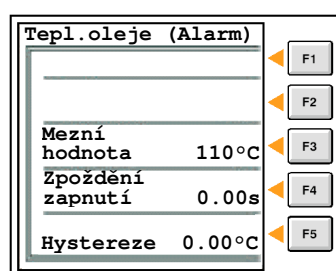
Definuje hysterezi obou bodů zapnutí.

1.4.5 Setup 4: Meze alarmu Olej

SETUP 4 získáte tak, že v SETUP 3 stisknete jedenkrát tlačítko se šipkou "→".



1.4.5.1 Teplota oleje (Alarm)



1.4.5.1.1 Mezní hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu.

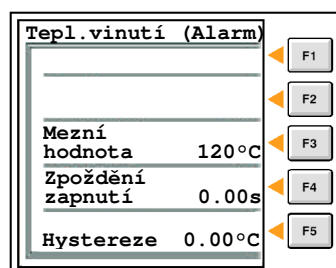
1.4.5.1.2 Zpoždění zapnutí

Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.5.1.3 Hystereze

Definuje hysterezi bodu zapnutí.

1.4.5.2 Teplota vinutí (Alarm)



1.4.5.2.1 Mezní hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu.

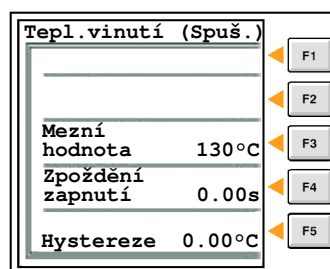
1.4.5.2.2 Zpoždění zapnutí

Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.5.2.3 Hystereze

Definuje hysterezi bodu zapnutí.

1.4.5.3 Teplota vinutí (Spuštění)



1.4.5.3.1 Mezní hodnota

Definuje bod zapnutí signálu alarmu.

1.4.5.3.2 Zpoždění zapnutí

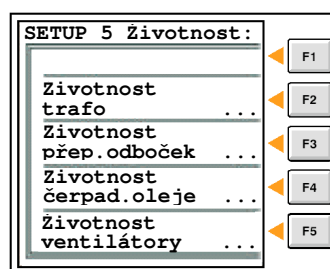
Definuje zpoždění zapnutí signálu alarmu.

1.4.5.3.3 Hystereze

Definuje hysterezi bodu zapnutí.

1.4.6 SETUP 5: Životnost

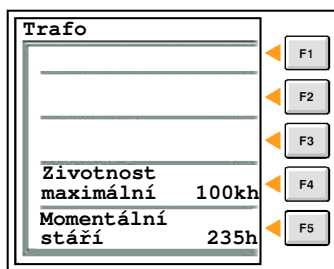
SETUP 5 získáte tak, že v SETUP 4 stisknete jedenkrát tlačítko se šipkou "→".



Submenu "**Životnost**" v hlavním menu slouží k zadávání maximální doby životnosti a aktuálně uplynulých provozních hodin různých provozních prostředků. To je potřeba vždy, když se monitorovací systém instaluje na transformátoru, který je již v provozu.

Prostřednictvím tohoto menu lze však parametr „Životnost“ podle potřeby nastavit i tehdy, když se obnovují jednotlivé přístroje.

1.4.6.1 Trafo



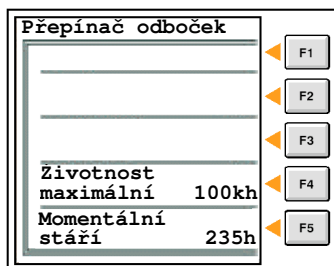
1.4.6.1.1 Životnost maximální

Pomocí <F4> lze zadat očekávanou maximální životnost (viz údaje výrobce).

1.4.6.1.2 Uplynulá životnost

Již „uplynulá životnost“ má význam vždy, když systém nebyl nainstalován současně s transformátorem. V souvislosti s revizemi se případně musí oba parametry upravit.

1.4.6.2 Přepínač odboček



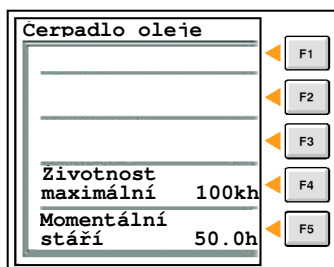
1.4.6.2.1 Maximální životnost

Pomocí <F4> lze zadat očekávanou maximální životnost (viz údaje výrobce).

1.4.6.2.2 Uplynulá životnost

Parametr „uplynulá životnost“ má význam vždy, když systém nebyl nainstalován současně s přepínačem odboček. Ale i v souvislosti s revizemi se případně musí oba parametry upravit.

1.4.6.3 Čerpadlo oleje



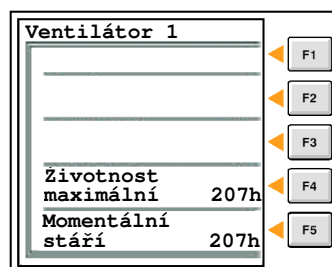
1.4.6.3.1 Maximální životnost

Pomocí <F4> lze zadat očekávanou maximální životnost čerpadla oleje (viz údaje výrobce).

1.4.6.3.2 Uplynulá životnost

Parametr „uplynulá životnost“ má význam vždy, když systém nebyl nainstalován současně s transformátorem a tím čerpadlem oleje. Ale i v souvislosti s revizemi se případně musí oba parametry upravit.

1.4.6.4 Ventilátory



.....více listů

Podle počtu používaných ventilátorů se používá více listů.

1.4.6.4.1 Životnost maximální

Parametr „uplynulá životnost“ má význam vždy, když systém nebyl nainstalován současně s transformátorem a tím skupinami ventilátorů. Ale i v souvislosti s revizemi se případně musí oba parametry upravit.

1.4.6.4.2 Uplynulá životnost

Pomocí <F5> lze zadávat momentální stáří ventilátorů.

2.0 Doplnění analogových vstupů a výstupů

Při dodatečném vybavování analogovými vstupy a výstupy postupujte prosím podle následujících instrukcí.

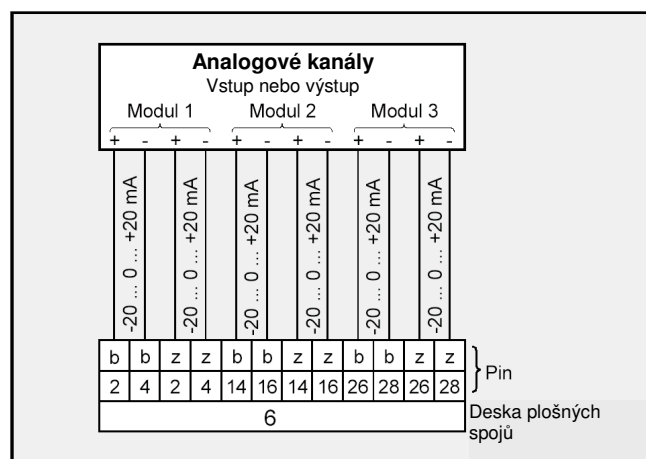
Pozor: Práce musí být prováděny odborně. Přitom je rovněž nutné řídit se směrnicemi ESD.

Postup:

- Sejměte průčelní desku na REG-D (povolte 4 šrouby s křížovou drážkou a vytáhněte ploché kabely).
- Vyjměte CPU desku REG-CPU (povolte 2 šrouby a uvolněte 2 zajišťovací podložky, potom opatrně vyjměte CPU desku).
- CPU desku REG-CPU osadte analogovými moduly a zase ji nasuňte na regulátor (pozor na 2 konektorová spojení).

- Našroubujte zase CPU desku REG-CPU a průčelní desku (nasuňte ploché kabely).
- Pomocí zaváděcího programu načtěte verzi firmware ≥ 2.1 (řiďte se prosím pokyny pro instalaci → soubor Ctime, Readme příp. Lesmich).
- Je-li to potřeba, načtěte do regulátoru H programy příp. P programy (Update32.exe).

Obsazení špiček pro analogové moduly



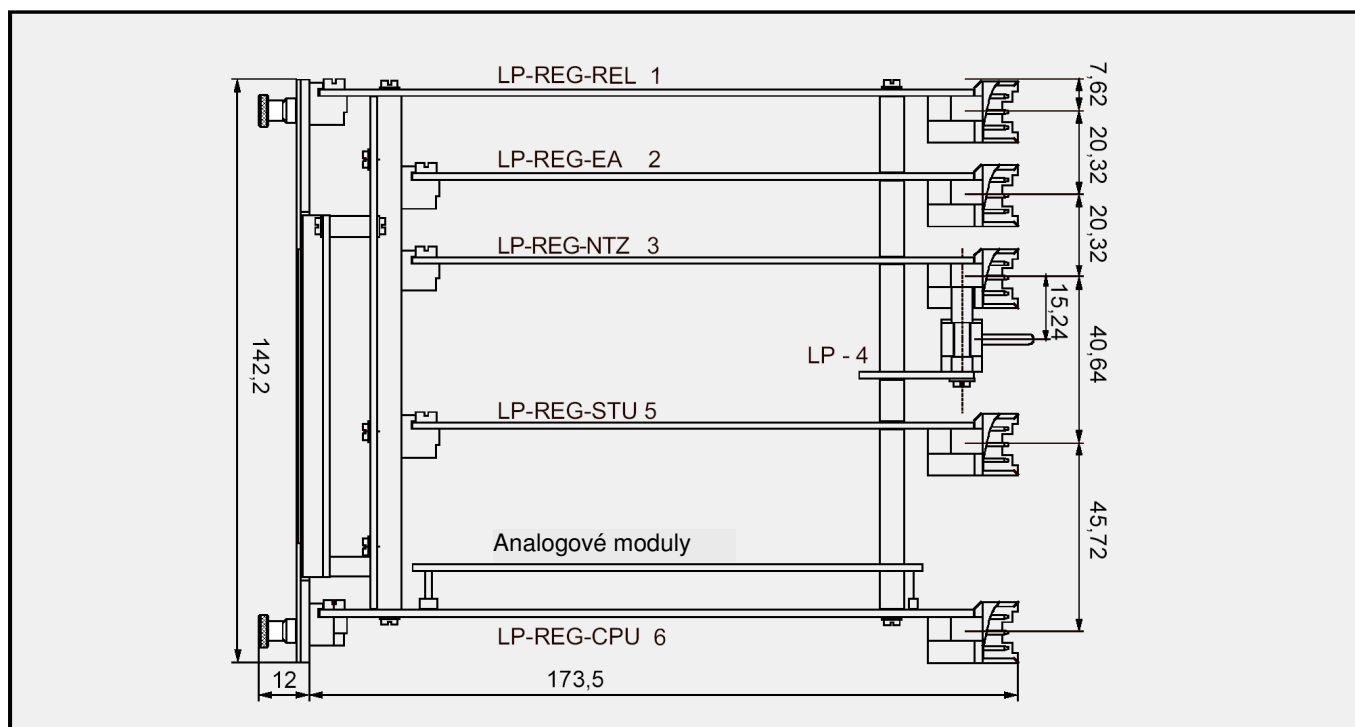
Obr. 8

Po nasazení dvojité analogové moduly jsou moduly automaticky identifikovány a odpovídajícím způsobem zpracovány.

Přitom platí toto přiřazení kanálů:

- Modul 1.1 - kanál 1
- Modul 1.2 - kanál 2
- Modul 2.1 - kanál 3
- Modul 2.2 - kanál 4
- Modul 3.1 - kanál 5
- Modul 3.2 - kanál 6

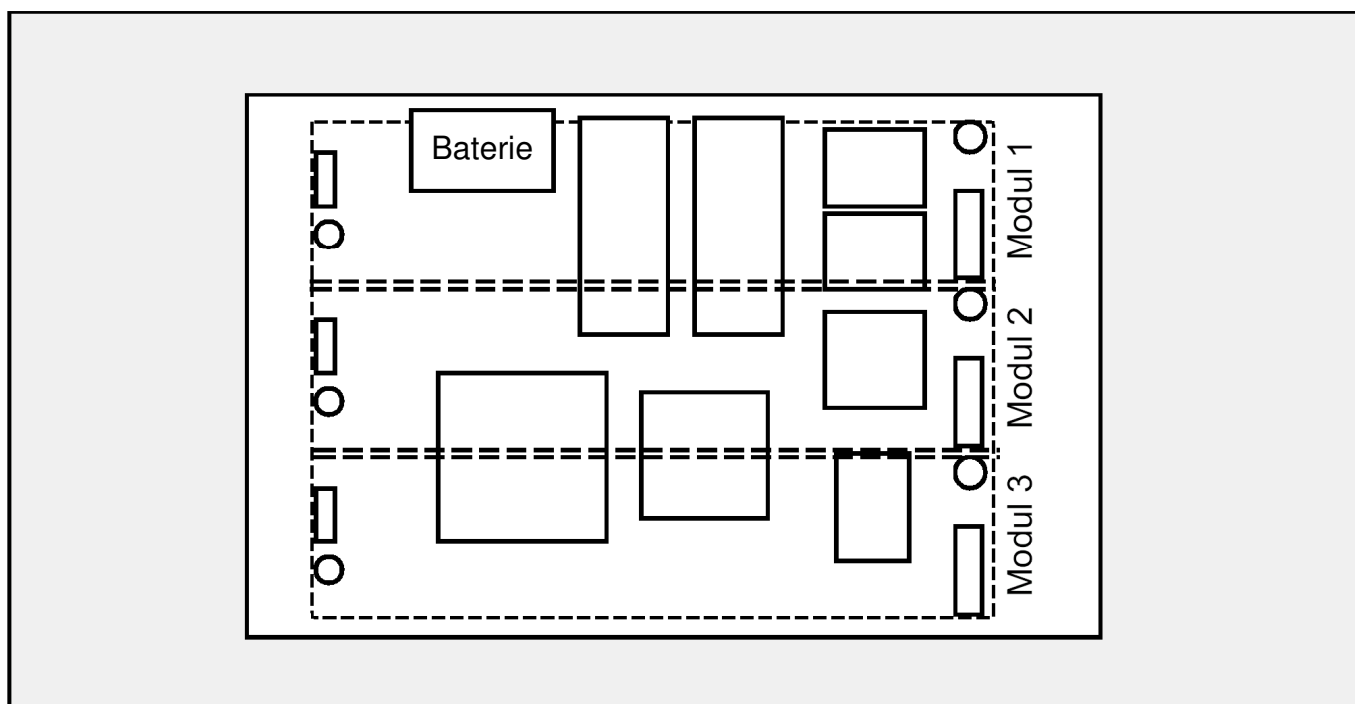
Poloha analogových modulů



Obr. 9

Zásuvné pozice pro analogové moduly

Deska plošných spojů REG-CPU



Obr. 10

3.0 Standardní provedení

Standardní provedení lze parametrizací přístroje snadno změnit.

Především u regulátorů, které jsou již v provozu a mají být dodatečně vybaveny modulem „TMM 01“, se musí počet analogových a binárních vstupů a výstupů přizpůsobit disponibilním volným svorkám.


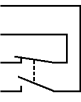
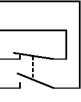
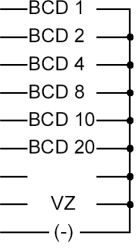

Standardní obsazení s modulem monitorování transformátorů

Obsazení svorek platí pro konstrukční provedení pouzdra B05 a B07. V 19-palcové montážní skříni lze obsazení svorek zvolit libovolně.

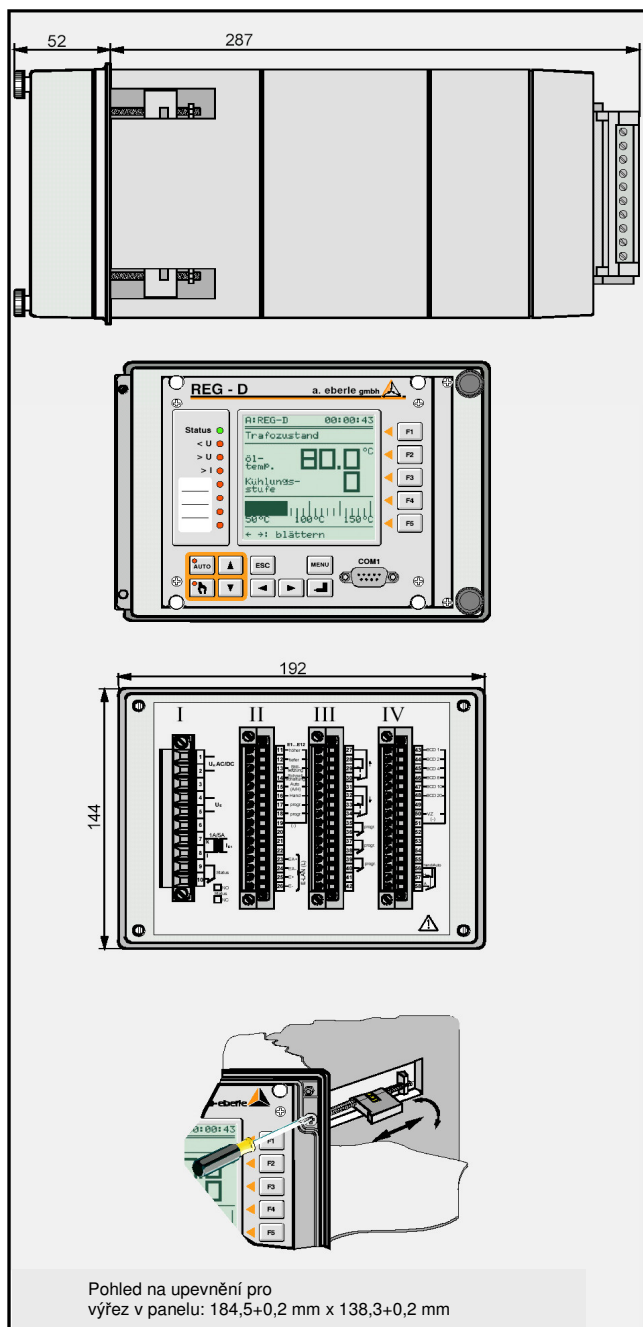
Verzi pouzdra B07 49TE lze dodat i jako pouzdro pro montáž do rozváděče. Příslušné označení je B06. Také pro B06 platí vedle uvedené obsazení svorek. Římské číslice I až IV popisují příslušný konektor, "Č." příslušnou přiřazenou přípojnou pozici.

Principiálně platí, že je systém tak flexibilní, že lze realizovat téměř každý požadavek zákazníka.

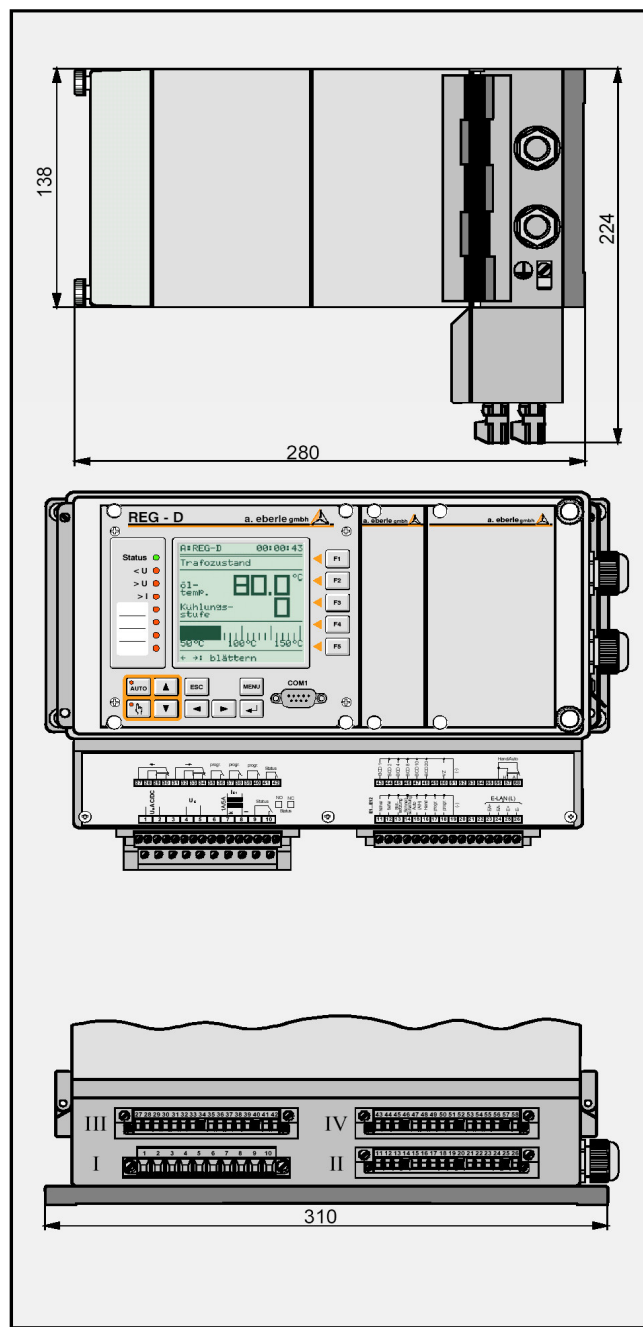
Odchytky od uvedeného standardu musí být ovšem přesně popsány.

I	Č.			
	1	Napájení	U_H AC/DC	
	2	Napájení		
	3			
	4	Vstupní napětí	U_E	
	5	Vstupní napětí		
	6			
	7	k l	Proudový vstup	
	8			
	9		Status	<input type="checkbox"/> při poruše rozepnuto
10	<input type="checkbox"/> při poruše sepnuto			
II	11	Vstup 1	Nahoru	
	12	Vstup 2	Dolů	
	13	Vstup 3	Zastavení	
	14	Vstup 4	Rychlé přepínání	
	15	Vstup 5	AUTO (R / A)	
	16	Vstup 6	RUČNĚ	
	17	Vstup 7	volně programovatelný	
	18	Vstup 8	volně programovatelný	
	19	Zem pro vstupy na svorkách 11 ... 18		
	20	mA - vstup 1, olej, teplota vinutí		
	21	mA - vstup 2, hladina náplně		
	22	Zem mA - vstupů		
	23	EA +	E-LAN (L)	
	24	EA -		
25	E +			
26	E -			
III	27		Nahoru	R_1
	28			
	29			
	30			
	31		Dolů	R_2
	32			
	33			
	34			
	35	Stupeň chlazení 1		R_3
	36	Stupeň chlazení 2		R_4
37	Stupeň chlazení 3		R_5	
38	Stupeň chlazení 4		BA1	
IV	43	 Vstup polohy odbočky 50 ... 250 V AC/DC		
	44			
	45			
	46			
	47			
	48			
	49			
	50			
	51			
	52	mA - výstup 1, teplota vinutí		
53	mA - výstup 2, teplota oleje			
54	Zem mA - výstupy			
55	Zem mA - výstupy			
56		RUČNĚ	R_6	
57				
58	AUTO			

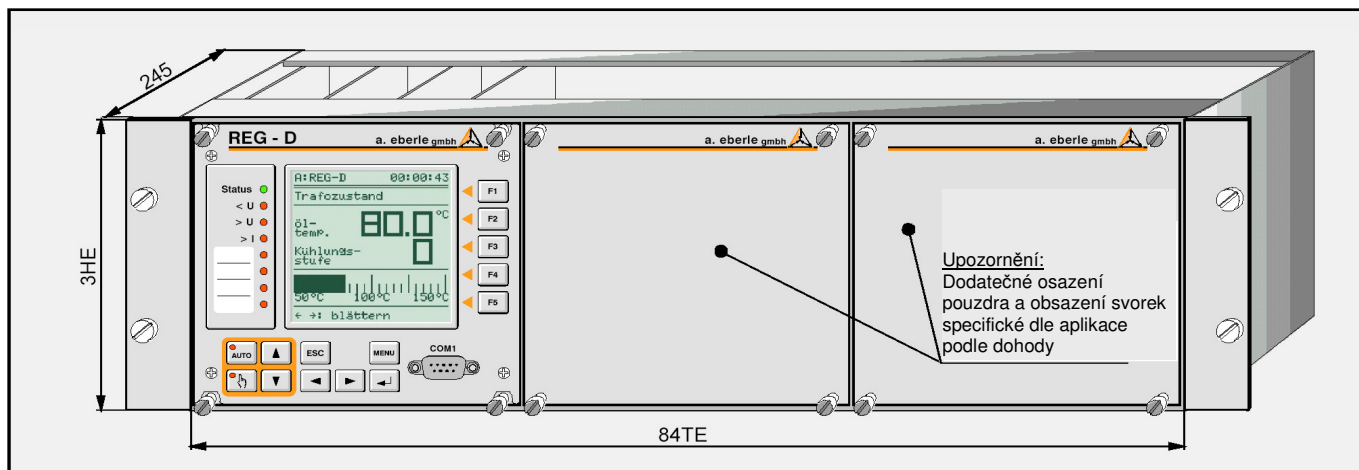
Obsazení svorek pro konstrukční provedení B05 ... B07



Obr. 11 Pouzdro pro montáž do rozváděče 30 TE, kód B05 (standard jako pouzdro pro montáž do rozváděče)



Obr. 12 Pouzdro pro montáž na stěnu 49 TE, kód B07 (standard jako pouzdro pro montáž na stěnu)



Obr. 13 Montážní skříň 84 TE, kód B92

4.0 Povýšení hardwarových zdrojů systému

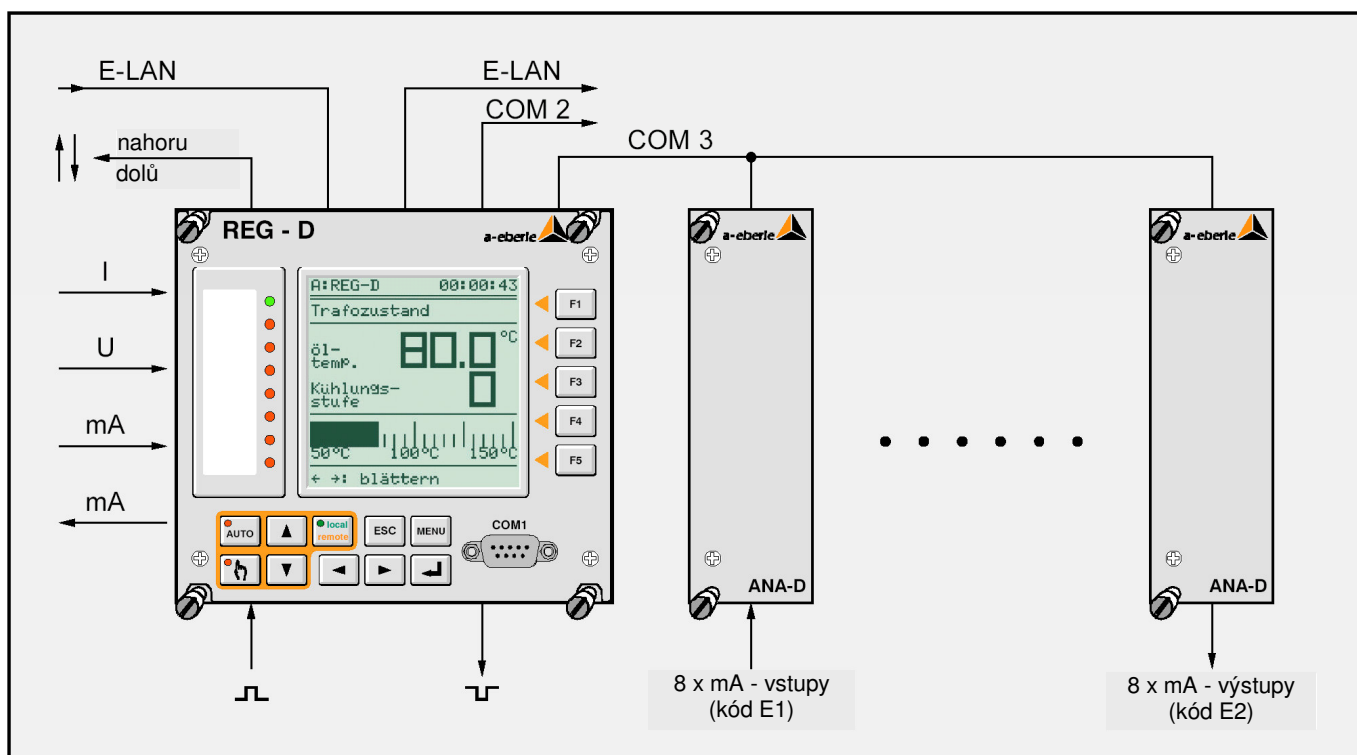
Pro zvýšení počtu kanálů lze přes rozhraní regulátoru COM 3 (RS485) připojit několik interfejsových karet. K dispozici jsou interfejsové karty pro analogové vstupy a výstupy (ANA-D) i pro binární vstupy a výstupy (BIN-D).

Doplňkové informační kanály o BIN-D a ANA-D se obvykle přiřazují prostřednictvím programu běžícího na pozadí.

Z výkonových důvodů by však celkový počet interfejsů na COM 3 neměl překročit šest.

4.1 Doplnkové analogové vstupy a výstupy

Interfejsová karta ANA-D může být dodána buď s osmi analogovými vstupy nebo osmi analogovými výstupy. Kombinace vstupů a výstupů na jedné kartě nejsou možné (viz obr. 14).

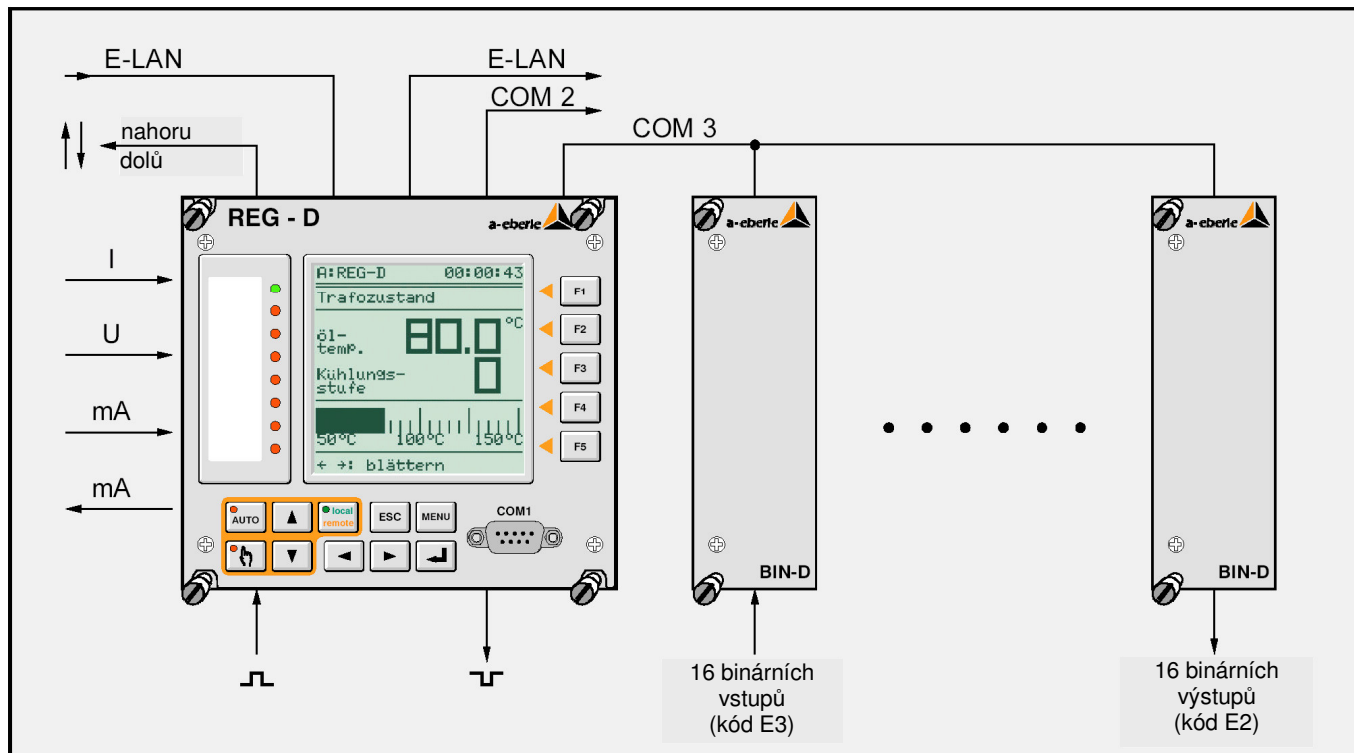


Obr. 14

4.2 Doplnkové binární vstupy a výstupy

Interfejsová karta BIN-D může být dodána buď s osmi reléovými výstupy nebo se šestnácti binárními,

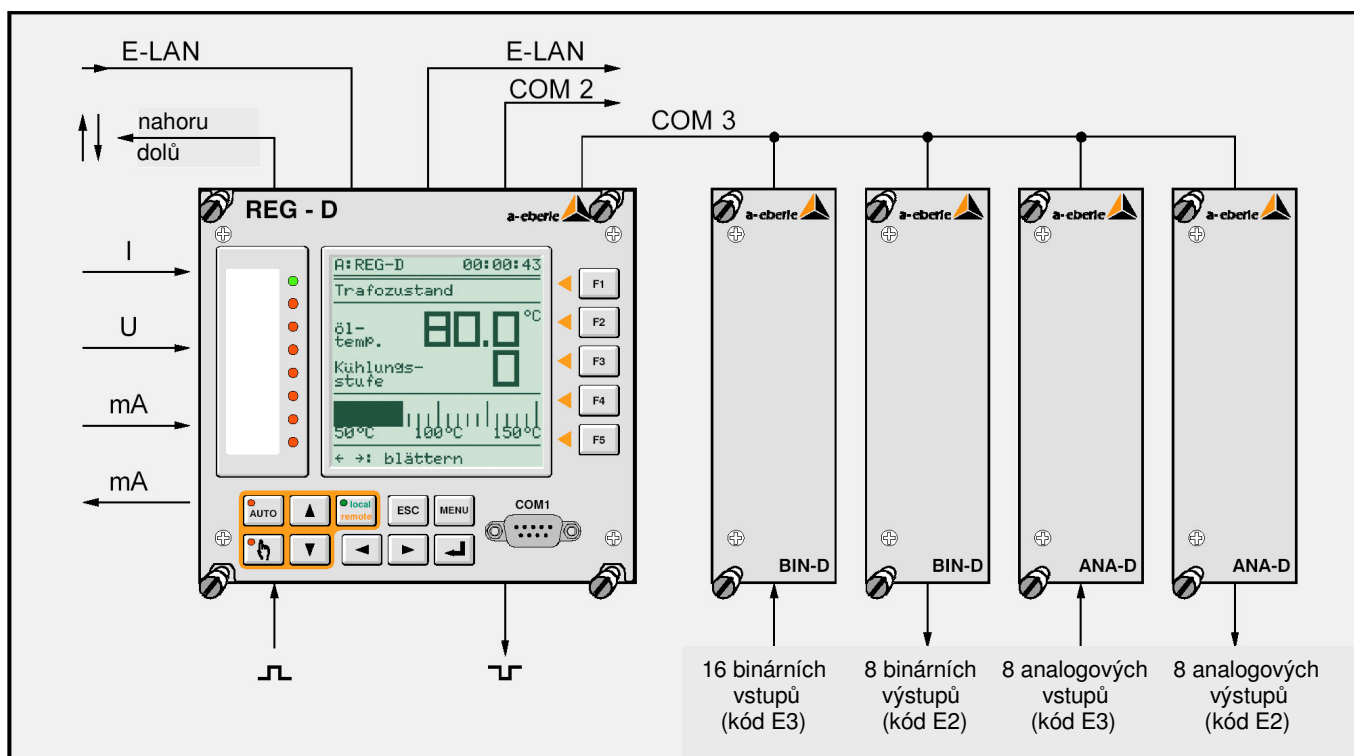
navzájem opticky oddělenými vstupy. Kombinace vstupů a výstupů na jedné kartě jsou možné na vyžádání.



Obr. 15

4.3 Kombinace analogových a binárních vstupů

Interfejsové karty typové řady ANA-D a BIN-D lze na COM 3 libovolně kombinovat.



Obr. 16

5.0 Měření teploty

Součástí dodávky je převodník PT 100 na měření teploty.

Převodník lze provozovat v 2-, 3- nebo 4-vodičovém zapojení.

Standardně se dodává měřicí rozsah $-20...180\text{ }^{\circ}\text{C}$ → $4...20\text{ mA}$.

Proud menší než 4 mA signalizuje poruchu přístroje, zatímco proud $21,6\text{ mA}$ regulátoru oznamuje, že je přerušeno teplotní čidlo, a není proto možné nadále měřit.

Na obrazovce regulátoru se objeví informace "Chyba měření teploty".

Tato informace je stále viditelná, naprosto nezávisle na tom, v jakém režimu se přístroj právě nachází.

Toto hlášení lze samozřejmě přesměrovat i na relé nebo prostřednictvím IEC rozhraní hlásit do dozorny.

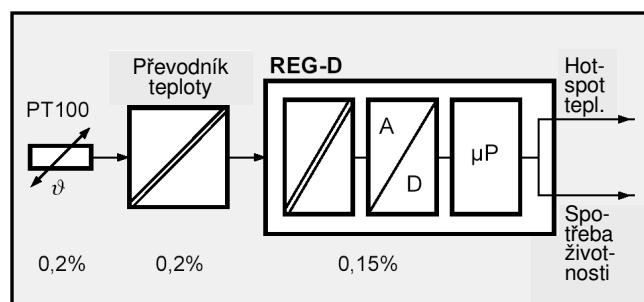
Další podrobnosti k montáži převodníku najdete v podrobném návodu k použití.

5.1 Otázky přesnosti

Přesnost snímání hot-spot teploty je podstatně ovlivněna měřením teploty oleje.

Výpočet hot-spot teploty z naměřené teploty oleje není zatížen dodatečnou chybou.

Měřicí řetězec:



Určení chyby

Za předpokladu, že chyba odporového teploměru PT100 v rozsahu od -20 do $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ není větší než $0,1\%$, dostaneme při použití navrženého převodníku teploty tuto střední celkovou chybu:

$$F_m = \sqrt{0,2\%^2 + 0,20\%^2 + 0,15\%^2}$$

Střední chyba činí:

$$F_n = 0,32\%$$

Maximální chyba naproti tomu činí:

$$F_{\max} = 0,2\% + 0,20\% + 0,15\%$$

$$F_{\max} = 0,55\%$$

Upozornění: Všechny chyby se vztahují ke koncové hodnotě měřicího rozsahu.

6.0 Rozsah dodávky

K rozsahu dodávky Modulu monitorování transformátorů TMM-01 patří:

- CD s update firmware ($\geq V2.1$)
- Analogový modul pro dva mA-vstupy
- Analogový modul pro dva mA-výstupy
- Převodník teploty
- Návod k použití

7.0 Záruka

Regulátor napětí REG-D se dodává s příslibem 3-leté záruky.

Jestliže regulátor dodatečně vybaví neautorizované místo, tento nárok zaniká.

Jestliže naproti tomu zašlete přístroj za účelem přestavby firmě A. Eberle, zůstane nárok zachován.

Jestliže se bude provádět přestavba přístrojů, které již byly v provozu více než dva roky, poskytne A. Eberle záruku na další rok. Tento příslib neplatí pro přístroje, které již byly v provozu více než 13 let.