

hodnoty tohoto zvětšeného proudu závisejí na konkrétním typu stykače, ale v poměrných hodnotách se nebudou příliš lišit.

3. Výsledky měření na stykači

V laboratoři katedry elektrických pohonů a trakce Elektrotechnické fakulty ČVUT

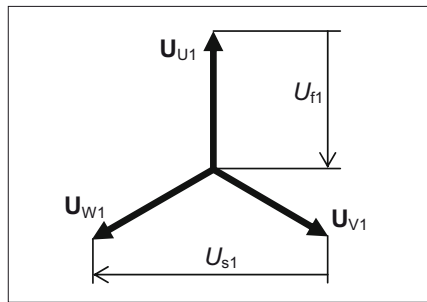
odebíraný proud při jmenovitém napětí budicí cívky	230 V	20 mA
mez vrčení při odpadu	napětí 90 V	odebíraný proud 96 mA
mez vrčení při přitahu	napětí 120 V	odebíraný proud 110 mA

v Praze bylo provedeno měření zvětšení proudu při napájení stykače sníženým napětím. Měření byla provedena na stykači 25 A firmy Schrack, typ LA3-0101 25 A, 3× 380 V.

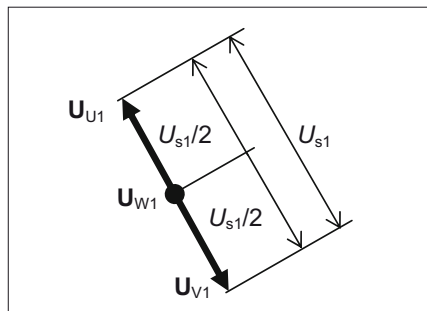
K maximálnímu zvýšení proudu budicí cívky dochází tedy těsně před přitažením kotvy stykače a toto zvýšení představuje $(110/20) = 5,5$ násobek jmenovitého proudu. Tepelné ztráty ve vinutí budicí cívky jsou úměrné kvadrátu proudu vinutím. 5,5násobnému zvětšení proudu budicí cívkou odpovídá tedy $5,5^2 = 30,25$ násobné zvětšení ztrát v budícím vinutí cívky stykače. Takto veliké zvětšení ztrát po delší dobu musí vést zcela jistě k nadměrnému zvětšení teploty vinutí budicí cívky s následným zničením izolace, a tím i celého stykače.

4. Možná příčina hlubokého poklesu napájecího napětí

Každý odběr v nízkonapěťové síti je napájen ze sítě vn přes třífázový napájecí transfor-



Obr. 4. Fázorový diagram primárních napětí třífázového systému pro stav připojení všech tří fází



Obr. 5. Fázorový diagram primárních napětí třífázového systému pro stav přerušené fáze W1

mátor. S ohledem na lepší rozložení nerovnoměrného odběru z jednotlivých fází mají tyto tzv. distribuční transformátory do výkonu 160 kV·A obvykle zapojení Yz1, popř. Yz11. Transformátory většího výkonu od 250 kV·A mají většinou zapojení Dy1 nebo Dy11. Schéma zapojení vinutí Yz1 je na obr. 3. Sekundární vinutí je rozděleno na dvě části. Na společném sloupcu každé fáze je kromě primárního vinutí a jedné části sekundárního vinutí také druhá část sekundárního vinutí sousední fáze. Jedna z obvyklých poruch ve venkovních sítích vn je přerušení napájení jedné fáze z důvodu přetržení vodiče jedné fáze nebo přepálení pojistky v jedné fázi. Takový-

to stav je na obr. 3 vyznačen přerušením fáze W1. V tomto případě se změní napájecí soustava z třífázové na jednofázovou.

Odpovídající fázorový diagram pro třífázovou napájecí soustavu je na obr. 4 a pro případ přerušení fáze W1 je na obr. 5. Vidíme, že fázová napětí na U_{U1} a U_{W1} se snížila na polovinu sdruženého napětí tj. v poměru $\sqrt{3}/2 = 0,866$ původních fázových napětí a fázové napětí U_{V1} kleslo na nulu.

Následkem toho klesne na fázovém vinutí fáze V1 napětí na nulu a fázová napětí zbylých dvou fází U1, W1 klesnou na polovinu sdruženého napětí. Jak je zřejmé z fázorového diagramu (obr. 5), klesnou tato fázová napětí na $\sqrt{3}/2 = 0,866$ původního fázového napětí U_{fn} .

Pro plné sdružené napětí U_s mezi zbývajících dvěma fázemi na primárním vinutí transformátoru klesne na dvou fázích sekundárního vinutí transformátoru fázové napětí na velikost:

$$0,577 \cdot 0,5 \cdot U_s = 0,577 \cdot 0,5 \cdot 400 = 115 \text{ V}$$

Na třetí fázi bude napětí:

$$0,577 \cdot U_s = 0,577 \cdot 400 = 230,8 \text{ V}$$

5. Závěr

Provedené výpočty a měření potvrzují hypotézu, že možnou příčinou poškození stykačů bylo přerušení jedné fáze přívodu primárního vinutí distribučního transformátoru.

Pokles napětí ve dvou fázích z 230 na 115 V způsobil, že stykače nepřitáhly a jimi odebíraný pětinašobně větší proud způsobil nadměrné zvýšení teploty budicích cívek stykačů a následně zničení izolace. Podobný pokles napětí nastává i pro zapojení trafo Dy1 nebo Dy11. ☒

Kalibrace měřicích přístrojů pro revizní techniky

Ing. Ivo Lipovský, ILLKO, s. r. o.

Stále více techniků vnímá kalibrace měřicích přístrojů ne jako nutné trpěné příkoří, ale jako službu, která jim umožňuje zvýšit kvalitu a spolehlivost jejich práce. V následujícím příspěvku se pokusím odpovědět na nejčastěji kladené otázky, se kterými se setkávají pracovníci kalibračních laboratoří.

Jak často kalibrovat revizní přístroje a kdo stanovuje interval kalibrací?

Odpověď je kupodivu docela jednoduchá – délku kalibračních intervalů si stanovuje přímo organizace provozující měřidlo

na základě metrologického řádu společnosti. Vzhledem k tomu, že přístroje pro revize elektrických zařízení nepatří mezi tzv. stanovená měřidla, kde je kalibrační interval jednoznačně určen, je dobré při stanovování doby mezi dvěma kalibracemi vycházet z následujících faktorů:

- ☐ **Doporučení výrobce.** Základní a velmi důležitý údaj, který je vhodné respektovat.
- ☐ **Podmínky používání.** Měřicí přístroje jsou většinou poměrně složitá zařízení, a přestože se výrobci snaží o jejich maxi-

mální odolnost, hrají právě podmínky používání velmi důležitou roli při stanovení kalibračního intervalu. Je zřejmé, že měřidlo, které firma občas použije pro kontrolu spotřebičů v rámci vlastní společnosti, bude výrazně méně namáháno než stejný přístroj, se kterým jeho uživatel každý den vykoná desítky kontrol spotřebičů na stavbách.

- ☐ **Sledování historie údajů v kalibračních listech.** Porovnávání naměřených hodnot umožňuje vysledovat trend změny přesnosti měřicího přístroje. Je-li z kalibrač-

ních listů patrné, že přesnost žádná z měřených veličin se vytrvale nezhoršuje, lze prodloužit dosavadní interval kalibrací. Samozřejmě je nutné vzít v úvahu např. opravu nebo justování měřícího přístroje, kdy může dojít ke skokové změně údajů ve sledované řadě údajů.

- **Přetížení, opravy nebo podezření na špatnou funkci přístroje.** Toto může být závažným důvodem pro zkrácení kalibračního intervalu. Vykonává-li opravu přístroje přímo výrobce nebo autorizovaný servis, může být uživatel upozorněn na doporučenou kalibraci přístroje. Je nanejvýš vhodné toto doporučení respektovat, protože i když bude přístroj po opravě nájstován, podle zákona o metrologii je právě oprava měřidla uvedena jako příklad nutnosti kalibrace.

Každá firma – a je lhotejně, zda jde o živnostníka nebo velkou společnost – by měla mít zpracovaný metrologický řád společnosti. Samozřejmě ve velkých firmách se této oblasti věnují podnikoví metrologové. Pro živnostníky a malé firmy platí doporučení vypracovat si vlastní metrologický řád společnosti, který by v nejjednodušší formě měl obsahovat:

- jednoznačnou identifikaci společnosti – název, adresa, IČO, zodpovědná osoba,
- seznam měřících přístrojů podléhajících kalibraci – u každého přístroje je uveden typ, výrobce, výrobní číslo, kalibrační interval a jednotlivá data kalibrací.

Každý měřící přístroj podléhající kalibraci by si uživatel měl opatřit štítkem s datem příští kalibrace, což při pravidelném používání měřidla snižuje možnost zmeškání kalibrace.

Kdo může vykonávat kalibraci?

Velmi zjednodušeně řečeno: každý, kdo má zajištěnou prokazatelnou návaznost měřidel používaných ke kalibraci.

Samozřejmě, že při zřízení kalibrační laboratoře musí být splněny veškeré právní a technické náležitosti dané zákonem o metrologii a souvisejícími vyhláškami. Nicméně kalibrační laboratoř neobdrží od nadřízeného orgánu žádná osvědčení nebo jiný doklad o tom, že je oprávněna kalibrovat měřící přístroje, a je tedy zbytečné tyto doklady požadovat.

Proč není na kalibračním listě uveden výrok o tom, že přístroj vyhovuje přesností, které uvádí výrobce?

Je pravda, že od stejné kalibrační laboratoře lze jednou obdržet kalibrační list s vyhovujícím verdiktem, jindy kalibrační list obsahuje pouze naměřené údaje. Vysvětlení může být následující: Pokud kalibrační list pochází přímo od výrobce měřidla a jde o prvotní kalibraci, bývá v kalibračním protokolu napsáno, že daný přístroj v době kalibrace vyhovuje přesností daným technickými parametry. V ostatních případech výrok nebývá uveden např. z těchto důvodů:

- Kalibrační laboratoř nezná základní chybu, popř. ani obecné technické podmínky kalibrovaného měřidla, a nemůže proto stanovit, zda přesnost měřidla vyhovuje, anebo nevyhovuje technickým podmínkám podle výrobce.
- Některý z rozsahů nebo některá veličina nevyhovuje technickým podmínkám podle výrobce – to však ještě neznamená, že se přístroj nesmí používat. Lze uvést příklad měřiče izolací, kde další funkcí je měření napětí. V mnoha případech právě měření napětí nevyhovuje přesností udaným výrobcem, ale měření izolačních odporů je naprosto v pořádku. Bude-li měřidlo zřetelně a výrazně označeno štítkem, který upozorňuje na danou skutečnost, nic nebrání v jeho používání.
- Chyba měření na některém z rozsahů nevyhovuje technickým podmínkám podle výrobce – např. místo výrobcem uvážených 2 % bude chyba měření 4 %. Je-li ale uživatel schopen prokázat, že pro jeho měření vyhovuje i zmíněná chyba měření 4 %, lze přístroj bez problémů používat.

Můžu si udělat sám kalibraci přístroje pro revize elektrických spotřebičů pomocí přípravku, který jsem si koupil společně s uvedeným přístrojem?

Přestože prodejce nazývá toto zařízení kalibračním přípravkem, v žádném případě jeho používání nenahrazuje kalibraci měřidla. Tímto přípravkem lze pouze při pochybnostech zkontrolovat některé funkce přístroje. Samotný přípravek nemá potřebné metrologické kvality ani metrologickou návaznost.

Jaké příslušenství a dokumentaci je třeba přiložit k přístroji při předání do kalibrační laboratoře?

Přestože se kalibrace vztahuje pouze na měřící přístroj, je vhodné předat s přístrojem i měřící vodiče, popř. hroty a krokosvorky. Kalibrační laboratoř by měla toto příslušenství používat při kalibraci měřidla, a tedy popř. i odhalit např. zvýšené přechodové odpory v konektorech. Ke kalibrovanému přístroji je dále nutné přiložit:

- Objednávku s přesnou adresou objednavatele, dohodnutým způsobem dodání a platby a – pokud není požadována úplná kalibrace měřidla – pak i vymezením rozsahu kalibrace – tzn. se specifikací veličin a rozsahů.
- Návod k používání přístroje (stačí i kopie). Přestože všechny kalibrační laboratoře mají vytvořenou sbírku návodů k nejrozšířenějším typům, mohou se jednotlivé přístroje lišit ve firmwaru, v technických parametrech i ve způsobu ovládní.
- Spolehlivý kontakt na objednatele – nejlépe číslo mobilního telefonu a e-mailovou adresu.

- Popis případných problémů, které se vyskytly v době mezi dvěma kalibracemi (nestabilita údajů, nadměrné kolísání, problémy s opakovatelností měření aj.). Většina kalibračních laboratořů nevyžaduje starý kalibrační list.

Jak zkrátit dobu, po kterou bude přístroj v kalibrační laboratoři?

- Zde je několik tipů, které mohou pomoci:
 - domluvit si konkrétní termín předání měřidla do laboratoře,
 - kalibrační laboratoře mají obvykle delší termíny v době dovolených a před koncem kalendářního roku,
 - většina kalibračních laboratořů nabízí expresní službu, kdy za příplatek je garantován zkrácený termín.
- Je třeba se vyhnout kalibračním laboratořím, které jsou ochotny napsat kalibrační list bez měření. Ušetří to sice čas a někdy i peníze, ale jde o spolehlivou cestu k problémům.

Jak snížit náklady na kalibrace?

Přestože ceny kalibrací se u jednotlivých kalibračních laboratořů nijak drasticky neliší, a zde jsou tedy cesty možné úspory poměrně omezené, lze i dalšími bezpečnými způsoby snížit náklady na kalibraci:

- Na základě údajů z kalibračních listů sledujte stabilitu svých přístrojů. V případě, že přístroje nevykazují tendenci k využívání plných povolených chyb, lze prodloužit např. o šest měsíců kalibrační interval doporučený výrobcem.
- Nechte kalibrovat pouze ty veličiny a rozsahy, které při práci používáte. Cena kalibrace běžného příručního multimetru se významně sníží, nebude-li kalibrováno např. měření teploty a kapacity a bude omezen rozsah kalibrací napětí a proudu.
- Některé měřící přístroje si uživatelé často označovali štítkem „informativní měřidlo“, a tím dávali najevo, že toto měřidlo nepodléhá kalibraci, protože se používá pouze pro orientační měření. Typickým příkladem je voltmetr, který je používán pouze ke zjištění, zda je mezi vodiči napětí fázové nebo sdružené, a je tedy jedno, zda přístroj naměří 229 nebo 232 V. Protože současná metrologie nezná pojem informativní měřidlo, je možné stanovit interval kalibrace delší, než je očekávaná životnost měřidla – např. 10 let.
- Pečujte o své přístroje – pouhá kalibrace se může změnit v opravu vlivem toho, že přístroje jsou skladovány v nevhodných prostorách, otloukají se bez transportních obalů v kufrech automobilů, jsou obsluhovány bez respektování pokynů uvedených v návodu k používání.

Cílem tohoto článku bylo vysvětlit v populární podobě některé praktické otázky spojené s kalibracemi měřících přístrojů používaných v revizní praxi, a pomoci tak k rozšíření obecného povědomí o praktické metrologii.