

5. MĚŘENÍ VÝKONŮ A ÚČINÍKU JEDNOFÁZOVÉ ZÁTĚŽE

5.1. Úvod

Při měření výkonu předpokládáme, že známe jmenovité napětí zdroje, k němuž je zátěž připojena, a orientačně rozsah proudu, tekoucího do zátěže. Použijeme-li k měření univerzální klešťový přístroj, je třeba zkontrolovat, zda jeho napěťové a proudové rozsahy odpovídají těmto hodnotám. Použitý klešťový přístroj používá jak pro měření efektivních hodnot napětí a proudu, tak pro měření výkonu vzorkovací metodu měření. To znamená, že časové průběhy napětí a proudu se ovzorkují a převedou na posloupnost okamžitých hodnot napětí a proudu. Příslušné veličiny se pak vypočtou ze vzorců odvozených diskretizací definičních integrálů efektivní hodnoty a činného výkonu.

V současné době se ale stále ještě používají (na rozdíl od voltmetrů a ampérmetrů, kde se již vesměs používají číslicové multimetry) analogové wattmetry. Při měření činného výkonu pomocí ručkového wattmetru jsme zpravidla omezeni proudovým rozsahem wattmetru a při zátěži, která odebírá větší proud, než je proudový rozsah wattmetru, musíme pro měření použít měřicí transformátor proudu (MTP) s vhodným převodem. (více viz přednáška 5)

Při použití MTP musíme dodržet zásady jeho správného připojení:

- prochází-li primárním vinutím MTP proud, nesmí dojít k rozpojení sekundárního obvodu
- sekundární obvod MTP propojujeme vždy pomocí vodičů s dostatečným průřezem a svorkami, které zaručují minimální přechodové odpory. Příklady nesmějí zvyšovat zátěž Z_2 MTP
- začátek primárního vinutí označený "K" připojujeme ke zdroji, začátek sekundárního vinutí označený "k" k začátku proudové cívky wattmetru, označenému zpravidla šipkou

Štítkový údaj třídy přesnosti MTP (TP) resp. jemu odpovídající chyba převodu (někdy uváděna jako chyba proudu) a chyba fáze (někdy uváděná jako chyba úhlu) platí za předpokladu, že není překročena jmenovitá hodnota zdánlivého výkonu S_j , odebíraného v sekundárním obvodu transformátoru.

5.2. Domácí příprava

- 5.2.1. Prostudujte si teoretický úvod
- 5.2.2. Jak vypočtete nejistotu měření při měření výkonu ručkovým wattmetrem a měřicím transformátorem proudu?
- 5.2.3. Jak se vypočtou z ovzorkovaného průběhu napětí a proudu, i pro nesinusový průběh, efektivní hodnoty a činný výkon?
- 5.2.4. Proč je nutné měřit napětí na sekundárním vinutí MTP a jak zjistíte, není-li překročeno jeho dovolené zatížení

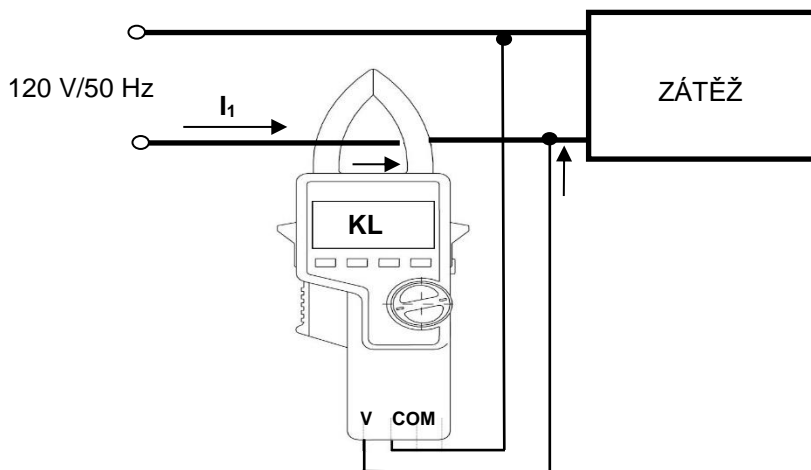
5.3. Úkol měření

- 5.3.1. Změřte činný výkon, účinník a zdánlivý výkon jednofázové zátěže. K měření použijte univerzální klešťový přístroj s číslicovým zobrazením (viz obr 5.1), činný výkon změřte rovněž pomocí ručkového wattmetru a měřicího transformátoru proudu (MTP) a vypočtete účinník, viz obr. 5.2. Při měření činného výkonu určete v obou případech rozšířenou nejistotu typu B ($k_r = 2$). U výsledků měření pomocí ručkového wattmetru korigujte chybu metody, chybu úhlu MTP zanedbejte. Posuďte, zda rozdíl hodnot měřených oběma přístroji odpovídá jejich uvedené přesnosti.

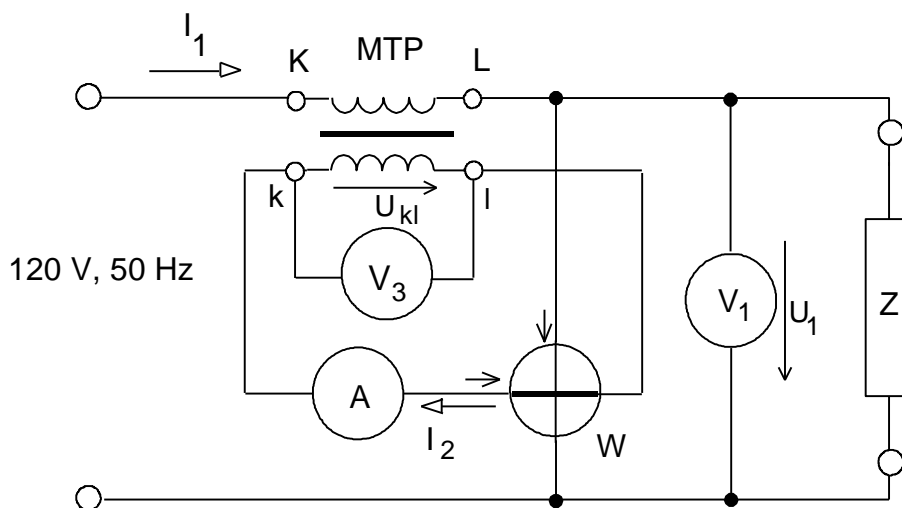
5.3.2. Změřte napětí na sekundárním vinutí MTP a zkontrolujte, není-li překročeno dovolené zatížení transformátoru.

Zátěž neponechávejte připojenou ke zdroji déle než 2 minuty - není dimenzována na trvalý provoz!!

5.4. Schéma zapojení



Obr. 5.1. Měření činného výkonu, účinníku a zdánlivého výkonu pomocí univerzálního klešťového přístroje



Obr. 5.2. Zapojení pro měření činného výkonu jednofázové zátěže pomocí ručkového wattmetru

5.5. Poznámky k měření

5.5.1. Měření klešťovým přístrojem

- Přístroj se zapne otočením přepínače volby měřené veličiny do polohy, při které žlutá značka na hmatníku ukazuje na symbol měřené veličiny. Po zapnutí proběhne autotest, při němž se krátkodobě zobrazí všechny segmenty zobrazovacího displeje. Dále následuje autokalibrace, kdy se na displeji zobrazí nápis "CAL". Během autokalibrace, trvající asi 15 s, se provádí i kompenzace zbytkového magnetického pole v obvodu kleští, jimiž přitom nesmí procházet vodič s proudem. Po autokalibraci se přístroj nastaví do automatické volby měřicího rozsahu daného polohou přepínače a na displeji je zobrazena funkce "AUTO".
- Měření skutečné efektivní hodnoty (TRMS) v případě proudu nebo napětí je na displeji indikováno jako "AC + DC". Pokud nelze okamžitě odečítat údaj měřené veličiny, je možno aktuální měřenou hodnotu uchovat stisknutím tlačítka „HOLD“. Stav se zruší následným stisknutím tohoto tlačítka, přičemž se obnoví měření. Pokud je měřená veličina mimo rozsah přístroje, objeví se na displeji L L L L L.
- Měření proudu se provede po ukončení autokalibrace, kdy se v poloze přepínače A čelistmi přístroje obepne vodič s měřeným proudem. Znaménko údaje bude odpovídat skutečnosti, pokud měřený proud bude vstupovat do magnetického obvodu čelistí ve směru šipky vyznačené na pouzdru přístroje v prostoru magnetického obvodu. Citlivost přístroje lze zvětšit ovinutím měřeného vodiče kolem čelistí magnetického obvodu. Skutečnou hodnotu měřeného proudu pak získáme dělením údaje displeje počtem průchodů vodiče magnetickým obvodem čelistí.
- Při měření napětí je přepínač volby měřené veličiny v poloze "V" a měřené napětí se přivádí vodiči do svorek označených symboly „V“ a „COM“.
- Při měření činného, popř. zdánlivého výkonu je přepínač volby měřené veličiny v poloze kW, popř. kVA. Bude-li napěťová svorka „V“ spojena při měření činného výkonu ve správné vzhledem k vodiči, který prochází kleštěmi, a proud vstupuje do magnetického obvodu ve směru šipky (viz označení šipek na obr. 6.1), bude údaj na displeji s kladným znaménkem, jedná-li se o odběr energie, a se záporným znaménkem, jedná-li se o dodávku. Bude-li vstup jedné z veličin obrácený, změní se znaménko údaje na minus. Také v tomto případě lze zvětšit citlivost měření analogicky jako při měření proudu zvětšením počtu závitů vodiče procházejícího kleštěmi a údaj na displeji dělit počtem závitů.
- Při měření účinníku je přepínač měřené veličiny v poloze "cos φ" a přístroj je zapojen stejně jako pro měření výkonu (obr. 6.1). V analogickém zapojení proudového a napěťového obvodu jako v předchozím případě bude kladné znaménko údaje odpovídat odběru energie a záporné dodávce. Symbol L nebo C na poslední pozici údaje znamená indukčnostní nebo kapacitní charakter zátěže. Vzhledem k tomu, že přístroj měří účinník při proudech větších než 40 A, je při menších měřených proudech zátěží potřeba zvětšit počet průvleků vodiče kleštěmi tak, aby jejich součin s procházejícím proudem převyšoval tuto hodnotu.

5.5.2. Měření ručkovým wattmetrem

- Zdroj napětí 120 V, 50 Hz (oddělovací transformátor)
- Protože při napájecím napětí 120 V protéká zátěží proud větší než 5 A, musí být při měření pomocí ručkového wattmetru použit měřicí transformátor proudu (MTP).
- Při provozu nesmí být sekundární obvod měřicího transformátoru proudu rozpojen. Primární i sekundární obvod MTP zapojujte vodiči s dostatečným průřezem s použitím svorek, které zaručují minimální přechodové odpory.