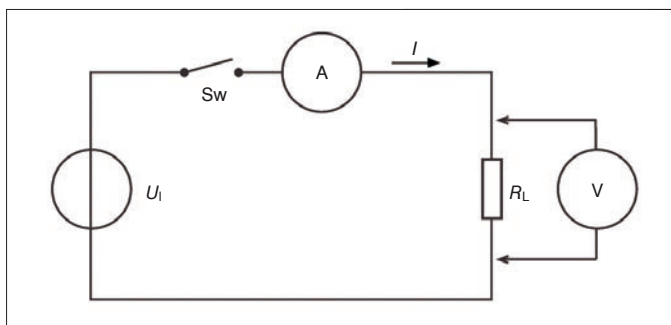


# Měření výkonu scopemetrem Fluke 190

Mnoho přístrojů měří napětí, jen některé měří i proud a pouze velmi málo přístrojů měří přímo i výkon. Otázka je, jak měřit výkon v systémech, které nepracují na síťové frekvenci. Řešením mohou být scopemetry Fluke řady 190.

## Měření výkonu

Výkon je velmi důležitý parametr pro porozumění vlastnostem systému. Předpokládejme elektrický obvod se zdrojem napětí  $U_1$ , spínačem Sw a zatěžovacím rezistorem



$R_L$  (obr. 1). Sepnutím spínače je připojeno napětí  $U_1$  k rezistoru  $R_L$  a začne protékat proud  $I$ . Rezistor se začne zahřívat výkonem:

$$P = U_1 I \quad (\text{W})$$

Toto je základní způsob měření výkonu stejnosměrného proudu, který zvládne i multimetr. Změří napětí  $U_1$  a proud  $I$  a vypočte výkon. Ve stejnosměrných systémech jsou všechny hodnoty statické, a proto není ani nutné měřit současně. Je-li zdroj střídavý, platí v zásadě stejné poměry, a pokud se měří skutečná efektivní hodnota napětí i proudu, získá se vynásobením potřebný výkon. Není-li zátěž čistě ohmická, ale obsahuje buď indukční nebo kapacitní složku, dojde k fázovému posunu mezi přiváděným napětím a protékajícím proudem. Tuto okolnost je tedy třeba brát v úvahu při výpočtu výkonu. Vztah pak je:

$$P = U_1 I \cos \varphi \quad (\text{W})$$

kde  $\varphi$  je fázový úhel mezi napětím a proudem. Většina multimetrů má pouze jeden pár svorek, a tak není schopna respektovat tento fázový úhel. Některé jsou sice vybaveny pro měření výkonu, ale vesměs měří postupně, a tedy nerespektují okamžitý fázový rozdíl mezi napětím a proudem. Pro tato měření je třeba použít jiné zařízení, jako je např. měřič výkonu, tj. wattmetr nebo osciloskop. Při měření výkonu na neznámých obvodech obsahujících indukční či kapacitní složky lze

s výhodou použít např. analyzátor kvality sítě **Fluke 43B** (obr. 2), který nabízí mnoho dalších funkcí pro zjišťování situace na daném obvodu. Pro některé uživatele však může být Fluke 43B příliš specializovaným přístrojem, přestože je velmi vhodný pro měření na regulovaných pohonech. Není však vhodný, jako většina analyzátorů kvality a výkonu, pro měření na frekvencích jiných, než je okolí síťové frekvence.

V této chvíli je třeba zvolit osciloskop. Vzhledem k tomu, že většina měření z oblasti výkonu se při údržbě vykonává přímo



Obr. 2. Analyzátor kvality sítě **Fluke 43B**

stroj konstrukčně odpovídající místu měření. Toto je stanoveno normou ČSN EN 61010, která definuje kategorie instalace z hlediska přetížitelnosti měřících přístrojů. Jen velmi málo osciloskopů vyhovuje potřebné kategorii CAT III 600 V, která je minimem pro

Ing. Jaroslav Smetana, Blue Panther, s. r. o.

použití na vnitřních rozvodech v průmyslových závodech. Scopemetry (přenosné osciloskopy) **Fluke 190** (obr. 3) těmto požadavkům plně vyhovují, navíc jsou napájeny z akumulátoru.

Scopemetry Fluke mají dva vstupní kanály a mohou měřit jak napětí, tak i proud ve stejném okamžiku a zobrazit i fázový úhel mezi nimi.



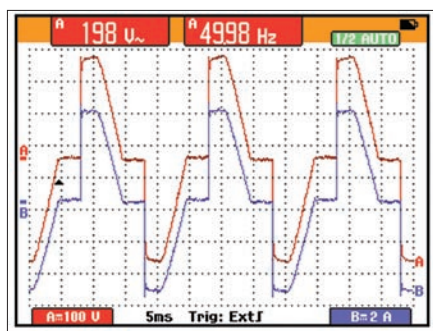
Obr. 3. Scopemetr **Fluke 190**

Nejsou-li měřené napětí či proud čistě sinusové a zátěž není čistě ohmická, stává se měření výkonu komplexním problémem a nelze využít multimetr. Navíc, pokud frekvence měřených veličin není blízká síťové, nelze použít ani většinu analyzátorů.

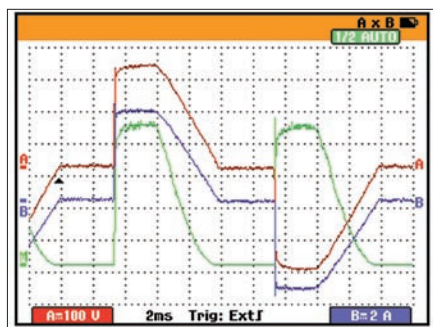
Při tomto měření je třeba průběžně měřit proud a napětí, vypočítat okamžitý výkon a zobrazit jeho grafický průběh. Toto vše může přístroj Fluke 190 vykonávat do frekvence až 200 MHz.

## Příklad měření na stmívači

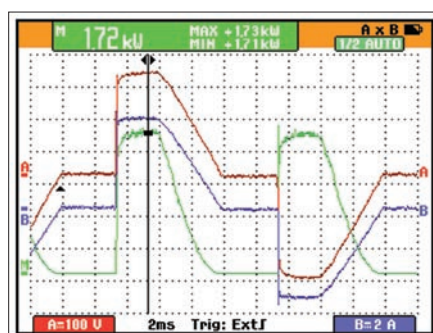
Stmívač je obvykle tyristorem řízený regulátor výkonu, kdy proud zátěží prochází pouze po dobu části periody. Výsledkem je, že napětí na zátěži – světelných zdrojích, je možné regulovat fázovým úhlem. Měření napětí na obr. 4 (kanál A) ukazuje, že výstup je aktivní pouze po dobu asi 120° každé půlperiody a jednu třetinu této doby je stmívač vypnut. Změnou fáze lze zvyšovat nebo snižovat intenzitu osvětlení, tj. rozsvěcet nebo stmívat. Na obr. 4 je také zřejmý výsledný proud protékající žárovkami (kanál B – modrý průběh). Scopemetr je možné nastavit tak, aby na třetí stopě zobrazil



Obr. 4. Zobrazení průběhů měření na stmívači

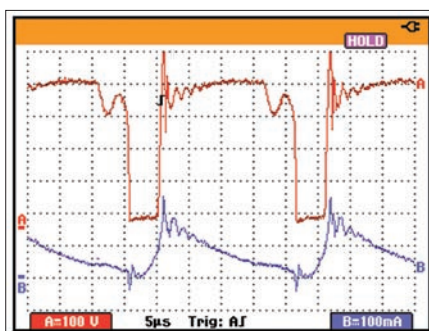


Obr. 5. Zobrazení okamžitého součinu kanálů

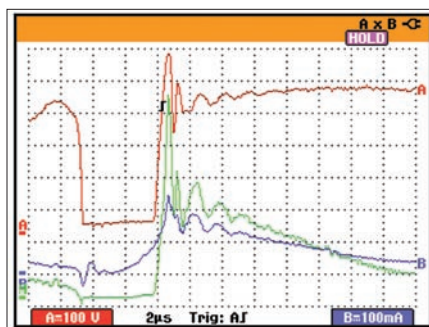


Obr. 6. Odečet okamžitého výkonu v kterémkoliv časovém úseku

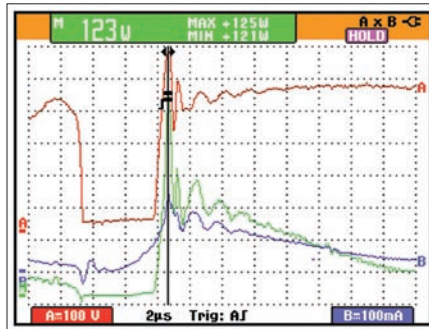
okamžitý součin kanálů (A-B). Na obr. 5 je zobrazeno napětí (červený kanál A), proud (modrý kanál B) a vynásobený průběh výkonu (M – zelená stopa), zobrazující výkon dodávaný do svítidel. Pomocí kursoru lze odečíst okamžitý výkon v kterémkoliv časovém úseku (obr. 6).



Obr. 7. Zobrazení napětí a proudu na tranzistoru



Obr. 8. Grafický výpočet výkonu



Obr. 9. Použití kursoru k odměření špiček výkonu

### Měření výkonu ve spínaných zdrojích

Dalším příkladem může být měření výkonu na spínacím tranzistoru spínaného zdroje. Usměrněné střídavé napětí sítě je zde přiváděno na tranzistor, který budí transformátor. Na obr. 7 je možné vidět napětí na tranzistoru

(stopa A – červená) a proud tranzistorem (stopa B – modrá). Vrcholová hodnota napětí je 400 V a proudu 200 mA. Jedna perioda napětí je 26 µs, tzn. asi 36 kHz. Tato frekvence se může měnit u některých typů zdrojů podle zátěže a síťového napětí.

Z průběhů na obr. 7 lze vypočítat výkon, který zpracovává tranzistor, vynásobením obou grafů (obr. 8). Je možné použít kursor k odměření špiček výkonu (obr. 9). Zde je zřejmé, že tranzistor zpracovává vrcholový výkon 123 W. Tato informace může být důležitá jak při vývoji, tak i při opravách zdrojů. Celková energie zpracovávaná v určitém intervalu bude změřený výkon za dobu:

$$W = Pt \quad (W \cdot s)$$

Výsledek je vyjádřen ve wattsekundách označovaných jako joule (J). Scopemetr umožňuje změřit i celkový výkon za periodu času a zobrazit jej přímo ve wattsekundách. Na obr. 10 lze přímo vidět, že mezi dvěma kursory uvnitř jedné periody napájecího napětí stmívače je dodána energie 10,09 W·s. Jedna perioda sítě v tomto případě je 20 ms, tj. 0,02 s. Výkon stmívače v tomto stavu je přibližně  $10,09/0,02 = 505$  W.

V praxi je nejlepší měřit proud obvodu s použitím proudových kleští, které jsou dodávány jak pro měření střídavého proudu (AC), tak i střídavého a stejnosměrného proudu (DC). Například model 80i-100s obr. 11 měří proud AC a DC 0 až 100 A. V tomto případě není nutné rozpojovat měřený proudový obvod.

Scopemetry Fluke 190 mohou být velmi dobrým nástrojem i v oblasti údržby regulovaných pohonů nebo nepřerušitelných zdrojů napájení (UPS – *Uninterruptible Power Supply*), jakož i v mnoha dalších průmyslových aplikacích, kde je třeba měřit průběhy proudu a napětí, ale i výkonu.

Další informace nejen o scopemetrech Fluke 190 mohou zájemci získat na adrese výhradního distributora firmy Fluke FPM:

**Blue Panther, s. r. o.**

**Na Schůdkách 10**

**143 00 Praha 4 – Modřany**

**tel.: 241 762 724-5, fax: 241 773 251**

**e-mail: info@blue-panther.cz**

**http://www.blue-panther.cz**