

Ošemetná hodnota elektrického proudu -

Napsal/a: bernard

Datum zveřejnění: : 4. 09. 2010 v 15:57

Že jeden a ten samý proud se může pochválit různými hodnotami, to ví kdejaký elektrikář, a hbitě je dokáže i vyjmenovat: okamžitá, střední, efektivní, maximální – a možná i nějaká jiná. Ošemetná hodnota však není nějaká ta další, tou právě bývá už uvedená efektivní hodnota. Snad každý elektrikář je přesvědčen, že efektivní hodnotě rozumí, a asi má i pravdu, přesto všechno se občas v nějaké diskusi strhne prudká hádka o tom, jestli něco je nebo není správná efektivní hodnota.

Příčina bude asi v tom, že některé definice nejsou zcela jednoznačné a připouštějí i mylný výklad.

Podívejme se na jednu z nich (A):

Efektivní hodnota střídavého proudu (I_{ef}) je rovna hodnotě stejnosměrného proudu, který by při průchodu odporovou zátěží dával stejný průměrný výkon.

Toto je častá definice, která však svou nepřesnou terminologií svádí k mylným interpretacím:

- střídavý proud – tímto termínem označujeme proud, který mění svůj směr v sledovaném obvodu v závislosti na čase. Efektivní hodnotu však můžeme přiřadit i proměnnému proudu, který svůj směr nikdy nezmění;
- stejnosměrný proud – zde není dostatečně zdůrazněn fakt, že efektivní hodnota představuje nejen stejnosměrný, ale současně i konstantní, tedy neproměnný proud
- odporová zátěž – i tu je namístě zdůraznit, že se jedná o konstantní, tedy neměnnou zátěž, a sice tu, ke které sledovaný průměrný výkon vztahujeme;
- čas – není zmíněn, protože je jasné, že plyne stejně pro efektivní i proměnnou hodnotu. Ale uvidíme, že se úplně ignorovat nedá.

Daleko přesnější definicí by se tedy jevila tato (B):

Efektivní hodnota proměnného proudu (I_{ef}) je rovna hodnotě konstantního proudu, který by při průchodu stejnou konstantní odporovou zátěží za stejný čas vyvinul stejné množství tepla.

Můžeme si všimnout, že ani jedna z uvedených definic nehovoří o periodickém nebo dokonce harmonickém průběhu proudu, ten proud může být proměnný libovolným způsobem (dokonce i neproměnný, ale potom je totožný se svou efektivní hodnotou).

S použitím definice B si můžeme vyzkoušet jednoduchý příklad. A protože množství vyprodukovaného tepla v této definici zmíněné se rovná vykonané elektrické práci ($1 J = 1 Ws$), správný výsledek dostaneme i porovnáním stejného množství elektrické práce.

Příklad: Odpořem 5Ω protéká po dobu $T_1=3$ s proud I s hodnotou 10 A a dalších 7 s neteče žádný proud. Jde tedy o proud proměnný, i když stejnosměrný. Dá se určit jeho efektivní hodnota?

$$W = I^2 \times R \times T_1 = 10^2 \times 5 \times 3 = 1500 \text{ Ws};$$

Tuto práci vykonal impuls proudu ve třech sekundách a stejně tak i v celých deseti, protože těch dalších 7 sekund už žádnou práci nepřispělo. Stejnou práci by pomyslně vykonal proud s efektivní hodnotou I_{ef} , plynoucí rovnoměrně v celé uvažované době $T=10$ s:

$$W = I_{ef}^2 \times R \times T;$$

$$I_{ef} = \sqrt{W \div (R \times T)} = 5,48 \text{ A};$$

A po skončení těch 10 s? Pokud se průběh proudu opakuje znovu se stejnými parametry, vypočítali jsme efektivní hodnotu v jedné periodě a ta je potom stejná i pro všechny další periody. A když se už nic neopakuje, skončil zkrátka proměnný proud i jeho efektivní hodnota, vztáhnuté na dobu působení 10 s.

Opravdu můžeme s časem nakládat takto podle libosti? Představme si, že tím odporem v uvedeném příkladě (nyní řekněme $0,05 \Omega$) je tavná pojistka na 16 A a obvodem teče proud 100 A po dobu 1 s, dalších 99 s neteče nic, no a tato perioda 100 s se má opakovat dokola. Teoreticky to možné je, neboť I_{ef} by byl jen 10 A, ale správně tušíte, že pojistka tu první sekundu ve zdraví nepřežije a nedočká se chvíle, kdy by se neporušené žhavé vlákno mohlo opět začít ochlazovat. Zdravý selský rozum tedy napovídá, že proudové a časové parametry by měly být uvažovány takové, aby změna teploty odporu v průběhu jedné periody byla nepatrně malá, což je v praxi splněno hlavně tím, že „normální“ periody jsou mnohem kratší než sekundy nebo jejich desítky. Tu uvedené časové proporce jsou jen ilustrativní a od praxe značně vzdálené.

Vraťme se ještě na chvíli k vyjádření rovnosti vyprodukovaného tepla proměnnou a efektivní hodnotou z našeho příkladu:

$I^2 \times R \times T1 = I_{ef}^2 \times R \times T$; což je to samé jako: $I^2 \times T1 = I_{ef}^2 \times T$; odpor R je prostě možné vykrátit.

Jak je vidět, v tomto případě (ale i ve všech ostatních) pro výpočet efektivní hodnoty velikost odporové zátěže vůbec nepotřebujeme znát, stačí přesně vědět jen časový průběh proměnného proudu. Toto svádí k jinému typu ošemetného omylu - efektivní hodnotu proudu takto vypočítanou přisoudit i zátěži, která není reálným odporem. Například takto vypočítaný efektivní výstupní proud (např. 5 A) dobíječky baterie 12 V nesmí být zneužit na tvrzení o výstupním výkonu 60 W dodávaném do té baterie. Ale správný bude snad výrok, že na sekundárním vinutí transformátoru nabíječky o odporu $0,4 \Omega$ vzniká průchodem toho proudu výkonová ztráta 10 W.

A několik poznámek na závěr:

- Vše, co tu bylo řečeno o proudu, platí obdobně i pro napětí;
- Nic z toho, co tu bylo řečeno o efektivní hodnotě proudu, neplatí o hodnotě výkonu. Vykonaná práce je daná součinem průměrného výkonu a času, takže nějaká efektivní hodnota výkonu nemá žádné opodstatnění;
- Promiňte, že vám tu vykládám takové samozřejmosti 😊