

Zadání:

1. Seznamte se s principy měření spotřeby elektrických zařízení a ovládním měřiče spotřeby EnergyLogger 3500.
2. Změřte spotřebu PC vybaveného grafickým akcelerátorem ATI Radeon HD 4800 v různých režimech zátěže popsaných v příloze.
3. Měření opakujte pro PC stejné konfigurace bez grafického akcelerátoru.
4. Změřte spotřebu PC postaveného na platformě Intel ATOM (netbook).
5. Změřte spotřebu monitoru CRT a TFT v různých režimech zátěže.
6. Diskutujte výsledky měření.

Úvod

Spotřeba elektrické energie se v dnešní době dostává do popředí mnoha různých diskuzí. Na internetových portálech lze najít obsáhlé diskuze, jak šetřit elektrickou energii a řadu tvrzení o tom, který spotřebič je energeticky méně náročný než jiný. V této úloze se zaměříme na měření spotřeby počítačů, které se vyskytují téměř v každé domácnosti. Ukážeme si, že spotřeba počítače je závislá na jeho HW konfiguraci i na software, který je na počítači používán.

Principy měření spotřeby

Moderní měřiče spotřeby umožňují měřit přímo spotřebovanou elektrickou energii. My se však v našem měření zaměříme na okamžitý příkon počítače, přičemž pro výpočet spotřeby elektrické energie E použijeme vzorec

$$E = Pt$$

kde P je příkon a t je čas. Vzhledem k omezenému času našeho měření je tedy jednodušší změřit okamžitý příkon počítače při provádění dané úlohy a pak spočítat energii spotřebovanou při dlouhodobém provádění úlohy, než nechat úlohu provádět několik desítek minut a měřit přitom spotřebu elektrické energie. Dalším důvodem pro měření okamžitého příkonu je fakt, že počítač přepíná mezi různými úlohami a tedy v průběhu dlouhodobějšího měření bychom nebyli schopni zajistit, aby pracovala jen měřená část počítače.

V předchozím odstavci jsme si zvolili způsob měření, nyní se zaměříme na vlastní měření příkonu elektrického zařízení. Příkonem zařízení se rozumí výkon střídavého proudu, který se do zařízení dodává z napájecí sítě. Výkon střídavého proudu se dělí na činný a jalový.

Činný výkon P se počítá podle vzorce

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t) dt = UI \cos \varphi$$

kde U je efektivní hodnota napájecího napětí, I je efektivní hodnota střídavého proudu a ϕ je fázový posun mezi napětím a proudem (u čistě odporové zátěže je tedy nulový). Činný výkon má jednotku watt a je to výkon, který je v obvodu schopen vykonávat práci.

Jalový výkon se značí Q a spočítá se podle vzorce

$$Q = UI \sin \varphi$$

kde je označení veličin stejné jako v předchozím případě. Jalový výkon označuje tu složku výkonu, která se beze ztrát přenáší mezi zdrojem a spotřebiče tam a zpět. Tento výkon není schopen v obvodu vykonávat žádnou práci. Jeho jednotkou je *voltamper reaktanční*, který se značí VAR. Moderní elektrické obvody obsahují prvky, jejichž cílem je minimalizovat jalový příkon obvodu.

Z čistě praktických důvodů se zavádí zdánlivý výkon S jako součin efektivní hodnoty napětí U a efektivní hodnoty proudu I . Aby se odlišil od činného výkonu, udává se ve *voltampérech* (VA). Ačkoli jednotka voltampér je totožná s watterem, vyvinul se tento způsob označování jednotek výkonu z praxe. Zdánlivý výkon se spočítá podle vzorce

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

nebo

$$S = UI.$$

Zdánlivý výkon představuje maximální výkon, který může proud podat a jeho znalost je důležitá například pro volbu elektrických strojů v elektrárnách a pro určení rozměrů vedení. Tento výkon se zavádí také proto, že mnoho součástek má vlastnosti závislé na jeho hodnotě.

Popis měřiče spotřeby EnergyLogger 3500



Použitý měřič

K měření použijeme měřič spotřeby EnergyLogger 3500 od firmy Voltcraft. Tento přístroj měří příkon ve střídavé síti o napětí 230V. Jeho technické parametry jsou následující:

- Provozní napětí 230 V/AC
- Měření spotřeby: 1 Wh až 9999 kWh
- Třída přesnosti: $\pm 1\% + 1$ digit
- Max. příkon měřeného spotřebiče: 1,5 W až 3500 W, rozlišení 0,1 W
- Jmenovitý vlastní příkon cca 1,8 W
- Doba záznamu max. 4 měsíce
- Rozměry (š x v x h): (135 x 82 x 70) mm.

Výhodou tohoto přístroje je minimální množství nastavení, které je třeba provádět před započítáním samotného měření. Přístroj se zapojí do zásuvky a po chvíli sám začne vypisovat informace o síti, do které byl připojen. Do zásuvky v přístroji je pak třeba připojit měřené zařízení. Zařízení lze do měřiče připojovat i za běhu měřiče, **ale ne za běhu zařízení**. Tlačítkem MODE se lze přepínat mezi jednotlivými módy měření. Pro vlastní měření nás budou zajímat pouze první dva režimy.

První režim je ten, který se aktivuje ihned po připojení měřiče do zásuvky. Tento měřič vypisuje aktuální změřené napětí v elektrické síti, odebíraný proud a frekvenci sítě. S těchto údajů však nelze určit činný příkon spotřebiče, pouze zdánlivý. Proto vlastní měření budeme provádět v druhém režimu.

Druhý režim ukazuje změřené hodnoty činného výkonu proudu procházejícího měřičem, hodnotu zdánlivého výkonu a v posledním řádku se vypisuje hodnota účinníku, tedy poměru mezi činným a zdánlivým výkonem. Tento režim je zobrazen na obrázku.

Další režimy pak vypisují informace o celkové spotřebě od posledního resetování přístroje, cenu spotřebované energie a další informace, které v našem měření nebudeme sledovat.

Popis prováděných experimentů

1) Nejprve provádějte experimenty na PC vybaveném grafickým akcelerátorem. Na toto PC je možno pohlížet jako na sestavu umožňující hraní náročných počítačových her.

a) Změřte spotřebu PC bez zatížení

Zapojte měřič spotřeby a spusťte PC. Při výběru operačního systému odečtěte spotřebu PC. Poté pokračujte v bootování počítače do operačního systému Windows. Pro pokračování experimentu je nutno ověřit, že veškeré programy zatěžující procesor jsou vypnuty. To lze snadno provést pomocí taskmanageru, který se v operačním systému Windows XP vyvolává kombinací kláves CTRL+ALT+DEL.

Ověřte, že je pozastaven výpočet programu folding@home v dolní liště. Poté můžete provést měření. Naměřená hodnota odpovídá spotřebě, kterou má PC v době, kdy není používáno žádným programem. Po odečtení hodnoty okamžité spotřeby simulujte práci na PC (psaním ve Wordu) a zjistěte, jak se změní spotřeba PC.

b) Změřte spotřebu PC při zatížení CPU

Po ukončení předchozího měření spusťte program Boincmanager. Program se spouští ikonou na ploše, ale ukončíte ho klasickým způsobem, pouze se zmenší do ikony v pravém rohu lišty. Proto před spuštěním ověřte, že v systému již není Boincmanager spuštěn. Pokud ano, otevřete jej poklikáním na ikonku v liště. V Boincmanager je

nainstalován projekt `rosseta@home`. Tento projekt aktivujete pomocí tlačítka Obnovit v levé části panelu projekty. BOINC nyní vytíží obě procesorová jádra na maximální možný výkon. Nyní proveďte měření spotřeby PC.

c) Změřte spotřebu PC při výpočtech na GPU

Po skončení měření spotřeby CPU opět zastavte výpočet programu BOINC a minimalizujte Boincmanager. Pomocí ikony v liště aktivujte výpočet projektu `foldings@home` na grafickém akcelérátoru. Tento projekt plně zatíží GPU vědeckými výpočty. Povšimněte si, že projekt také zatěžuje jedno jádro CPU, čímž ovlivňuje výsledky měření. Změřte celkovou spotřebu PC.

d) Změřte spotřebu PC při zatížení GPU herními výpočty

Po ukončení předchozího testu opět pozastavte výpočet `foldings@home`. Pomocí ikony na ploše spusťte program 3D Mark 2001. Spusťte testy a změřte spotřebu PC při jednotlivých testech. Různé testy simulují různé typy herní zátěže GPU.

e) Změřte změnu spotřeby PC při rozšíření plochy na druhý monitor

Pomocí vlastností plochy aktivujte zobrazování i na druhý připojený monitor. Určete změnu spotřeby PC při pouhém rozšíření plochy. Poté spusťte aplikaci `AlphatoCoveredge` a roztáhněte její zobrazovací okno přes oba monitory. Určete změnu spotřeby PC, pokud na každém monitoru běží jiná část aplikace. Pomocí nastavování různých rozlišení na monitorech určete, zda má na změnu spotřeby vliv druhý monitor a nebo zvětšení zobrazovací plochy zařízení. Pokuste se formulovat, pokud existuje, souvislost mezi potřebným výpočetním výkonem a spotřebou grafického akcelérátoru. Na závěr deaktivujte zobrazování plochy na druhý monitor.

f) Změřte spotřebu PC při práci s HDD

Pro určení změny spotřeby disku je vhodné použít takový nástroj, který s diskem sice pracuje, ale při tom minimálně zatěžuje procesor. Takovou úlohou je například formátování. Proto spustíme kompletní formátování disku E. V průběhu formátování odečteme hodnotu spotřeby PC. Při interpretaci hodnoty je důležité si uvědomit, že disk byl zapojen i v předchozích úlohách a proto naměřená změna spotřeby odpovídá pouze energii potřebné pro vlastní zápis a nikoliv pro samotný provoz disku.

g) Změřte spotřebu PC při práci s CD-ROM mechanikou

Vložte do mechaniky připravené CD a sledujte okamžitou spotřebu PC. Diskutujte změnu spotřeby a její průběh. Odpovězte na otázku, jaká operace s CD nejvíce ovlivnila spotřebu elektrické energie. Poté, co se spotřeba po vložení CD opět ustálí, zkopírujte video soubor z CD na disk počítače a opět sledujte změnu spotřeby při kopírování.

h) Určete spotřebu PC při přehrávání video souboru

Nejprve spusťte přehrávání video souboru z přiloženého média. V průběhu přehrávání změřte spotřebu PC. Poté přehrávání zastavte a vyjměte CD. Opět spusťte přehrávání video souboru, tentokrát z pevného disku, kam jste jej nakopírovali v předchozí úloze. Diskutujte změnu spotřeby PC při přehrávání videa a pokuste se ji uspokojivě vysvětlit.

- 2) Další experimenty provádějte na PC bez grafického akcelérátoru ATI RADEON HD 4800. Tato PC sestava odpovídá výkonnému kancelářskému stroji a od předchozí sestavy se liší pouze absencí grafického akcelérátoru a méně výkonným zdrojem.
 - a) Nejprve zopakujte experimenty z předchozího odstavce, které nevyžadují grafický akcelérátor. Výsledky těchto experimentů srovnajte s výsledky získanými s předchozím PC.
 - b) Poté pokračujte experimentem s FITkitem. Připojte FITkit k PC a změřte změnu spotřeby při jeho připojení. Nahrejte do FITkitu několik aplikací a zkoumejte změnu spotřeby PC. Odpovězte si na otázku, zda má typ aplikace ve FITkitu nějaký vliv na spotřebu PC.
- 3) Jako poslední krok zopakujte experimenty na platformě Intel ATOM.
- 4) Diskutujte rozdíly ve spotřebě pro jednotlivé platformy a stanovte vhodný typ aplikací pro jednotlivé sestavy.