

Úloha I.2 ... Digitální hodiny

6 bodů; (chybí statistiky)

Klárka trávila polovinu naší zimy ve slunné letní Brazílii. Bohužel, v průběhu té doby došlo kvůli nedostatku dodávky elektřiny do Kosova k poklesu průměrné frekvence střídavého proudu (po celou tu dobu) v celé Evropě z 50 Hz na 49,996 Hz. Zpoždění sítě se pak pro Klárku projevilo náhle po přeletu do Česka – večer si doma, jak byla Klárka vždy zvyklá, nastavila budík na termostatu, který určuje čas pomocí této frekvence. Budík ji měl vzbudit správně v 8 ráno, ale zazvonil o 6 minut později. Určete, před jak dlouhou dobou potíže s frekvencí střídavého proudu začaly.



Při pohledu na tuto úlohu by se nám mohla zdát fyzikálně zdánlivě neřešitelná, máme pouze dvě veličiny a ještě k tomu ani na první pohled moc netušíme, jaký je mezi nimi vztah.

První veličinou je celkový čas, o který se hodiny zpozdily, a druhou je frekvence. Frekvence je veličina vyjadřující, kolikrát se za jednotku času (sekundu) opakuje nějaký děj. Namísto fráze „za sekundu“ používáme jednotky hertz – Hz. V případě střídavého proudu tím myslíme, kolikrát za sekundu změní elektrický proud z běžné zásuvky svůj směr „tam a zase nazpátek“. Tato frekvence je v zásuvce přesně udržována a některé připojené přístroje měří čas právě pomocí počítání těchto změn směru proudu, kterým jsou napájeny¹.

Při dané frekvenci je jednoduché si uvědomit, že jejím znásobením s tzv. periodou, tj. časovým trváním jednoho zmíněného děje, dostaneme jedničku². Jinak řečeno, pro frekvenci f a periodu T platí vztah $f = 1/T$.

Mluvme tedy radši o periodě, která je lehce představitelná, a ne o frekvenci. V příkladu vystupují dvě periody. První perioda, kterou si označíme T_1 , značí čas, za který proud v zásuvce v běžném případě změní směr. Tato perioda také značí nejmenší časovou jednotku, kterou jsme ze sítě schopni změřit, tudíž se jakýkoliv čas měří v násobcích T_1 . Druhou máme periodu, označíme si ji T_2 , jež značí nejmenší časovou jednotku pro zpožděný budík.

Perioda T_2 je trochu zvláštní, neboť budík je nastaven tak, aby ji vnímal jako periodu T_1 . Víme, že za čas t budík posunul ručičku dopředu t/T_2 -krát, nicméně za každé posunutí ji posunul dopředu o T_1 . Proto za čas t ukázal čas $t_2 = T_1 \cdot t/T_2$.

Pomocí této rovnice však již můžeme spočítat, jak dlouho budík běžel se špatnou frekvencí. Pokud si označíme správnou frekvenci sítě jako f_1 a špatnou jako f_2 , můžeme si pomocí nich vyjádřit T_1 a T_2 . Dále rovnici použijeme pro případ, kdy budík běžel hledaný čas t a následně ukázal o šest minut nižší čas (budík zazvonil později, než měl). Z toho plyne, že $t_2 = t - 360$ s.

¹Tato metoda se k pohonu hodin používá už zhruba sto let.

²Protože frekvence je převrácená hodnota periody.

Dostaneme tedy tuto rovnici:

$$\begin{aligned}t_2 &= \frac{t}{T_2} T_1, \\t - 360 \text{ s} &= \frac{t}{f_1} f_2, \\t - t \frac{f_2}{f_1} &= 360 \text{ s}, \\t \left(1 - \frac{f_2}{f_1}\right) &= 360 \text{ s}, \\t \frac{f_1 - f_2}{f_1} &= 360 \text{ s}, \\t &= \frac{f_1}{f_2 - f_1} \cdot 360 \text{ s}.\end{aligned}$$

Po dopočítání nám vyjde časová prodleva v sekundách, a po správném převodu tak zjistíme, že potíže s proudem začaly přibližně před 52 dny a 2 hodinami.

Karolína Letochová

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.