PREVENCE ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Příklady:

5. **Výpočet úbytku napětí na venkovním vedení**
6. **Kontrola úbytku napětí na vedení**
7. **Výpočet úbytku napětí**

Ing. Miroslav Fiala 2004

Příklad 5. Výpočet úbytku napětí na venkovním vedení

Venkovní vedení 3 x 400 V Cu, s = 50 mm^2 napájí ve vzdálenosti 250 m elektromotor o výkonu 25 kW, cosφ = 0,8; vzdálenost vodičů je 40 cm. Dovolený úbytek napětí je 8 %.
Vypočítejte skutečný úbytek napětí, když z katalogu výrobce odečteme, že R = 0,356 Ω/km; a X = 0,296 Ω/km (pro vzdálenost vodičů 40 cm). Jaká bude hodnota celkového úbytku napětí, když prodloužíme vedení stejným průřezem o 350 m a na konci vedení bude opět napojen elektromotor o výkonu 25 kW. Bude vedení vyhovovat?

1. verze

$$P = \sqrt{3 \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi} \Rightarrow I = \frac{2510^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0{,}8} = 45{,}1 \text{ A}$$

η = 100 %
$P_p = P_N$

$$\Delta U_1 = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R' \cdot \cos\varphi + X' \cdot \sin\varphi) = \sqrt{3} \cdot 45{,}1(0{,}089 \cdot 0{,}8 + 0{,}074 \cdot 0{,}6) = 9{,}03 \text{ V}$$

$$R' = R \cdot 0{,}25 = 0{,}089 \ \Omega$$

$$X' = X \cdot 0{,}25 = 0{,}074 \ \Omega$$

dovolený úbytek ΔUd = 400 . 0,08 = 32 V VYHOVUJE

$$\Delta U_2 = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R'' \cdot \cos\varphi + X'' \cdot \sin\varphi) = \sqrt{3} \cdot 45{,}1(0{,}17088 + 0{,}10656 \cdot 0{,}6) = \sqrt{3} \cdot 45{,}1 \cdot 0{,}23472 = 21{,}67 \text{ V}$$

$$R'' = R \cdot 0{,}8 = 0{,}2136 \ \Omega$$

$$X'' = X \cdot 0{,}6 = 0{,}1776 \ \Omega$$

dovolený úbytek $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$ = 27,365 V což je 7,67 % - VYHOVUJE

1. verze

$$\Delta U_1 = \sqrt{3} \cdot 2 \cdot I(R' \cdot \cos\varphi + X' \cdot \sin\varphi) = 18{,}06 \text{ V}$$

$$\Delta U_2 = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R'' \cdot \cos\varphi + X'' \cdot \sin\varphi) = \sqrt{3} \cdot 45{,}1(0{,}09968 + 0{,}06216) = \sqrt{3} \cdot 45{,}1 \cdot 0{,}16184 = 12{,}642 \text{ V}$$

$$R''' = R \cdot 0{,}35 = 0{,}1246 \ \Omega$$

$$X''' = X \cdot 0{,}35 = 0{,}1036 \ \Omega$$

ΔU = 30,70 V což je 7,67 % - VYHOVUJE

Obě verze jsou správné.

Příklad 6 Kontrola úbytku napětí na vedení

Ověření úbytků napětí
Zbytové rozvodnice je veden jednofázový světelný vývod 230 V o průřezu 1,5 mm^2 Cu délky 25 m jištěný jističem I_n = 10 A. Odpovídá tato délka pro uvedený průřez předepsanému úbytku napětí 2 %?

Řešení:
Z tabulky 60 pro jištění vedení průřezu 1,5 mm^2 Cu odečteme, že pro jištění jističem 10 A se délka vedení, které má úbytek napětí 1 %, rovná 8 m. Pro úbytek napětí 2 % je to dvojnásobek, tj. 16 m. Aby tento úbytek napětí byl dosažen i při délce vývodu 25 m, je nutné zvýšit průřez v poměru 25:16. To znamená, že průřez bude muset být alespoň 1,5 . (25/16) = 2,34 mm^2. K němu nejblíže vyšší je průřez 2,5 mm^2. Pro daný světelný vývod je tedy volit vedení o průřezu 2,5 mm^2 Cu.

Komentář
To, že je vedení jištěno jističem 10 A ještě neznamená, že připojený, např. světelný vývod, je tomu odpovídajícím výkonem také zatížen. Připojený výkon nemusí být 2,3 kW, ale může se trvale uvažovat např. jen s výkonem 1 kW. Jemu odpovídající proud je pak 1000 W/230 V = 4,34 A. Z tabulky 60 vidíme, že pro proud 4 A je délka vedení 1,5 mm^2 Cu odpovídající úbytku napětí 1 % rovna 20 m, pro 2 % je to pak 40 m. Pro dané zatížení 1 kW tedy vývod 1,5 mm2 Cu dlouhý 25 m zcela vyhovuje. (Úbytek napětí na něm je (4,34/4) . (25/20) = 1,36 %. Do délky světelného vývodu, na němž vzniká úbytek napětí, se kromě samotného vedení ke svítidlům počítají i vedení k vypínačům a přepínačům.

V praxi se různé zkratové proudy mohou vypočítat pomocí následujících vzorců:

P2.1.1 Maximální proud

P2.1.1.1 I_{k3} třífázový symetrický zkratový proud [kA]:

$$I_{k3} = \frac{U_0}{Z_f} = \frac{U_0}{\sqrt{\left[R_T + \rho \frac{L}{S_f \cdot N_f}\right]^2 + \left[X_T + \lambda \frac{L}{N_f}\right]^2}},$$

kde:

Z_f ... je impedance (rezistance spolu s reaktancí) fáze (fázového vodiče spolu s impedancí zdroje) od začátku sítě až k místu zkratu [mΩ],

R_T, X_T ... jsou složky impedance (tj. rezistance R_T a reaktance X_T) jedné fáze od začátku sítě až k začátku uvažovaného obvodu spolu s impedancí zdroje (obvykle transformátoru) [mΩ],

L ... je jednoduchá délka vedení [m],

S_f ... je průřez fázových vodičů uvažovaného obvodu [mm²],

N_f ... je počet paralelních fázových vodičů,

ρ ... je rezistivita vodičů (může se počítat, že vlivem zvýšené teploty je v některých případech vyšší než rezistivita při 20 °C) [mΩ . mm²/m],

λ ... je reaktance na jednotku délky vodičů [mΩ/m],

U_0 ... je fázové napětí naprázdno [V].

P2.1.1.2 I_{k2} dvoufázový zkratový proud [kA]:

$$I_{k2} = \frac{U_0 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot Z_f} = 0{,}86\, I_{k3}.$$

P2.1.1.3 I_{k1} jednofázový zkratový proud [kA]:

$$I_{k1} = \frac{U_0}{Z} = \frac{U_0}{\sqrt{\left[R_T + R_n + \rho \cdot L\left(\frac{1}{S_f \cdot N_f} + \frac{L}{S_n \cdot N_n}\right)\right]^2 + \left[X_T + X_n + \lambda L\left(\frac{1}{N_f} + \frac{1}{N_n}\right)\right]^2}},$$

kde:

R_n, X_n ... jsou složky impedance (tj. rezistance R_n a reaktance X_n) středního vodiče spolu s odpovídající impedancí zdroje (obvykle transformátoru) od začátku sítě až k začátku uvažovaného obvodu [mΩ],

S_n ... je průřez středního vodiče uvažovaného obvodu [mm²],

N_n ... je počet paralelních středních vodičů.

Příklad 7. Výpočet úbytku napětí

Příklad výpočtu úbytku napětí ve střídavé síti počítáme pouze s činnou složkou úbytku napětí, přičemž se činná složka násobí součinitelem respektujícím vliv induktivního odporu.

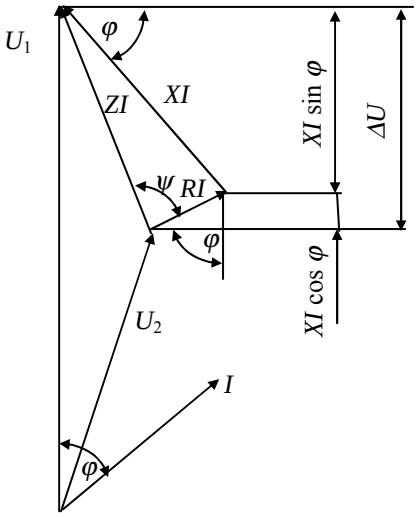
$$\Delta U = RI\cos\varphi + XI\sin\varphi$$

$$\Delta U = RI\cos\varphi\left(1 + \frac{XI\sin\varphi}{RI\cos\varphi}\right)$$

$\frac{X}{R} = tg\psi$ a po dosazení do horní rovnice obdržíme vztah

$$\Delta U = RI\cos\varphi\left(1 + tg\psi tg\varphi\right)$$

čili $U = kRI\cos\varphi$



kde $k = 1 + tg\psi tg\varphi$

V tab. XII jsou uvedeny součinitele pro průřezy do 95 mm^2 v závislosti na průřezu, účiníku a vzdálenosti vodičů od sebe.

Sken