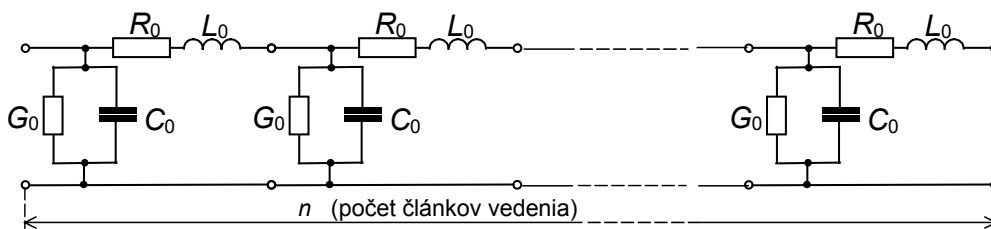


Všeobecne

Časti elektrických obvodov, slúžiace na prenos elektrickej energie ale aj informácií od zdroja k spotrebiču prostredníctvom elektromagnetického poľa sú elektrické vedenia. Elektrické vedenie, pri ktorom sledujeme určujúce veličiny len v závislosti od jednej priestorovej súradnice nazývame dlhé vedenie. Z dôvodu konečnej rýchlosti šírenia elektromagnetického poľa pozdĺž dlhého vedenia, nemožno pre elektrickú náhradnú schému takého vedenia použiť sústredené prvky, ale prvky, ktorých hodnoty sú stanovené na jednotku dĺžky vedenia (vedenie s rozloženými parametrami). Ak platí že prvky jednotkových úsekov majú po celom vedení rovnaké hodnoty, hovoríme o homogénnom vedení. Ak je na vstup dvojvodičového homogénneho vedenia pripojené harmonicky sa meniace napätie, potom napätie a prúd v jednotlivých miestach homogénneho vedenia sú tiež harmonické (kváziustálený stav) a ich hodnoty môžeme vyšetrovať v symbolicko-komplexnom tvare (viac prednášky z EO2).

Pre účely laboratórneho cvičenia je homogénne vedenie nahradené modelom dlhého vedenia tzv. článkovým vedením (obr.1), pri ktorom sú zvýraznené vlastnosti dlhého vedenia pri frekvenciách ktoré používame v podmienkach laboratórneho merania. Pri článkovom vedení nepracujeme s obvyklým poňatím dĺžky vedenia, ale s počtom článkov vedenia. Hodnoty prvkov, ktorými modelujeme takéto vedenie sú potom stanovené na 1 článok (R_0 [Ω /čl.], L_0 [H/čl.], G_0 [S/čl.], C_0 [F/čl.]). V náhradnej schéme vedenia vystupujú prvky násobené dĺžkou jedného článku (1 čl.), teda $R_0 \cdot 1$ [Ω], $L_0 \cdot 1$ [H], $G_0 \cdot 1$ [S], $C_0 \cdot 1$ [F]. Každý článok vedenia má vyvedený elektrický kontakt, ktorý umožňuje merať veľkosť napätia v zvolenom mieste vedenia.



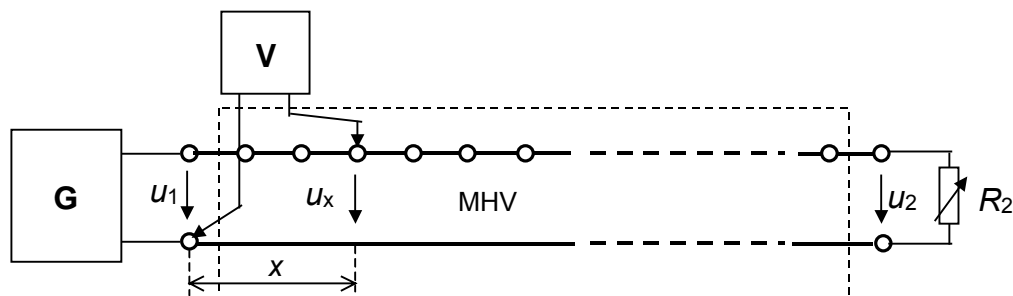
obr.1. Model homogénneho vedenia

Úloha

Je daný model homogénneho vedenia, vytvorený n článkami, ktorých prvky majú hodnoty R_0 [Ω /čl.], L_0 [H/čl.], G_0 [S/čl.], C_0 [F/čl.]. Vedenie je pripojené na vstupné harmonické napätie $u_1(t)$ s frekvenciou f a veľkosťou napätia U_1 .

1. Vypočítajte konštantu šírenia γ , charakteristickú impedanciu vedenia Z_0 , fázovú rýchlosť v_f a vlnovú dĺžku λ pre zvolenú frekvenciu f .
2. Odmerajte (pri zvolenej konštantnej hodnote napätia U_1 a frekvencie f a graficky znázorníte priebeh veľkosti napätia pozdĺž vedenia (napätia na článkoch vedenia) pre
 - 2.1. vedenie na konci rozpojené (naprázdno),
 - 2.2. vedenie zakončené skratom (nakrátko),
 - 2.3. vedenie zakončené charakteristickou impedanciou Z_0 .
3. Z nameraných hodnôt priebehu napätí na vedení určte fázovú konštantu α , konštantu tlmenia β , fázovú rýchlosť v_f a vlnovú dĺžku λ . Porovnajte hodnoty α , β , v_f a λ získané z merania s hodnotami získanými výpočtom z bodu 1.
4. Zvoľte zakončovaciu impedanciu Z_2 a pre takto zakončené vedenie odmerajte a graficky znázorníte priebeh veľkosti napätia pozdĺž vedenia.
5. Z priebehu napätia pozdĺž vedenia, nameraného podľa bodu 4 vypočítajte pomer stojatých vĺn PSV a vzdialenosť prvého minima napätia od konca vedenia ξ_{1min} . Z nameraných údajov vypočítajte veľkosť koeficienta odrazu ρ_2 a fázu koeficienta odrazu δ_2 na konci vedenia (predpokladom je, že sa jedná o vedenie s malým tlmením).
6. Porovnajte hodnoty koeficienta odrazu na konci vedenia, získané meraním podľa bodu 5 s hodnotou získanou výpočtom na základe znalosti hodnoty zakončovacej impedancie Z_2 .

Použitá prístroje a zariadenia



G – generátor harmonického napätia s premenlivou frekvenciou
 V – voltmeter na striedavé napätie
 MHV – model homogénneho vedenia – článkové vedenie s počtom článkov n
 R_2 – zaťažovací rezistor, regulačný

Spracovanie merania

- Na základe známych hodnôt R_0 [$\Omega/\text{čl.}$], L_0 [$\text{H}/\text{čl.}$], G_0 [$\text{S}/\text{čl.}$], C_0 [$\text{F}/\text{čl.}$] a zvolenej frekvencie f [Hz] vstupného napätia $u_1(t)$ vypočítame konštanty vedenia

$$\text{konštantu šírenia} \quad \gamma = \sqrt{(R_0 + j\omega L_0) \cdot (G_0 + j\omega C_0)} = \beta + j \cdot \alpha \quad [1/\text{čl.}]$$

$$\text{charakteristická impedancia} \quad Z_0 = \sqrt{\frac{R_0 + j\omega L_0}{G_0 + j\omega C_0}} \quad [\Omega]$$

$$\text{fázová rýchlosť} \quad v_f = \frac{\omega}{\alpha} \quad [\text{čl./s}] \quad \text{vlnová dĺžka} \quad \lambda = \frac{2\pi}{\alpha} \quad [\text{čl.}]$$

- Pre zvolenú frekvenciu f a konštantnú hodnotu veľkosti napätia U_1 [V] odmeriame priebehy napätia na vedení v zmysle 2.1. - 2.3. bodov zadania a hodnoty vynesieme do grafu napätia v závislosti od vzdialenosti na vedení.
- Z priebehov rozloženia napätia 2.1 resp. 2.2 vyhodnotíme vzdialenosť medzi dvoma minimami na vedení, pričom táto vzdialenosť odpovedá hodnote $\lambda/2$. Potom

$$\text{vlnová dĺžka bude} \quad \lambda \quad [\text{čl.}],$$

$$\text{fázová konštanta} \quad \alpha = \frac{2\pi}{\lambda} \quad [\text{rad}/\text{čl.}],$$

$$\text{fázová rýchlosť na vedení} \quad v_f = \frac{\omega}{\alpha} \quad [\text{čl./s}].$$

- Z merania 2.3 pomeru napätí na začiatku U_1 a na konci vedenia U_2 a dĺžky vedenia n (počet článkov vedenia) určíme konštantu tlmenia

$$\beta = \frac{1}{n} \ln\left(\frac{U_1}{U_2}\right) \quad [\text{Np}/\text{čl.}]$$

- Z nameraného priebehu napätia podľa bodu 5 odčítame hodnoty prvého maxima U_{\max} a prvého minima napätia U_{\min} a vzdialenosť prvého minima napätia $\xi_{1\min}$ od konca vedenia. Za predpokladu, že sa jedná o vedenie s malým tlmením, vypočítame hodnotu pomeru stojatých vln

$$PSV = \frac{U_{\max}}{U_{\min}}$$

Pre známu hodnotu PSV a $\xi_{1\min}$ vypočítame veľkosť a fázu koeficienta odrazu na konci vedenia

$$|\rho_2| = \frac{PSV - 1}{PSV + 1} \quad \delta_2 = \frac{4\pi}{\lambda} \cdot \xi_{1\min} - \pi$$

- Porovnáme hodnoty koeficienta odrazu získané meraním

$$\rho_2 = |\rho_2| \cdot e^{j\delta_2}$$

a výpočtom zo známych hodnôt impedancií Z_2 a Z_0

$$\rho_2 = \frac{Z_2 - Z_0}{Z_2 + Z_0}$$