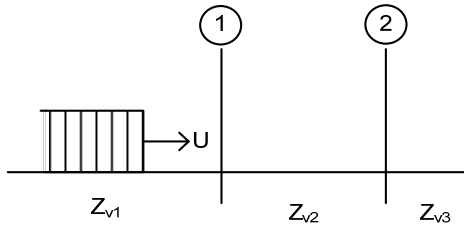


**Příklad 1:**

Z kabelu o vlnové impedanci  $Z_{v1} = 40 \Omega$  přechází vlna se strmým čelem v hodnotě  $U = 100 \text{ kV}$  do venkovního vedení s vlnovou impedancí  $Z_{v2} = 400 \Omega$  a dále do transformátoru se vstupní impedancí  $Z_{v3} = 4000 \Omega$ . Uspořádání je nakresleno na obrázku 1-1. Určete průchozí vlnu napětí do transformátoru.



Obrázek 1-1

**Řešení:**

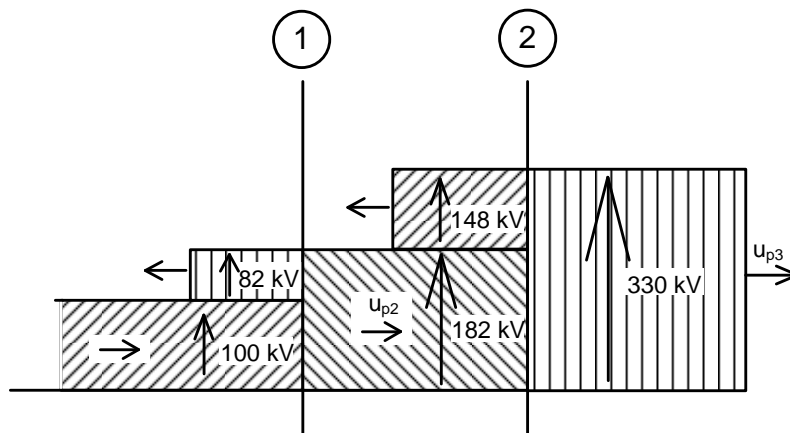
Průchozí vlna napětí rozhraním „1“ do druhého prostředí bude

$$u_{p2} = \frac{2 \cdot Z_{v2}}{Z_{v1} + Z_{v2}} \cdot u_{p1} = \frac{2 \cdot 400}{40 + 400} \cdot 100 = 182 \text{ kV}$$

Průchozí vlna napětí rozhraním „2“ do třetího prostředí bude

$$u_{p3} = \frac{2 \cdot Z_{v3}}{Z_{v2} + Z_{v3}} \cdot u_{p2} = \frac{2 \cdot 4000}{400 + 4000} \cdot 182 = 330 \text{ kV}$$

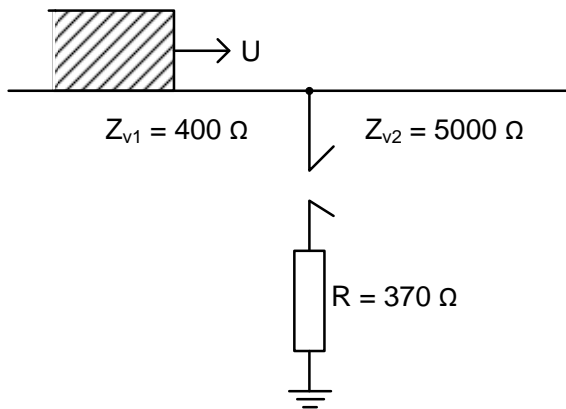
Napěťové poměry jsou znázorněny na obrázku 1-2, ve kterém nejsou respektovány různé rychlosti šíření vln v jednotlivých prostředích.



Obrázek 1-2

### Příklad 2:

Určete vliv různové bleskojistky s činným odporem R na průchozí vlnu napětí pro uspořádání podle obrázku 2-1.



Obrázek 2-1

### Řešení:

Zanedbáme skutečnost, že bleskojistka začne působit s jistým malým zpožděním. Pro jednoduchost tedy předpokládáme trvalé připojení odporu R k rozhraní.

Průchozí vlna napětí do druhého prostředí se určí ze vztahu

$$u_{p2} = \frac{2}{Z_{v1} \cdot \left( \frac{1}{Z_{v1}} + \frac{1}{Z_{v2}} + \frac{1}{R} \right)} \cdot u_{p1} = \frac{2}{400 \cdot \left( \frac{1}{400} + \frac{1}{5000} + \frac{1}{370} \right)} \cdot U = 0,925 \cdot U$$

Pro případ, že k rozhraní nebude připojen činný odpor ( $R \rightarrow \infty$ ), bude průchozí vlna napětí do druhého prostředí

$$u_{p2}^* = \frac{2 \cdot Z_{v2}}{Z_{v1} + Z_{v2}} \cdot u_{p1} = \frac{2 \cdot 5000}{400 + 5000} \cdot U = 1,85 \cdot U$$

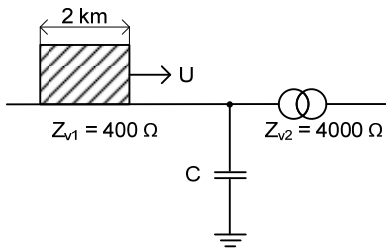
Potom poměr  $\frac{u_{p2}}{u_{p2}^*} = \frac{0,925}{1,85} = 0,5$  určuje příznivý vliv připojeného odporu na průchozí vlnu napětí:

$$u_{p2} = 0,5 \cdot u_{p2}^*$$

Odvoďte vztah pro potřebnou velikost odporu tak, aby zmenšil průchozí vlnu na  $\frac{1}{n}$ !

### Příklad 3:

Venkovní vedení je připojeno k transformátoru přes kondenzátorovou průchodku o kapacitě  $C = 0,01 \mu\text{F}$ . Zjistěte dobu působení její kapacity v obvodu na přepětovou vlnu se strmým čelem v hodnotě  $U = 200 \text{ kV}$  a délce  $2 \text{ km}$  – obr. 3-1. Dále zjistěte maximální velikost průchozí vlny do transformátoru.



Obrázek 3-1

### Řešení:

Časová konstanta obvodu bude

$$T_c = \frac{C \cdot Z_{v1} \cdot Z_{v2}}{Z_{v1} + Z_{v2}} = \frac{0,01 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 4000}{400 + 4000} = 3,64 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 3,64 \mu\text{s}$$

Doba působení kondenzátoru v obvodu

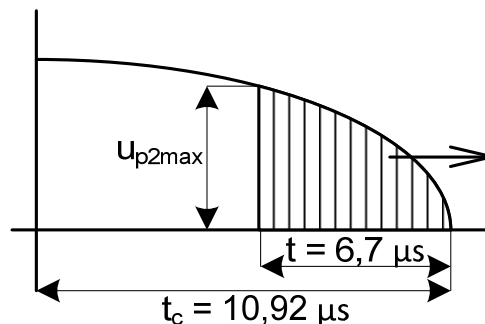
$$t_c = 3 \cdot T_c = 3 \cdot 3,64 = 10,92 \mu\text{s}$$

Doba trvání přepětové vlny při její délce  $l = 2 \text{ km}$

$$t = \frac{l}{c} = \frac{2}{300\,000} = 6,7 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 6,7 \mu\text{s}$$

Podle předchozích výpočtů a podle obr. 3-2 zjišťujeme, že kondenzátor působí v obvodu déle, než vlna vůbec existuje. Proto maximální velikost průchozí vlny do transformátoru stanovíme pro čas  $t = 6,7 \mu\text{s}$ .

$$u_{p2max} = \frac{2 \cdot Z_{v2}}{Z_{v1} + Z_{v2}} \cdot U \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T_c}}\right) = \frac{2 \cdot 4000}{400 + 4000} \cdot 200 \cdot \left(1 - e^{-\frac{6,67}{3,64}}\right) = 306 \text{ kV}$$



Obrázek 3-2

Kdyby na rozhraní kondenzátor nebyl, byla by velikost průchozí vlny do transformátoru  $u_{p2} = 364 \text{ kV}$  a napětová vlna by navíc měla strmé čelo.

#### Příklad 4:

Venkovní vedení je připojeno k transformátoru přes kondenzátorovou průchodku o kapacitě  $C = 0,005 \mu\text{F}$ . Zjistěte dobu působení její kapacity v obvodu na přepětovou vlnu se strmým čelem v hodnotě  $U = 200 \text{ kV}$  a délce  $2 \text{ km}$  – obr. 3-1. Dále zjistěte maximální velikost průchozí vlny do transformátoru.

#### Řešení:

Časová konstanta obvodu bude

$$T_c = \frac{C \cdot Z_{v1} \cdot Z_{v2}}{Z_{v1} + Z_{v2}} = \frac{0,005 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 4000}{400 + 4000} = 1,82 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 1,82 \mu\text{s}$$

Doba působení kondenzátoru v obvodu

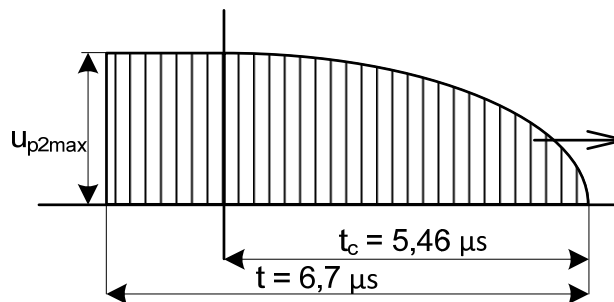
$$t_c = 3 \cdot T_c = 3 \cdot 1,82 = 5,46 \mu\text{s}$$

Doba trvání přepětové vlny při její délce  $l = 2 \text{ km}$

$$t = \frac{l}{c} = \frac{2}{300\,000} = 6,7 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 6,7 \mu\text{s}$$

Přesvědčili jsme se, že příchozí vlna napětí trvá déle, než je doba působení kondenzátoru v obvodu, jak je nakresleno na obr. 4-1. Proto velikost průchozí napětové vlny do transformátoru bude

$$u_{p2max} = \frac{2 \cdot Z_{v2}}{Z_{v1} + Z_{v2}} \cdot U = \frac{2 \cdot 4000}{400 + 4000} \cdot 200 = 364 \text{ kV}$$



Obrázek 4-1

Průchozí vlna napětí má sice stejnou velikost, kterou by měla v uspořádání bez kondenzátoru, ale její čelo je vlivem kondenzátoru připojeného napříč k rozhraní příznivě zploštělé.