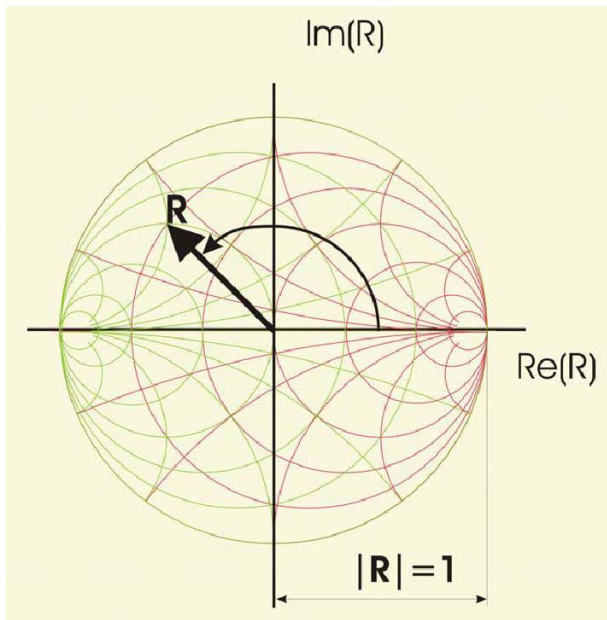


# Smithův diagram (příklady jsou v učebnici, příloha)

## Základní vlastnosti Smithova diagramu

- graficky znázorňuje v komplexní rovině závislost činitele odrazu na impedanci
- impedance je v diagramu vynesena prostřednictvím parametrických čar
- činitel odrazu  $R$  je komplexní vektor jdoucí z počátku do bodu, který odpovídá dané impedanci
- vodorovná osa směrem vpravo je kladná reálná část činitele odrazu  $\text{Re}(R)$
- svislá osa směrem nahoru je kladná  $\text{Im}(R)$



Činitel odrazu je obecně definován vztahem:

$$R = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

$Z_0$  – charakteristická impedance vedení

$Z$  – impedance na konci vedení (impedance zátěže), nebo impedance na začátku vedení

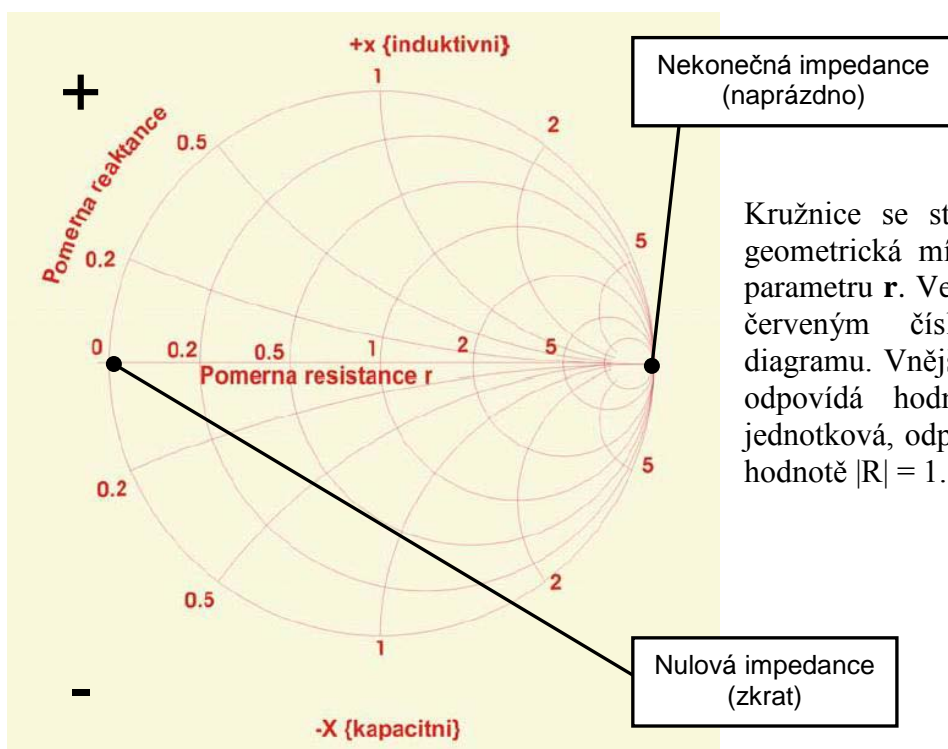
Veličiny ve Smithově diagramu jsou vyneseny v poměrných hodnotách. Délka vedení je vztažena k vlnové délce. Impedance jsou ve Smithově diagramu vztaženy na charakteristickou impedanci vedení  $Z_0$ , vztah pro činitel odrazu pak přejde do tvaru:

$$R = \frac{z - 1}{z + 1} \quad \text{kde } z \text{ poměrná impedance: } z = \frac{Z}{Z_0}$$

Poměrná impedance má reálnou složku  $r$  (činný odpor) a imaginární složku  $x$  (poměrnou reaktanci)  $z = r + j \cdot x$

## Zobrazení poměrné impedance $z (r + jx)$ ve Smithově diagramu

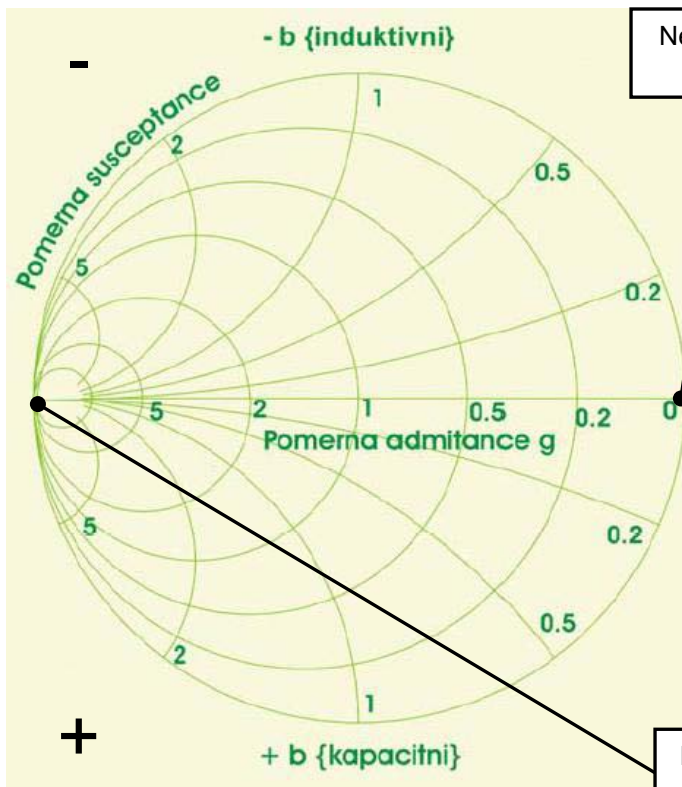
- parametry  $r$  a  $x$  udávají velikost poměrné impedance a v diagramu jsou vyneseny v podobě parametrických čar (červených kružnic)
- ve Smithově diag. je každý bod obrazem konkrétní impedance  $Z$  a je definován dvojicí poměrných hodnot  $r$  a  $x$
- každé impedanci  $z$  přísluší jeden činitel odrazu  $R$  podle definičního vztahu
- platí i naopak, že každé hodnotě činitele odrazu, který je zobrazen jako vektor v dané komplexní rovině, odpovídá jedna dvojice hodnot  $r$  a  $x$  tedy jedna hodnota poměrné impedance  $z$



Kružnice se středem na vodorovné ose jsou geometrická místa bodů s konstantní hodnotou parametru  $r$ . Velikost tohoto parametru je udána červeným číslem nad vodorovnou osou diagramu. Vnější kružnice se středem v počátku odpovídá hodnotě  $r = 0$  a je současně jednotková, odpovídá činiteli odrazu o absolutní hodnotě  $|R| = 1$ .

## Admitanční parametry ve Smithově diagramu

- postup a vztahy jsou analogické jako u impedančních parametrů
- impedanci  $Z$  nahrazujeme admitancí  $Y = 1/Z$ , taktéž vztažnou impedanci
- červené a zelené kružnice jsou navzájem symetrické
- pozor na imaginární osu, oproti impedančním parametrům má prohozená znaménka



Nekonečná admitance  
(zkrat)

Poměrná admitance:  $y = g + j.b$

g real složka  $y \Rightarrow$  poměrná konduktance

b imag složka  $y \Rightarrow$  poměrná susceptance

Mezi hodnotami  $z$  a  $y$  platí vztah:

$$y = 1/z$$

Vztah pro činitele odrazu přejede do tvaru:

$$R = \frac{1 - y}{1 + y}$$

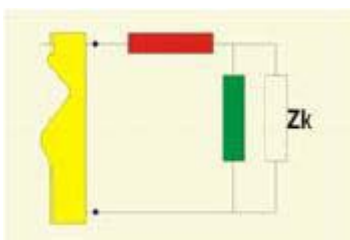
Kružnice se středem na vodorovné ose jsou geometrická místa bodů s konstantní hodnotou parametru  $g$ . Velikost tohoto parametru je udána zeleným číslem pod vodorovnou osou diagramu. Vnější kružnice se středem v počátku odpovídá hodnotě  $g = 0$  a je osově jednotková, odpovídá činitele odrazu o absolutní hodnotě  $|R| = 1$ .

Nulová admitance  
(naprázdno)

## Přizpůsobení zátěže pasivními prvky pomocí Smithova diagramu

Přizpůsobení impedance zátěže  $Z$  charakter. impedanci vedení  $Z_0$  spočívá v doplnění impedance zátěže o dva další reaktivní prvky (viz. níže), kterými jsou indukčnosti nebo kapacity. Tyto prvky jsou připojeny v sérioparalelní kombinaci tak, aby výsledná celková impedance zátěže byla rovna charakter. impedanci vedení  $Z_0$ . Ve zvláštních případech stačí připojit prvek pouze jeden. Vedení s přizpůsobenou zátěží se v ideál. Případě chová jako bezodrazové ( $R = 0$ ), impedance na vstupu je rovna charakter. impedanci vedení a nezávisí na délce vedení. Přizpůsobení pomocí pasivních prvků = dvě možnosti:

- jeden reaktivní prvek připojený paralelně k zátěži a druhý do série s touto paralelní kombinací



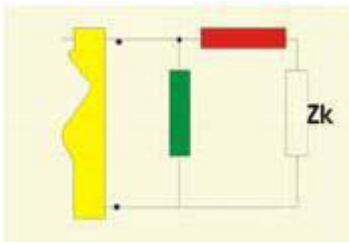
Výsledná impedance přizpůsobené zátěže musí být rovna char. Impedanci vedení  $Z_0$ . *Tedy poměrná impedance na hodnotě 1 a padne do středu Smithova diagramu ( $r = 1$ ). V tomto bodě je nulový činitel odrazu  $R = 0$ .*

Při přizpůsobování se pohybujeme ve Smithově digramu z bodu, který je obrazem zátěže, po zelené kružnici konstantní konduktance (kružnice se středem na vodorovné ose...činná část vodivosti) až po průsečík s červenou kružnicí konst. poměrného činného odporu ( $r = 1$ ). Tento krok odpovídá paralelnímu připojení reaktivního prvku. Po červené kružnici ( $r = 1$ ) se v dalším kroku dostaneme do bodu  $R = 0$ . Tento krok odpovídá sériovému připojení reaktivního prvku.

Podle směru ve kterém se pohybujeme po zelené a červené kružnici, je určeno, zda se jedná o připojení kapacity, nebo indukčnosti. Změna parametru  $b$  (při pohybu po zelené kružnici) odpovídá poměrné susceptanci paralelně připojeného prvku, změna parametru  $x$  při pohybu po červené kružnici opovídá poměrné reaktanci do série připojeného prvku.

**Řešení podle zapojení a) není s ohledem na polohu obrazu zátěže vždy možné, proto zapojení b)**

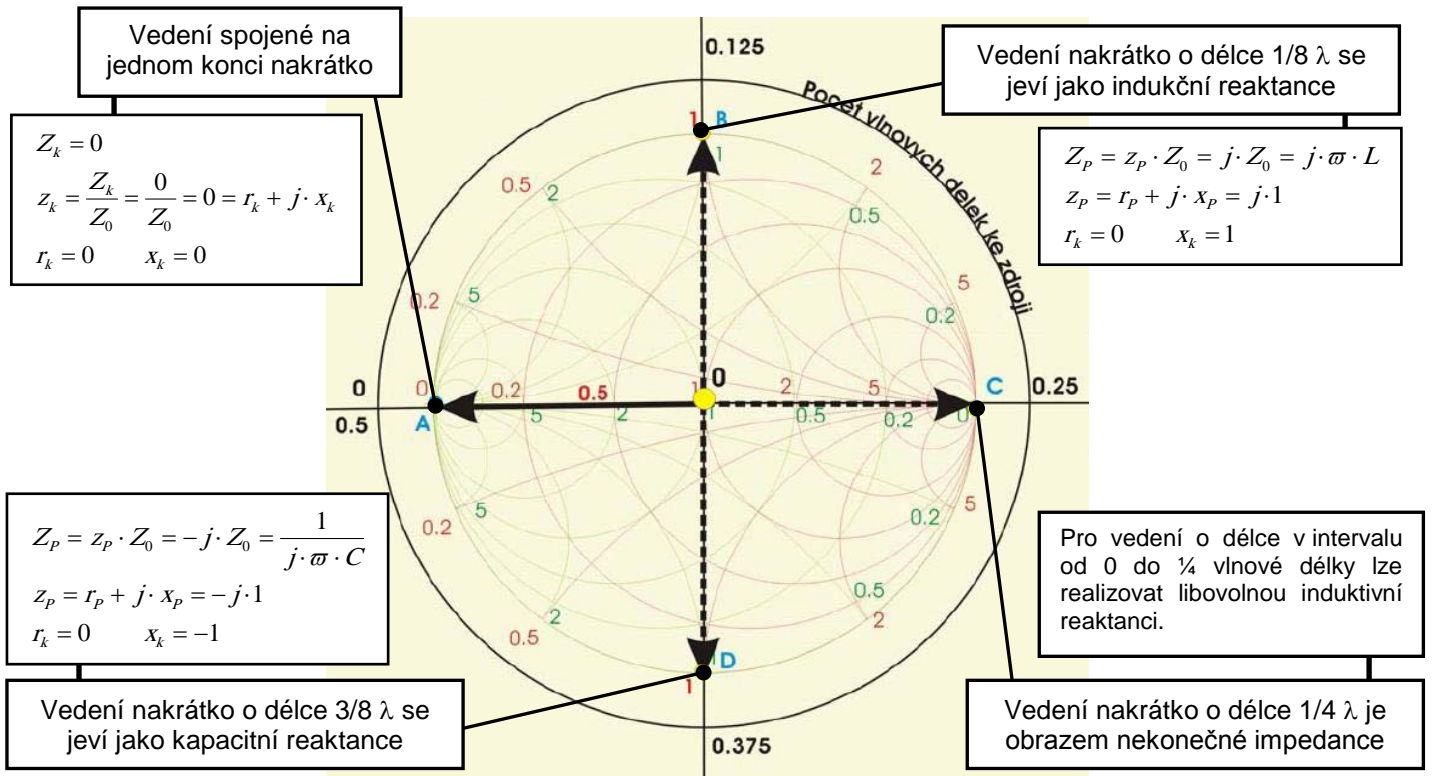
- jeden reaktivní prvek připojený do série se zátěží a druhý paralelně s touto sériovou kombinací



Postup je obdobný jako pro zapojení a), pouze je zaměněn první a druhý krok. V prvním kroku se pohybujeme po červené kružnici  $r = \text{konst.}$  až na průsečík s jednotkovou zelenou kružnicí  $g = 1$ . To odpovídá sériově připojenému prvku k zátěži. Ve druhém kroku se po zelené kružnici  $g = 1$  posuneme do středu diagramu, což odpovídá paralelně připojené reaktanci. Podle smyslu, ve kterém se pohybujeme po červené a zelené kružnici, je určeno, zda se jedná o připojení kapacity, nebo indukčnosti.

### Vlastnosti vedení spojeného na konci vedení nakrátko nebo naprázdno

- všechny vlastnosti vedení v závislosti na délce se opakují s periodou  $\frac{1}{2}$  vlnové délky



Pro vedení dlouhé  $\frac{1}{2}$  vlnové délky se činitel odrazu otočí od konce vedení o úhle  $360^\circ$ . Obraz začátku vedení padne do stejného bodu, jako obraz konce vedení. Vedení se na vstupu jeví jako zkratované.

Pro vedení o délce v intervalu od  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{2}$  vlnové délky lze realizovat libovolnou kapacitní reaktanci. Její poměrné hodnoty jsou ve Smithově diagramu velikostí parametru  $x$  na kružnici  $r = \text{konst.} = 0$  (ve spodní polorovině jsou záporné hodnoty parametru  $x$ ).

### Přizpůsobení pomocí částí vedení

Impedanci zátěže je možno také přizpůsobit i pomocí dvou částí vedení. Tento způsob se využívá zejména v mikrovlnné technice, kde nemůžeme dost dobře použít pasivní prvky (rezistor, kondenzátor, cívku).

