

HORA Petr, ČSSR

## MODELOVÁNÍ AKUSTICKÝCH VLNODŮ OBECNÉHO TVARU KASKÁDOU EXPONENCIÁLNÍCH A KÓNICKÝCH ÚSEKŮ

### Summary

Modelling of acoustic waveguides of arbitrary shape by means of a cascade of exponential and conical sections

Při řešení Websterovy rovnice vlnovodu libovolného tvaru mohou nastat potíže jak po stránce čistě matematické /při hledání samotného řešení/, tak po stránce numerické /dlouhá doba výpočtu přesného řešení/. Tyto nesnáze lze obejít aproximací tvaru vlnovodu.

Mezi nejjednodušší aproximace patří aproximace kaskádou vlnodů, které mají jednoduchý tvar a stejnou délku - ekvidistantní rozdělení délky aproximovaného vlnovodu; např. kaskádou cylindrických, kónických nebo exponenciálních vlnodů.

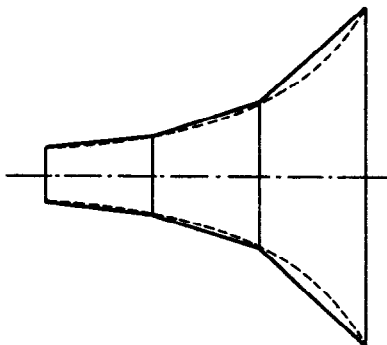
Na obr.1 je zobrazena kaskáda kónických vlnodů, která aproximuje exponenciální vlnod. Na obr.3 je potom znázorněna kmitočtová závislost normované vstupní impedance  $z_{n1}$  kaskády kónických vlnodů pro 8 a 16 vlnodů v kaskádě. Pro porovnání je na obr.3 také znázorněna kmitočtová závislost normované vstupní impedance  $z_{n1}$  originálního aproximovaného exponenciálního vlnovodu.

Na obr.2 je znázorněna kaskáda exponenciálních vlnodů, která aproximuje kónický vlnod. Na obr.4 je potom znázorněna kmitočtová závislost normované vstupní impedance  $z_{n1}$  kaskády exponenciálních vlnodů pro 16 a 32 vlnodů v kaskádě. Pro porovnání je na obr.4 také znázorněna kmitočtová závislost normované vstupní impedance  $z_{n1}$  originálního aproximovaného kónického vlnovodu.

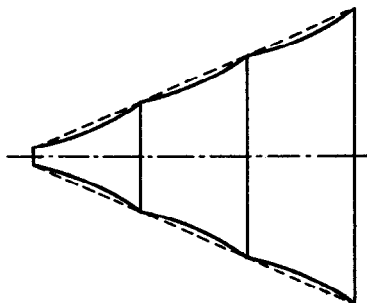
Z porovnání obr.3 a 4 je vidět, že pro dostatečně velký počet vlnodů v kaskádě /řádově desítky/ jsou rozdíly mezi přesným řešením a řešením pomocí kaskády vlnodů zanedbatelné. Dále se ukazuje, že pro aproximaci jsou vhodnější vlnoddy kónické, u nichž se dosahuje dobré shody s originálním

vlnovodem při nižším počtu vlnovodů v kaskádě, než je tomu u vlnovodů exponenciálních. Aproximace kaskádou cylindrických vlnovodů je početně nejjednodušší a tím i nejrychlejší, avšak z důvodu nespojitě sproximace není výhodná, neboť pro získání vyhovující náhrady originálního vlnovodu je třeba značného počtu cylindrických vlnovodů.

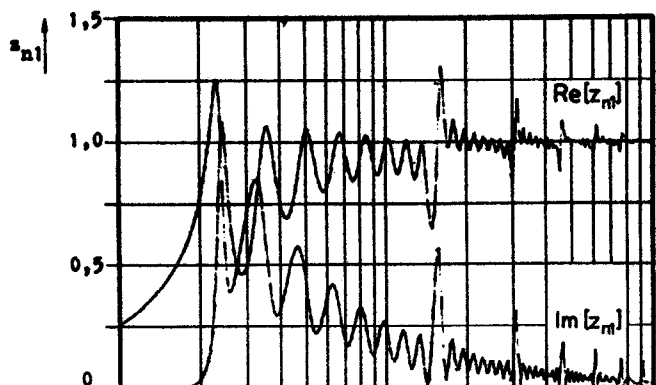
Modelování vlnovodů kaskádou kónických a exponenciálních vlnovodů je výhodné nejenom pro určování řešení originálního vlnovodu, ale i pro stanovení vlivu nepřesné konstrukce vlnovodu.



Obr.1

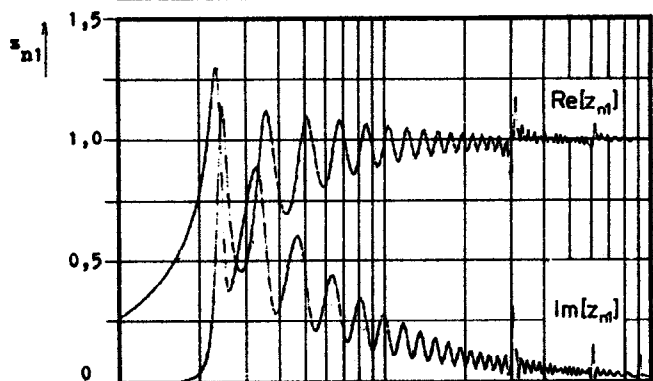


Obr.2

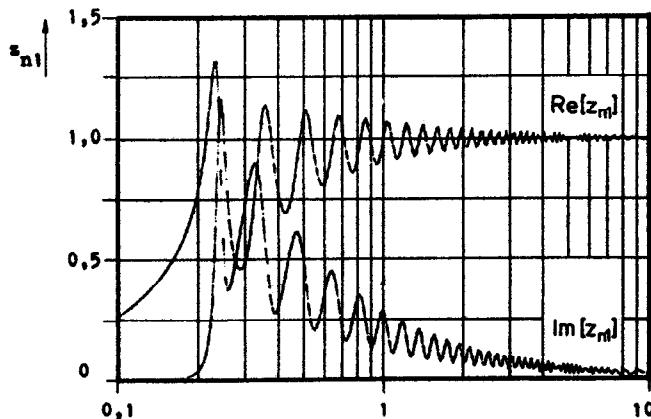


Obr. 3

$n = 8$



$n = 16$



originální  
exponenciální  
vlnovod

$f$  [kHz]

