

MODELING OF COMMUNICATION SYSTEM IN ANSOFT DESIGNER

Roman ZDRÁHAL, Bachelor Degree Programme (3)
Dept. of Radio Electronics, FEEC, BUT
E-mail: xzdrah05@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Petr Šmíd

ABSTRACT

In this contribution, modeling of parts of the radio-communication system is described. The objective is replacing of communication system components by neural ones. Neural models of two selected components (planar patch antenna and amplifier) are built using feed-forward artificial neural networks (ANN) in *Neural Network Toolbox* of *Matlab*. The quality of neural models is verified using *Ansoft Designer*. Finally, the results are discussed.

1 ÚVOD

V tomto příspěvku se snažíme popsat způsob, kterým můžeme namodelovat určité bloky komunikačního řetězce. K tomuto účelu zde využíváme umělé neuronové sítě. Vybranou komponentu musíme nejprve namodelovat v programu *Ansoft Designer* a její analýzou vytvořit vstupní trénovací vzory pro umělou neuronovou síť. Následně v programu *Matlab* vytvoříme neuronový model vybrané komponenty, který natrénujeme pomocí takto vytvořené sady vstupních trénovacích vzorů.

Nakonec musíme ověřit přesnost již natrénované neuronové sítě zpětnou analýzou v programu *Ansoft Designer*.

2 NEURONOVÉ SÍTĚ

Umělými neuronovými sítěmi rozumíme člověkem vytvořené systémy, které mají podobnou stavbu jako lidský mozek a které podobným způsobem rovněž pracují.

Tyto sítě sestávají z velkého počtu neuronů, což jsou relativně jednoduché funkční bloky, které velmi jednoduchým způsobem ze svých vstupních signálů formují signál výstupní.

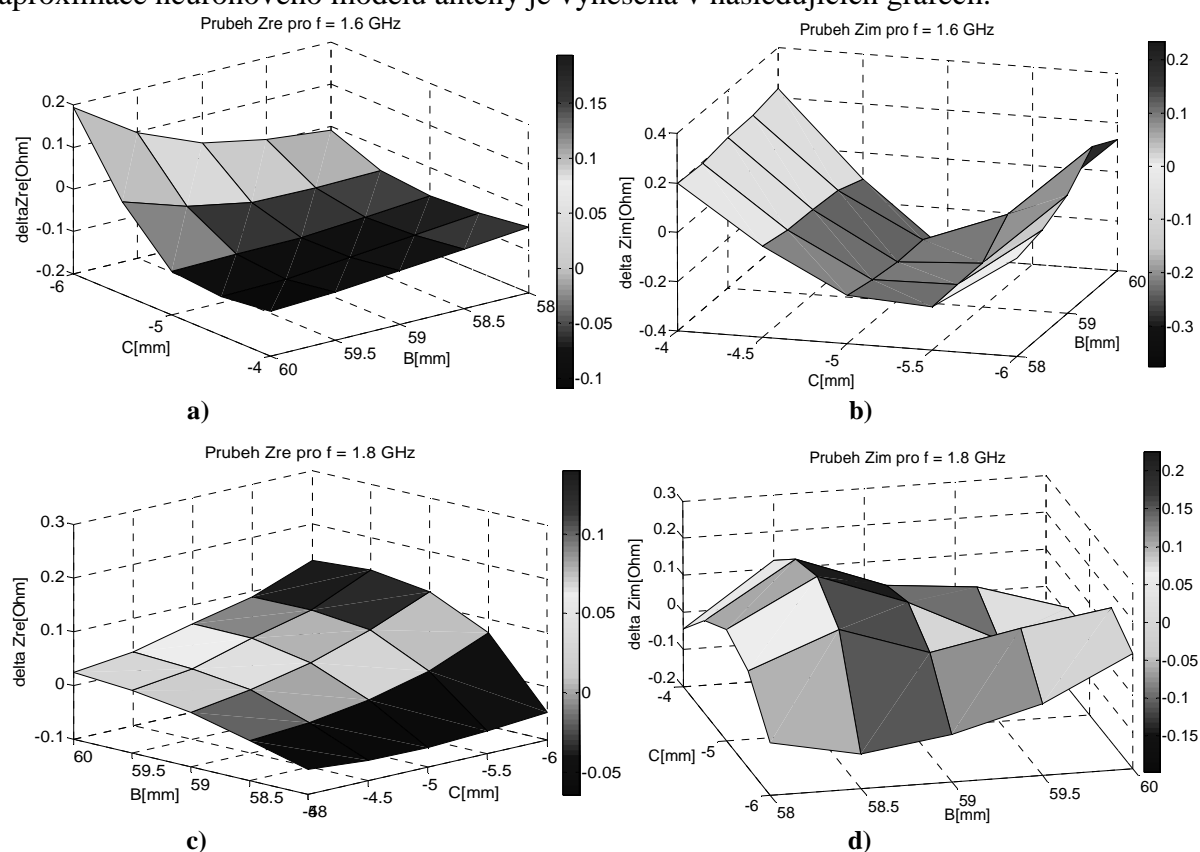
Neuronové sítě můžeme rozdělit podle různých kritérií. Mezi hlavní patří architektura, typ neuronu a způsob učení sítě. V našem případě využíváme dopřednou architekturu sítě, McCullochův-Pittsův model neuronu a učení s učitelem.

3 MODELOVÁNÍ VYBRANÝCH KOMPONENT KOMUNIKAČNÍHO ŘETĚZCE

3.1 FLÍČKOVÁ ANTÉNA

Neuronový model flíčkové antény obsahuje tři vstupní a tři výstupní parametry. Vstupními parametry jsou délka flíčku B , umístění bodu napájení koaxiální sondou C a pracovní kmitočet f . Výstupními parametry reálná a imaginární složka vstupní impedance antény a činitel odrazu na vstupu antény S_{11} . V první fázi v *Ansoft Designeru* vytvoříme trénovací sadu obsahující určitý počet vstupních a výstupních vzorů, pomocí které neuronový model natrénujeme. Takto natrénovaný neuronový model je potom připraven k použití.

Přesnost aproximace neuronového modelu je vyhodnocena porovnáním vypočítaných hodnot z *Ansoft Designeru* a odezvy neuronové sítě na testovací sadu. Testovací sada vygenerovaná v *Ansoft Designeru*, obsahuje oproti trénovací sadě přibližně dvakrát více vstupních a výstupních vzorů. Absolutní chyba výstupních parametrů reprezentující přesnost aproximace neuronového modelu antény je vynesena v následujících grafech.

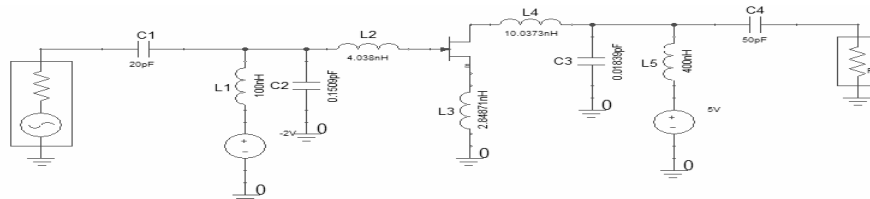


Obr. 1: Absolutní chyba neuronového modelu flíčkové antény: **a)** Reálná složka impedance na kmitočtu $f = 1,6$ GHz, **b)** Imaginární složka impedance na kmitočtu $f = 1,6$ GHz, **c)** Reálná složka impedance na kmitočtu $f = 1,8$ GHz, **d)** Imaginární složka impedance na kmitočtu $f = 1,8$ GHz.

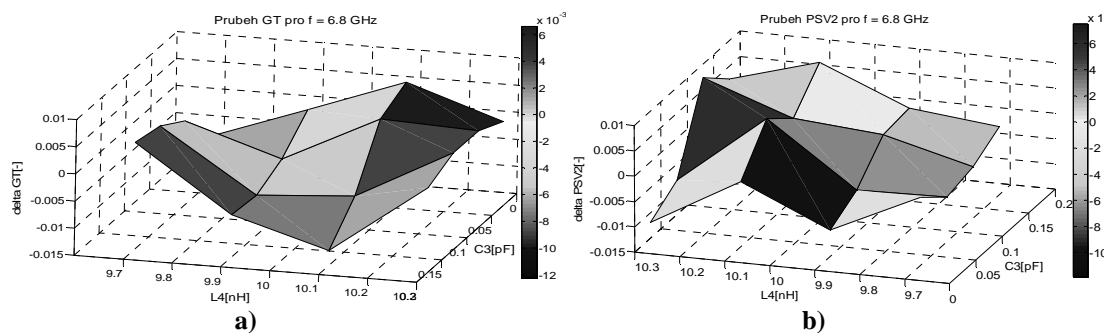
Na kmitočtu $f = 1,6$ GHz pracuje síť z velkou přesností. Maximální chyba impedance se pohybuje okolo hodnoty $\Delta Z = 0,2 \Omega$. Chyba činitele odrazu S_{11} je skoro o řád menší než chyby impedance. Na kmitočtu $f = 1,8$ GHz je chybovost neuronového modelu opět zanedbatelná. Průběh chyby činitele odrazu S_{11} má podobný charakter jako reálná složka.

3.2 MIKROVLNNÝ ZESILOVAČ

Pomocí neuronové sítě modelujeme zesilovač, na jehož výstup můžeme zařadit některý z druhů planárních antén. Požadujeme tedy, co nejlepší impedanční přizpůsobení výstupu zesilovače ke vstupu antény $Z_{out} = 50 \Omega$. Zesilovač vyladíme v *Ansoft Designeru* a následně pomocí výsledků získaných simulací vytvoříme v *Matlabu* sadu trénovacích a testovacích vzorů pro žádaný neuronový model zesilovače. Přesnost aproximace neuronového modelu opět vyjadřuje průběh absolutní chyby. Testovací sada v tomto případě obsahuje pouze netrénované body. Vstupními parametry neuronového modelu zesilovače jsou indukčnost L_4 , kapacita C_3 a pracovní kmitočet. Výstupními parametry je výkonové zesílení a poměr stojatých vln na výstupu zesilovače.



Obr. 2: Schéma zapojení zesilovače



Obr. 3: Absolutní chyba neuronového modelu zesilovače: **a)** Výkonové zesílení na kmitočtu $f = 6,8 \text{ GHz}$, **b)** Poměr stojatých vln na kmitočtu $f = 6,8 \text{ GHz}$.

Je patrné, že na kmitočtu $f = 6,8 \text{ GHz}$, ale i na zbylých kmitočtech aproximuje neuronový model velmi přesně. Chyba na trénovacích i testovacích vzorech je téměř identická, z čehož vyplývá, že náš neuronový model zesilovače pracuje správně.

4 ZÁVĚR

Výhoda umělých neuronových sítí jako aproximátorů spočívá především v ušetření času při analýze modelovaného systému. Natrénovaná neuronová síť je díky rychlému mapování vstupu na výstup, schopna aproximovat parametry (nelineárních) systémů obvykle mnohem rychleji, než např. numerické modely stejného systému. Proto se v současné době neuronové modely často používají pro optimalizaci mikrovlnných komponentů v takových případech, kdy je potřeba mnohonásobně opakovat numerickou analýzu optimalizovaného obvodu.

LITERATURA

- [1] Černohorský, D., Raida, Z., Škvor, Z., Nováček, Z.: Analýza a optimalizace mikrovlnných struktur. Brno: VUTUM, 1999. ISBN 80-214-1512-6.