

# LOW NOISE AMPLIFIER FOR 8,4 GHz

**Libor Svoboda**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsvobo07@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Miroslav Kasal

E-mail: kasal@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This paper deals with the design of two-stage low noise amplifier for X-band. It describes basics of concrete design of small-signal amplifier with consideration of desired gain and noise figure.

## 1. ÚVOD

Nízkošumový zesilovač zpravidla představuje jednu z prvních částí kaskády rádiového přijímače. Mezi hlavní požadavky na něj kladené patří minimální šumové číslo, dostatečný zisk a absolutní stabilita v rámci celého použitelného frekvenčního pásma.

Cílem tohoto projektu je návrh zesilovače pro pracovní pásmo 8,2 – 8,5 GHz se ziskem alespoň 20 dB, šumovým číslem menším než 1 dB a nesymetrickým vstupem i výstupem s impedancemi 50  $\Omega$ .

## 2. NÁVRH ZESILOVAČE

Zesilovač byl navržen na mikropáskové obvodové struktuře se substrátem Rogers RT/duroid 5880 ( $\epsilon_r = 2,2$ ;  $\tan\delta = 0,0009$ ) o výšce  $h = 0,508$  mm (20 mil) s měděným pokovením o tloušťce  $t = 0,017145$  mm (0,675 mil). Jako aktivní prvek byl vybrán tranzistor Avago ATF-36077. Tento pseudomorfní HEMT dosahuje na kmitočtu 8 GHz minimálního šumového čísla  $F_{\text{MIN}} = 0,38$  dB a dostupného zisku při šumovém přizpůsobení  $G_A = 14$  dB. Z těchto parametrů je zřejmé, že pro splnění požadavků zadání je použití jediného tranzistoru nedostačující, a proto byla zvolena dvoustupňová struktura zesilovače. Pro potlačení nežádoucího zesílení mimo pracovní pásmo byl mezi jednotlivé stupně zařazen filtr typu pásmová propust.

### 2.1. STABILITA ZESILOVAČE

Zvolený tranzistor je v celém kmitočtovém pásmu 0,5 – 18 GHz, pro které výrobce udává rozptylové parametry, potenciálně nestabilní. V pracovním pásmu bylo nepodmíněně stability dosaženo pomocí sériových rezistorů připojených na výstup obou tranzistorů. Na kmitočtech mimo pracovní pásmo ke stabilitě zesilovače přispívají zatížená čtvrtvlnná vedení s radiálními pahýly připojená paralelně ke vstupům i výstupům tranzistorů. Tyto struktury primárně slouží pro přivedení stejnosměrného potenciálu a nastavení pracovních bodů

tranzistorů. Byly navrženy tak, aby svým připojením do obvodu neovlivňovaly jeho vlastnosti na kmitočtech pracovního pásma.

## 2.2. PRVNÍ STUPEŇ

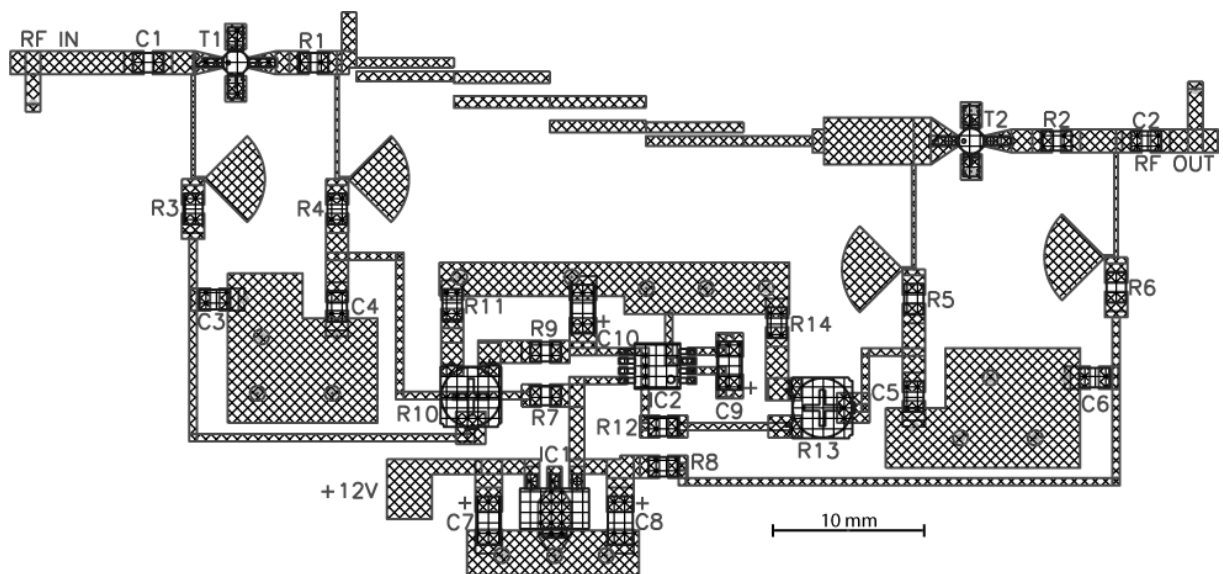
Vstupní přizpůsobení prvního stupně je z hlediska šumových vlastností celého zesilovače kritické. Podstatou návrhu je bezztrátové přizpůsobení, pomocí kterého musí být dosažen optimální činitel odrazu na výstupu vstupního přizpůsobovacího obvodu. Tím se sice nezajistí nejlepší výkonové přizpůsobení, ale zato zesilovač dosahuje nejnižšího šumového čísla. Vstup prvního stupně zesilovače byl tedy šumově přizpůsoben pomocí úseku vedení a paralelního pahýlu zakončeného nakrátko. Šumové vlastnosti tohoto typu přizpůsobení byly ve srovnání s ostatními možnostmi nejpříznivější i za cenu použití poměrně dlouhého úseku vedení.

Výstup prvního stupně byl ke vstupní impedanci pásmové propusti ( $50 \Omega$ ) výkonově přizpůsoben pro dosažení co nejvyššího zisku. Přizpůsobení bylo provedeno pomocí krátkého úseku vedení a paralelního pahýlu zakončeného naprázdno.

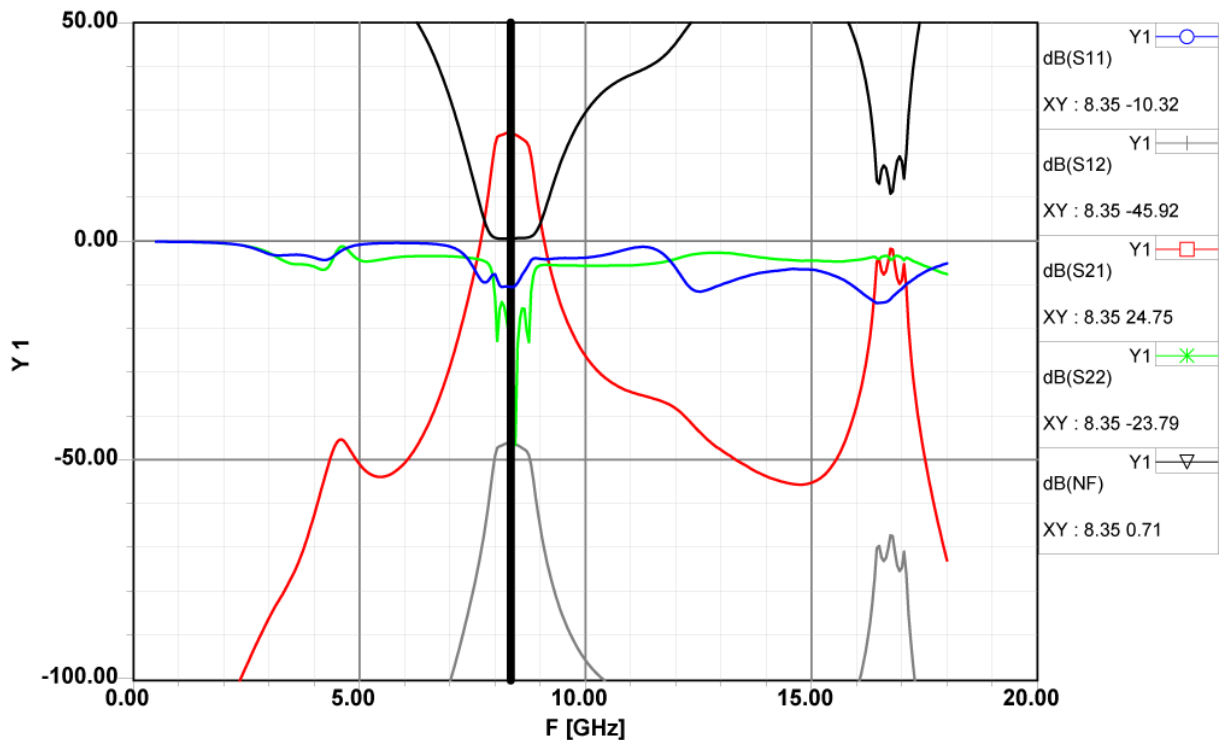
## 2.3. DRUHÝ STUPEŇ

V oblasti šumu již druhý stupeň nehraje tak zásadní roli jako první. Proto byl vstup i výstup stabilizovaného zesilovače současně výkonově přizpůsoben pro dosažení maximálního zisku.

Nejlepší vlastnosti z hlediska přizpůsobení vstupu druhého stupně k výstupu pásmové propusti vykazoval přizpůsobovací obvod složený z čtvrtvlnného rezonátoru o nízké impedanci ( $30 \Omega$ ) a úseku vedení o impedanci shodné s impedancí prvního čtvrtvlnného paralelně vázaného rezonátoru pásmové propusti. Výstup druhého stupně byl přizpůsoben obdobně jako vstup prvního, tedy použitím úseku vedení a paralelního pahýlu zakončeného nakrátko.



Obrázek 1: Layout navrženého zesilovače



**Obrázek 2:** Rozptylové parametry a šumové číslo navrženého zesilovače

### 3. ZÁVĚR

Pomocí programového prostředí Ansoft Designer byl navržen dvoustupňový zesilovač pro pracovní pásmo 8,2 – 8,5 GHz. Dle simulací byly požadované parametry zesilovače s rezervou splněny: zisk v rámci pracovního pásma neklesá pod úroveň 24 dB, šumové číslo zesilovače je pod úrovní 0,85 dB. Zesilovač vykazuje maximální zisk 24,85 dB na kmitočtu 8,3 GHz, minimální pak 24,16 dB na kmitočtu 8,5 GHz. Maximální šumové číslo zesilovače je 0,83 dB na kmitočtu 8,5 GHz. Rozptylové parametry a šumové číslo zesilovače v rámci celého simulovaného pásma jsou zachyceny na Obrázku 2.

Práce na projektu by měla následně pokračovat v podobě realizace navrženého zesilovače a praktickém ověření výsledků simulací.

### LITERATURA

- [1] WHITE, J. F. *High Frequency Techniques*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0-471-45591-1.
- [2] GONZALES, G. *Microwave Transistor Amplifiers*. New Jersey: Prentice-Hall, 1984. ISBN 0-13-581646-7.
- [3] VENDELIN, G. D., PAVIO, A. M., ROHDE, U. L. *Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques*. 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0-471-41479-4.
- [4] KASAL, M. *Studijní materiál „LNA 1300 MHz“*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2008.