

# České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

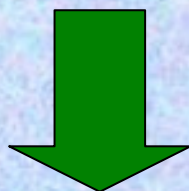
## Širokopásmové zesilovače se ztrátovým přizpůsobením

Student:

Vedoucí práce:

## Zadání:

Navrhněte a realizujte min. 2 vzorky **zesilovačů se ztrátovým přizpůsobením**, a to 1 s tranzistorem bipolárním a 1 s tranzistorem unipolárním. Zisk zesilovačů by měl být 7 až 10 dB se zvlněním max  $\pm 1$  dB, útlum odrazů na vstupu i výstupu  $\geq 10$  dB, pásmo od 100 MHz do nejvyšší dosažitelné frekvence. Vzorky realizujte s konektory SMA včetně napájecích obvodů. Porovnejte a zdůvodněte dosažené výsledky.



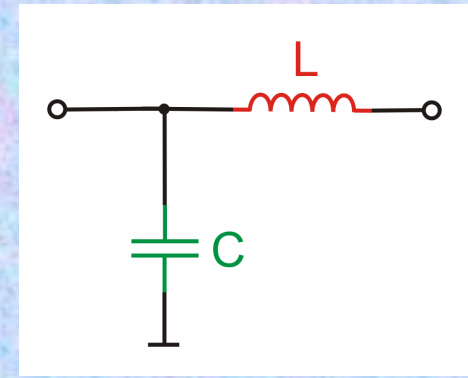
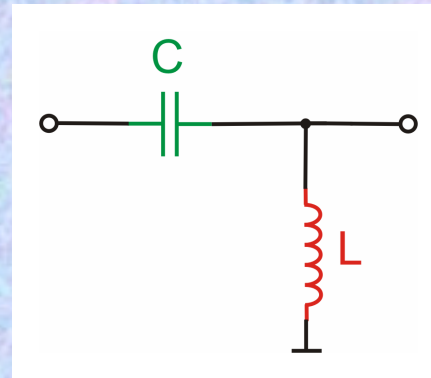
útlum odrazů na vstupu	$\geq 10$ dB
útlum odrazů na výstupu	$\geq 10$ dB
zesílení	7 až 10 dB $\pm$ max. 1 dB
frekvenční pásmo	0.1 GHz až maximální dosažitelná frek.

# Postup návrhu širokopásmového zesilovače se ztrátovým přizpůsobením

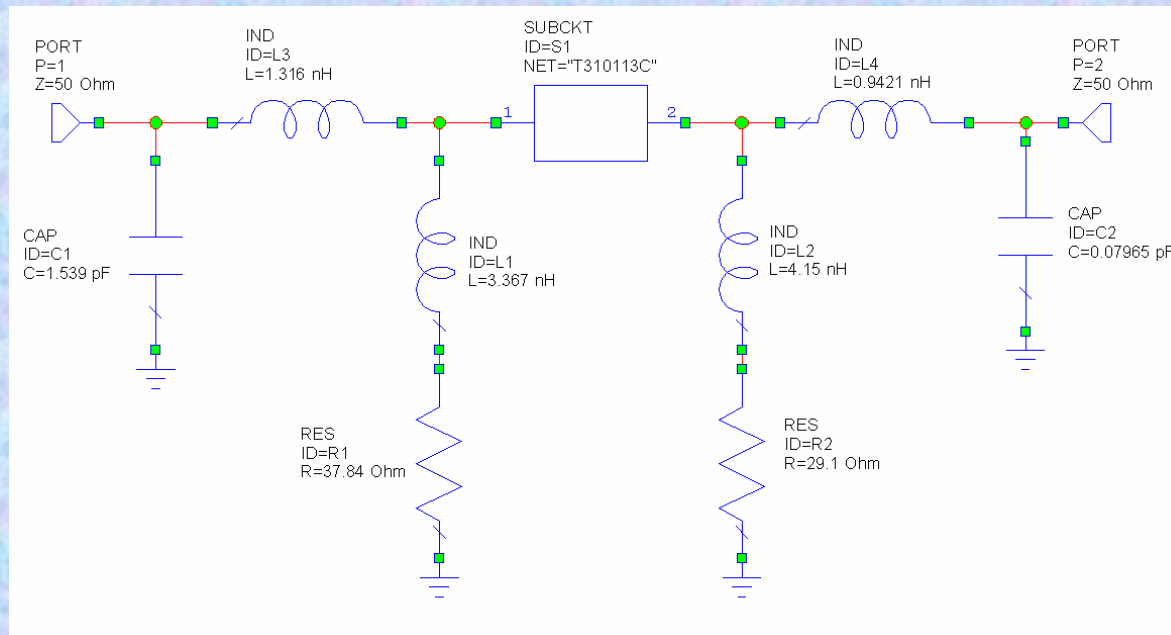
## 1) Výběr vhodného tranzistoru



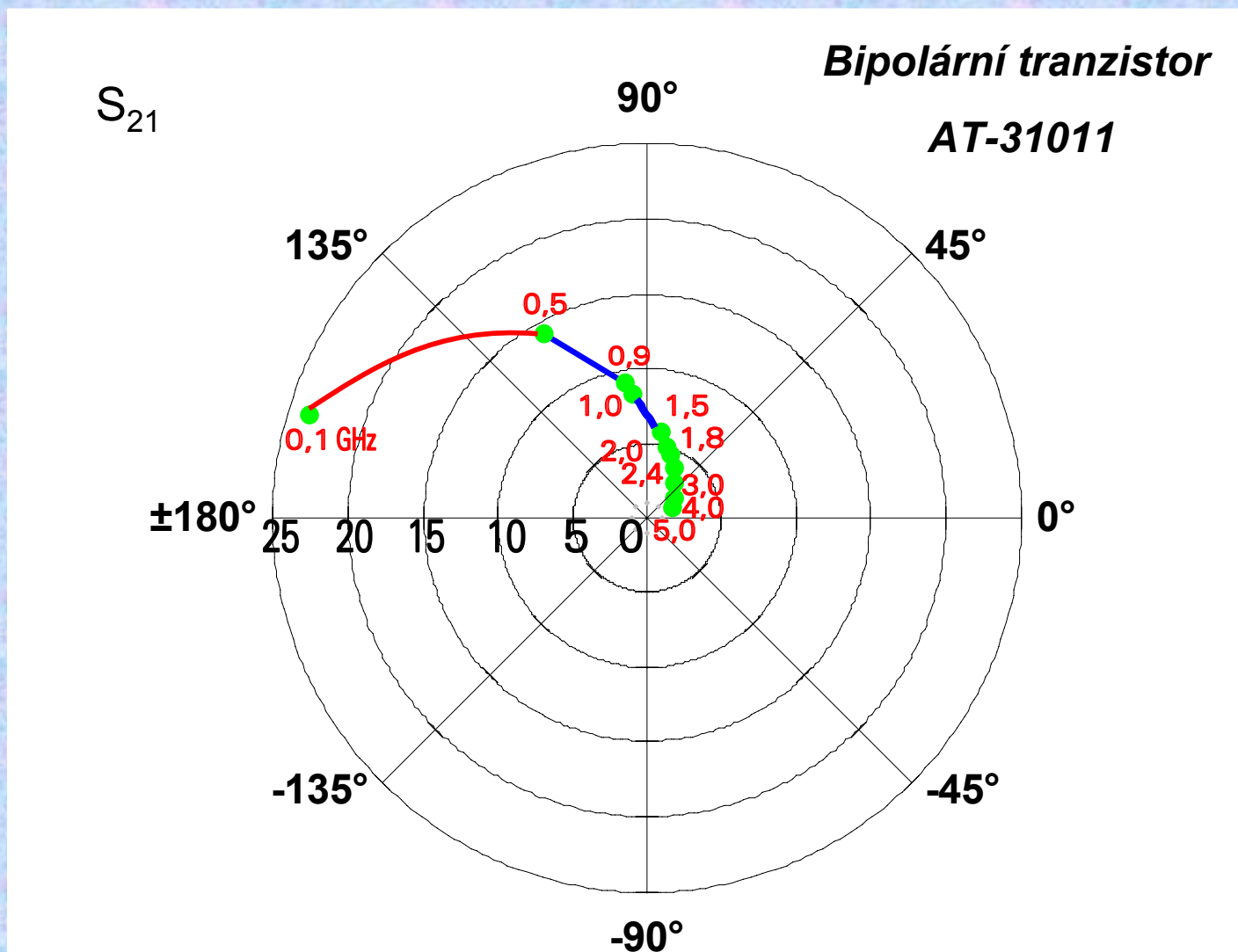
## 2) Volba typu přizpůsobovacích obvodů



## 3) Teoretický návrh a jeho optimalizace



## Výběr vhodného tranzistoru – kmitočtová závislost S-parametrů



# 1) Výběr vhodného tranzistoru – kmitočtová závislost S-parametrů

	Kmitočet	Bipolární tranzistor	Unipolární tranzistor
Přizpůsobení vstupní brány	Nižší	✓	✗
	Vyšší	✓	✓
Přizpůsobení výstupní brány	Nižší	✓	✓
	Vyšší	✓	✓
Přímý přenos	Nižší	✓	✓
	Vyšší	✗	✓
Zpětný přenos	Nižší	✓	✓
	Vyšší	✗	✓

Porovnání obtížnosti dosažení požadovaných vlastností

- ✓ uspokojivé vlastnosti dosažitelné obvykle bez problémů
- ✗ uspokojivé vlastnosti obvykle obtížněji dosažitelné

**Vybrány tranzistory:**

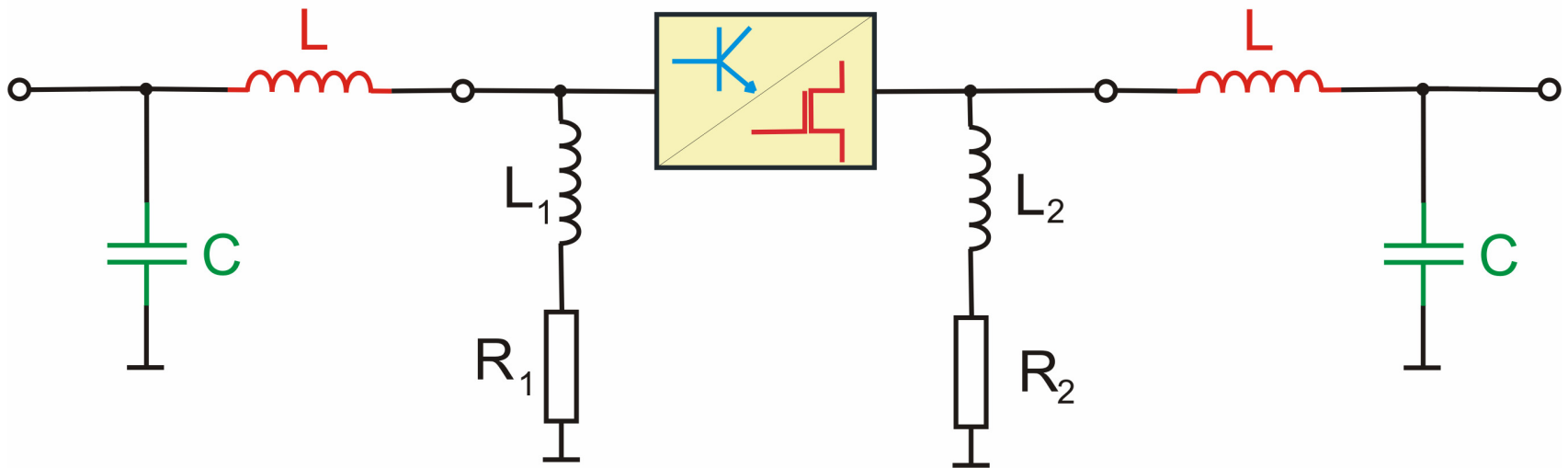
**Bipolární: AT-31011**

**Unipolární: ATF-10736**

## Volba typu vhodných přizpůsobovacích obvodů

- Závislost na charakteru vstupní a výstupní brány tranzistoru
- Pro bipolární i unipolární tranzistor stejné zapojení

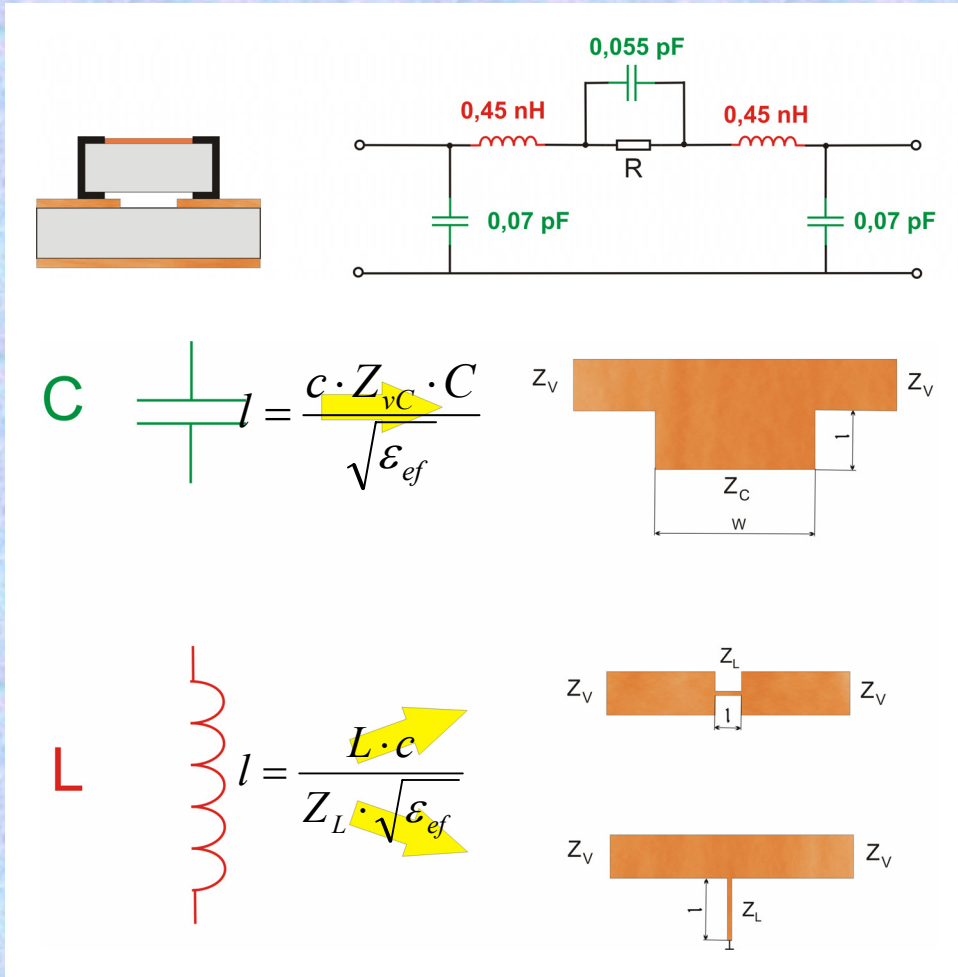
Výsledné zapojení teoretického návrhu



# Převod obvodu na mikropásek

Volba vhodného substrátu - **vyhovuje Arlon 25N (bez speciálních požadavků)**

Realizace rezistorů, kapacitorů a induktorů



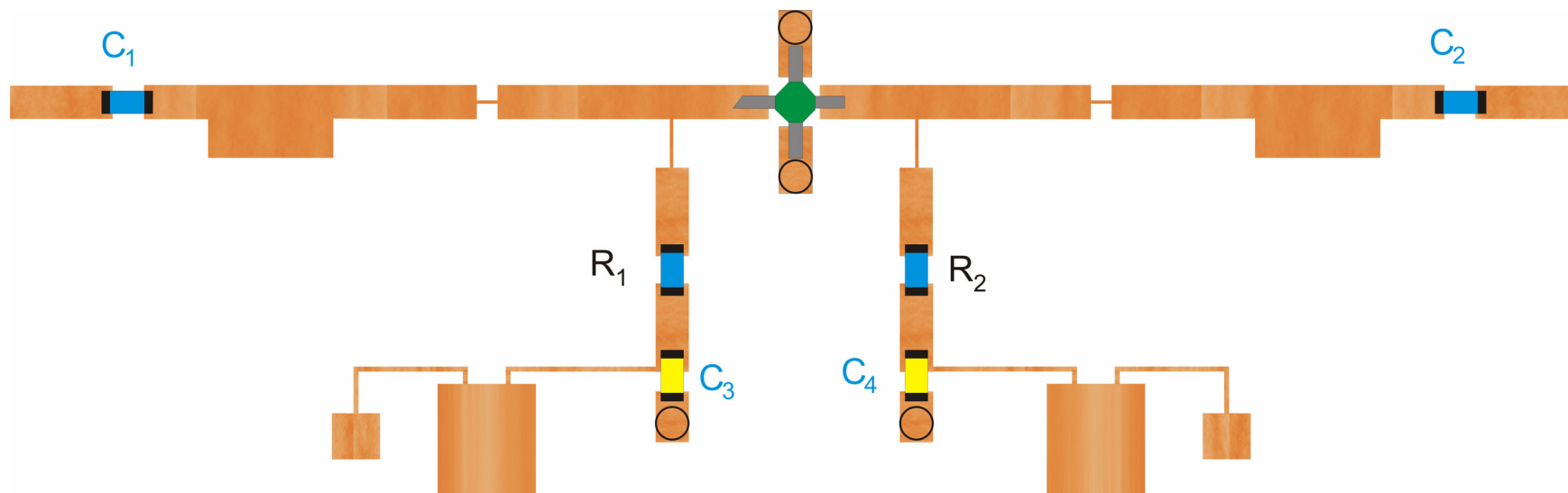
SMD rezistor a jeho náhradní model pro velikost 0805

Přepočet parametrů kapacitoru na kapacitní pahýl

Přepočet parametrů induktoru na vedení s vysokou impedancí

## Optimalizace mikropáskového obvodu a doplnění o nezbytné součásti

- Oddělovací kondenzátory
- Blokovací kondenzátory
- Napájecí obvody



## Zhodnocení dosažených parametrů

### Diskuze nad dosaženými parametry

	Zadání	Zes. s AT-31011	Zes. s ATF-10736
Útl. odrazů na vst.	$\geq 10$ dB	10 až 14,3 dB	10 až 23,4 dB
Útl. odrazů na výs.	$\geq 10$ dB	18 až 37 dB	10 až 20,4 dB
Přímé zesílení	7 až 10 dB $\pm$ 1 dB	8,4 až 10,2 dB	9,4 až 10,25 dB
Činitel stability K	$>1$	1,4 až 69	1,07 až 104,2
Dosažitelné pásmo	0,1 GHz až max.	0,1 až 2,5 GHz	0,1 až 3,5 GHz

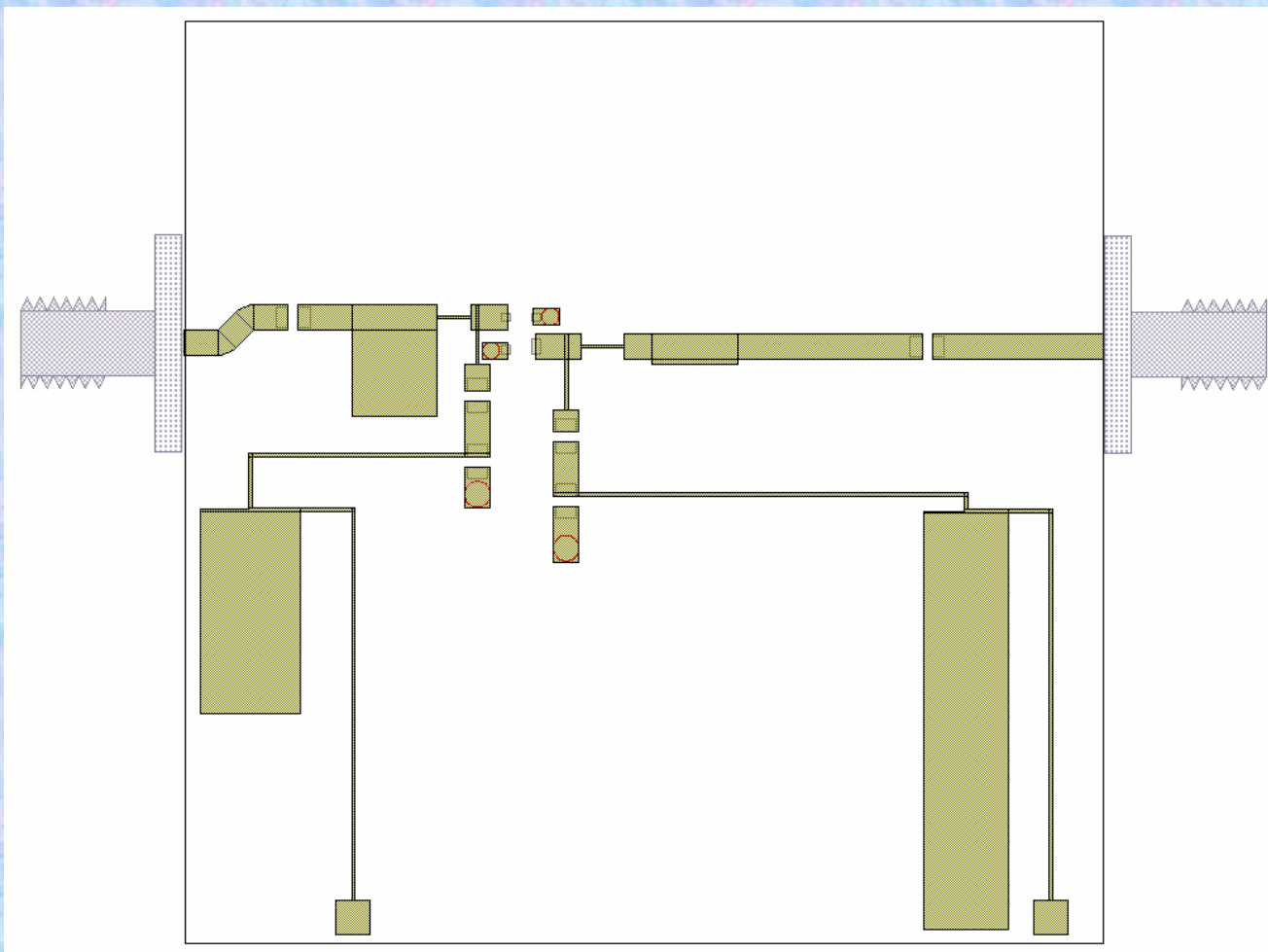
**Omezení u BJT** – rychlý pokles zesílení se vzrůstajícím kmitočtem (při  $f = 2,5$  GHz ho již není možné kompenzovat)

**Omezení u FET** – optimalizace obvodů od nízkých kmitočtů – při vyšších kmitočtech zhoršení parametrů (špatně kompenzovatelné odrazy na vstupní bráně zesilovače)

**Důsledek** – rozdíly v dosažitelné šířce pásma nejsou velké

# Zhodnocení dosažených parametrů

## Skutečný obvod zesilovače s AT-31011



**Děkuji za pozornost**