



# Evoluční návrh filtru

---

CAD & CAE

Tomáš Müller

[muller@kti.mff.cuni.cz](mailto:muller@kti.mff.cuni.cz)

Katedra elektromagnetického pole

FEL ČVUT

19. 9. 2002



# Úvod

---

- Cíl práce
  - návrh mikrovlnného obvodu pomocí evolučních algoritmů
- Zjednodušení *zadání ~ útlumová charakteristika*
  - návrh mikrovlnného filtru
  - sekvenčně řazené obvodové prvky, dvojbrany
    - úseky koaxiálního vedení
  - zanedbání ztrát a odrazů
- Řešení
  - evoluční algoritmus ~ postupný vývoj obvodu
    - přidání nebo odebrání dvojbranu
    - změna jednoho či více parametrů
    - změna pořadí dvojbranů



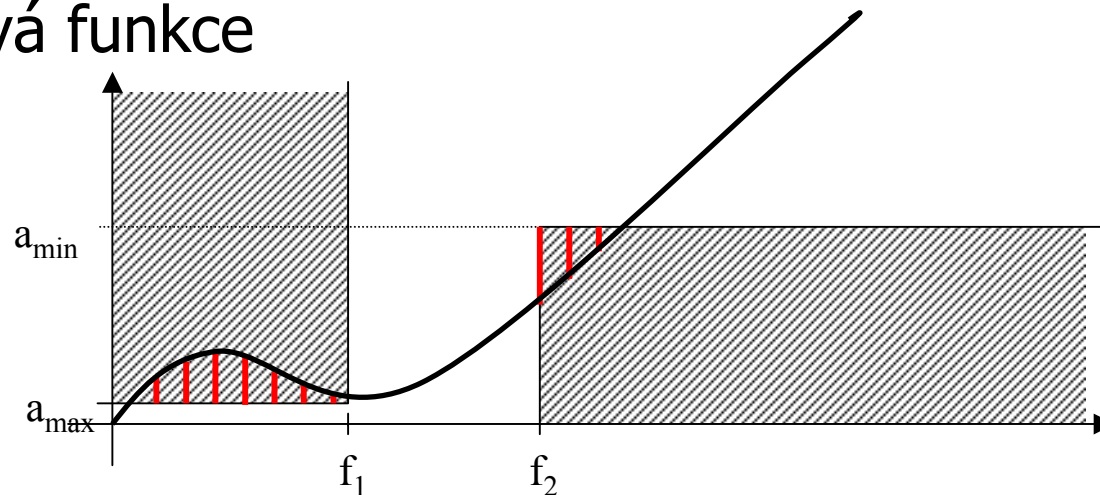
# Evoluční návrh obvodu (filtru)

---

- práce v iteracích
- vždy s jedním obvodem *~ populace velikosti 1*
- dokud není nalezen požadovaný obvod
  - výběr operace
    - přidání, odebrání prvku, změna parametru prvku, prohození dvou prvků
  - volba parametrů operace
    - zvolení prvku, výběr parametru a nové hodnoty, volba typu dvojbranu
  - provedení operace
  - výpočet chyby
    - pokud se chyba snížila: optimalizace (lokální prohledávání)
    - chyba se nesnížila: stornování operace

# Výpočet chyby

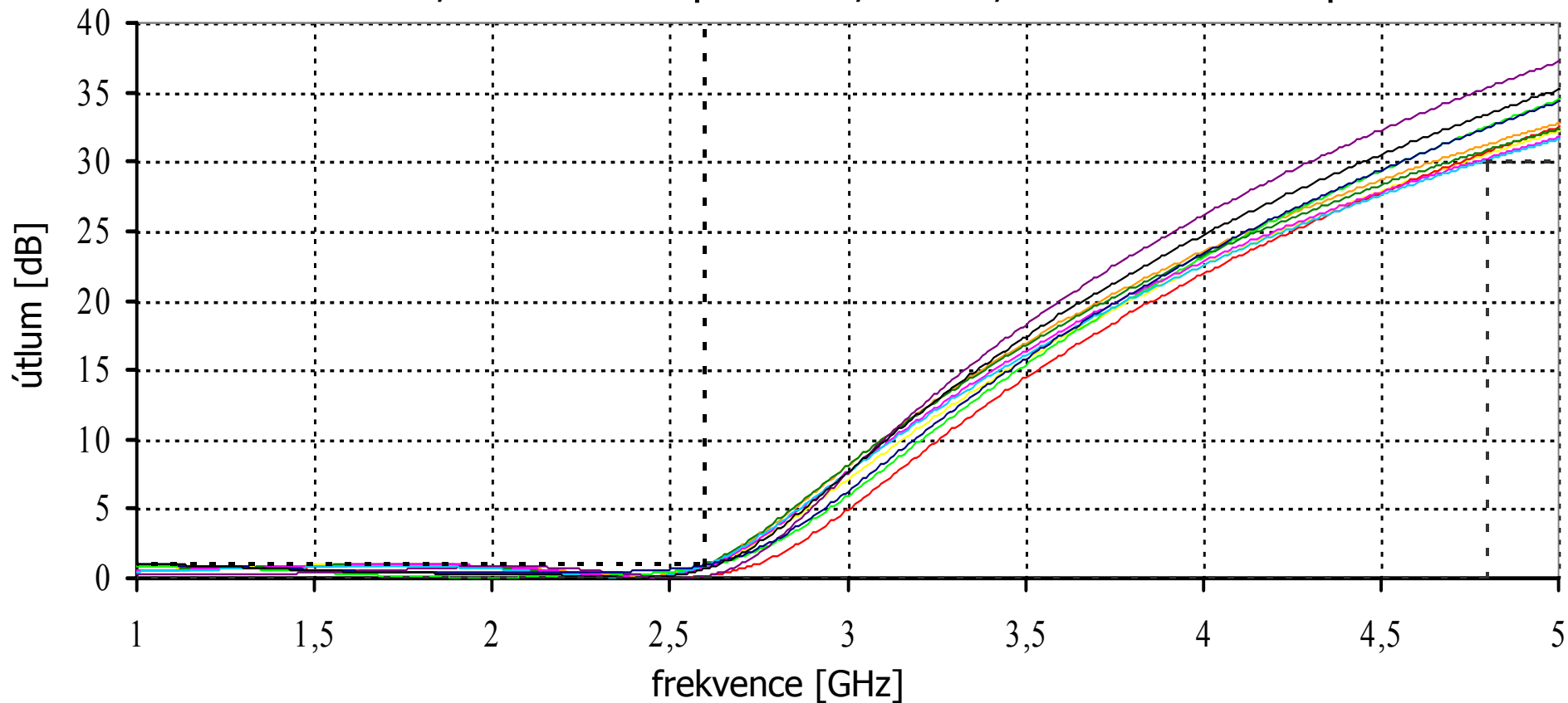
- použití kaskádních vlnových T-matic
  - dvojbran  $\sim$  T-matice
  - kaskáda dvojbranů  $\sim$  součin T-matic  $T = T_{k1} \cdot T_{k2} \cdots$
  - přenos filtru  $1/T_{2,2}$
- chybová funkce



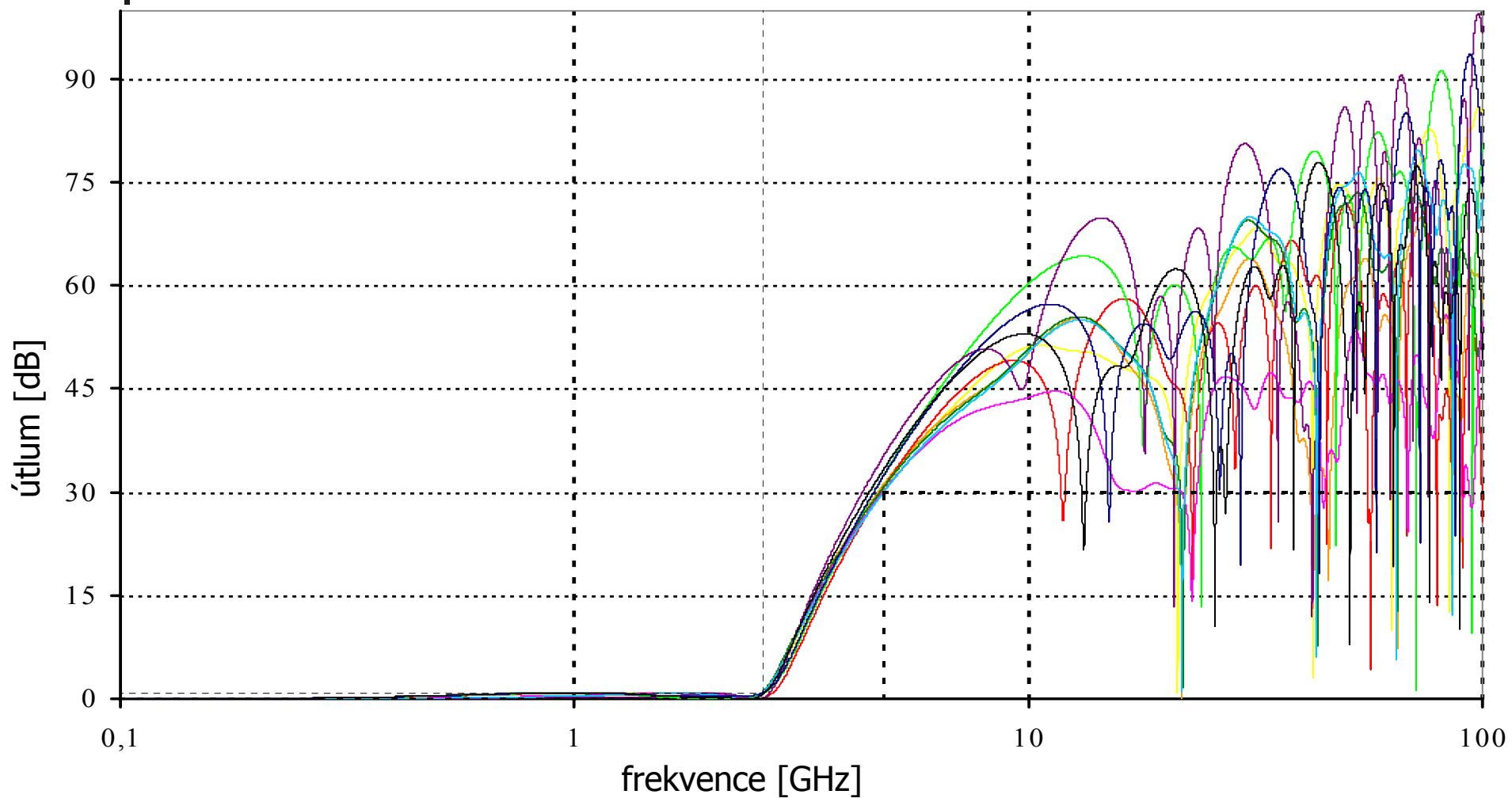
# Příklad

- Dolní propust

- do 2,6GHz útlum pod 1dB; nad 4,8GHz útlum alespoň 30dB



# Příklad





# Shrnutí

---

- Implementace
  - JAVA
  - použitelnost při návrhu kaskádních filtrů
  - snadná rozšiřitelnost programu
    - požadované útlumové charakteristiky
    - jiné typy dvojbranů
    - heuristiky ~ *výběr operace, parametrů, optimalizace*
- Další vývoj
  - obecnější algoritmus pro návrh mikrovlnných obvodů

Prvek (koax. vedení)		Filtr 1	Filtr 2	Filtr 3	Filtr 4	Filtr 5	Filtr 6	Filtr 7	Filtr 8	Filtr 9	Filtr 10
1.	délka [mm]	11,89	4,86	60,26	48,57	94,14	88,92	4,02	93,94	59,84	66,71
	vnitřní poloměr [mm]	0,854	2,065	1,579	1,389	1,113	0,843	0,059	1,285	1,543	1,797
	vnější poloměr [mm]	4,374	2,069	2,194	2,036	3,960	2,756	2,771	4,730	2,000	2,533
2.	délka [mm]	103,17	58,78	51,51	6,51	62,06	62,83	44,08	13,56	53,79	52,39
	vnitřní poloměr [mm]	0,847	0,050	0,051	0,050	0,050	0,050	0,055	0,051	0,052	0,053
	vnější poloměr [mm]	3,955	10,000	9,918	9,495	10,000	10,000	8,897	10,000	9,993	10,000
3.	délka [mm]	74,30	3,64	26,94	64,27	16,95	23,06	42,51	60,11	17,39	26,43
	vnitřní poloměr [mm]	0,447	0,774	2,062	0,184	1,979	2,241	4,677	0,050	2,490	2,486
	vnější poloměr [mm]	5,584	2,387	2,165	9,152	2,029	2,349	5,453	10,000	2,545	2,602
4.	délka [mm]	13,75	41,06	81,24	18,73	58,66	2,01	59,98	3,78	71,82	76,66
	vnitřní poloměr [mm]	3,725	3,561	0,464	1,971	0,056	1,648	0,051	0,050	0,201	0,364
	vnější poloměr [mm]	3,786	4,137	8,760	2,017	10,000	2,432	9,870	7,564	6,944	9,965
5.	délka [mm]	2,48	61,48	26,42	56,14	18,43	57,40	21,56	23,00	8,86	19,15
	vnitřní poloměr [mm]	0,066	0,051	3,515	0,052	1,559	0,054	2,103	2,406	2,021	3,284
	vnější poloměr [mm]	2,032	10,000	3,988	8,448	2,146	10,000	2,193	2,522	2,051	3,490
6.	délka [mm]	59,60	92,26	X	22,49	22,06	69,05	64,09	59,01	X	X
	vnitřní poloměr [mm]	0,058	1,086		1,912	2,060	2,665	0,050	0,050		
	vnější poloměr [mm]	9,999	3,627		2,000	2,155	3,896	4,961	9,999		
7.	délka [mm]	16,75	X	X	X	X	X	68,02	11,12	X	X
	vnitřní poloměr [mm]	2,197						0,937	2,073		
	vnější poloměr [mm]	2,252						4,923	2,096		
8.	délka [mm]	64,91	X	X	X	X	X	5,64	X	X	X
	vnitřní poloměr [mm]	0,098						2,171			
	vnější poloměr [mm]	7,631						2,189			
<b>Počet iterací</b>		4255	191	60	69	119	167	121	60	85	113
<b>Doba návrhu [ms]</b>		46908	14411	6239	6680	10926	15782	16193	14882	6910	8663
<b>(z toho optimalizace) [ms]</b>		11947	13510	5999	6430	10486	14972	15072	14511	6630	8233