

EDISON

Electromagnetic Design of
flexible Sensors



Optymalizacja z ograniczeniem liczby faktoryzacji symulacje z taką samą siatką

Name
January 25, 2021



The „EDISON - Electromagnetic Design of flexibleSensOrs”project, agreement no TEAM TECH/2016-1/6, is carried out within the TEAM-TECH programme of the Foundation for Polish Science co-financed by the European Union under the European Regional Development Fund.

Revision	Date	Author(s)	Description
1.0	10.07.2020	M. Mul	created

1 Wstęp

Raport zawiera wyniki testów optymalizacji z wykorzystaniem bazy projekcyjnej z poprzedniej iteracji. Taki scenariusz optymalizacji pozwala zredukować liczbę faktoryzacji w całym procesie optymalizacji i potencjalnie może pozwolić zredukować całkowity czas optymalizacji pełnofalowej.

Sprawdziłam 3 scenariusze optymalizacji:

- tradycyjna optymalizacja z generowaniem bazy w każdej iteracji ($k=1$),
- optymalizacja z generowaniem bazy **co drugą** iterację ($k=2$),
- optymalizacja z generowaniem bazy **co trzecią** iterację ($k=3$).

W testach korzystałam z optymalizatora InventSim z pluginem umożliwiającym ustawienie flagi 'reload' decydującej o tym czy w bieżącej optymalizacji baza jest generowana czy wczytywana z pliku.

2 Wyniki

2.1 Filtr czwartego rzędu - *dualmode*

Optymalizowany filtr to filtr czwartego rzędu z Rys. 1 z 12 parametrami optymalizacyjnymi: długości czterech kołków, szerokości okien sprzęgających na wejściu i wyjściu oraz między pierwszym i drugim rezonatorem, długości rezonatorów. Parametry rozproszenia dla punktu startowego przedstawiono na Rys. 2.

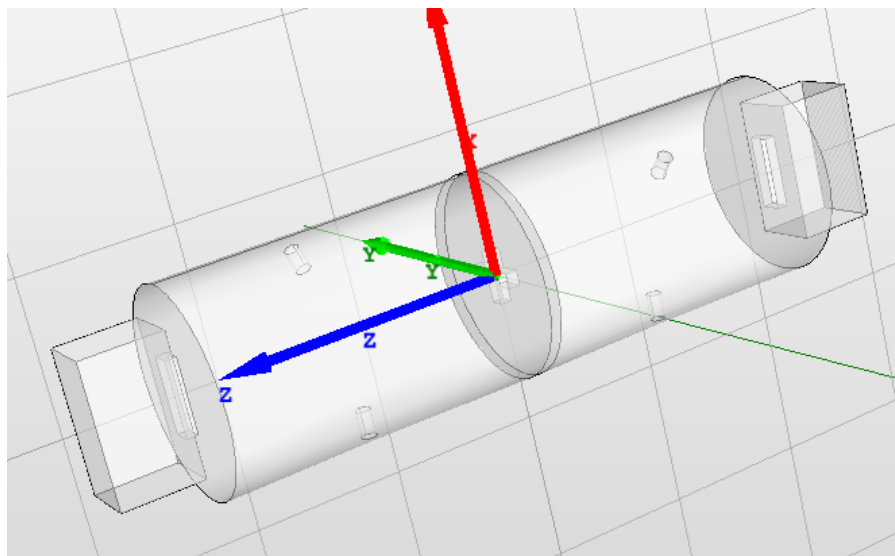


Figure 1: Optymalizowany filtr.

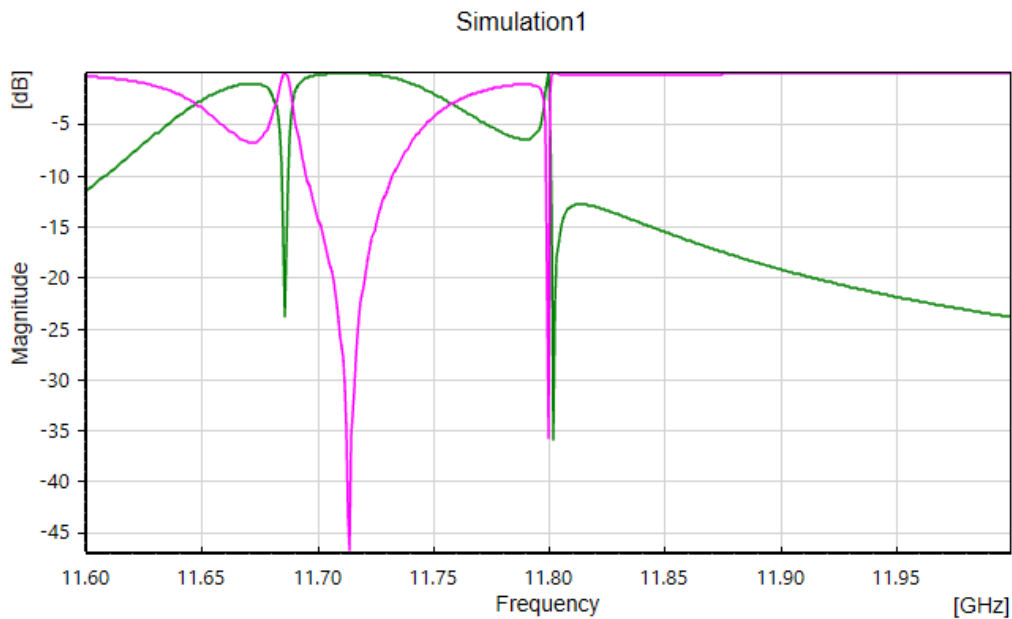


Figure 2: Parametry rozproszenia dla punktu startowego.

Istotne informacje na temat symulacji:

1. Optymalizacja przebiegała bez opcji *adaptive meshing*, żeby siatki we wszystkich symulacjach były identyczne.
2. Problemem okazała się zbieżność - optymalizator nie zbiegał się przy takich ustawieniach, więc wybrałam opcję dwuetapowej optymalizacji z regeneracją siatki po 10 iteracjach. Oznacza to, że w drugim etapie siatki różniły się między sobą (choć były dość podobne), ale samo porównanie pierwszego etapu daje wiarygodne informacje.
3. Punkt startowy był bardzo daleko od optimum - Rys. 2 (testy z bliższymi punktami startowymi?).

Tabela 2 zawiera liczbę zmiennych w układzie równań, liczbę iteracji, całkowity czas symulacji oraz liczbę faktoryzacji w pierwszym etapie optymalizacji, w drugim etapie oraz sumarycznie. Z tabeli wynika, że:

1. **We wszystkich trzech scenariuszach zbieżność była podobna.**
2. Warto zauważyć, że liczba faktoryzacji nie jest równa liczbie iteracji optymalizatora (innymi słowy liczba symulacji nie jest równa liczbie iteracji optymalizatora).
3. **Pod względem czasu optymalizacji najlepiej wypadł scenariusz z generacją bazy co trzecią iterację - czas był o prawie 25% krótszy. Przy generacji bazy co drugą iterację czas optymalizacji skrócił się o około 12%.**

k	l. iteracji	l. zmiennych	całkowity	liczba faktoryzacji
1 ETAP OPTYMALIZACJI				
1	10	2188422	38:03	12
2	10	2188422	33:13	7
3	10	2188422	30:37	5
2 ETAP OPTYMALIZACJI				
1	6	2293474	23:27	7
2	8	1996370	20:53	7
3	6	2296062	15:37	2
SUMARYCZNIIE				
1	16	-	61:30	19
2	18	-	54:06	14
3	16	-	46:14	7

Table 2: Podsumowanie optymalizacji.

2.1.1 Udział czasu redukcji w czasie pętli optymalizacji

Na podstawie logów i informacji. Etapy, których czas udało mi się wyróżnić to:

- analiza zaburzeń (podany w interfejsie),
- morfing siatki (podany w interfejsie),
- konstrukcja macierzy (podany w logu **.log2*),
- redukcja, czyli czas faktoryzacji i obliczania wektorów bazy (podany w logu **.log2*)
- wszystkie pozostałe etapy występują w tabeli jako *pozostałe*.

Pomijam czas wyznaczania pobudzeń w portach, bo jest to czas znikomy, rzędu (0,1 s). W każdej iteracji jest również wywoływana komenda *updatefreq*, zazwyczaj więcej niż raz, w tabeli podaję ten czas w ramach *pozostałe*.

k=1		
etap	czas (s)	udział w %
analiza zaburzeń	35	18,9
morfing siatki	33	17,8
konstrukcja macierzy	15,7	8,4
redMOR	red76,7	red41,5
pozostałe	24,6	13,2
suma	195/122	

Table 3: Etapy symulacji dla k=1.

Pełna iteracja trwa około 185 sekund, a iteracja z pominięciem bazy około 100 sekundy. Istotnymi elementami są analiza zaburzeń oraz morfing siatki - sumarycznie jest to czas porównywalny do redukcji trwającej około 40% całej iteracji.

3 Filtr piątego rzędu

Drugi filtr to filtr piątego rzędu (Rys. 3) z 15 zmiennymi optymalizacyjnymi: wysokość i odległość od ścianki falowodu dwóch kołków (4 parametry), szerokości okien sprzęgających na wejściu i wyjściu (2 parametry), szerokość i długość sęka (2 parametry), długości wszystkich rezonatorów (5 parametrów), wysokość okna sprzęgającego 2 i 4 rezonator, szerokości okien sprzęgających trzeci rezonator z drugim i

z czwartym (2 parametry). Podobnie jak w pierwszym przykładzie, symulacja przebiegała bez adaptacyjnego generowania siatki w pierwszej iteracji. W tym przypadku nie wystąpił problem ze zbieżnością, więc nie było potrzeby regeneracji siatki.

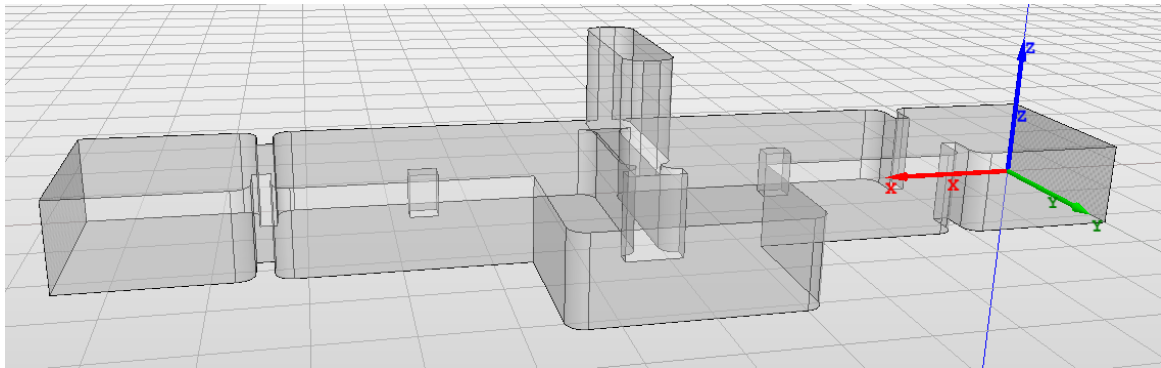


Figure 3: Geometria optymalizowanego filtra.

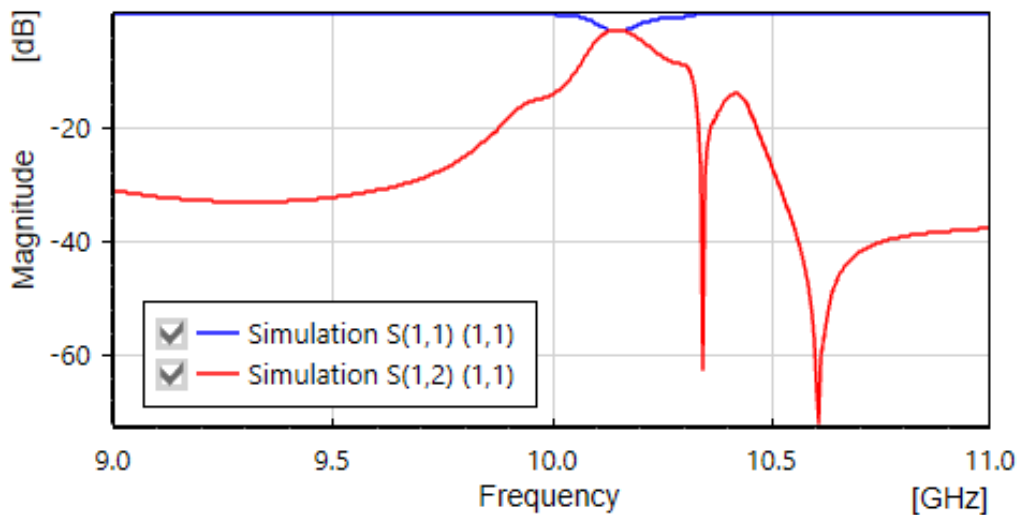


Figure 4: Parametry rozproszenia dla punktu startowego.

Tabela 4 zawiera liczbę zmiennych w układzie równań, liczbę iteracji, całkowity czas symulacji oraz liczbę faktoryzacji. Z tabeli wynika, że:

1. Pod względem czasu optymalizacji ponownie najlepiej wypadł scenariusz z generacją bazy co trzecią iterację - czas był o prawie 25% krótszy. Przy generacji bazy co drugą iterację czas optymalizacji skrócił się o około 7%.
2. Wyniki są bardzo podobne jak dla pierwszego filtra ze względu na podobny rozmiar siatki i tylko nieco większą liczbę zmiennych optymalizacyjnych.
3. Po raz kolejny we wszystkich trzech scenariuszach zbieżność była bardzo podobna.

k	l. iteracji	l. zmiennych	czas całkowity	liczba faktoryzacji
1	15	2080706	01:01:44	17
2	16	2080706	00:57:31	9
3	15	2080706	00:46:02	5

Table 4: Podsumowanie optymalizacji.

Tabela 5 zawiera czasy poszczególnych etapów iteracji odczytane z interfejsu i z pliku *.log2.

k=1		
etap	czas (s)	udział w %
analiza zaburzeń	49	23,3
morfing siatki	29	13,8
konstrukcja macierzy	13,7	6,5
redMOR	red85,2	red40,6
pozostałe	33,1	15,8
suma	210/141	

Table 5: Etapy symulacji dla k=1.

Pełna iteracja trwała około 210 sekund, a iteracja z pominięciem bazy projekcyjnej 141 - czyli o około 1/3 krócej. Proces redukcji stanowił około 40% całej iteracji.

4 Wnioski

Z przeprowadzonych symulacji można wyciągnąć wniosek, że wykorzystanie bazy projekcyjnej z poprzednich iteracji nie pogarsza zbieżności optymalizacji - we wszystkich przeprowadzonych testach zbieżność optymalizatora była bardzo podobna, z różnicą co najwyżej o jedną iterację. Najkorzystniejszym scenariuszem okazał się ten z generacją bazy projekcyjnej w co trzeciej iteracji - pozwolił skrócić czas optymalizacji o ok. 25%, co stanowi istotną oszczędność. Wynik ten okazał się powtarzalny w obu testach.