

# FilterLab

## Wirtualne laboratorium filtrów dolnoprzepustowych

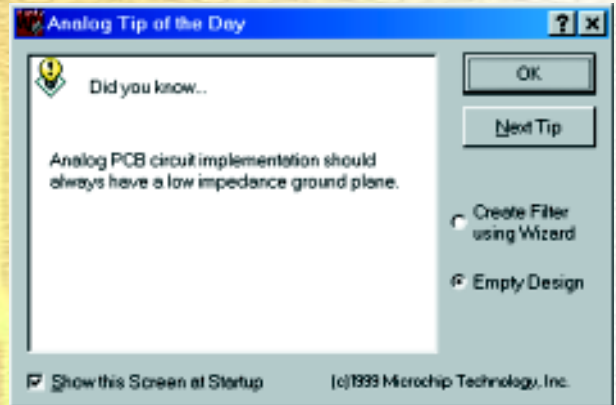
W poprzednim numerze EP przedstawiliśmy mało znaną szerokiemu gronu użytkowników część oferty produkcyjnej firmy Microchip - układy analogowe. Zgodnie z obietnicą, w tym miesiącu przedstawiamy freeware'owe narzędzie programowe Microchipsa - program FilterLab, który ułatwia projektowanie filtrów dolnoprzepustowych oraz antyaliasingowych w oparciu o wzmacniacze operacyjne serii MCP60x.

Na początku wyprowadzimy Czytelników z błędnego przekonania, że FilterLab pozwala projektować filtry tylko w oparciu o wzmacniacze operacyjne firmy Microchip. Co prawda twórca tego programu stara się usilnie wpoić takie przekonanie w użytkownika programu, ale nie należy się tymi sugestiami przejmować.

FilterLab jest programem o dość dużych ograniczeniach funkcjonalnych, ale wzięszy pod uwagę specyfikę zastosowań wzmacniaczy operacyjnych w systemach mikroprocesorowych (bo przecież mikroprocesory są prawdziwą domeną Microchipsa!) i najczęściej spotykane w nich problemy, można uznać ten program za doskonałe narzędzie projektowe.

Podstawową i najbardziej dokuczliwą wadą FilterLabu jest możliwość projektowania wyłącznie filtrów dolnoprzepustowych. Dość często w aplikacjach audio są przydatne filtry strojone, pasmowoprzepustowe lub górnoprzepustowe, dla których program nie przeprowadza obliczeń i symulacji. Wynika to z optymalizacji możliwości programu pod kątem najczęściej stosowanych w systemach analogowo-cyfrowych filtrów antyaliasingowych.

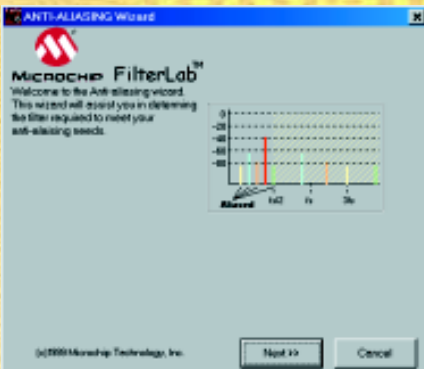
Ogromną zaletą programu jest całkowita automatyzacja jego obsługi. Tuż po rozpoczęciu pracy wita użytkownika okno powitalne z informacyjnym „tipem” dnia (rys. 1), które pozwala użytkownikowi wybrać jeden z dwóch dostępnych sposobów budowania filtru: za pomocą automatycznego kreatora lub ręcznie. Wybranie wspomaganego przez pro-



Rys. 1.

gram drogi projektowania filtru powoduje, że użytkownik musi odpowiedzieć na kilka dobrze skomentowanych pytań. Pierwsze okno kreatora (rys. 2) skrótowo wyjaśnia zasadę działania filtru dolnoprzepustowego, a po kliknięciu „Next” pojawia się kolejne okno (rys. 3), w którym użytkownik określa częstotliwość graniczną (3dB) filtru.

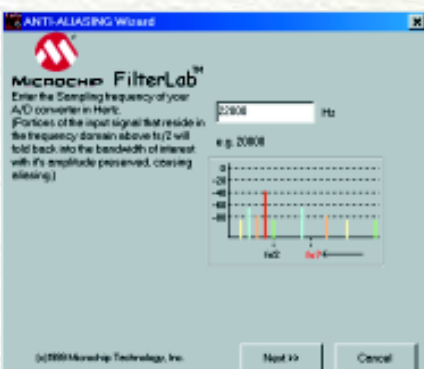
Ponieważ filtr antyaliasingowy ma zapobiegać interferencjom częstotliwości próbkowania przetwornika A/C z częstotliwościami sygnałów składowych przebiegu poddawanego konwersji, to podczas projektowania filtru należy jej wpływ na efekt przetwarzania także uwzględnić. Umożliwia to kolejne okno kreatora (rys. 4). Następnym istotnym parametrem filtru jest maksymalny odstęp sygnału od szumu, który w istotny sposób zależy od rozdzielczości przetwornika A/C. Stąd kolejne pytanie kreatora o rozdzielczość współpracującego przetwornika (rys. 5) i przewidywany maksymalny odstęp sygnału od szumu (rys. 6). Parametr ten można zmieniać, przy czym program automatycznie wylicza i podaje maksymalną, możliwą do osiągnięcia wartość. Ostatnim oknem



Rys. 2.



Rys. 3.



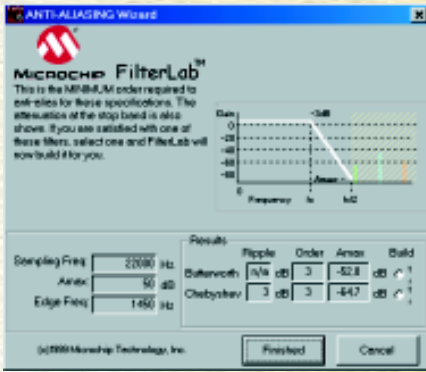
Rys. 4.



Rys. 5.



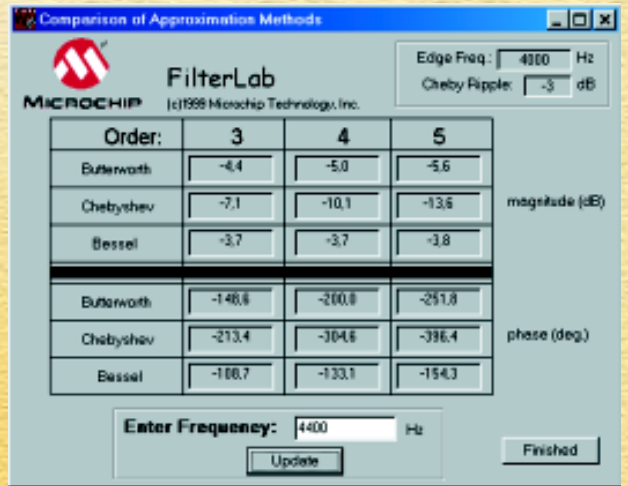
Rys. 6.



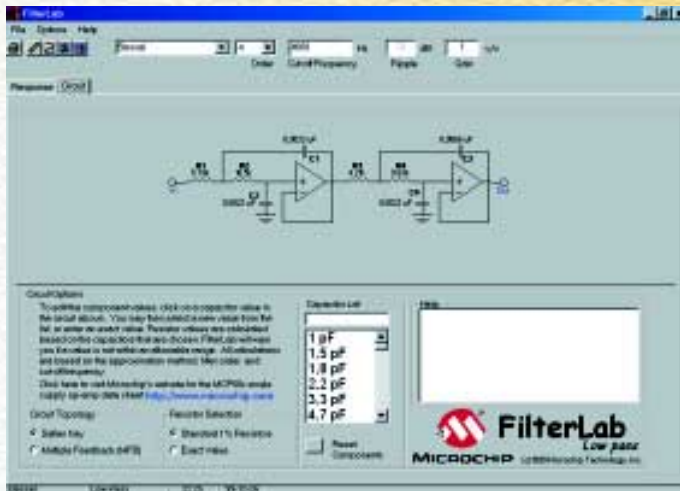
Rys. 7.

kreatora jest widoczny na rys. 7 informator o parametrach wybranych typów filtrów. Po wybraniu najbardziej odpowiedniego filtru do tworzonej aplikacji (za pomocą przycisku wyboru, znajdującego się w prawej dolnej części okna) FilterLab tworzy schemat elektryczny (rys. 8) i wykresy: amplitudowy i fazowy filtru (rys. 9). FilterLab umożliwia projektowanie filtrów aktywnych, w których elementy filtrujące włączone są w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniaczy operacyjnych lub są one

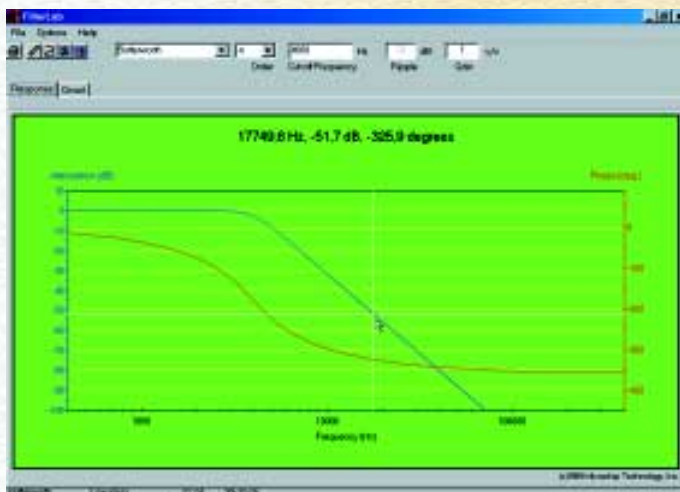
zasilane ze wzmacniaczy pracujących w układzie wtórników napięciowych. Dzięki ruchomeму kursorowi jest możliwe sprawdzanie wartości najważniejszych parametrów filtru w dowolnie wybranych punktach charakterystyki. Bardzo interesującą możliwością programu jest wbudowany moduł numerycznego porównania wartości parametrów charakterystyk amplitudowo-fazowych filtrów różnych typów o odmiennej stromości zboczy (rzędach), w każdym przypadku dla jednej, zadanej przez użytkownika częstotliwości (rys. 10). Program FilterLab wzbogacono także o możliwość modyfikacji charakterystyk amplitudowo-fazowych zgodnie z trzema podstawowymi modelami: Butterwortha, Czebyszewa i Bessela. Wybór charakterystyki oraz pozostałych parametrów filtru umożliwia menu znajdujące



Rys. 10.



Rys. 8.



Rys. 9.

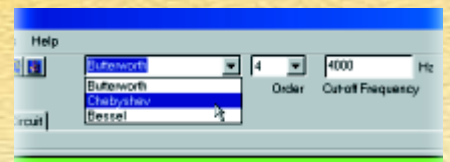
się w górnym pasiku narzędziowym (rys. 11).

Podczas obliczania wartości elementów filtru, program automatycznie dobiera najbardziej odpowiednie wartości rezystorów z typoszeregu R316 (standard dla precyzyjnych rezystorów o tolerancji 1%) lub - na życzenie użytkownika - podaje dokładne wartości będące wynikiem obliczeń. Jeżeli z jakichś przyczyn zalecane wartości pojemności kondensatorów w filtrach nie są odpowiednie, można także je zmienić, przy czym wszystkie przeliczenia program realizuje automatycznie.

Ostatnią, bardzo interesującą, możliwością programu FilterLab jest tworzenie modelu filtru dla symulatora analogowego

Spice (rys. 12). Podczas tworzenia modelu filtru, FilterLab wykorzystuje modele wzmacniaczy operacyjnych, na których filtr jest budowany. Dzięki temu efekty symulacji można przybliżyć do rzeczywistości bez względu na preferowane typy wzmacniaczy operacyjnych.

W ten sposób kończymy krótką prezentację tego dobrego, choć nie pozbawionego niedociągnięć, programu narzędziowego. Ze względu na łatwość obsługi i bardzo dobre uzyskiwane efekty, szczerze polecamy go każdemu pro-

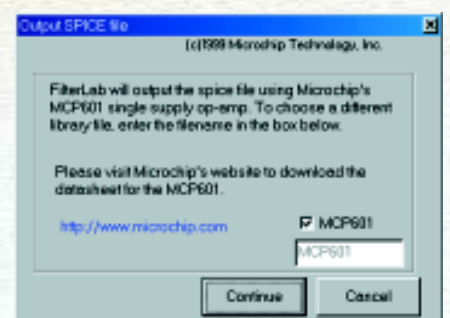


Rys. 11.

jektantowi filtrów wejściowych dla przetworników A/C i innych systemów wymagających stosowania analogowych filtrów dolnoprzepustowych.

**Andrzej Gawryluk, AVT**

Program FilterLab w wersji 1.0.39 znajduje się na płycie CD-EP2/2000 (w katalogu \programy) oraz w Internecie, pod adresem: [www.microchip.com/10/Tools/analog.flab.index.htm](http://www.microchip.com/10/Tools/analog.flab.index.htm).



Rys. 12.