

Web-базиран експертен модул “Проектиране на активни RC-филтри” *Web-based Module “Methodology of Active Filter Computer -Aided Design”*

Елена Дикова Шойкова, Ивайло Миланов Пандиев
Технически университет - София

1. Въведение

Синтезът на аналогови електронни схеми в честотна област е предмет на непрестанно внимание от страна на проектантите. От една страна това се дължи на факта, че селективните схеми и по-специално активните филтри са едни от най-често използваните възли в комуникационната, медицинската и радио съобщителната техника, което е обусловено от факта, че заобикаляящи ни свят е аналогов и всички процеси в него са непрекъснати. От друга страна, синтезът на електронни схеми в честотната област е сравнително добре разработен, особено за класа на активните RC-филтри [1, 2]. Автоматизираните технологии за проектиране на активни филтри са предмет на внимание от страна на авторите намерило своя израз в реализирания Web-базиран експертен модул “Проектиране на активни RC-филтри”. Създадената интерактивна система е предназначена да подпомага в реално време редовни/дистанционни студенти от Техническите университети, както и специалности от индустрията в процеса на работа с интегрираните среди за автоматизирано проектиране в електрониката. Web-приложението е съществена част от виртуалната среда за теле-обучение [6].

2. Образователни цели

След успешното завършване на този модул от курса обучаемите ще могат да прилагат системния подход при проектирането на активни филтри използвайки съвременни методи, информационни и компютърни технологии. По-конкретно ще придобият следните теоретични знания и професионални умения:

- Анализ на техническото задание и формулиране на функционална спецификация
- Планиране на етапите за проектиране на АФ
- Избор на методи и средства за проектиране
- Създаване на математически модел
- Синтез на структура и дефиниране на функционални блокове
- Проверка за изпълнимостта на избраното решение
- Проектиране на функционалните възли
- Симулиране и оптимизация на функционалните възли
- Реализация на прототип
- Симулиране и оптимизация на прототипа
- Документиране.

Друга важна образователна цел на модула, освен обучението по електроника, е да подготви обучаемите и научи как да: работят ефективно в екип, аргументират ясно и мотивирано своите становища, самостоятелно да обясняват и разширяват професионалните си знания и умения, използвайки съвременните информационни технологии.

3. Системен подход

Отправна точка е общата методология за функционално проектиране на електронни схеми с приложение на средствата за автоматизация [3]. Методологията за синтез на активни филтри [1, 2] е разработена със стремеж за осигуряването на потребителя на такава интегрирана среда, в която прилагайки основните за областта теоретични методи и съвременните компютърни технологии, той да има възможност гъвкаво и ефективно да проектира отначало до край своята схема. Методологията обхваща всички необходими етапи, процедури, взаимодействия между тях и с базите данни за осъществяването на автоматизирано проектиране на електронни схеми. Същевременно тя е развита с оглед на възможностите на интегрирания в нея професионален продукт *EDA Design Lab™ (OrCAD)*, който се е наложил вече в практиката като стандарт за компютърно проектиране в електрониката. За синтеза на активни и пасивни филтри са използвани специализираните програмни модули *Filter Synthesis* и *Burr-Brown Filter Pro*.

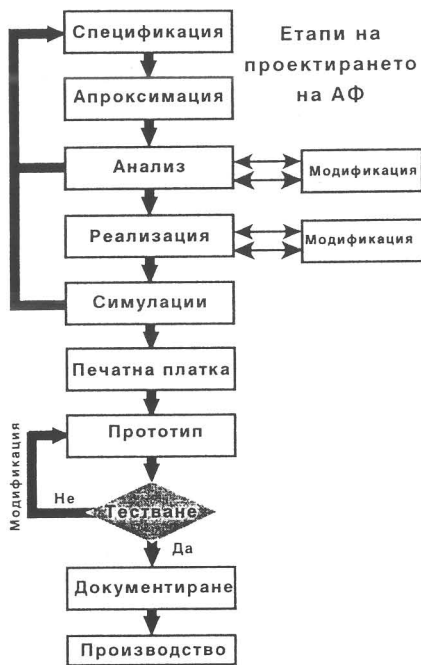
Детайлното представяне на методологията за електрическо проектиране на активни филтри е направено според принципите на системния подход и по отношение на следните характеристики: *функционален модел за проектиране, междинни продукти, средства за автоматизирано проектиране, обобщен информационен поток при проектиране на активни филтри*. От практическа гледна точка особено полезно е да се прилага методологията системно, във взаимната връзка на необходимите етапи, средства, продукти, решения и действия, контролирани от проектанта.

Функционалният модел на проектирането на електронни схеми (фиг.1) показва основните стъпки на методологията при проектиране отгоре-надолу, които включват: анализ на техническите изисквания и дефиниране на функционална и техническа спецификация, избор (синтез) на структурна и електрическа схема, подготовка на проекта за компютърни симулации и извършване на симулациите, оценка на резултатите и оптимизация при необходимост, верификация на проекта, проектиране на печатна платка или интегрална схема, разработка и верификация на прототипа, документирание и производство.

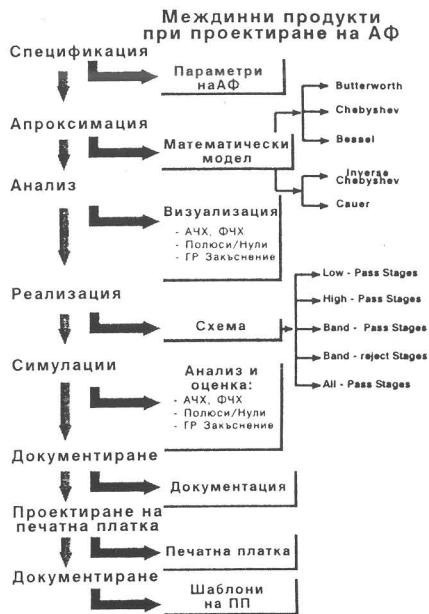
Междинните продукти на проектирането показват разширената схема на функционалния модел с резултатите на всяка стъпка. Графичната интерпретация на модела е представена на фиг.2.

Средства за автоматизирано проектиране. За извършване на всяка дейност от методологичната схема (Фиг.1) е необходимо използването на подходящи средства от системите за автоматизирано проектиране. В рамките на дистанционния процес са избрани две ECAD системи: *Filter Synthesis* опция към *EDA Design Lab* интегрираща пълния цикъл на проектиране на активни RC- и SC- филтри, пасивни LC- многозвенни филтри, както и селективни схеми изпълнени със специализирани ИС на фирмите *Linear Technology* и *IMPs*; *Burr-Brown Filter Pro™* съставена от два програмни модула, *FILTER2* за синтез на нискочестотни филтри реализирани със звената на *Sellen- Key* и *MLF* [4] и *FILTER42* за синтез на активни филтри RC- филтри с ИС *UAF42* създадена на базата на биквадратно звено на *Кероин- Холман- Нюкъб* [1]. Програмите използвани за изпълнение на различните дейности в контекста на методо-

логията за проектиране са представени на фиг.3.



Фиг.1. Функционален модел



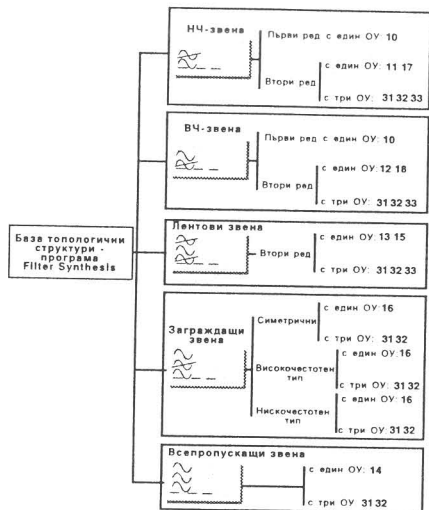
Фиг.2. Резултати от проектантската дейност на всеки етап

Обобщеният информационен поток при проектиране на електронни схеми [3] има за цел да представи как потокът от входна и, създадена по време на проектирането, нова информация се обработва от ECAD системата под контрол на потребителя от първоначалната идея за електрическата схема до крайния продукт. При изследването и изучаването на процеса на автоматизираното електрическо проектиране тази диаграма помага за формиране на собствени обобщени понятия относно значението и функциите на отделните стъпки при проектирането, междинните продукти и средства за ECAD, както и конкретни действия и решения в процеса на създаване на проекта.

Обект на изучаване и изследване са активните RC-филтри с ОУ (АФ). Йерархичната декомпозиция свързана с разчленяване по свойствата на обекта определя нивата на сложност в дълбочина. Така например, базата с около 30 топологични структури на най-популярната система *Filter Synthesis* [5] се представя в зависимост от свойствата на вградените схеми и методи - Фиг.4.



Фиг. 3. Средства за извършване на автоматизираното проектиране



Фиг. 4. База топологични структури – програма Filter Synthesis

4. Проектиране и реализация на Web-базирания експертен модул

Създаването на Web-базирания експертен модул е извършено съобразно методологията [7, 8] за проектиране на *Internet*- базирани клиент/сървър приложения. Основните характеристики на общата методологията са следните:

- Тя е разработена според принципите на системния подход и разкрива цикличния характер при управлението на всеки проект. Това не е просто указание за последователност от стъпки необходими за навременното завършване на проекта, а систематичното обединяване на **ключовите дейности**: анализ, избор на решение (архитектура), реализация, внедряване и поддръжка.

- Дейностите предвидени за изпълнение на всеки етап са:

- **Анализ**: идентифициране на потребителите, дефиниране на спецификация, моделиране и оптимизация.
- **Избор на решение (архитектура)**: структуриране на данните/програмите, архитектура клиент/сървър.
- **Реализация**: програмиране на статичните *HTML*-страници, създаване на потребителския интерфейс и *Java scripts*, разработка на клиент/сървър приложенията.
- **Внедряване, поддръжка и оценка**: инсталиране, тестване и настройка на системата, функционалност, удобство за потребителя, ефективност на обучението.

▪ Методологията е изградена като същностно итеративен процес. Отделните **итерации**: планиране, моделиране и създаване на прототип, оценка, реализация и следващо усъвършенстване на изделието, са необходими за прецизиране и разширяване на ключовите проектни дейности. На практика те действително представляват итерации, а не отделни фази в разработката на проекта, при които всяка дейност се изпълнява на различно ниво на детайлизация.

▪ На всяка итерация се изпълняват всички дейности, но някои от тях изискват повече усилия от други. За следваща реализация или усъвършенстване на един продукт или приложение е необходимо да се повтори отначало целия процес от първата итерация.

4.1. Анализ на потребителските нужди и цел на разработката

Анализът на съвременната практика включително и Internet показват съществуващо голямо разнообразие от ECAD-системи (*Star* [2], *MicroSim Filter Synthesis* [5], *Filter CAD*, *BB Filter Pro* [4], *Maxim Filter Design Software* и други), за проектиране на селективни електронни схеми. При това тези ECAD системи предлагат напълно завършен цикъл от функции интегриращи целия процес от идеята, създаването на математически модел, проектирането на функционални възли, симулиране и оптимизация до реализацията на прототипа на схемата за краен продукт. Голяма част от тях са създадени от водещи европейски и американски фирми производители на аналогови интегрални схеми (ИС) и по-конкретно на специализирани филтърни ИС, като *Burr- Brown (UAF42)*, *Maxim (MAX274)*, *Linear Technology (LT1060, LT1264)*, *National Semiconductor (AF100, MF10)*, *IMPs (45C555, 45C451)* и други.

Цел на разработката. Проектиране и разработване на интерактивен Web-базиран експертен модул “*Проектиране на активни RC-филтри*” предназначен да подпомага на дейността на потребителя в реално време [7].

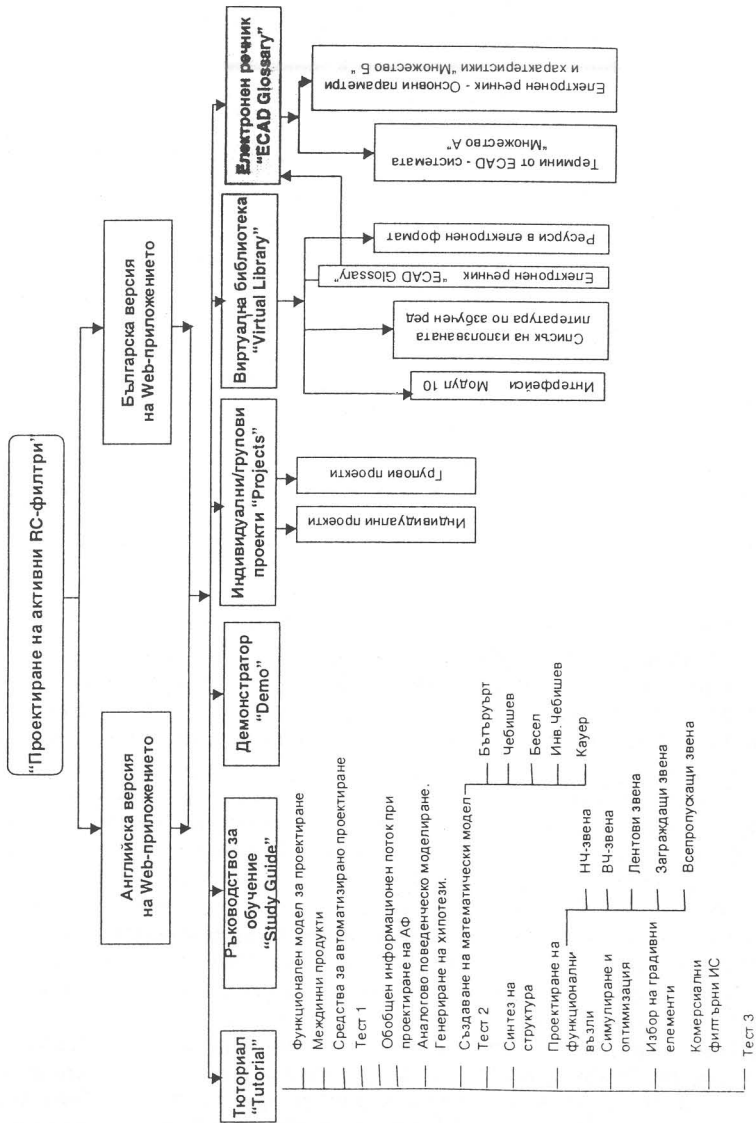
Основните групи от потребители на Web-приложението са: инженери от електронната индустрия, редовни/дистанционни студенти по Електроника в Техническите университети. Web-приложението е съществена част от виртуалната среда за теле-обучение [6].

4.2. Избор на архитектура

Информацията и ресурсите в електронен формат, до които се осъществява достъп в системата са структурирани в над 1200 файла (15MB). Източници на информация за обекта на изследване са: книги [1, 2], множество статии в областта, някои от тях публикувани и в *Internet* и специализирана техническа документация [4, 5]. Управлението и достъпа до информацията в модула се осъществява от *Enterprise Netscape Server*. Също така за работа с модула се планира използване от клиента на *Web browser* с графичен потребителски интерфейс поддържащ Java тип *Netscape Communicator (version 4.0* или по-късна).

Програмни средства за разработване на приложението са: HTML език за публикуване на WWW (version 3.2 или по-късна), *Java scripts (version 1.1)* за реализиране на потребителския интерфейс и интегрираните към тях: *Filter Synthesis*, *Burr- Brown Filter ProTM*; *Adobe Acrobat Reader* и *MS Power Point* за визуализиране на лекции в електронен формат.

4.3. Изграждане на прототип. Структурата на Web-базираното приложение от фиг.5 най-общо се състои от шест програмни единици. Допълнително към тях са



Фиг.5 Структура на интерактивната система

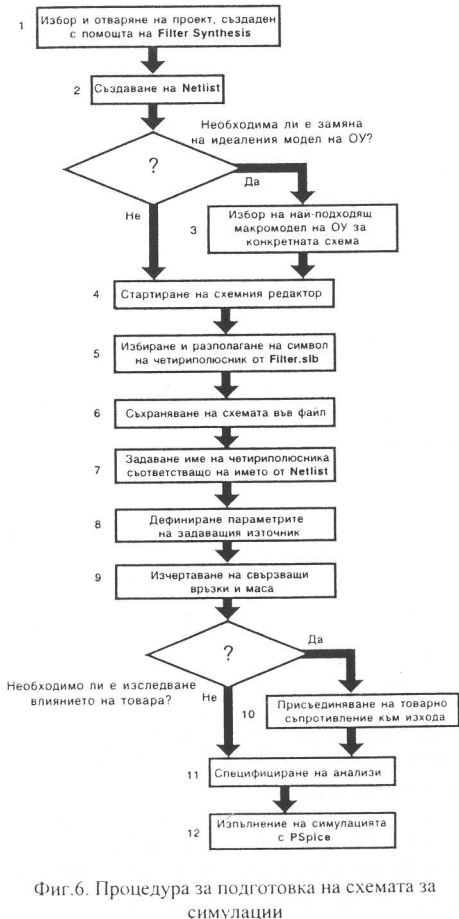
реализирани приложения “Assigned Reading”, включващо списък на задължителната литература и “Virtual PSpice-laboratory, осигуряваща достъп до програмните средства интегрирани към Web-базирания модул.

Форми и средства за обучение. Обучението в модула се базира на следните медиини материали: Web-базирани приложения, печатен материал, демонстрационен CD-базиран материал, индивидуален/групов проект, Tele Assistance.

а) *Web-базирани материали* - Обучението в модула се определя от следните учебни функции: *Ръководство за обучение, Тюториал, Демонстратор, Индивидуални/групови проекти, Виртуална библиотека, Електронен речник* [6]. Дейностите във всяка програмна единица (рубрика) са интегрирани в модула “Тюториал”, където следвайки заложените инструкции потребителят чрез системата от връзки има

възможност за достъп до различна на вид информация. Детайлно изучаване и представяне на методологията за проектиране на АФ в Web-базирания *Тюториал* е направено според принципите на системния подход и по отношение на следните характеристики: функционален модел за проектиране, междинни продукти, средства за автоматизирано проектиране, обобщен информационен поток при проектиране на АФ. По-нататък в приложението са представени всички основни задачи, до които се свежда синтезът на ЕС. Предложени са и някои препоръки при избор на пасивни и активни елементи изграждащи АФ. Създадени са интерфейси между специализираните програмни модули и професионалните ECAD системи (Фиг.6). Това е необходимо тъй като междинния продукт от реализацията на предавателната функция е подсхема, за която не са дефинирани необходимите интерфейси за осъществяване на следващите етапи свързани със симулиране и оптимизация на прототипа на АФ.

Тюториалът завършва с списък на основните производители на специализирани филтърни ИС и предложените към тях ECAD системи с кратка функционална характеристика. В края на всяка част са създадени тестове за самооценка с автоматична проверка на получените резултати.



Фиг.6. Процедура за подготовка на схемата за симулации

б) *Комуникационни функции*: асинхронни (*e-mail, FTP*); синхронни (*Chat, Whiteboard, MS NetMeeting*).

в) *CD-базиран интерактивен мултимедиен модул* - демонстратор илюстриращ как се управлява симулационния пакет (*Filter Synthesis* или *FILTER42*) и поведението на моделирания обект в контекста на конкретна практическа задача.

г) *Печатни материали*: описание на курса, ръководство за студента, материали за самоподготовка, работни тетрадки, учебник по синтез на активни филтри [1]. Печатни материали в електронен формат: учебник (*Adobe PDF*), лекции (*MS PowerPoint*) "Синтез на електронни схеми", *Application Bulletins* публикувани в Web-sites на производителите на ИС (*Adobe PDF, MS Word*).

Заклучение

Постижения на екипа:

1. Създаване на методология за проектиране на активни RC-филтри с операционни усилватели в средата на съвременните ECAD системи.
2. Създаване на интерфейси между специализирани програмни модули за проектиране на АФ и професионални ECAD системи.
3. Проектиране и реализация на електронна (компютърно- базирана) система за подпомагане и поддържане на дейности в реално време реализирана като Web-базирано приложение с използване съществуващите *Web* и *Java* технологии.

Достъпът до интерактивната система е организиран чрез *Web-sites* ([WWW:http://demlab.vmei.acad.bg/course](http://demlab.vmei.acad.bg/course)) на НПЛ "Дистанционно обучение и мултимедия" в Технически университет – София.

Пилотният експеримент на дистанционния курс и средата за обучение е извършен със студентите от специалност Електроника, 3 курс, Технически университет – София

Литература

- [1] Шойкова, Е. *Теория на електронните схеми, Синтез на активни филтри*, РИЦО-София 1999.
- [2] Шойкова, Е., и колектив. *Компютърно- интегрирани за синтез и изследване на електронни схеми*. Печатна база на ТУ- София, С., 1989.
- [3] Shoikova, E., S.Tzanova, D. Kolev, I. Pandiev, Web-based Module "Methodology of ECAD with PSpice Products" for Flexible Education in Electronics, *VIII Национална конференция, Електроника '99, ТУ- София*, 1999.
- [4] Molina, J., R. Stitt. Filter Design Program for the UAF42 Universal active Filter. *Application Bulletins: AB-035, Burr-Brown Corp., USA*, 1993.
- [5] *MicroSim Filter Synthesis, User's Guide*, MicroSim Corporation, Irvine CA, 1996.
- [6] Shoikova, E., S.Tzanova, I. Pandiev, D. Kolev. VLE-ECADELL Project: An ODL Course on Electronics Computer Aided Design. *ISSE'99 22nd International Spring Seminar on Electronics Technology*, Dresden, Germany, 1999, pp. 372-378.
- [7] Stevens G., E. Stevens. *Designing electronic performance support tools*, Educational Technology Publications, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632, US, 1995.
- [8] Umar A., *Application (Re)Engineering building Web-based applications and dealing with legacies*, Prentice Hall, US, 1997.