

## КОМПЮТЕРИЗИРАНА ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА И ОБУЧАВАЩА СИСТЕМА ЗА СИЛОВИ ЕЛЕКТРОННИ УСТРОЙСТВА

Доц.к.т.н.инж. Евгений Иванов Попов  
Катедра "Силова електроника"  
Технически университет - София

Разработването на силови електронни устройства (СЕУ) създаде необходимостта за тяхното изследване, анализ и проектиране с използване на мощните средства на съвременната компютърна техника. С постепенното преминаване от специализирани към универсални програмиза моделиране, тяхното хармонично съчетаване във възникналите приложения и с натрупването на опит и информация по изследването на електронните преобразуватели на електрическа енергия се създаде предпоставка за изграждане на компютеризирани изследователски системи за силови електронни устройства, които могат да се използват и за обучение на студенти и специалисти. Системи от този тип са отворени и към тях може да се добавя във всеки момент допълнителна информация, която разширява възможностите на системата.

В този доклад се представя създадената компютеризирана изследователска и обучаваща система за силови електронни устройства. В нейната основа са поставени три универсални програми за компютърна симулация на електронни преобразуватели на електрическа енергия. Програмата PESCA служи за моделиране на полупроводникови преобразувателни устройства, съдържащи тиристори, диоди и силови транзистори, работещи в ключов режим. Теоретичните ѝ основи и възможностите за приложението ѝ са изяснени в литературните източници [1,2]. Програмата CAPEC също служи за моделиране на полупроводникови преобразуватели на електрическа енергия. Нейните теоретични основи се различават в известна степен от тези на програмата PESCA, което създава допълнителни възможности при моделирането. Програмата CAPEC е

представена в литературните източници [3,2]. Програмата CAPECV служи за моделиране на електромагнитните процеси, протичащи в силовата схема на произволен по структура и параметри лампов генератор за технологични цели [4].

Блоквата схема на компютеризираната изследователска и обучаваща система за силови електронни устройства е показана на фиг.1. В самата основа на системата се намират системните файлове (блок А), с тази особеност, че с тяхна помощ се отделя част от оперативната памет на компютъра за виртуален диск и в него се зареждат най-често използваните изпълними файлове с цел повишаване на бързодействието. Зарежда се и системен файл, който дава възможност за работа в графичен режим. Системните програми (блок В), включващи редактори, кирилизирани програми, системи FORTRAN, свързващ редактор, програми за работа с графики подпомагат работата на системата.

Системата има три нива. Целите на най-ниското ниво I са образователни. То се състои от типични примери и упражнения за изследване на голямо множество силови електронни устройства. Ниво I съдържа управляваща програма с меню за упражненията и подменюта за всяко отделно упражнение (блок I.1), програма за изчертаване на схеми на CEY (блок I.2), която може да обменя информация с блок I.3, съдържащ файлове с данни за изчертаване на схеми на CEY. Добавянето на нови схеми се извършва от блок А. Блок I.1 може да пуска в действие програми за извеждане на данни в графичен вид и за хармоничен анализ (блок I.4), предварително заредени от блок А във виртуалния диск, които използват информация от посочения от блок I.1 файл от множеството файлове с изходни данни за различни схеми на CEY (блок I.5). При желание на оператора може да се изведе файл с допълнителни данни от хармоничния анализ (блок I.6).

По-високото ниво II е главно предназначено за изследвания в областта на силовата електроника. То съдържа изпълними файлове за универсалните програми PESCA, CAPEC, CAPECV (блок II.1) и множество

файлове с входни данни за различни схеми на CEY. При желание на потребителя на системата е възможно ниво II да обогатява ниво I с допълнителни упражнения. За целта следва да се допълни менюто, да се добавят подменюта в блок I.1 и да се прибавят към блок I.5 допълнителни файлове с изходни данни за нововъвежданите упражнения. Те се получават от блок II.1 след обработка на предварително подготвени файлове с входни данни (блок II.2) за новите упражнения и изследвания. Блок II.3, съдържащ текстови файлове за описание на универсалните програми PESCA, CAPEC и CAPECV подпомага работата с останалите блокове II.1 и II.2.

Най-високото ниво III съдържа файлове на FORTRAN за универсалните програми PESCA, CAPEC и CAPECV (блок III.1) и програми на FORTRAN за извеждане на данни в графичен вид и за хармоничен анализ (блок III.2). С тяхна помощ могат да се откриват по-специфични грешки и да се правят нововъведения в универсалните програми PESCA, CAPEC и CAPECV. Към системата може да се добави универсалната програма за симулация на електронни схеми с общо предназначение PSPICE (блок IV.1), заедно с модели на силови електронни елементи (блок IV.2) и файлове с входни данни за различни схеми на CEY (блок IV.3).

Компютеризираната изследователска и обучаваща система за силови електронни устройства работи с компютри от типа IBM PC и съвместими с тях с или без твърд диск. Тя успешно се използва вече няколко години в учебния процес [5] и в научно-изследователската работа, като непрекъснато го допълва и обогатява. Като илюстриращ пример е изследван установеният режим в мостов тиристорен резонансен инвертор с обратни диоди (фиг.2) при режим на непрекъснат ток и следните данни  $U_d = 500 \text{ V}$ ,  $R = 4 \Omega$ ,  $L = 0,3 \text{ mH}$ ,  $C = 4 \mu\text{F}$ ,  $f = 4000 \text{ Hz}$ . Основните параметри на инвертора, получени от ръчно изчисление по методиката, дадена в [5] са  $\delta = 6,6667 \cdot 10^e+3 \text{ S}^{-1}$ ;  $\omega_0 = 28,087 \cdot 10^e+3 \text{ S}^{-1}$ ;

$$\Theta_2 = 201,16^\circ = 3,5109 \text{ rad}; a = -0,24826; \Theta_1 = 165,22^\circ = 2,8836 \text{ rad},$$

$$K = 1,6705; U_{co} = 1170,5 \text{ V}; I_d = 74,912 \text{ A}; K_1 = 1,9642;$$

$U_{cm} = 1320 \text{ V}$ ;  $I_{acr} = 79,698 \text{ A}$ ;  $I_{ocr} = 4,7849 \text{ A}$ ;  $t_{qc} = 22,33 \mu\text{s}$ .

От компютърната симулация се получава, че максималното напрежение на комутацияния кондензатор е  $U_{cm} = 1330 \text{ V}$ , а схемното време за изключване на тиристорите е  $t_{qc} = 20 \text{ S}$ . Времедиagramата на тока през тиристор VS1 и диод VD1 е показана на фиг.3.

#### ЛИТЕРАТУРА

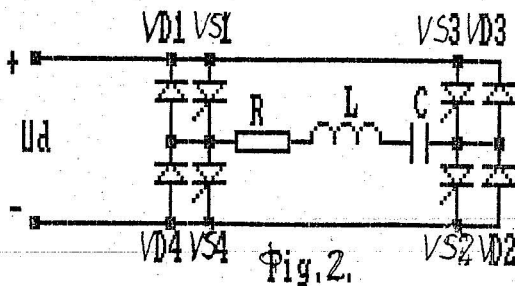
1. Попов Е.И. "Метод за цифрово моделиране на тиристорни преобразуватели", Сп. Електропромишленост и приборостроене, кн.11, 1983.

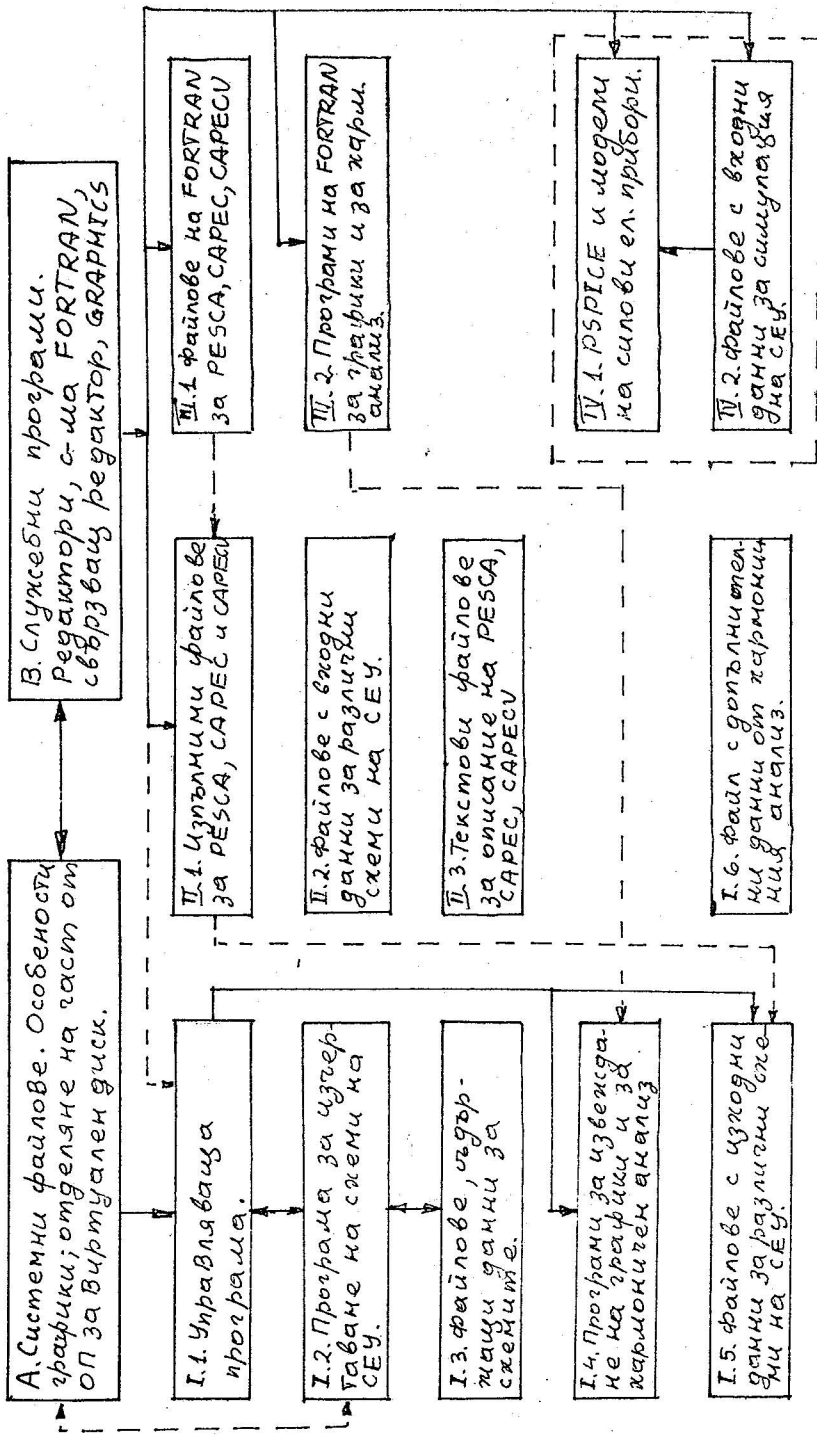
2. Бобчева М.Л., Малеев Г.Ю., Горанов П.Т., Попов Е.И. "Ръководство за проектиране на силови електронни устройства", Изд. Техника, София, 1991 г.

3. Попов Е.И. "Програма за машинен анализ на силови електронни устройства - CAPEC", Сборник доклади на Научната сесия по случай Деня на радиото, 7.5.1986.

4. Попов Е.И. "Универсална програма CAPECV за цифрово моделиране на лампови генератори", Сборник доклади на Втората национална научноприложна конференция с международно участие "Електронна техника'93", 29.9.-1.10.1993, гр. Созопол.

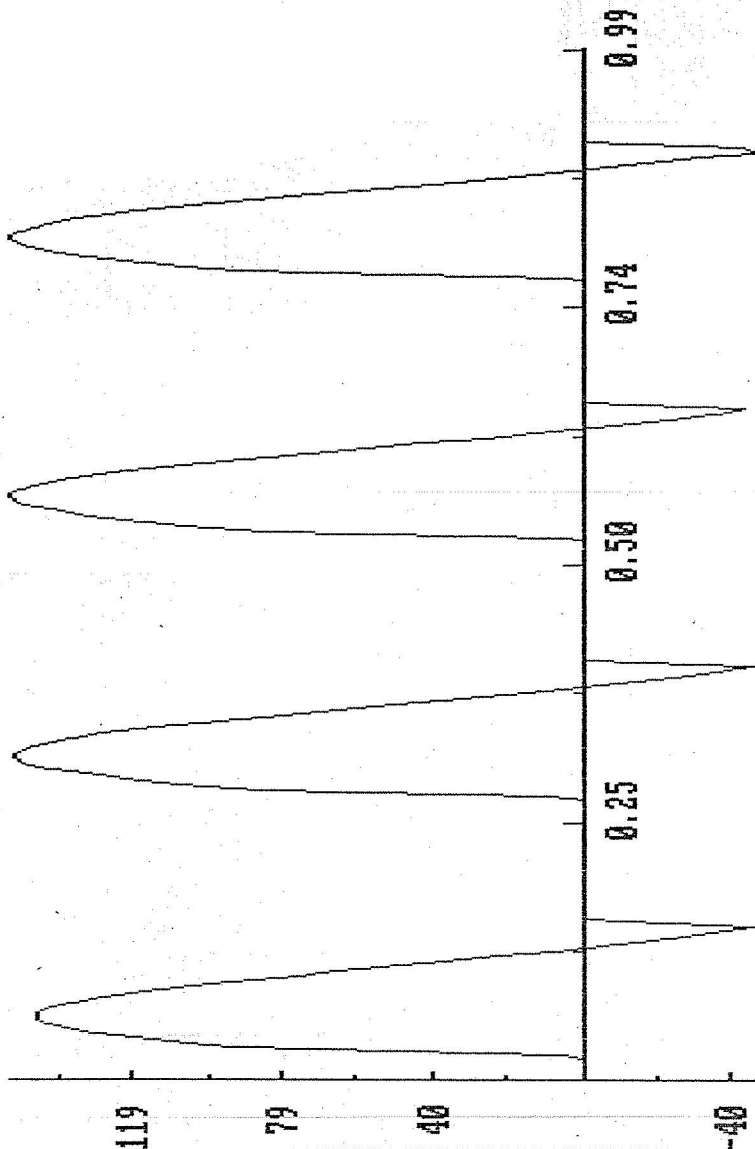
5. Кръстев Г.Г., Градинаров Н.П., Попов Е.И., Анчев М.Х. "Ръководство за лабораторни упражнения по промишлена електроника", Изд. на ТУ - София, 1993 г.





Фиг. 1.

$I_{VSD}$  [A]



$t$  [ms]

return-continue, esc-exit, P-print

Ф 4.2.3.

# COMPUTERIZED RESEARCH AND TEACHING SYSTEM FOR POWER ELECTRONIC CIRCUITS

Ass.prof. Eugene Ivanov Popov  
Department of Power electronics  
Technical university - Sofia

## Summary

In this report a computerized research and teaching system for power electronic circuits is presented. The system is based on several programs for computer simulation of power electronic systems. It has three levels. The purposes of the lower level are teaching. The lower level is mainly intended for students and consists of typical examples and exercises for power electronic circuits investigation. The middle level is mainly intended for research and includes files containing information for a variety of power electronic units of different types and executive programs for power electronic circuits simulation. The highest level contains source files of the versatile programs for power electronic circuit analysis and text files for their description. It is mainly intended for the program designer. Each of these three levels can be extended with additional information in order to cover wider range of topics, problems, circuits and simulation opportunities. The system is implemented on IBM PC and compatible computers. An example is shown in the report.