

## Проектиране и реализация на потребителски интерфейс за Анализатор на полупроводникови елементи.

*доц. ктн. Елена Дикова Шойкова*

*ас. инж. Георги Иванов Матеев*

*инж. Панко Николов Татаров*

*Технически университет, София*

Компютърните технологии за експериментално изследване, анализ и проектиране в електрониката са авангардни технологии с акцент върху изграждането на автоматизирани микропроцесорни измервателни комплекси в съчетание с интегрирани програмни среди. Според определението на ръководителя на проектите Lotus 1-2-3 и Symphony - Питч Кейпър: "Интегрирана се нарича система, която потребителя включва сутринта и работи с нея през целия ден, без да изпитва необходимост от други програми". Това определение частично обяснява привлекателността на интегрираните системи за потребители, които ежедневно решават едни и същи задачи. Счита се че добрата интегрирана система освен специализираните приложни пакети трябва да включва следната "голяма петорка" приложни системи с общо предназначение: пакет за текстова обработка; процесор за електронни таблици; система за обработка на бази данни, графичен процесор и комуникационен пакет. Преимуществата на интегрираните среди се проявяват първо, че са изключително удобни за потребителя. Средата предоставя еднакви средства за достъп до различните пакети. Опростява се съгласуването по данни. Увеличават се скоростта на работа, тъй като превключването от един пакет към друг се осъществява посредством прост избор на съответстващи позиции в управляващото меню. Наистина интегрираните среди имат и недостатъци, които се изразяват главно в по големия обем необходима оперативна памет за работа, както и значително по големия обем на външната памет за съхраняване на всички компоненти на системата. Всеки пакет в рамките на интегрираната среда се реализира с някои ограничения на функционалните възможности, но това е неизбежно. Повечето от съвременните автоматизирани работни места се поддържат от специално подготвени за това интегрирани среди.

Цел на настоящата статия е представянето на проекта и реализацията на интегрирана програмна среда ИСАПЕ, необходима за функционирането на автоматизираната система за измерване и контрол - анализатор на полупроводникови елементи АСИК - АПЕ - 02, разработена в научната лаборатория "Автоматизирани системи за измерване и контрол" при Технически университет, София.

### *Основни характеристики на АСИК - АПЕ - 02*

Компютърният анализатор е сложна система [1], която обхваща следните компоненти:

- автоматизиран микропроцесорен измервателен уред;
- управляваща микрокомпютърна система;

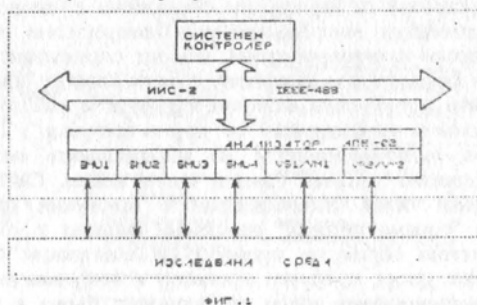
- стандартни инструментални интерфейси;
- измервателен софтуер;
- Интегрирана програмна среда за анализатор на полупроводникови елементи ИСАПЕ.

Програмният продукт ИСАПЕ има за задача да обедини в интелигентна система микропроцесорния измервател и управляващия компютър, осигурявайки на потребителя широк спектър от функционални възможности, удобна и приятна работа.

Интегрираната среда е създадена с оглед на архитектурата, техническите характеристики и основните практически приложения на АСИК · АПЕ · 02.

Структурната схема на микропроцесорния уред е дадена на фиг.1. Измервателният блок включва:

- СИМ (SMU) · Стимулиращо · измервателни модули, 4 броя, за програмно задаване и измерване на ток и напрежение;
- ГН (VS) · Модули за програмно задаване на постоянно напрежение, 2



броя;

- ИН.(VM) · Модули за измерване на постоянно напрежение, 2 броя;

Компютърният анализатор АСИК · АПЕ · 02 е предназначен да измерва, анализира и графически да изобразява постояннотоковите характеристики и параметри на диоди, транзистори, интегрални схеми, оптрони, релета и др.

За снемане на характеристиките на полупроводниковите елементи са необходими разнообразни измервателни конфигурации и се налага снемането на няколко електрически величини едновременно. За тази цел в анализатора са предвидени осем канала. Първите четири се обслужват от СИМ, всеки от които може да се установи за работа в един от следните режими:

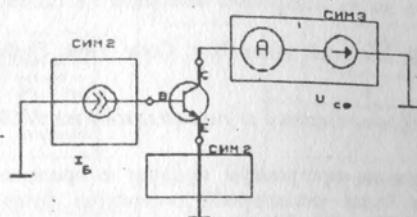
- режим U (източник на напрежение / измервател на ток);
- режим I (източник на ток / измервател на напрежение);
- режим C (аналогова маса).

Канали 5 и 6 се обслужват от ГН1 и ГН2, а канали 7 и 8 · от измервателните нормирани усилватели ИН1 и ИН2.

Уредът функционира съвместно с 16 · битов микрокомпютър от типа IBM/PC/XT/AT, Правец 16 при следната минимална конфигурация: 512 Кб

RAM; твърд диск тип "Уинчестър" - 10MB; едно флопидисково устройство; копроцесор INTEL 8087 (80287).

На фиг.2 е конфигурирана схема за измерване на семейство изходни характеристики на транзистор в схема на свързване общ емитер. От СИМ3 се задават измененията на напрежението  $V_{ce}$  и се измерва колекторния ток  $I_c$ . За програмирането на стъпково изменение на базовия ток  $I_b$  се използва СИМ2 в режим източник на ток. Третия модул СИМ1 е включен в режим аналогова маса. Транзисторът може да бъде изследван и в други схеми на свър-



• ил. 2

зване като измервателните комутации се извършват програмно, което гарантира висока ефективност и автоматизация на процеса.

#### *Основни изисквания към интегрираната среда ИСАПЕ*

Те са дефинирани въз основа на техническите характеристики и практическите приложения на АСИК - АПЕ - 02. Интегрираната среда ИСАПЕ следва да притежава функционални възможности за:

- създаване, модифициране и съхранение на задания (протоколи) за изследване в диалог с потребителя;
- автоматизиран анализ, декомпозиция на заданието и емулиране на стандартни команди към уреда през инструменталния интерфейс IEEE - 488 за провеждане на необходимите измервания;
- постпроцесинг на резултатите от измерванията - формиране и съхранение на стандартни файлови библиотеки;
- визуализиране на изходната информация върху дисплей и документирането и върху принтер (плотер);
- пълно автоматизиране на процеса на измервания с поредица от задания (мултиизмерване) чрез съставяне на програми на специализирания език на ИСАПЕ;

извършване на диагностика на измервателя по желание на потребителя.

Съществено изискване към ИСАПЕ е да притежава интелигентен дружелобен потребителски интерфейс.

Програмният продукт да интегрира всички необходими приложни и специализирани системи като осигурява гъвкав и удобен достъп до всеки модул и автоматизирано формиране и обмен на информацията между тях.

Програмният продукт да функционира в операционната среда MS PC DOS 3.10 и следващи версии.

Програмирането да се извърши с помощта на следните програмни средства:

Microsoft C 5.00; Microsoft Assembler; Code View; Flashup Windows; Norton Guide; и др.

### *Проектиране и реализация на ИСАПЕ*

При разработката на програмния продукт е приложен метода на интегрирането с цел да бъдат реализирани оптимално функционалните възможности на АСИК · АПЕ · 02. В състава на интегрираната среда влизат следните пакети:

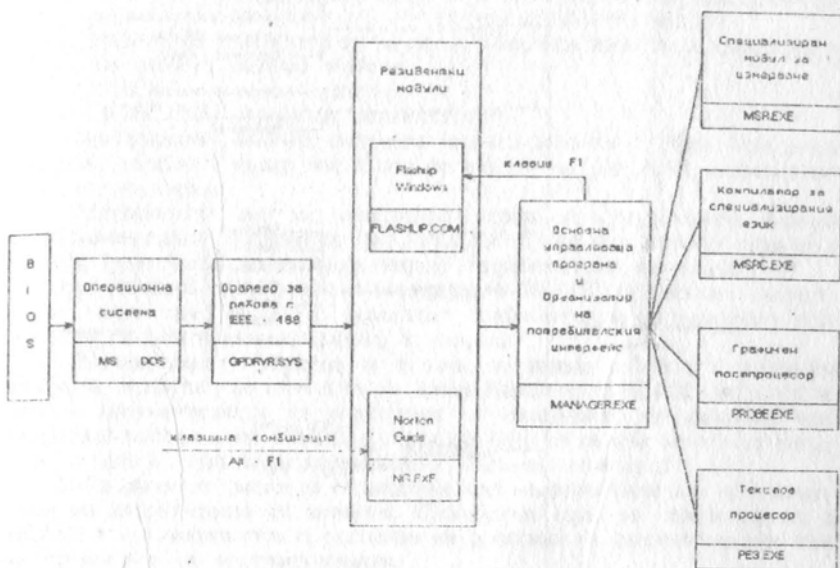
- графичен постпроцесор PROBE от пакета PSPICE [2];
- текстов редактор РЕЗ;
- главен организатор на изпълнимите модули на потребителския интерфейс MANAGER.EXE;
- специализиран модул за измерване MSR.EXE;
- компилатор на специализирания език за програмиране в ИСАПЕ · MSRC.EXE.

Структурната декомпозиция на резидентните и изпълнимите модули при работа с ИСАПЕ е дадена на фиг.3.

При проектирането и реализацията на ИСАПЕ е използван блоково · йерархичния подход и принципите за модулност, йерархичност, обособяване на обработваща част, взаимодействие на модулите с общи бази данни.

Интегрираната среда за анализ на полупроводникови елементи е съвкупност от взаимодействия си модули. В организацията и могат да бъдат разграничени следните *нива на модулност*:

- изпълними модули · това са всички \*.EXE и \*.COM файлове, функциониращи в средата на MS DOS 3.X;
- бази от данни · това са файловете с библиотеки \*.NG и \*.WIN;
- драйверна програма за обслужване на IEEE · 488 · GDRVR.SYS;
- библиотека от функции на Microsoft C 5.00 · EXTENDCLIB;
- библиотека от процедури на Microsoft Assembler · EXTENDALIB;
- функции на Microsoft C 5.00;
- процедури на Microsoft Assembler.



фиг. 3

*Иерархичността* в ISAPE се изразява в специфицирането на йерархични нива по признак на вложеност на модулите един в друг, като това е направено по два признака:

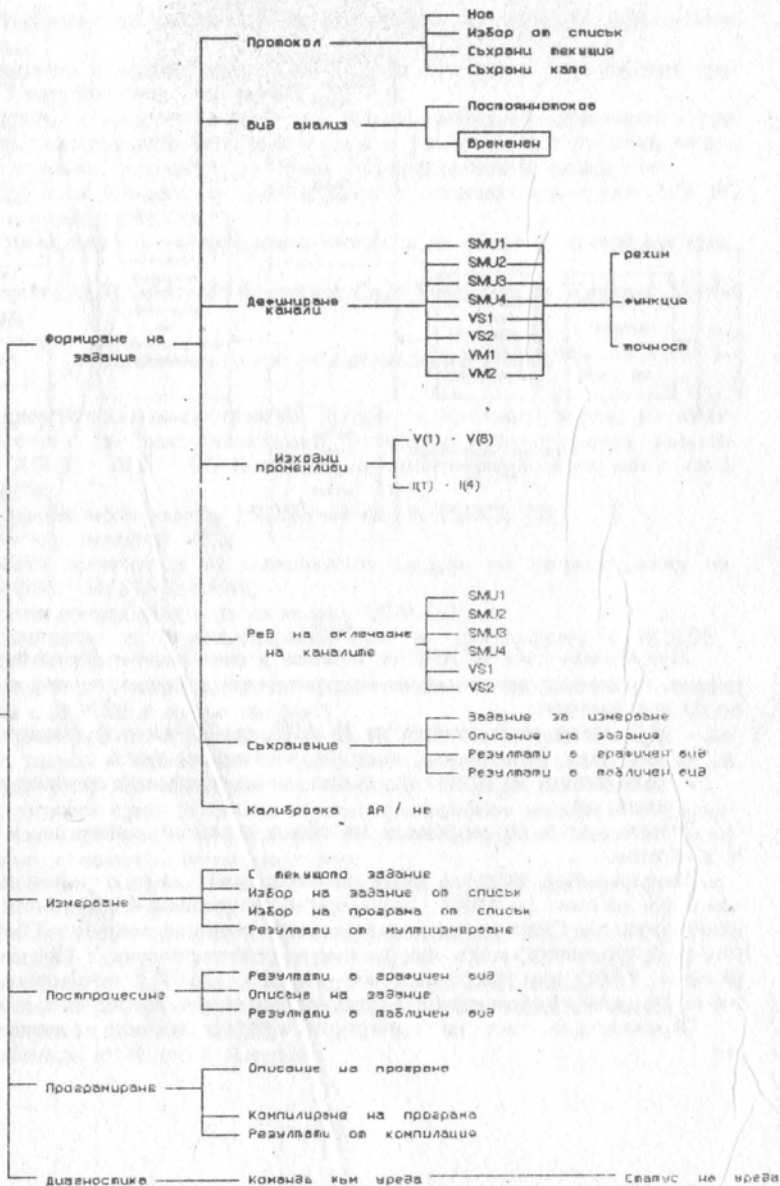
- йерархична декомпозиция на ISAPE, съобразена с функциите и етапността на изследването, както е показана на фиг.4.
- разчленяване на обекта (протокол, канал, програма) по присъщите му свойства.

Разчленяването по свойствата на обекта определя нивото на вложеност в дълбочина.

Така например, за да се дефинира канал трябва да се определи режима в който ще работим (за SMU - източник на напрежение / измервател на ток; източник на ток / измервател на напрежение; аналогова маса или OFF - не се използва), функцията, която ще реализира (главна развилка VAR1, подчинена развилка VAR2 или постоянен ток източник CONST); точността с която ще се извърши измерването (нормална, повишена или висока) и т. н.

Обработвателната част на интегрираната среда обхваща следните модули:

ИСАПЕ



виз.А

- MSR.EXE · специализиран модул за провеждане на измерване и генериране на изходни резултати в графичен и табличен вид;
- MSRC.EXE · компилатор на специализирания език за автоматизирано измерване с няколко задания;
- PE3.EXE · текстов редактор;
- PROBE.EXE · графичен постпроцесор.

*Обработващата част* на системата взаимодействайки с общи бази данни извършва обработка върху тях с цел получаване на резултати, визуализация или документиране.

*Управляващата част* на интегрираната среда изпълнява своите типични функции на главен организатор (MANAGER.EXE) на изпълнимите модули в ИСАПЕ (виж фиг.3) и реализира изцяло потребителския интерфейс.

При неговото проектиране и реализация в ИСАПЕ са спазени основните седем златни правила, които гарантират създаването на интелигентен дружелюбен потребителски интерфейс, а именно:

1. *Съгласуваност* · изразява се в това, че дадено действие в системата трябва да се постига по един и същи начин. Например в ИСАПЕ визуализирането и документирането на резултатите от измерването се извършва чрез графичния постпроцесор PROBE; изборът на файл от списък винаги се извършва по един и същи начин независимо от съдържанието му и т. н.;

2. *Лаконичност* · може да се постигне чрез макрокоманди или чрез използване на подразбиращи се значения. Своеобразен израз на лаконичността в ИСАПЕ е и възможността за съставяне на програми на специализирания език за провеждане на мултиизмервания.

3. *Намаляване на познавателната значимост* · системата да позволява да се избягват ненужни мисловни усилия, предоставяйки, например, цялата полезна в даден момент информация. В ИСАПЕ през цялото време на работа с потребителския интерфейс се визуализира информация в долната част на екрана, която показва резултата от отработените менюта и статуса на системата. Във всеки един момент от времето потребителят разполага с информация за всички възможни за избор режими и функции. Също така, при промяна на определени величини се извършва автоматично, преизчисляване на други с което потребителя се освобождава от рутинна дейност и се ускорява неговата работа.

4. *Предаване на управлението на потребителя* · има се предвид, че във всеки момент потребителят може да премине от един контекст към друг без да се изпълнява ненужна поредица от действия. В това отношение ИСАПЕ предлага много голяма свобода на потребителя. Например, достатъчно е да натисне клавиш Esc при работа с виртуалния панел или комбинацията Ctrl · C, когато се провежда измерване за да се откаже от дадено действие или избор.

5. *Постигане на гъвкавост* · това е възможност за потребителя или да приспособи програмната система към конкретни условия за работа или обратно · продуктът сам автоматически да се приспособи или управлява от различни режими и конфигурации. Ценно качество на ИСАПЕ е да се самонас-

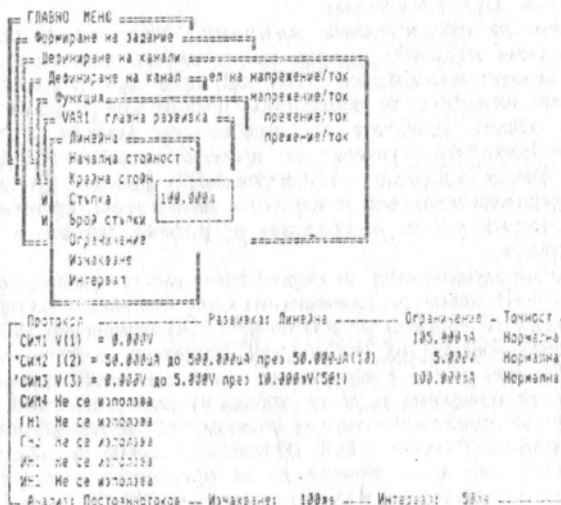
тройва в зависимост от статуса на апаратната част. Извършва се автоматично игнориране на повредени или липсващи модули в апаратната част без намесата на системния програмист.

**6. Структуриране на диалога и памет** - това е представяне на различните нива на сложност, така че потребителя с лекота да се ориентира и бързо да усвоява различните функционални режими. Потребителският интерфейс осъществява метадиалога на изследването, редица глобални и локални метадиалози в отделните клони и нива на интегрираната среда. На виртуалния терминал метадиалогът се изобразява под формата на "изречение", съставено от "думи", носещи основния смисъл на отработените менюта.

Отминалите етапи на изследване в ИСАПЕ се поясняват благодарение на: реализираните "дълговременна" и "кратковременна" памет, чрез текущата информация върху виртуалния панел, а също така и чрез потребителските бази данни емулирани и съхранени в процеса на работа.

**7. Предвиждане на възможността да се допускат грешки.** За целта е необходимо потребителя винаги да има възможност за връщане назад, за да анулира направеното. Това е осъществено в ИСАПЕ, както при работа в реално време, така и при редактиране на стари задания за измерване.

На фиг. 5 е показан фрагмент от съдържанието на потребителския интерфейс и статуса на системата при изследване на семейството изходни характеристики на биполярен транзистор.



Фиг. 5



### *Заклучение*

Интегрираната среда за анализатор на полупроводникови елементи представлява отворена система, която подлежи на по-нататъчно развитие с добавяне на експертни модули и бази знания във връзка с обширните практически приложения на АСИК · АПЕ · 02. особено важна задача е използването на компютърния анализатор в комплекса за автоматизирано определяне на моделите и макромоделите на електронните компоненти, необходими при автоматизацията на проектирането на електронни схеми и устройства.

### *Литература*

1. Техническо документиране на АСИК · АПЕ · 02, Научна лаборатория АСИК, Технически университет, София, 1990г.
2. PSpice Version 3.05 User's Guide.
3. Шойкова Е., Моллова Г., Матеев Г., Хинков П., Толев Б., " Компютърно интегрирани среди за синтез и изследване на електронни схеми", ИБ, София, 1989.
4. Анализ 88, Анализ, състояния и тенденции развития информатики, Съвременните направления в проектировании интерфейса, Интерпрограмма, 1988