

1.2.4. ПРОЕКТИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ УСТРОЙСТВА С ПОМОЩТА НА КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ

↳ **Образователна цел** – придобиване на знания и умения за безопасна работа с механични и електрически инструменти и уреди

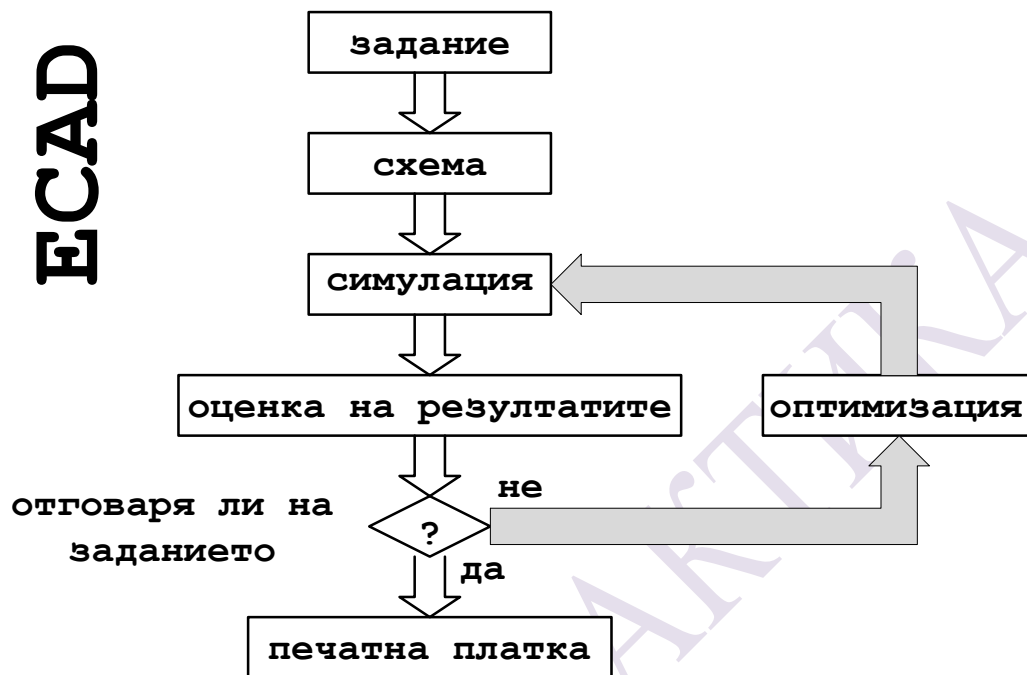
Понастоящем при *проектиране* или *анализиране* действието на *електронни устройства* се използват компютри със съответните за целта програмни продукти. Обикновено използваната терминология е базирана на съкращения на английски език.

Съвременните електронни схеми и устройства се проектират с помоща на компютърни програми, които дават възможност за автоматизиране на този процес. Съществува голямо разнообразие на такива програми. Обикновено те образуват различни системи за проектиране в електрониката (Electronic Computer Aided Design – ECAD). Всяка от тези програми, участващи в системата на дадена фирма, занимаваща се със създаване на компютърни програмни продукти, имат специфично приложение. Например някои от тях служат за чертане на схеми, други за изготвяне на графичен оригинал на печатна платка или интегрална схема и т.н. Такива световно наложени системи са MicroSim DesignLab, Protel, OrCad, Cadence, Cadstar, Tango и други. Фактът че мощните ECAD системи предлагат напълно завършен цикъл на целия процес на проектирането – от идеята, съставянето на схемата, нейното тестване до създаване на печатната платка ги е направил популярен и незаменимо средство за работа.

Един от първите програми за анализ на електрически електронни схеми е PSpice (още се нарича програмен симулатор на схеми). Програмируемият симулатор PSpice е основно софтуерно средство на професионалните CAD – системи за автоматизирано проектиране на нови електронни схеми (CAD - Computer - Aided Design). Почти не съществува автоматизирана система без програмата PSpice. PSpice е една от най-използуваните версии, която произлиза от създадената през 1970 г. в Университета на Калифорния, гр.Бъркли и описана от Пол Тюининг програма с наименование „Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis” (SPICE). Първоначално създаденият вариант е предназначен за работа в DOS – среда, но търпи различни промени. Понастоящем се използват версии, които могат да се реализират в устройства с различни възможности – от персонални компютри до работни станции, т.е. PSpice се е наложил като световен стандартен инструмент при симулирането на електрически схеми в съвременните компютърни платформи.

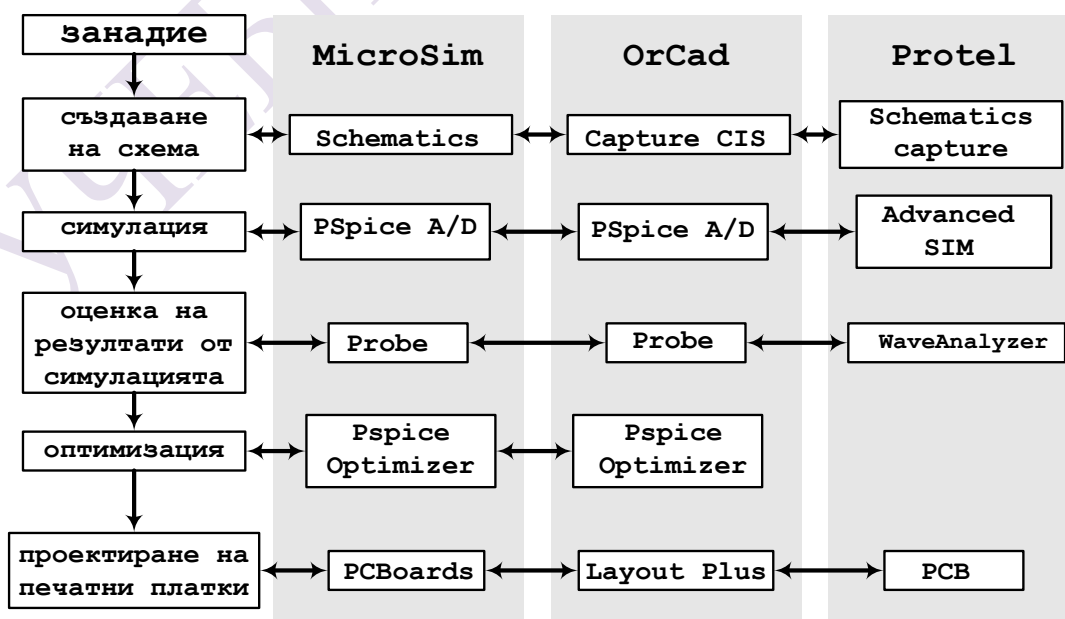
Програмата PSpice не извършва проектиране вместо специалиста, който разработва идеята и предлага конкретното схемно решение. Но тя подпомага виртуално да се симулира действието на схемните проекти преди да бъдат физически реализирани с реални компоненти. С помощта на PSpice е възможно да се експериментират схемите, както това да се прави в реални лабораторни условия. Програмата позволява да се потвърдят качествата или да се извършат своевременно промени в тях с цел подобряването им. Очевидни са предимствата за оценяване на схемната идея преди дори да се закупени частите за нейното осъществяване. Безспорно предимство е освен

това възможността за извършване на измервания, които практически са трудно осъществими поради наличие на шумове, претоварвания, изискват скъпо специално оборудване или просто не е приемливо да бъдат проведени, тъй като биха довели до разрушаване на изпитвания модел.



фиг. 1 Алгоритъм на проектиране на електронни схеми

Като илюстрация на темата, да разгледате по-подробно програмите, свързани с проектиране на печатни платки. За да разберете по-ясно тяхното място в универсалните CAD – системи, на фиг.1 е показан алгоритъм на проектиране на електронни схеми – от идеята, оформена като техническо задание, до производството на конкретна платка, върху която се монтира дадена схема.



фиг. 2 E-CAD – системи и съдържащите се в тях отделни компютърни програми

На фиг.2 е направена съпоставка на три широко разпространени в проектантската практика EСAD-системи и съдържащите се в тях отделни компютърни програми. В зависимост от това, с коя от тези три системи разполагате (притежавате лицензирано копие на системата) трябва да се насочите към усвояване на съответната програма за проектиране на печатни платки: PCBoards, Layout Plus, Schematics, Capture CIS или Schematic capture.

Крайната цел е получаване на графичен оригинал на печатна платка с подходящо избрана за даденото устройство периферия на платката и с оптимално разполагане на изграждащите схемата елементи. Самата работа със съответната компютърна програма се описва в съответните текстови файлове, съдържащи се в избраната EСAD-система или отделни книги, доставяни при закупуването на системата.

При стартирането на избраната компютърна програма е необходимо да се направят и необходимите настройки на програмата, които са свързани с определени понятия и правила за правилната работа на печатните платки.

Основни термини и норми при проектиране на печатни платки

Тук се описват някои от основните понятия, елементи и технически предписания, които се използват при проектирането и производството на печатни платки. Тяхното познаване е задължително при работа, с която и да е компютърна програма за автоматизирано проектиране.

Печатният електрически монтаж (англ. printed wiring – печатен монтаж, wiring – електрически монтаж, електрическа схема) представлява такъв набор на електрически монтаж, при който електрическото свързване на електронните елементи се осъществява с помощта на т.нар. **печатни електрически проводници**. Основната част от между контактните електрически съединения в съвременните електронни устройства се изпълнява чрез технологията на печатния електрически монтаж.

Печатните проводници представляват съвкупност от проводящи ивици (или шини) и контактни площадки, предназначени за електрическо и механично присъединяване на градивните компоненти и изводните контакти, подредени в краищата на печатната платка.

Печатна платка заедно с присъединените към нея електронни и електромеханични елементи включително и електромагнитните екрани образува печатния функционален възел (англ. assembly).

Печатният електрически монтаж се осъществява чрез **печатни платки, печатни модули и гъвкави печатни кабели**, които се различават от печатните платки единствено по вида и технологията на реализиране на печатното електропроводимо изображение.

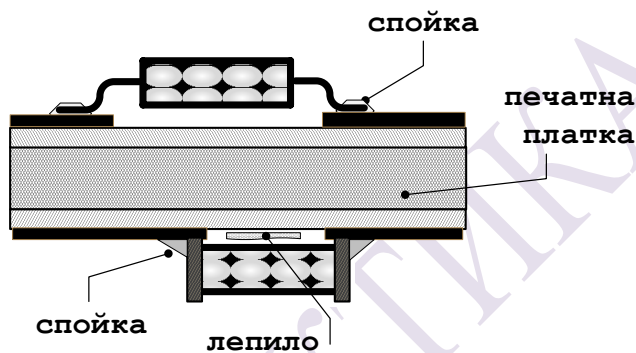
Плътност на електрическия ток през печатните проводници е значително по-голяма ($20-60 \text{ A/mm}^2$) от плътността на тока през обемните проводници поради по-доброто охлаждане – по голямата охлаждаща площ на единица обем. За база при изчисленията се работи с т.нар. допустима плътност на тока J_L , която е около 20 A/mm^2 . При повишена температура (над 40°C) или при понижено налягане (под атмосферното – под 10^5 Pa) тази стойност трябва да се намали значително.

Широчината b на печатния проводник, (фиг.3.б) се избира по допустима плътност на тока J_L и по допустимия пад на напрежение ΔU (1,2%) в зависимост от дължината на проводника L .

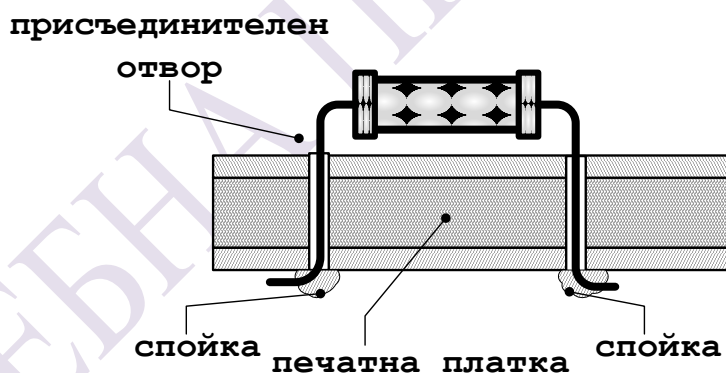
$$b = (\rho LI) / (\delta \Delta U),$$

където I е големината на електрическият ток; δ – дебелината на металния слой (10,20 или 35 μm); ρ - специфичното електрическо съпротивление на слоя.

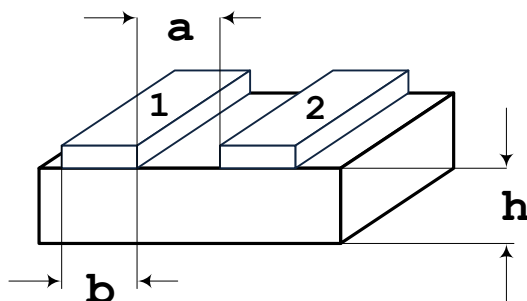
На фиг.3 са показани основните елементи на печатната платка



фиг. 3.а. монтирани елементи при повърхностен монтаж SMD – монтаж (двуслойна платка)



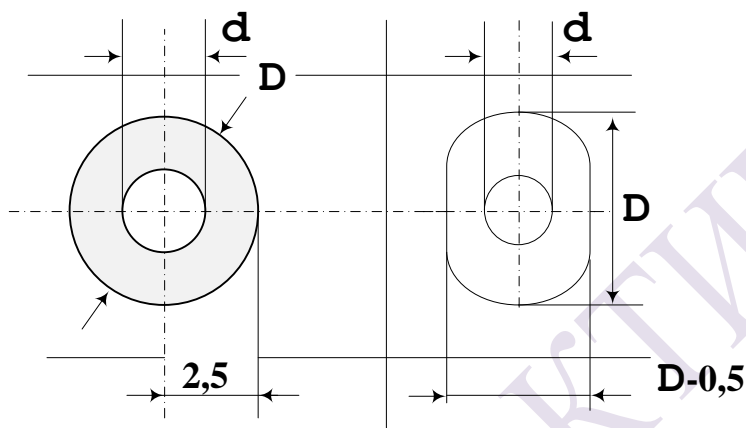
фиг. 3.б. монтирани електронни компоненти при еднослойна платка



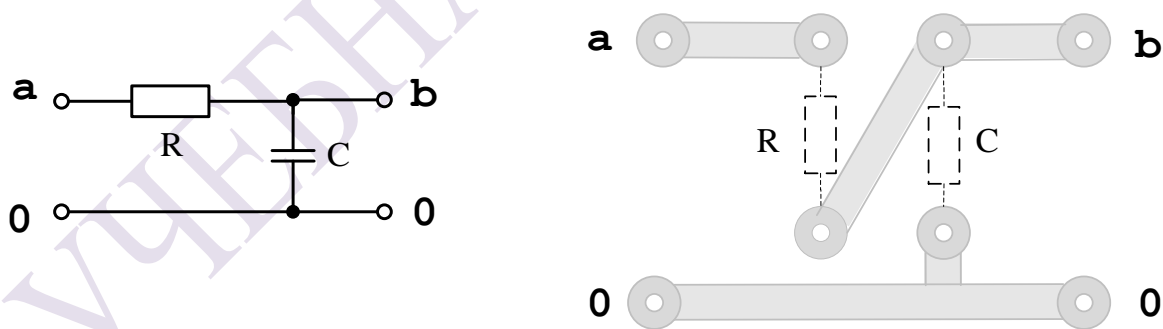
фиг. 3.в - печатни ивици, проводници, шини, писти

Разстоянието между печатните проводници a е равно на широчината печатните проводници (шини) $b : a = 1$. Този размер на платките с ниска плътност на монтажа е

1,1 mm; при платките със средна плътност на монтажа е $(0,5 \div 1) \text{ mm}$; при платките с голяма плътност на монтажа – $a = b < 0,4 \text{ mm}$; при т.нар. прецизни платки $a = b < 0,1 \text{ mm}$.



фиг. 3.г - контактни площадки



фиг. 3.д - електрическата схема и отговарящото и електропроводимо печатно изображение

Печатната платка (англ. Printed Circuit Board – PCB) представлява изолационна основа, притежаваща на повърхността си и/или в обема си поне едно електропроводимо печатно изображение (или печатна електрическа схема) под формата на метален слой.

Координатната мрежа или растерът (англ. Raster) определя разстоянието на електронните елементи, интегралните схеми и блоковете или на електропроводимото печатно изображение върху платката в правоъгълна координатна система.

Растетър има определена стъпка (англ. Pitch), определяща разстоянието между всеки две съседни линии на координатната мрежа и кратността на контактните площадки: **2,54mm** (1 inch) – при печатен монтаж на електронни дискретни елементи, **1,25mm** (1/2 inch) или **0,625mm** (1/4 inch) – при повърхностен печатен или SMD монтаж на миниатюризирани електронни компоненти.

Присъединителните (електромонтажните) **отвори** (фиг.3.г.) се използват за :

- ❑ Механично закрепване на изводите на дискретните електронни компоненти към печатната платка;
- ❑ Електрическото присъединяване на компонентите към проводимото печатно изображение – чрез контактните площадки.

Метализирани отвори представляват част от електропроводимото изображение и се получават чрез галванично или химично отлагане на метален слой върху стените на отвора и върху контактните площадки.

Монтажни отвори на печатната платка се предвиждат и разполагат извън електропроводимото изображение. Те служат за механичното закрепване на самата печатна платка върху носещото шаси.

Фиксиращи (или **технологични**) **отвори** се изработват за фиксирането на взаимното пространствено разположение на отделните слоеве в една многослойна печатна платка.

Правилното разположение на платката в пространството при механичното и обединяване с други елементи на конструкцията се гарантира от т.нар. **водец срез** (**кодов ключ**), който се изрязва в края на печатната платка.

Изводните контакти представляват или ред от печатни контакти, разположени по края на платката, който оформя печатната електропроводима част от т.нар. директен съединител, или присъединителни отвори с контактни площадки за монтирането на индиректен съединител.

Изоляционната основа (или подложката) на печатната платка може да бъде твърд изоляционен материал (керамика, гетинакс, текстолит), гъвкаво изоляционно фолио или изоляционно покритие върху твърда метална основа. Изоляционната основа носи механично всички монтирани електронни компоненти. Тя притежава добра механична устойчивост, като запазва формата си по време на експлоатация.

При едно най-общо класифициране на печатните платки те се разделят според:

- ❖ Вида на подложката – на твърди и гъвкави печатни платки;
- ❖ Броя на слоевете – на **еднослойни** (или едностранни), **двуслойни** (двустранни) и **многослойни платки**;

Твърдите печатни платки се изграждат върху твърда основа от:

- ❖ Слоести изоляционни материали на основата на терморекции;
- ❖ Смолни (фенолна, епоксидна, меламинава, полиамидна, силиконова, стиролбутадиенова, полиестерна) и влакнести слоеви пълнители (целуозна

хартия – гетинакси, стъкленовлакнеста вата и стъклена тъкан – стъклотекстолити, памучна тъкан – текстолити);

- ❖ Изолационна керамика;
- ❖ Изолиран с тънък диелектричен слой метален лист (стомана, алуминий или мед)

Гъбкавите печатни платки, както и гъбкавите печатни кабели, се изграждат върху гъбкава основа от термопластично изолационно фолио (полиимидно, полиестерно или полиетилентерефталатно)

Многослойните печатни платки се използват при изработване на сложни функционални възли и при повишена честота на сигналите, когато се изисква значително увеличение на плътността на монтажа. Намаляването на дължината на печатните проводници води до намаляване на тяхната индуктивност и на паразитния им капацитет, а това позволява увеличаване на граничната честота на печатния възел. Тези платки са особено популярни при производството на дънни платки на съвременните компютърни системи. Обикновено работната честота на микропроцесорния чип значително надвишава максималната честота, при която платката продължава да изпълнява функциите си и това обстоятелство продължава да бъде проблем пред конструкторите на дънни платки. Усложнената технология на изработване, ниската степен на ремонтна пригодност и по-ниската надеждност на междуслойните електрически съединения определят високата цена на тези платки и наличието на проблеми, свързани с приложението им.