

# ЛЕКЦИЯ 1

доц. д-р Стела Стефанова

## Етапи, правила и изисквания при проектирането на печатни платки

### 1. Понятие за печатна платка (PCB – Printed Circuit Board)

- конструктивен модул (участва в конструкцията на изделието), предназначен за осъществяване на електрически връзки между отделните електронни елементи и механични компоненти.

### 2. Етапи за изработване на печатната платка

- **Създаване на графични оригинали** - чертежи на печатната платка, създавани с CAD система за конструктивно проектиране;
- **Проектиране на фотошаблони** с позитивно или негативно изображение в зависимост от технологията;
- **Пробиване на отворите на печатната платка**  
До този етап печатната платка представлява пластина от гетинакс (плексиглас). Съществуват два начина за пробиване на отворите на платката - ръчно или с пробивни машини (Drill machine). Пробиването на отворите с пробивни машини се управлява на базата на файл на отворите **<име>.drl**, който се създава в процеса на конструктивното проектиране.
- **Метализиране на пробитите отвори** - отлагане на метал в отворите.
- **Нанасяне изображението на проводниците**  
Гетинаксовата плочка с пробитите метализирани отвори се покрива с фоточувствителен материал (фоторезист). Наслагва се фотошаблона, осветява се и върху печатната платка се реализират необходимите печатни проводници.
- **Ецване;**  
Процес на премахване на излишното фолио.
- **Нанасяне на защитно покритие върху получените проводници**  
Това се налага, защото медта, от която са направени проводниците, лесно се окислява и става изолатор. За тази цел се извършва калайдисване, което обикновено се извършва в калаена вана.
- **Покриване на конекторите (куплунзи, съединители) с износоустойчив материал** – родиране или позлатяване. Това е необходимо за по-добра електрическа връзка и издръжливост.
- **Нанасяне на термо - и електроизолиращ лак** за изолиране на платката от външни фактори. Обикновено лакът е зелен, откъдето се придобива зеленикавият цвят на платките. Петната за запояване, където трябва да се запоят компонентите на платката, не се лакират. Те се предпазват от лакиране чрез защитна маска (Solder Mask).
- **Окончателно оформяне на платката** – процес на създаване на ситопечат (silk screen) - нанасяне на означения на елементи, надписи и очертания върху платката. Ситопечатът може да бъде реализиран с боя или метал.
- **Тестване на печатната платка** – проверка за къси съединения, отлепени писти и всякакви други дефекти, които могат да се видят с просто око.

### 3. Правила и изисквания при проектирането на печатни платки

- Размерът и закрепването на печатната платка (какво ще е положението, в което ще работи) зависят от големината и масата на елементите, разположени върху платката. Това се прави с цел избягване на деформации, провисвания, прекъсване на печатни проводници и др., които са причинени от собственото тегло на платката;

- Винаги, когато е възможно и няма специални изисквания, компонентите от вида съединители (куплунзи, конекторите), бутони, потенциометри се разполагат в края на печатната платка;
- Компоненти от вида на диоди, индикатори, потенциометри, механични елементи и други подобни, трябва да се поставят и закрепват върху печатната платка, като по такъв начин се избягват допълнителни и ненадеждни свързващи проводници;
- Връзката между отделните платки и между платката и останалите елементи от конструкцията на изделието трябва да се осъществява с конектори;
- Захранването трябва да се подава чрез няколко пера на конекторите, при което проходното съпротивление ще е по-малко;
- На всяка платка трябва да има поне един кондензатор с капацитет от 100 до 200  $\mu\text{F}$  за отстраняване на нискочестотните смущения;
- На всяка платка, на която са монтирани голям брой цифрови интегрални схеми, е необходимо до всяка интегрална схема да има кондензатор от 20 до 150 nF, с цел отстраняване на високочестотните смущения.

#### 4. Импеданси (паразитни съпротивления и индуктивности)

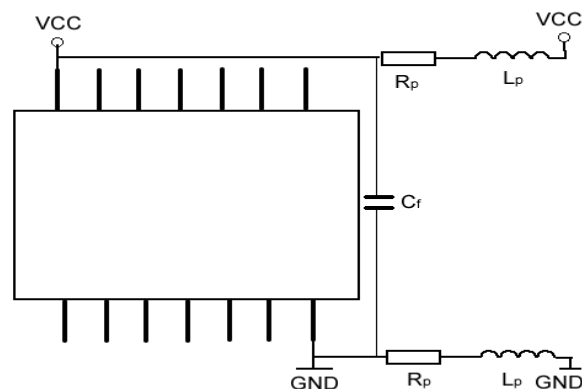
##### 4.1. Причини за възникването на паразитни импеданси

**Колкото са по-дълги и по-тесни проводниците в една печатна платка, толкова е по-голям паразитният импеданс (паразитни индуктивности и съпротивления) т.е. толкова са по-големи паразитни смущения.**

При преминаване на изходите на цифровата интегрална схема от едно логическо състояние в друго се появява краткотрайно, но значително увеличаване на тока в изходите т.е. импулсен характер на изменение на тока. В резултат на реакцията на паразитния импеданс на протичащия ток, в захранващото напрежение се появяват значителни смущения, амплитудата на които зависи от големината на импеданса  $Z_p$  и от промяната на тока в изходите на интегралната схема. При работа на много интегрални схеми едновременно в захранващия проводник се индуцира значително шумово напрежение. Когато амплитудата на шумовото напрежение стане 150-200mV при TTL схемите може да се очаква влияние върху работата на електронното устройство.

##### 4.2. Мерки за намаляване на импеданса и неговото влияние

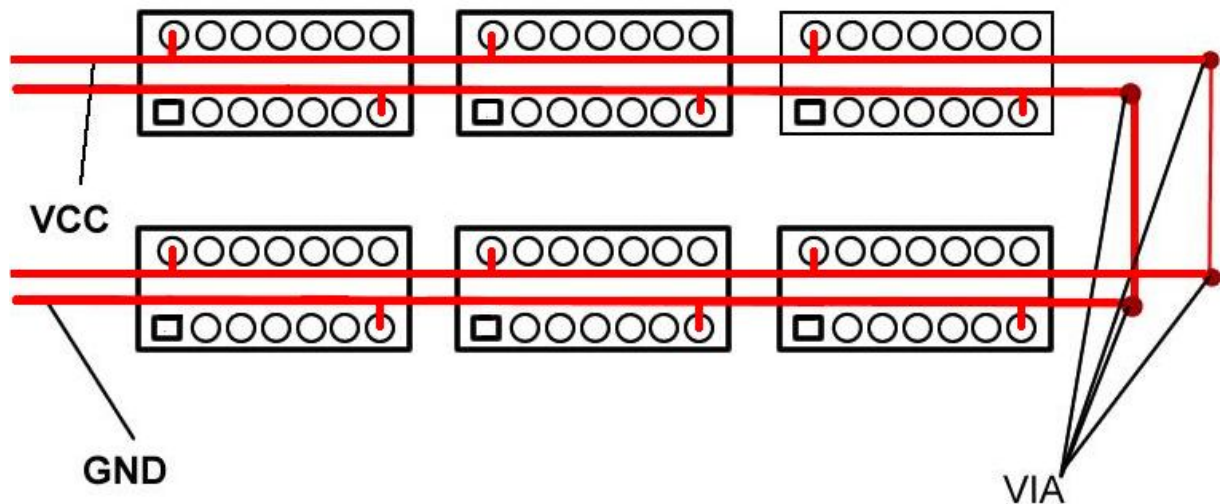
- **Намаляване колебанията на тока през паразитния импеданс** – за целта се включва филтриращ кондензатор с капацитет  $C_p=(100-150)\text{nF}$  между захранващите проводници близо до интегралната схема (фиг.1.);
- **Намаляване на паразитния импеданс на захранващите проводници** – за целта захранващите проводници се правят от 3 до 5 пъти по-широки от сигналните проводници (намалява се паразитното съпротивление) и се правят по-къси като преминават от слой в слой (намаляване на паразитната индуктивност);
- Хоризонталните и вертикалните печатни проводници (писти) са в различни слоеве.



Фиг.1. Свързване на филтриращ кондензатор  
( $R_p$ ,  $L_p$  – паразитни индуктивности и съпротивления – импеданси)

### 3. Опроводяване на захранващите изводи на двуредови интегрални схеми в двуслойна платка с дебели проводници

- На фигура 2 е показан един подход за опроводяване на захранващите изводи на двуредови интегрални схеми в двуслойна платка с дебели печатни проводници.
- Двуредовите интегрални схеми (ИС) се подреждат по един и същи начин в пространството (хоризонтално или вертикално с еднакво ориентиран първи извод). Този начин на разполагане на ИС позволява изводите за захранване (в повечето случаи последният извод на ИС) и изводите за земя да са еднакво ориентирани, което подобрява процеса на опроводяване;
- Този начин на разположение на ИС дава възможност по-дебелите захранващи проводници VCC и GND да се опроводяват между редовете изводи на ИС. Това позволява да се получи по-голямо пространство за опроводяване на сигналните проводници, като печатната платка се получава с по-малък размер. Чрез проходните отвори (VIA) захранващите проводници преминават в друг слой, където се разполагат в друго направление (в случая вертикално направление).



Фиг2. Опроводяване на захранващите проводници на интегралните схеми в двуслойна платка