

Електромагнитна съвместимост.

Предмет на този въпрос е работата на електронните устройства в среда на други електрически и електронни съоръжения. Тази съвместна работа трябва да се разглежда от две страни – доколко едно устройство може да работи под “влияние” на околните и дали пречи на тяхната работа. За да се уеднаквят изискванията са създадени стандарти на които електронните устройства трябва да отговарят. В зависимост от приложението (отговорността) на всяко устройство, се определя на какви въздействия то трябва да издържа. Определени са типовете изпитвания които се извършват, като за всяко изпитване се задават класове и нива според строгостта на изискванията. По-подробно това е дадено в **AN9734.pdf** където са дадени основните изисквания на стандартите както и постановките с които се извършват изпитванията.

Смущенията външни за електронната апаратура възникват по различни причини, като най-вече те са в резултат на комутации в мрежата на по-мощни консуматори и паразитните индуктивности на мрежата. Освен това объркване в работата на електронните устройства могат да предизвикат мощни радиопредаватели или такива в непосредствена близост (мобилни телефони). В **AN9768.pdf**, **AN9769.pdf**, **AN9308.pdf**, **AN88f.pdf** са показани някои от начините за възникване на смущения и как те могат да се ограничат или подтиснат. В основни линии мерките за подтискане на смущенията се свеждат до използване на ограничителни елементи (варистори, супресори, ценерови диоди и др.) и филтри включващи X и Y кондензатори –**epcos.pdf**, дросели и трансформатори –**AN15.pdf**, **AN20.pdf**. Част от усилията при конструиране на апаратурата са насочени и към намаляване на смущенията които тя излъчва и пречи на останалите –**AN24.pdf**. Примери на захранващи блокове които са изпълнени съгласно изискванията за електромагнитна съвместимост са дадени в **di9.pdf**, **epr16.pdf**, **lnk501.pdf**.

Мерките могат да се обобщят и се свеждат до следното:

- Използване на филтри в захранването.
- Предпочитане на ключови (импулсни) захранвания.
- Екраниране на между първична и вторична страна.
- Избор на подходящи интерфейси за връзка.
- Галванично развързване при предаване на информация.

От голяма важност при проектиране на електронна апаратура е и електромагнитната съвместимост между отделните възли в едно устройство. Има съществена разлика при аналогови и при цифрови устройства, както и при съвместяване на работата на цифровата и аналоговата част в едно устройство.

Причина за възникване на смущение в цифрова апаратура са многобройните комутации на изходите на интегралните схеми при което се презареждат капацитети, т.е протичат големи импулсни токове (особено при съвременните схеми с голямо бързодействие). Вследствие на индуктивността на захранващите и сигнални шини (писти, пътечки) се получават отскоци в захранването. Тези отскоци (пикове) могат да предизвикат объркване в работата на схемите което да се проявява с различна периодичност, като най-трудни за диагностика са тези проявяващи се сравнително рядко – веднъж на 1-2 часа и по-рядко.

Основните правила при конструиране на цифрови устройства се свеждат до:

- Захранващите шини се изпълняват като отделни слоеве при многослойните платки или като мрежа при двуслойните. Така захранването постъпва към схемите поне по 2-3 писти. Те трябва да са с максимално възможна ширина.
- В непосредствена близост до изходите за захранване на всяка от интегралните схеми се поставят филтриращи кондензатори с малка индуктивност (керамични), като шините между кондензатора и захранващите изводи са възможно най-къси и широки – също за малка индуктивност. При устройства с по-малки импулсни токове и широки захранващи писти се допуска да се използва един кондензатор на 2-3 схеми.

- На всяка платка се препоръчва да има и поне един кондензатор с по-голям капацитет – електролитен за по-нискочестотни смущения.
- Сигналните писти да са с минимална дължина. Това става с подходящо разпределение на логическите елементи по корпуси. В някои случаи някои от елементите в корпус може да останат неизползвани, да се получи излишък, ако се налага “разхождане” на сигнала от единия до другия край на платката. Това най-често се налага когато схемите работят близо до максималната работна честота.
- Вземат се специални мерки при проектиране на кварцовите (или други) генераторни схеми – обикновено се екранират участъците от платката около генератора като кварца се разполага в непосредствена близост до генериращата схема.

При аналоговите схеми нещата са значително по-сложни. Обикновено при тях сигналите са много по-малки и отделните стъпала са по-податливи на въздействие. Докато при цифровите схеми, ако смущението е по-малко от прага на превключване, няма промяна в изхода, при аналоговите и най-малкото смущение се добавя към полезния сигнал. Конструирването на аналогови устройства изисква опит и анализ на всяка конкретна схема – решения дали добър резултат в един случай не помагат (а дори и пречат) в друг случай. Все пак са валидни следните най-общии препоръки:

- Захранването се подава стъпало след стъпало през филтри. За разлика от цифровите схеми тук е недопустимо да се подава захранване (особено маса) по няколко проводника.
- При връзка между отделните стъпала е недопустимо да се получават затворени контури т.е сигналът да може да мине по два пътя.
- Елементите свързани към общия проводник (нула, маса, земя) е добре да са свързани в една точка – в някои устройства в радиотехниката, където сигналите са в микроволтов обхват, дори се монтират в един отвор на платката.
- Когато сигналът трябва да премине от аналогова към цифрова част, общите (нулевите) проводници на двете части трябва да са свързани само в една точка. Това е най-добре да стане при аналогово-цифровия преобразувател, а ако не е възможно – в захранването. В този случай от изключителна важност е топологията на печатната платка и филтриращите елементи.
- Пистите където протичат импулсни токове не трябва да имат разклонения, а токът да се затваря само във работната верига. Такива са изправителите в захранващите блокове, свето-диодните индикатори и др. По пътя от трансформатора през диодите до електролитния кондензатор не бива да има отклонения. Захранващото напрежение се взема директно от изводите на кондензатора с отделни писти.

При проектирането на устройства могат да се използват различни препоръки и техники дадени в следните материали: [AN89001.pdf](#), [AN1263.pdf](#), [AN1050](#), [DOC1619.pdf](#). Те се отнасят най-вече за проектирането на цифрови печатни платки. Различни филтриращи елементи са показани в [noise_suppression_principle.pdf](#). За проектиране на аналогови схеми може да се използват съображенията в [AN-202.PDF](#).

Въпроси:

1. Какво означава терминът Електромагнитна съвместимост?
2. Как се спира проникването на смущения в електронни устройства?
3. Какво представляват X и какво Y кондензаторите?
4. Как се проектират цифрови схеми?
5. Как се проектират аналогови схеми?
6. Как се свързват аналоговата с цифровата част?