

Работа на електронните устройства в промишлени условия:

- промишлените условия (производствени, индустриални, в селското стопанство, транспорта и т.н.) са условията които не са лабораторни или домашни условия. Промислените условия са по-тежки и работата на електронните съоръжения при тях е по-трудна. По-лесно е да дефинираме лабораторните условия, а всичко което е извън тях изисква по внимателен подход:

- тесен температурен обхват от 10-15 до 35-40 градуса.
- ниско ниво на запрашеност, слабо замърсяване от всякакъв вид с материали предизвикващи корозия или с органични разтворители и др.
- слаби механични въздействия, удари вибрации.
- ниско ниво на електрически смущения.

Повечето от изискванията са предимно задачи пред механичните конструктори по отношение на използвани корпуси, покрития, бои и др. Естествено има изисквания и към органите за управление по отношение здравина, степен на херметизация, устойчивост на корозия и др. Работата на инженерите по електроника е свързана най-вече с подходящ избор на схемни решения (при конструкторите) и подбор на апаратура предназначена за работа в тези условия.

Изборът на схемни решения, на принцип на работа, както и на входно-изходните стъпала на апаратурата трябва да са съобразени с изискванията за електромагнитна съвместимост. Най-просто тези изисквания могат да се дефинират така:

Устройството да не пречи на другите и да е устойчиво на въздействия от тях.

Естествено няма идеални устройства които да имат нулево излъчване и да не се влияят от всички видове смущения. Устройствата се разделят на групи според предназначението им, мощността която управляват или консумират, средата в която работят и др. Изискванията зависят и от отговорността която “носят” устройствата.

Понякога не само електрическите смущения “са работа” на специалистите по електроника – ако условията налагат трябва да се използват съответни решения: в условия на запрашеност не може да се прилага принудително охлаждане (с вентилатор) или кутията трябва да е частично или напълно херметизирана и да се разчита на охлаждане от по-голяма площ.

Възникването на смущения се предизвиква обикновено от не-идеалната хранваща мрежа. Всеки проводник има собствено съпротивление, индуктивност и капацитет към другите. Колкото те са по-големи или комутираният ток по-голям толкова и генерираните напрежения от самоиндукция са по-големи – достигат до стотици и хиляди волта. Поради наличието на много консуматори в едно промишлено предприятие, които непрекъснато извършват комутации на товари, в електрическата мрежа се появява един непрекъснат “шум” с много широк честотен спектър, най-често отместен към по-високите честоти. Периодично се появяват и единични импулси с по-голяма амплитуда и/или продължителност.

Като правило смущенията са с малка енергия (мощност) и не повреждат апаратурата.

Те обаче обръкват нормалната работа на устройствата, а това може да причини големи щети. Освен това трудно се установява причината за грешките при работа – в лабораторни условия същите тези устройства работят безупречно.

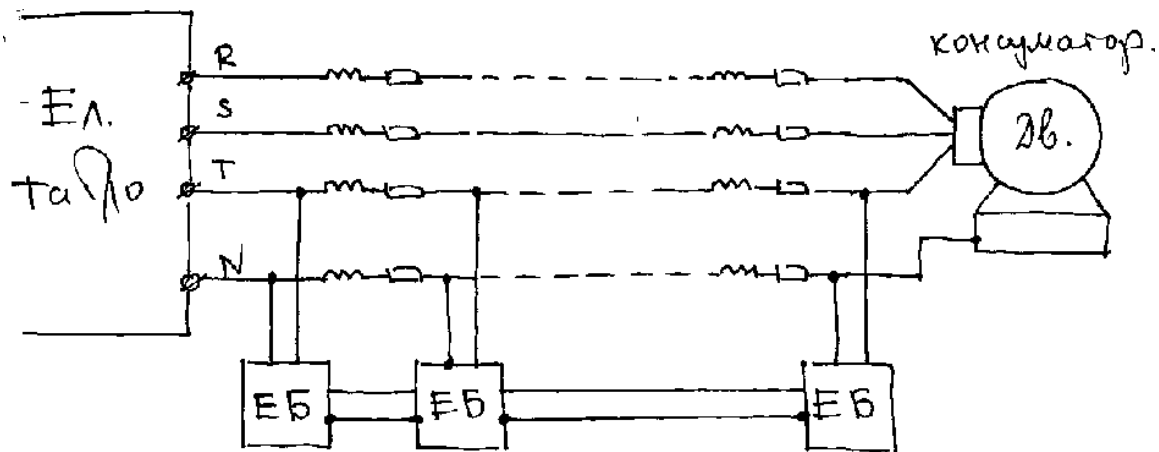
Смущенията проникват в апаратурата по няколко начина:

- през хранващата мрежа. Тези смущения се намаляват с подходящо подобрени схеми или принцип на хранващи устройства, конструктивни мерки (при изработване на трансформаторите) и най-вече посредством подходящи филтри в хранването.

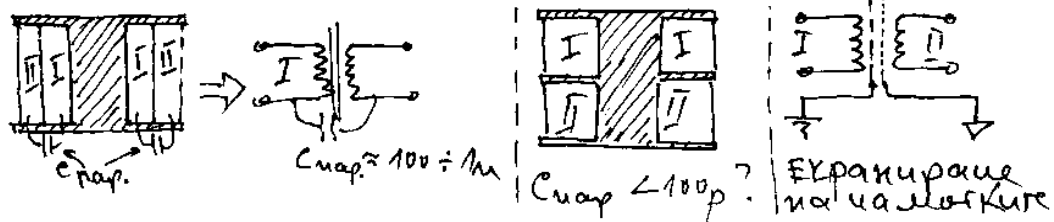
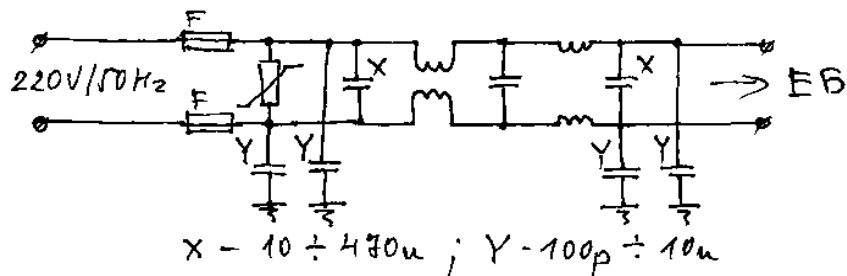
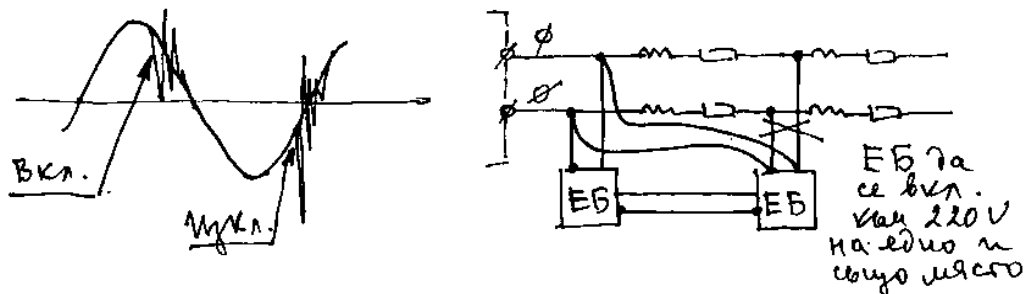
- през връзките с другите устройства. В този случай се подбират интерфейси които са шумоустойчиви, с по-високо ниво на сигналите, по-голяма мощност на предаване (токова връзки), диференциално предаване и др.

- като електромагнитни излъчвания, радиосмущения. Обикновено се проявяват при високо-чувствителна апаратура или при голяма мощност на смущението (гръмотевици). Обикновено подходът е чрез екраниране на устройствата и използване на защитни елементи при мощните смутители (супресори, варистори, газоразрядници).

Освен конструктивни мерки следва да се вземат и софтуерни, когато електронните устройства са на базата на компютри (контролери).



Ел. смущенията възникват при комутации на мощни консуматори вследствие на паразитните индуктивности в електрозахранването. Амплитудата на смущенията може да достигне до няколко хиляди волта в зависимост от конкретните условия. Като правило енергията на смущаващите импулси е недостатъчна за да повреди апаратурата, но може да обърка работата ѝ.



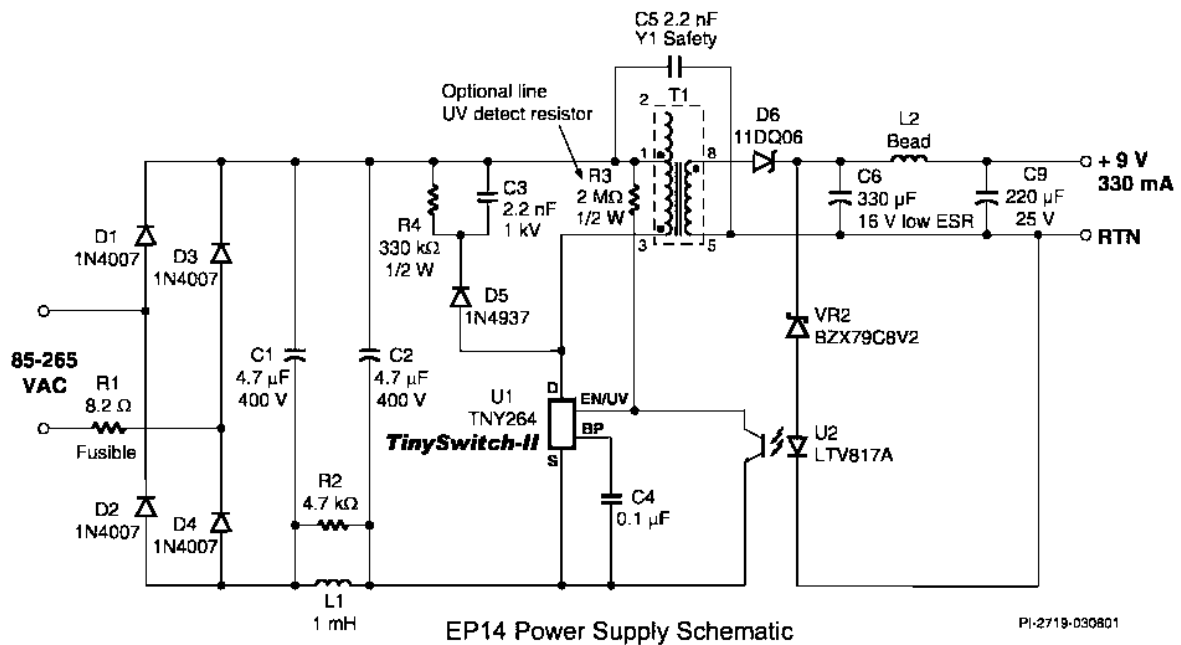
Мерки за намаляване на проникването на смущенията:

-организационни:

- подходящо свързване на електронните блокове към захранването
- включване към мрежата за осветление поради по ниското ниво на ел.смущения там

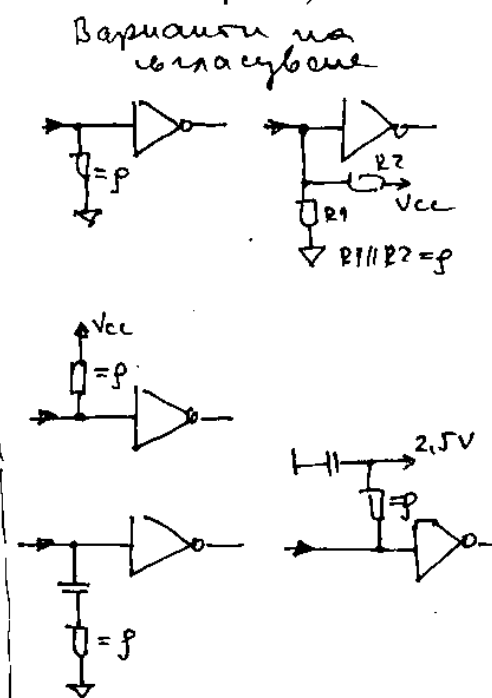
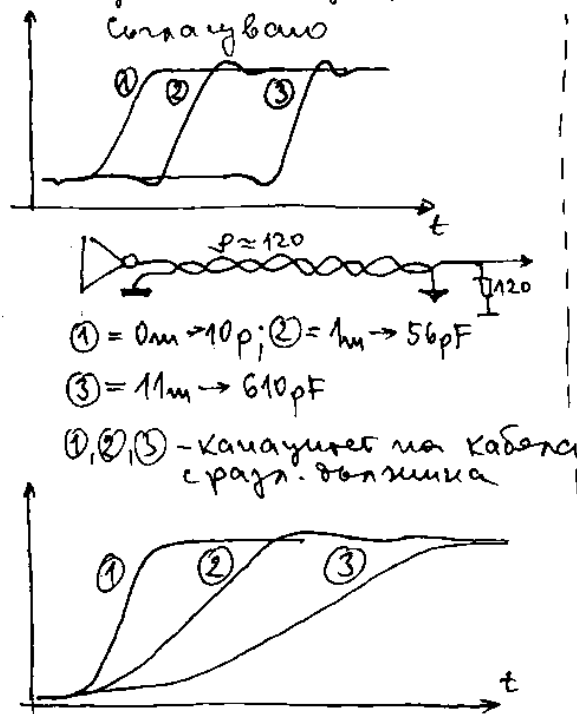
- конструктивни:

- използване на филтри в захранването
- трансформатори с по-малък проходен капацитет и с екраниране



Пример на маломощно ключово (импулсно) захранване в което са взети мерки за намаляване на смущенията - както на тези които самото то създава, така и на проникващите от мрежата. За това са филтриращата група C1, L1 и C2 както и Y1 кондензаторът C5. Кондензаторът C3, освен че предпазва ключовия елемент, намалява и стръмността на импулса, а това намалява смущенията.

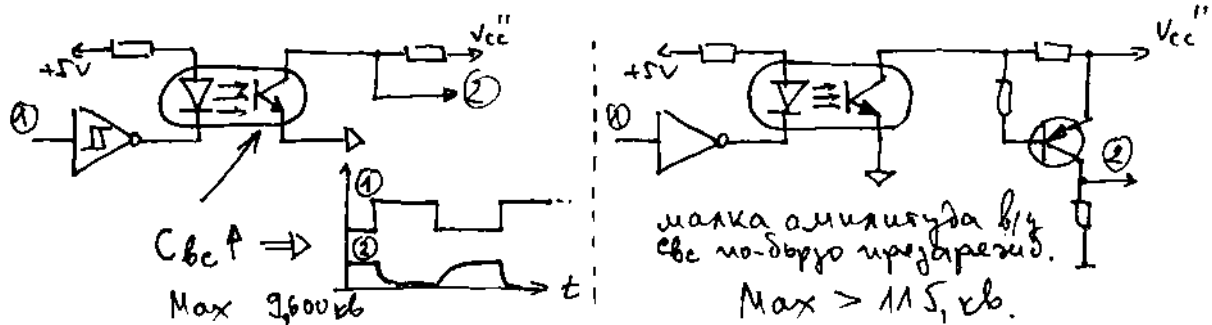
Съгласуване на буфера с кабела (терминирание)



За намаляване на проникването на смущения през вход/изходите, при галванична връзка между електронните устройства, се използват подходящи интерфейси: с по-високи нива на сигналите, предаване с повече енергия (с голям ток), диференциални буфери, стесняване на честотната лента с помощта на филтри (RC групи) и др.

Наред с тези мерки е много важно и използването на подходящи линии (кабели) за връзка. При несъгласуване на вълновото съпротивление се наблюдава изкривяване на сигналите и податливост на смущения. Показаните различни варианти на съгласуване са за задаване на начално логическо ниво и по-малка консумация.

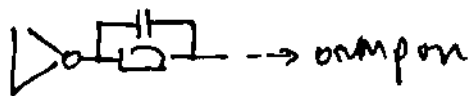
За намаляване на смущенията проникващи през входовете и изходите **радикалното** решение е галваничното развързване. Прилагат се оптронно и трансформаторно развързване.



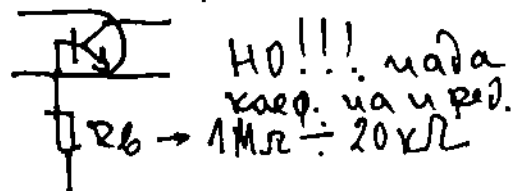
Когато транзисторът на оптрона се използва по схема ОЕ, поради големия капацитет ВС, времето за превключване е голямо – за включване 3-5 μs , за изключване 10-15 μs . По тази причина при използване в сериен интерфейс скоростта трудно превишава 9600kb. Значително подобрение се получава при използване на схема близка до ОВ, но за получаване на достатъчна амплитуда на изхода се налага използването на допълнително стъпало. По този начин скоростта на предаване може да се увеличи над 10 пъти. За ускоряване се вземат и други мерки – използване на базов резистор и ускоряваща RC група в предаващата страна.

Ускоряване

от първ. страна



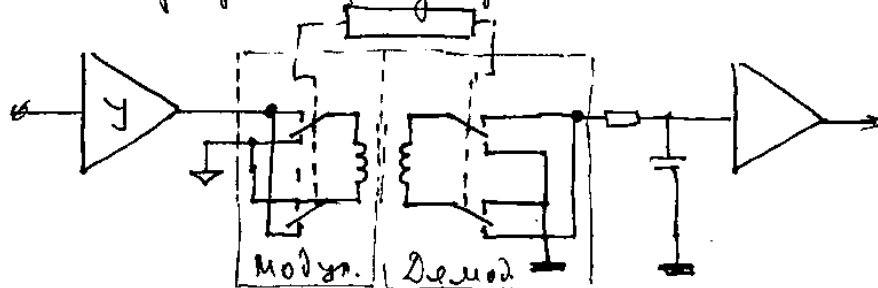
във втората ср.



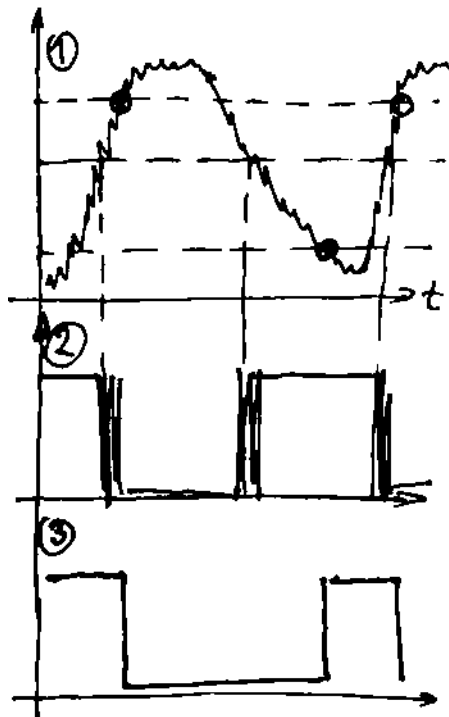
Независимо дали се прилага галванично развързване или не, в повечето случаи е подходящо на входовете да се използват буферни схеми с хистерезис (тригери на Шмидт). Хистерезисът трябва да надвишава нивото на смущения. Ако това не е така трябва или той да се увеличи или нивото на смущения да се намали - с намаляване на сигнала (делител) или с филтър. Във втория случай се стеснява честотната лента и скоростта на предаване на информация се намалява.

Трябва да се има предвид, че хистерезисът на входа може да доведе до изкривяване на формата на предавания сигнал т.е на коефициента на запълване. Ако информацията се предава с коефициента на запълване използването на тригери на Шмидт не е подходящо.

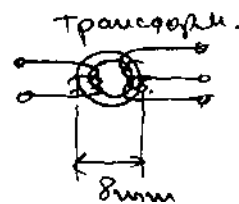
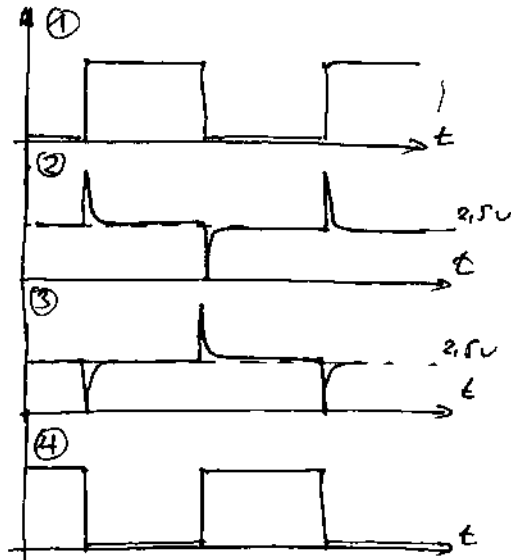
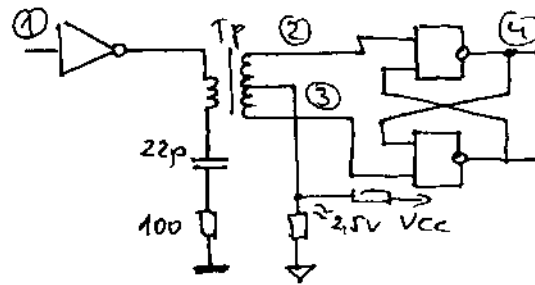
Модулация - де Модулация.



Тригер на Шмит



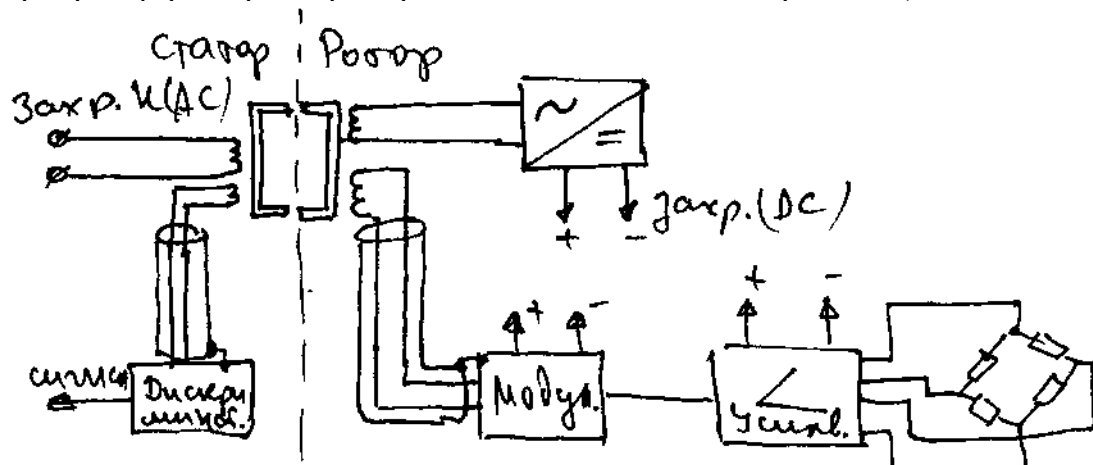
- ① - входен сгн.
- ② - без тригер
- ③ - с тригер на Ш



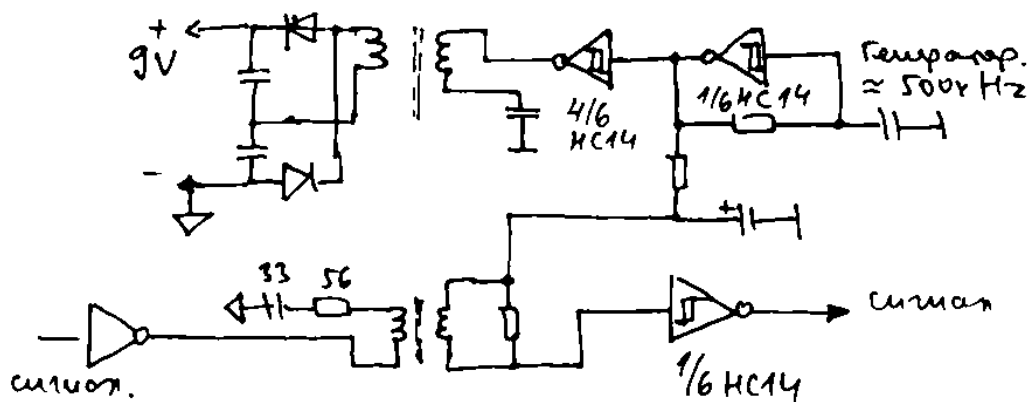
Трансформаторното развързване се използва или за предаване на аналогова информация или за предаване на цифрови сигнали. В първия случай се използват подходите както при усилвателите с модулация-демодулация (МДМ). Тук обаче не се предават малки сигнали и целта не е малък дрейф, а галванично развързване.

За цифрови сигнали се използват импулсни трансформатори. Те са с малки размери и лесни за изработка (ниска цена). По-горе е показана схема за възстановяване на формата на цифров сигнал, защото логическите нива не могат да се прехвърлят с трансформатор.

Удобство при трансформаторното развързване е възможността едновременно (с един и същ транс-



форматор) да се предава сигнал и в двете посоки и на захранване както е показано на схемата. По-долу е даден друг конкретен пример, тема и на лабораторно упражнение.



Импулсният генератор, на базата на един елемент HC14, управлява 4 елемента от същата схема които през трансформатор захранват друго електронно устройство. От това устройство сигналът се прехвърля обратно през втори трансформатор. Импулсите се формират с елемент HC14 от същата схема. Постояннотоковото ниво на входа е в средата на хистерезиса – така се получава максимална шумоустойчивост.

На тази тема са материалите в *isolat.zip*.

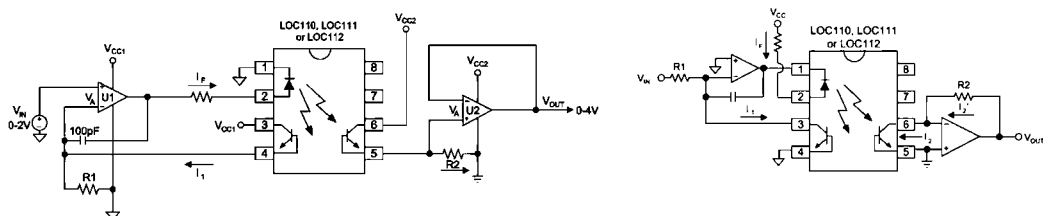
Сравнението между оптронното и трансформаторното галванично развързване показва, че и едните и другите имат определени предимства и недостатъци. В зависимост от конкретната задача се препоръчва едното или другото.

Недостатъци на оптронното развързване: нисък КПД, необходимост от захранване и от двете страни, нестабилен коефициент на предаване във времето и от температурата, изискване на по-голяма мощност за предаване на сигнала, ограничения към високите честоти.

Предимства: просто управление, гарантирана еднопосочност, ниска цена, лесно предаване на постояннотокowi сигнали, малък проходен капацитет, по-лесна реализация на високо пробивно напрежение (чрез увеличаване на разстоянието м/у светодиода и фототранзистора), по-голяма устойчивост на смущения (за предаване се използва по-голям ток).

На практика показателите които са недостатъци и предимства на оптронното развързване, са съответно предимства и недостатъци на трансформаторното.

За предаване на аналогова информация за измервателни цели, обикновеният оптрон няма добри параметри (светодиодът старее, което води до намаляване на коефициента на предаване). Има специализирани диференциални оптрони за предаване на аналогова информация.



Въпроси:

1. Какво е характерно за промишлените условия?
2. Какви са изискванията към електронните устройства за работа в пром. условия?
3. Какво се разбира под електромагнитна съвместимост?
4. Как възникват ел. смущения?
5. Как електрическите смущения проникват в електронните устройства?
6. Какво е въздействието на ел. смущения върху ел. устройства?
7. Как се намалява въздействието на ел. смущения в/у ел. устройства?
8. Сравнение между оптронно и трансформаторно развързване.

Работа на електронните устройства във взривоопасни и пожароопасни среди:

Това са средите в които вследствие на работата на електронната апаратура може да възникне експлозия или пожар – в химическата, целулозно-хартиената, хранително-вкусовата, военната промишленост, мините и др. Основен проблем е възникването на електрическа искра вследствие на повреда – късо съединение или прекъсване. Затова трябва да се работи с минимална енергия – ограничение на работното напрежение, ток, индуктивности и капацитети.

Съществуват няколко основни подхода за решаването на тази задача:

1. Апаратурата изцяло се прави безопасна – много скъп подход, а при сложни системи и неприложим.

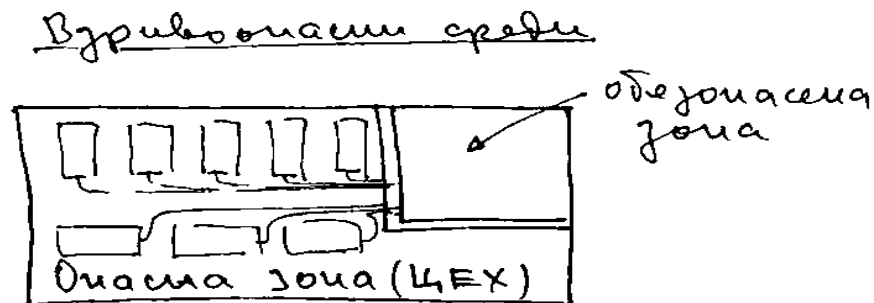
2. Оборудването се разделя на две части: едната безопасна, а другата стандартна – компромисен вариант с приемлива цена.

3. Използване на изцяло не-електрически устройства (пневматични и хидравлични) – налага се при изключително строги изисквания, напр. когато се работи с взривни материали.

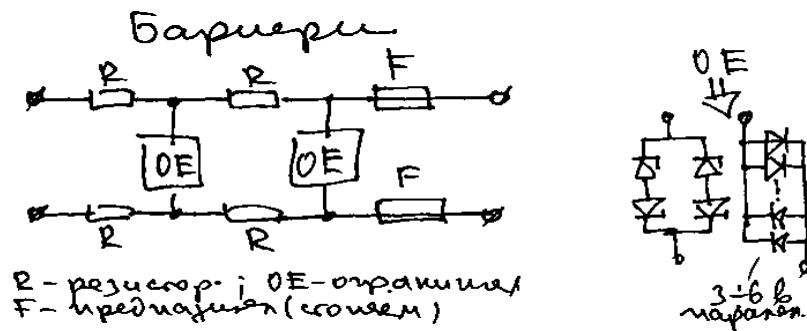
Кой от подходите ще се използва зависи от конкретното приложение и степента на опасност. Всяка промишлена среда се характеризира със степен (клас) на опасност, която е сертифицирана от специализирани лаборатории. За всеки клас са определени максимално допустимите напрежение, ток, индуктивност, капацитет, както и някои други параметри. Има стандартизационни документи поставящи строги изисквания към използваната апаратура, която трябва да е от същия или от по-висок клас от този на средата в която ще работи.

Във всеки случай на закупуване и монтаж трябва да се спазват изискванията за безопасност, а понякога се изисква и разрешение от специализирана лаборатория.

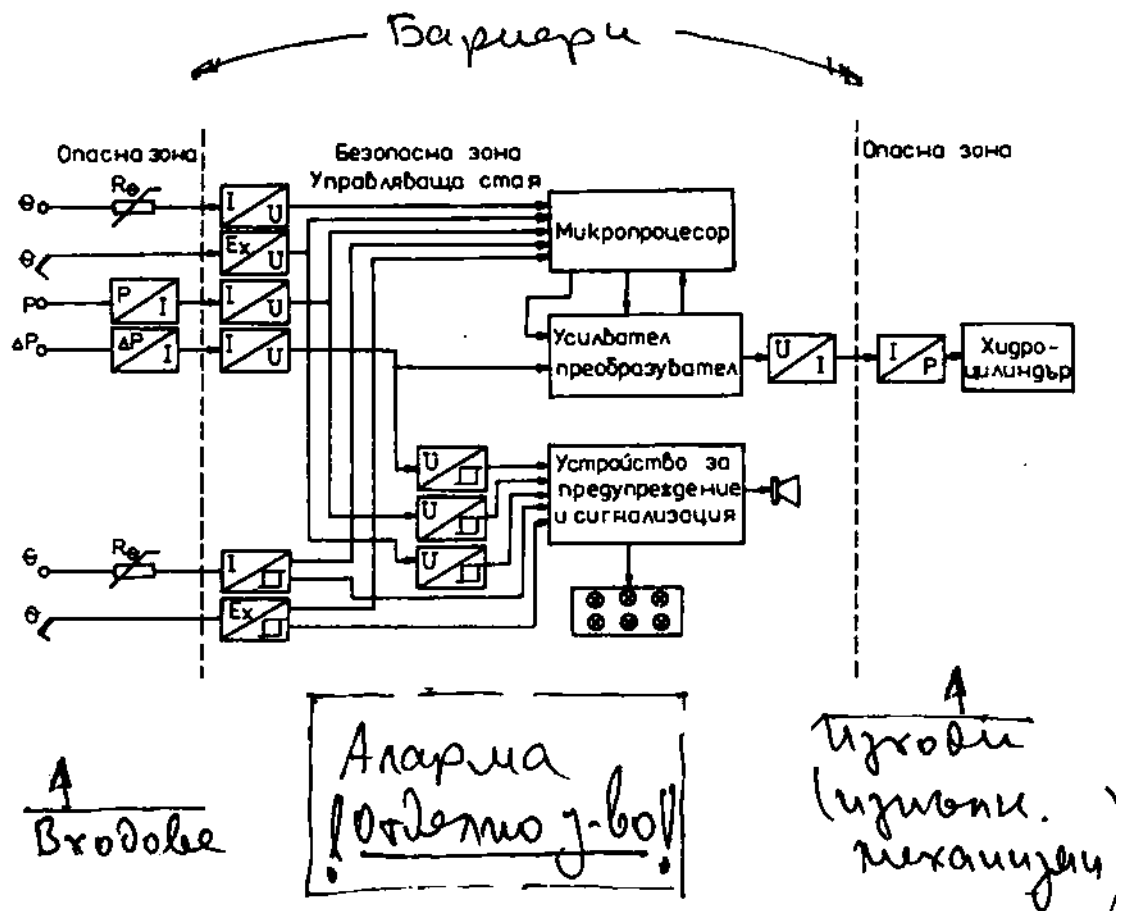
Най-често в практиката се прилага вторият поход за обезопасяване – сензорите, устройствата за първична обработка, изпълнителните устройства се намират в опасната зона и напълно отговарят на изискванията за безопасност. Останалата част от апаратурата (управляващо устройство, индикация, регистратори и др.) е стандартна и трябва да се намира на обезопасено място. Така цената е по-ниска, създават се удобства за персонала, но пък се изисква специално оборудвано помещение. Връзките между двете части на оборудването преминават през специални устройства – бариери. Обикновено обезопасената част се намира на обособено място в производството (в цеха).



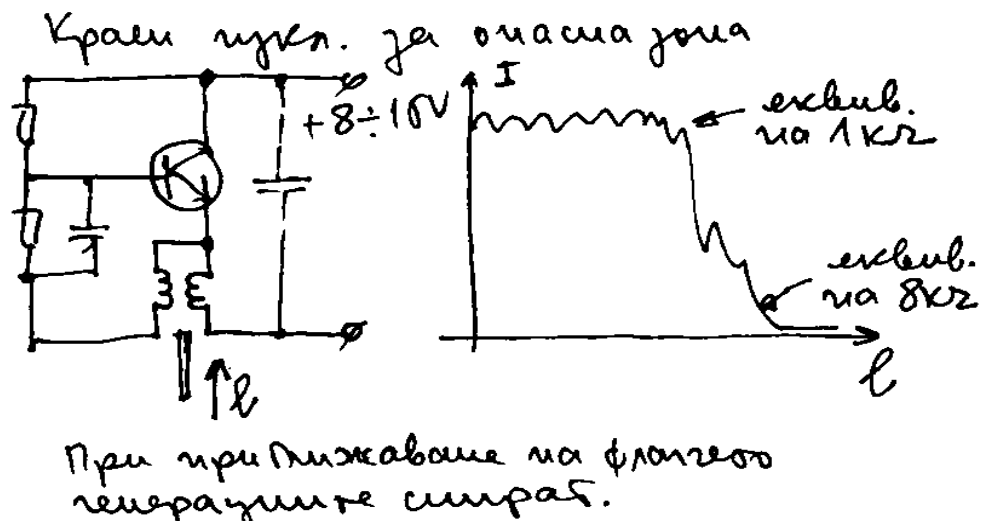
Барьерите включват предпазители, ограничителни елементи за ток и напрежение. Всъщност схемите са много прости. Основното изискване е много голяма надеждност - използват се елементи в паралел за дублиране на функциите. Освен това всеки един елемент се измерва и тества. Това прави барьерите много скъпи устройства, но в тях е съсредоточена безопасността.



Типичната блокова схема включва входни и изходни преобразуватели на базата на обезопасени прости устройства и управляваща система поставена в безопасна зона.



На схемата входовете и изходите за прегледност са разделени, но всъщност опасната зона е една. Много е важно устройството за предупреждение и сигнализация (аларма) да е самостоятелно, а не част от управляващата система. То трябва да е просто, да следи превишаването на максимално допустими стойности и да е много надеждно.

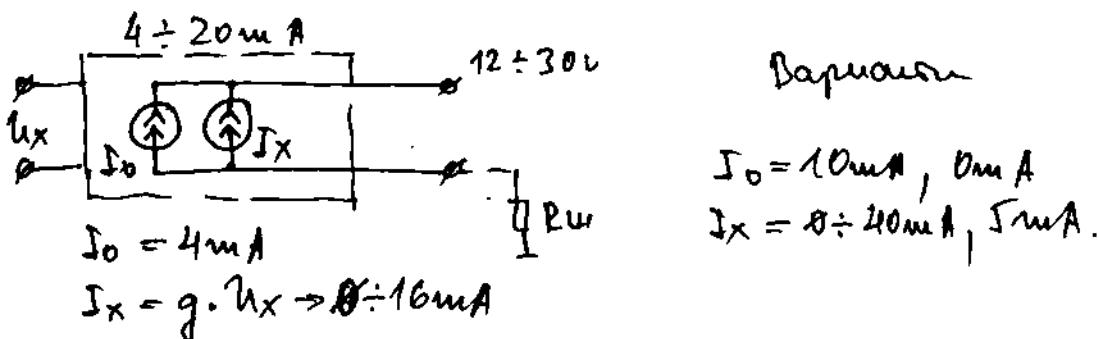


Прост сензор за положение за работа в опасната зона използва генератор с индуктивна обратна връзка. При доближаване на метал вследствие на загубите генерациите спират и еквивалентното съпротивление се променя - приблизително от 1k на 8k. Управляващата система следи консумирания ток.

Токова връзка.

Това е един от най-разпространените начини за предаване на информация в индустрията. Използва се както за събиране на сигналите от първичните преобразуватели, така и за управление на изпълнителните механизми. Поради ограничения максимален ток тази връзка е много удобна и за работа във взривоопасни среди.

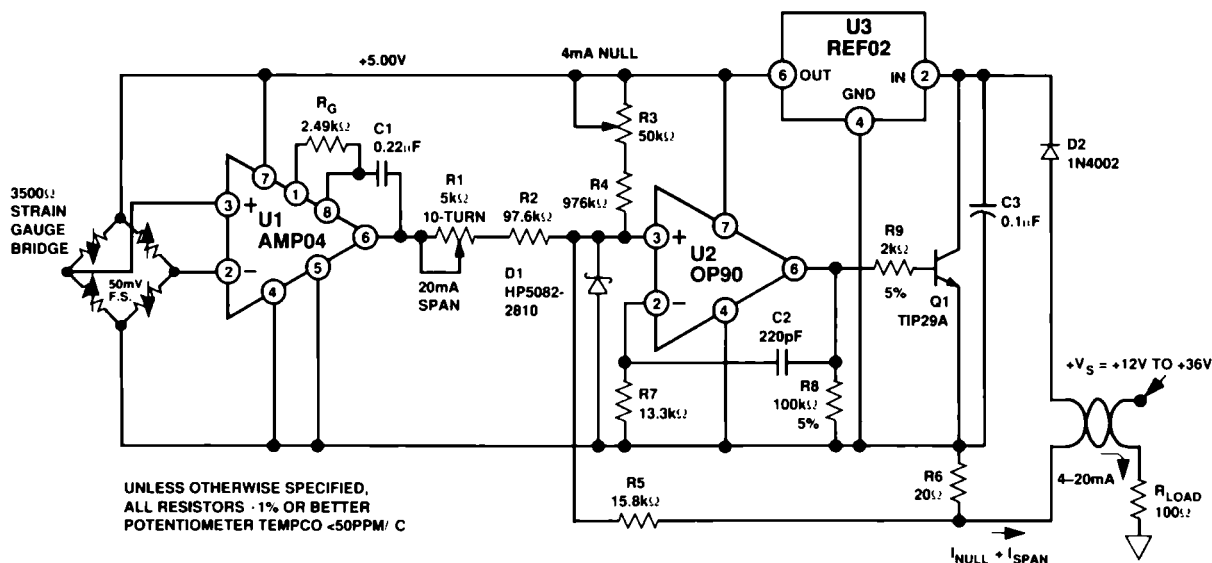
Сигналът пропорционален на измерваната (управлявана) величина се предава с ток. Вариантите на тази връзка са няколко 0-5mA, 4-20mA и 10-50mA. Най-разпространен е този от 4 до 20mA.



Схемата на първичен преобразувател за токова връзка включва генератор на постоянен (начален) ток и генератор на ток управляван от входния сигнал. Началният ток е за захранване на устройството – операционни усилватели, стабилизатори и т.н. Консумираният ток над 4mA се използва за предаване на информация за входния сигнал – при 4 mA входният сигнал е 0%, а при 20 mA – 100%. Поради това устройствата за токова връзка трябва да консумират точно определен начален ток. Всяка неточност се отразява като грешка в изходния сигнал.

Системите за токова връзка се изграждат, като първичните преобразуватели са свързани към централна станция, която подава захранващо напрежение и по консумирания ток получава информация за измерваните величини. Напрежението от станцията е от 12 до 30V, а максималният ток се ограничава (обикновено до 30 mA). При взривоопасни условия връзките са през бариери с подходящи за случая параметри (I_{max} , U_{max}).

Този тип устройства обикновено работят на разстояние 10-200m от управляващата система поради това захранващото напрежение което те получават ще се променя. Тази промяна зависи от съпротивлението на свързващите проводници и изходния сигнал (4-20mA) и не трябва да влошава параметрите на работа.



Показаната схема е типичен пример на преобразувател за токова връзка. Сигналът от тензо-мост се усилва (U1) и подава на схема на генератор на ток (U2, Q1, R6 и др.). Токът който се консумира преминава през шунтовия резистор и поради дълбоката обратна връзка се получава много добра характеристика на генератор на ток. Удобство е възможността началният ток и максималният ток да се настройват независимо един от друг – 4mA с R3, 20mA с R1.

Изискванията към устройствата за токова връзка могат да се обобщят:

- клас на точност на тези устройства - 0,5 (0,2) (класът показва в % относителната грешка).
- точна стойност на собствената консумация 4 mA.
- линейна връзка между измерваната величина и консумирания ток.
- характеристиките на генератор на ток да се запазват при промяна на напрежението от 8 до 30V с грешка по-малка от 0,1%.

Голямото предимство на токовата връзка, наложило я като промишлен стандарт, е много добрата шумоустойчивост. Това е така защото устройствата се захранват от едно място – от централната станция, а информацията се предава с ток (с повече енергия). Предимство е и необходимостта само от два проводника (едновременно за захранването и за сигнала) и лесното отделяне на полезната информация. Освен това лесно се установява прекъсване на свързващите проводници – токът (0mA) е извън работния обхват 4-20mA.

Поради това, за да се използват изградените системи за управление и всички предимства на токовата връзка, често в практиката и други устройства поддържат изходи 4-20mA. Поради невъзможността те да се “вместят” в 4mA собствена консумация, изходите им са “активни”, т.е те сами генерират тока в линията за връзка за разлика от “класическите” преобразуватели които управляват консумирания ток но са захранени от централната станция. Активни са и всички устройства работещи с токова връзка 0-5mA. При тях в централната станция се намират шунтови резистори напрежението върху които е пропорционално на измерваните величини. На този принцип (0-5mA) работят голяма част от първичните преобразуватели в информационните системи в енергетиката.

Въпроси:

1. Как се изграждат системи за работа в пожаро- и взривоопасни среди?
2. Какви са изискванията към електронните устройства за работа в такива условия?
3. Как се реализира връзката между опасната и безопасна зони?
4. Какви са главните изисквания към бариерите?
5. Какво представлява токовата връзка като промишлен стандарт?
6. Какви са основните изисквания към преобразувателите за токова връзка?
7. Защо преобразувателите трябва да работят в широк обхват на захранващо напрежение?
8. Защо устройствата с токова връзка имат голяма шумоустойчивост?