

У П Р А Ж Н Е Н И Е № 6

ОПТРОННО И ТРАНСФОРМАТОРНО ГАЛВАНИЧНО РАЗВЪРЗВАНЕ

I. Теоретична постановка

Цел на това лабораторно упражнение е запознаването с някои типични схеми използвани за галванично развързване. Разгледани са схеми за оптронно предаване на аналогова информация, класическа схема с оптрон - светодиода-фототранзистор и предаване чрез импулсен трансформатор.

Както е известно, поради недостатъците на оптроните, изразяващи се в стареене на светодиодите и температурна зависимост на характеристиките им, при галванично развързване оптроните не се препоръчват за предаване на аналогова информация. Все пак има специализирани интегрални схеми - линейни оптрони, специално разработени за такива приложения. Те се основават на подобрени двойки фотоприемници с еднакви характеристики включени в схемите от двете страни на галваничното развързване. При идеална еднаквост всички промени в светодиода и на характеристиките се компенсират от обратната връзка и така сигналът се предава без изкривявания. Допълнително изискване е двата фотоприемника да са поставени при еднакви режими на свързване - схема, захранващо напрежение и т.н. Параметрите на линейните оптрони са дадени в каталожните данни за LOC111. В **LinearOpto** са дадени и примери за практическо приложение. Вижда се, че използваните фотоприемници са фотодиоди, затова и коефициентът на предаване е много малък - около 0,01. Промяната на отношението на коефициентите на двата фотоприемника в целия работен обхват е по-малка от 1%. В тези граници са линейността и точността, които могат да се постигнат при този метод за предаване на аналогова информация.

Линейните оптрони в това лабораторно упражнение са свързани по две схеми - във фотодиоден режим и в генераторен режим, в частност в режим на късо съединение. Основните различия между двете схеми са в бързодействието, линейността и в тока на "тъмно". Схемата в генераторен режим е много линейна и практически е с нулев ток на тъмно (в режим на късо), а схемата във фотодиоден режим е по-бърза поради по-малкия бариерен капацитет, но има по-голям ток на тъмно. Освен това при фотодиодния режим се наблюдава с около 10% по-голяма чувствителност. При това приложение обаче, чувствителността не е от значение, а най-важна е еднаквостта (спрегнатостта) на двата фотоприемника в целия обхват от напрежения и токове.

Задачите на първата част на упражнението е изследване и сравнение на двете схеми на работа на линейните оптрони LOC 111.

Във втората част на упражнението се изследва схема с "класическа" оптронна двойка включваща светодиода и фототранзистора. Тук предаването на аналогова информация е свързано със значителни грешки най-вече от влиянието на промените

в захранващото напрежение и на стареенето на светодиода. Изследва се на практика и ефектът от включването на резистор между базата и емитера на фототранзистора. Това обикновено се прави с цел подобряване на бързодействието на схемата, но естествено се променят и параметрите при предаване на аналогова информация.

Доколкото този тип оптрони се използват предимно за галванично развързване при предаване на цифрова информация, "аналоговото" им приложение се ограничава до предаване на сигнали в обратна връзка (сигнал на грешката) където промените в параметрите на оптрона се компенсират от по-големия коефициент на усилване в затворената верига (обратната връзка). Типично приложение е за регулиране на изходното напрежение на захранващи блокове работещи на импулсен принцип.

Задача на тази втора част е да се снимат характеристиките на предаване при различни стойности на захранващото напрежение и различни стойности на резисторите между база и емитер на фототранзистора.

В третата част се разглежда предаване на информация при галванично развързване с използването на трансформатори, като в случая те работят в импулсен режим. Има и схеми при които трансформаторите работят в типичен режим на прехвърляне на променливотоков сигнал с минимални амплитудни и фазови изкривявания, което е едно от предимствата на трансформаторното развързване пред оптронното, или пък в схеми с модулация и демодулация. Такъв начин за галванично развързване обаче, не е задача на това лабораторно упражнение.

Тук се използва предаването на аналогова информация с трансформаторно развързване, като в първичната страна се използва преобразувател на напрежение в честота, а във вторичната сигналът се възстановява в аналогов и в частност в ток изход 4-20 mA.

Преобразувателят на напрежение в честота използва интегралната схема LM331 която е с точно такова предназначение. Подробности за параметрите на схемата има в приложените каталожни данни. Принципът на работа се основава на генератор на единични импулси с еталонна продължителност и еталонен генератор на ток. В схемата има и компаратор на напрежение който сравнява входното (неизвестно) напрежение с изработваното компенсиращо напрежение. Това компенсиращо напрежение е пропорционално на честотата на изходния сигнал. При този тип преобразувател информацията за входното напрежение, освен от честотата, се носи и от коефициента на запълване на цифровия сигнал (както при PWM) т.е. от **средната стойност** на напрежението на този сигнал. Точно това се използва при възстановяването на аналоговия сигнал във вторичната страна.

Важно е да се отбележи, че не всички преобразуватели на напрежение в честота могат да се използват по този начин. При някои схеми единствено честотата е носител на информацията, а коефициентът на запълване е около 0,5.

При разглежданата схема при прехвърлянето не трябва да се променя коефициентът на запълване. Това изискване не позволява използването на оптрони, особено при по-високи честоти, защото при оптроните закъснението при предаване на импулси е различно за преден и за заден фронт, а това води до промяна

на коефициента на запълване.

За възстановяването на аналоговия сигнал във вторичната страна се използва схема с хистерезис - тригер на Шмидт SN74HC14. Входното напрежение по постоянен ток е настроено точно в средата между двата прага на тригера. Импулсите от трансформатора превключват тригера и така се възстановява сигнал с коефициент на запълване еднакъв с този от първичната страна. След филтриране това напрежение се подава на схемата на преобразувател 4-20 mA.

Схемите с хистерезис не се препоръчват за формиране, когато информацията се носи от коефициента на запълване, защото го променят. В тази схема, обаче, импулсите с които се управлява тригерът на Шмидт са достатъчно стръмни – тук всъщност SN74HC14 се използва за възстановяване на постояннотоковото ниво, а не за формиране на сигнала.

Точността на преобразуване на третата схема се определя:

- в първичната страна от стабилността на еталонния импулс, от еталонния ток и от параметрите на компаратора включен в схемата LM331. Всичко това зависи, от една страна от стабилността на интегралната схема, а от друга - от външните елементи. Производителите на LM331 гарантират параметрите дадени в каталозите. Задача на конструкторите е външните елементи да не влошават тези параметри. Това са резисторът и кондензаторът към извод 5 определящи продължителността на единичния импулс и резисторът към извод 2 определящ големината на еталонния ток. Използваните елементи трябва да са с добри параметри, както по отношение на температурната им стабилност, така и с добра временна стабилност, т.е да не стареят.

- във вторичната страна точността се гарантира на практика само от точността и стабилността на захранващото напрежение 5V, тъй като импулсният трансформатор не внася изкривявания в коефициента на запълване, а разликата между преден и заден фронт на схемата SN74HC14 е около 3ns и би оказвала влияние при честоти по-големи от 1 MHz, а това е значително над работния обхват на LM331.

Казаното току що се отнася само до напрежението в изхода на тригера на Шмидт след нискочестотния филтър. При преобразуването след това в ток 4 -20 mA участват множество елементи. Параметрите на някои от тях - на резистори, тримери и на операционния усилвател, определят и качеството на преобразувателя като цяло. При анализ се вижда, че по-голяма част от грешката се внася от вторичната страна. Поради това, когато е възможно, се използва получената вече от първичната страна честота, тъй-като измерването на честота е с много голяма точност и практически не внася грешка.

Задачата в третата част на упражнението е да се снимат времедиаграмите в контролните точки, да се настрои преобразувателят и да се снее характеристиката на предаване, както по отношение на линейност и точност, така по отношение на промените в захранващото напрежение - в първичната и вторичната страна.

II. Задачи за изпълнение:

Предварителна подготовка (домашна работа):

1. Запознаване със схемите на лабораторното упражнение и с каталожните данни (datasheet) на използваните елементи.
2. Подготовка на план за работа и на протокол който да се завърши при работа в лабораторията.

Работа в лабораторията:

Въведение: - Лабораторният макет има два отделни регулируеми стабилизатора които са развързани галванически един от друг и са със защита по ток. Изходното им напрежение може да се променя от 0 до 15V, отделно за всеки стабилизатор. Светодиодът между изходните букси свети зелено при нормална работа и червено при задействана защита.

Макетът няма ключ за мрежово захранване 220V като изходното напрежение се появява при включване в контакта.

Стойността на напрежението на всеки стабилизатор се нагласява с потенциометъра, като се измерва с волтметър. За да не се повредят елементите на макета, той се включва му към изходите на стабилизаторите след нагласяването на напрежението, като се внимава за полярността. Мостчетата J1 и J2 (джъмperi) са съответно в долно и дясно положение по схемата и не се променят в хода на изпълнение на задачите.

Предварително (преди включване на захранването) се изучава лабораторният макет и съответствието между схемите и елементите на печатната платка.

Захранващото напрежение и от двете страни се нагласява по 12V.

Задача 1:

1. Да се снее предавателната характеристика на линейните оптрони LOC111: С тример потенциометъра се подава входно напрежение от 0 до 5V със стъпка 0,5V. За всяко входно напрежение се отчита изходното. За всяка точка се изчислява коефициентът на предаване и процентното му изменение. Измерванията се правят и за двете схеми на работа -фотодиодна и генераторна. Резултатите се попълват в две таблици и се правят изводи от тях.

2. Да се измери влиянието на промените в захранващото напрежение върху коефициентите на предаване при двете схеми на работа:

Подава се входно напрежение 2-3V и се измерва изходното напрежение при промяна на захранването на първичната страна от 8 до 15 V със стъпка 1V. В това време вторичното напрежение е 12V. Същото се прави при 12V на първичната страна и аналогична промяна на захранването във вторичната. Така общо за двете схеми се правят четири таблици и се изчислява влиянието на изменението на захранващото напрежение - % / V.

Захранващото напрежение и от двете страни се нагласява отново на 12V.

Задача 2:

1. Да се снеме предавателната характеристика на обикновен оптрон. За целта се работи както при задача 1, но отделните стойности на коефициента на предаване се снемат при промяна на съпротивлението между базата и емитера на фототранзистора. на оптрона – общо четири таблици.

2. Да се измери влиянието на промените на захранващото напрежение върху коефициента на предаване. Работи се както при задача 1, но захранващото напрежение се променя само откъм вторичната страна. Измерванията се правят само при съпротивление 150к между базата и емитера на фототранзистора - попълва се една таблица.

Захранващото напрежение и от двете страни се нагласява отново на 12V.

Задача 3:

И при тази задача целта е да се провери линейността на предавателната характеристика и влиянието при промяна на захранващите напрежения и от двете страни. Предварително обаче, трябва да се настроят преобразувателят F-U (честота-напрежение) и токовата връзка 4-20mA (преобразувател напрежение ток). За целта::

- подава се входно напрежение 2-3V. Установява се, че схемата U-F работи нормално, като се наблюдават с осцилоскоп времедиаграмите в контролните точки КТ3, КТ4 и КТ5.

- с потенциометъра RP2 се променя постоянното напрежение на входа на тригера на Шмидт, като се наблюдава изходното му напрежение - КТ6. Потенциометърът се нагласява в средата между двете положения при които спира формирането на импулси. Така входното напрежение на тригера на Шмидт е в средата на хистерезиса.

- подава се минималното входно напрежение (0V). С тример-потенциометъра RP4 се настройва изходен ток 4mA - върху шунтовия резистор R46 (100Ω) се измерва напрежение 400mV. След това се подава максималното напрежение на входа - тример RP1 в крайно ляво положение. С тримера RP3 се нагласява стойност върху шунтовия резистор 2000mV, т.е 20mA.

- може да се наложи няколко пъти да се повтори настройката на 4 и 20mA. Това е така, защото при нулево входно напрежение изходната честотата на преобразувателя U-F не е нула и съответно на входа на преобразувателя 4-20 mA. нулевият ток (4mA.) се получава като сума от напрежението прехвърляно от първичната страна и от това през резисторите R40 и RP4. При класическата схема не се наблюдава такова влияние между двете настройки за 4mA. и за 20mA (това е много важно предимство за всяка схема). В този случай обаче, преобразувателят напрежение-честота е включен в схема при която изменението на честотата не е в

много широки граници - около 10 пъти, а входното напрежение се изменя много - теоретично безкрайност (5000/0). Това е направено съвсем целенасочено - така се облекчава работата на филтъра след тригера на Шмидт и се увеличава бързодействието. Ако честотата се променяше от нула, филтърът би трябвало да е много нискочестотен и преобразувателят като цяло много по-бавен, а в случая граничната честота е няколко десетки херца.

След настройката се преминава към същинската работа по задача 3:

- да се проверят влиянието на захранващото напрежение и линейността на преобразуване. Изпълнява се както при *задача 1*.

Изключва се захранващият шнур от контакта 220V !!!

III. Оформяне на резултатите:

- по *задача 1* - попълват се шест (6) таблици и се изчисляват съответните коефициенти.

- по *задача 2* - попълват се пет (5) таблици, изчисляват се коефициентите и на обща графика се чертаят характеристиките при различните стойности на резистора база-емитер на транзистора. Така най-добре се вижда влиянието върху предавателната характеристика.

- по *задача 3* - се попълват две (2) таблици - за влиянието на захранващото напрежение и за предавателната характеристика, като се изчисляват съответните коефициенти.

IV. Изводи от проведеното упражнение

Сравняват се изследваните схеми, като се правят изводи за качествата им, за областите на приложение, за допустимите промени в захранващите напрежения.



