

ГЕНЕРАТОРИ

ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА

Генераторите на трептения се използват в електрониката като източници на незатихващи трептения с определена форма, честота и амплитуда. В енергийно отношение генераторът представлява преобразувател на постояннотоковата електрическа енергия на източника на захранване в променливотокова.

Генераторът се състои от активен елемент, свързан с избираща система в която се възбуждат и поддържат трептенията. Енергията се предава от захранващия източник чрез активния елемент към избиращата система. Процесът на компенсиране на загубите в избиращата система за получаване на незатихващи трептения се управлява и регулира по веригата на обратната връзка, която може да бъде външна или вътрешна. Амплитудата и честотата на установените трептения в генератора се определят от режима на работа на активния елемент, параметрите на избиращата система, обратната връзка и товара.

1) Класификация на генераторите

Класифицират се според вида на активния елемент, типът на избиращата система, стабилността на честотата и нейния честотен обхват. И най-после в зависимост от вида на модулацията се различават генератори с амплитудна, честотна, импулсна и други видове модуляции.

В зависимост от вида на използвания активен елемент генераторите могат да бъдат:

- с нелинейни двуполусници и многополусници

Първите от тях имат участие с отрицателна стръмност във волт-амперните си характеристики. Такива представители са тунелните диоди, диодът на Гън и др.

Към вторите се отнасят клистронните и магнетронните генератори, генераторите с бягаща вълна. И двата вида се използват за генериране на трептения в свъхвисокочестотния обхват.

Съобразно типа на избиращата система се различават следните две групи:

- LC генератори с избираща система, образувана от един или няколко трептящи кръга с необходимата избираща способност. Кръговете се състоят от L и C елементи. Към тази група се включват и кварцовите генератори.
- RC генератори с избираща система, съставена от R и C елементи.
- Най-важните параметри на генераторите са:
 - честота на генерираните трептения и работен честотен обхват- определя се с честотния интервал $f_{min}-f_{max}$, в който изходният сигнал отговаря на всички норми за точност.
 - основна грешка на честотата- зависи от стабилността на честотата с течение на времето.
 - нестабилност на честотата- относителната нестабилност показва възможните относителни отклонения на честотата за определен интервал от време при нормални работни условия или възможните и отклонения под влияние на различни влияещи величини- промени на температурата, захранващите напрежения и други.
 - ниво на изходното напрежение и изходната мощност на трептенията
 - нелинейни изкривявания и монохроматичност на трептенията
 - изходно съпротивление

2) Синусоидални генератори

Различават се три типа нискочестотни синусоидални генератори: LC- генератори, генератори на основата на биене на честоти (от хетеродинен тип) и RC генератори.

RC генераторите са известни като генератори от мостов тип. В зависимост от екстремума на коефициента на предаване на обратната връзка те се разделят на генератори с максимум или минимум на коефициента на предаване за квазирезонансната честота.

В система с положителна обратна връзка (ПОВ) настъпва самовъзбуждане, когато са изпълнени двете условия за работа на генератора:

$A(\omega_0)\beta(\omega_0)=1$ условие за баланс на амплитудите, и

$\varphi A(\omega_0)+\varphi\beta(\omega_0)=2\pi k$ ($k=0,1,2,\dots$) условие за баланс на фазовите ъгли.

Условието за баланс на амплитудите позволява да се определят амплитудата на трептенията и минималните стойности на коефициентите $A(\omega_0)$ и $\beta(\omega_0)$, при които е възможно самовъзбуждане. За възбуждане на незатихващи трептения в генератора е необходимо изпълнение на неравенството $A(\omega_0)\beta(\omega_0)>1$.

Условието за баланса на фазовите ъгли позволява да се определи честотата на трептенията в генератора.

Типичен представител на RC генераторите с максимален коефициент на предаване и нулево фазово изместване на квазирезонансната честота е генераторът с мост на Вин.

Установени синусоидални колебания в генераторът с мост на Вин ще имаме само при точно спазване на условието на баланса на амплитудите за честота $f_0=1/2\pi RC$. Обикновено се приема $R4=R6=R$ и $C1=C3=C$.

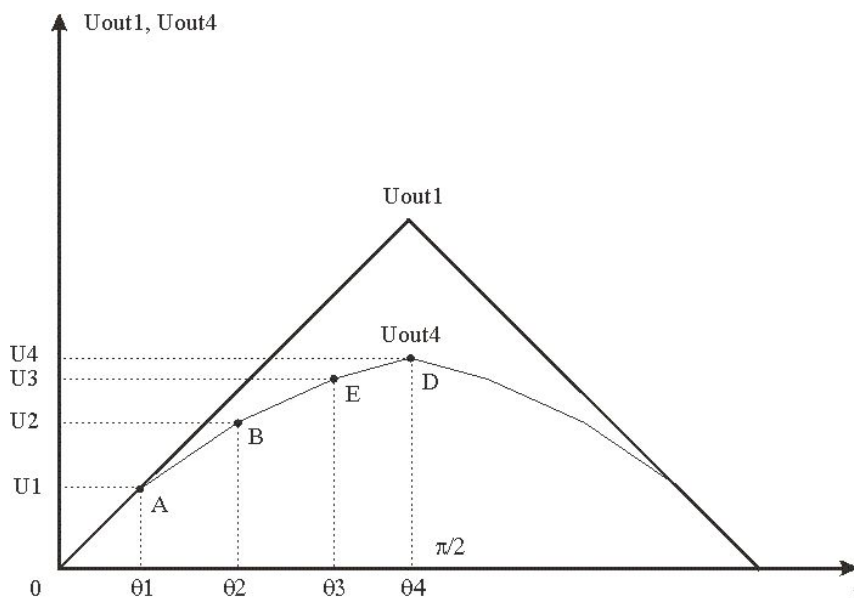
За получаване на синусоидални трептения с малки изкривявания се използват инерционнo-нелинейни вериги на отрицателната обратна връзка (ООВ) в усилвателя на генератора. Характерът на нелинейността трябва да бъде такъв, че при нарастване на амплитудата на трептенията съпротивлението $R8$ да намалява или съпротивлението на $DS1$ да се увеличава. За тази цел, в качеството на $R8$ най-често се използва миниатюрен полупроводников терморезистор (с отрицателен температурен коефициент на съпротивлението ТКС) или, в качеството на $DS1$ - метален терморезистор известен като позистор (с положителен ТКС), в частност миниатюрна лампичка с нажежаема жичка LAMP. Миниатюрността е необходима за да се обезпечи тяхното загряване от изходния сигнал на генератора, имащ сравнително ниска мощност. Необходимо е, инерционната времеконстанта на нелинейните резистори да бъде неколkokратно по-голяма (минимум пет пъти) от максимални период на генерираното напрежение, в противен случай ще се внесат допълнителни изкривявания във формата на изходния сигнал. Регулирането на честотата на изходното напрежение се осъществява чрез стъпално едновременно изменение на $C1=C3$ и плавно изменение едновременно на $R4=R6$. За стабилизиране на амплитудата в някои случаи се използват диодни ограничители, полеви транзистори и др., които водят до известно увеличаване на нелинейните изкривявания.

3) Релаксационни генератори

Релаксационните генератори служат за получаване на сигнали с различна форма- правоъгълна, триъгълна, синусоидална, поради което са известни и като функционални генератори. Състоят се от интегратор, компаратор и формирова̀тел на синусоидален сигнал. В такава система се създават автоколебания, благодарение на въведената в компаратора безинерционна положителна обратна връзка и на въведената с помощта на интегратора инерционна отрицателна обратна връзка. Необходимо условие за работата на функционалните генератори е постигането на симетричност на параметрите на изходния сигнал в двата полупериода, в това число и продължителността на полупериодите. Честотата на генерациите се определя от израза:

$$f_0=R_1/4(RP_2+R_3)R_2C_2.$$

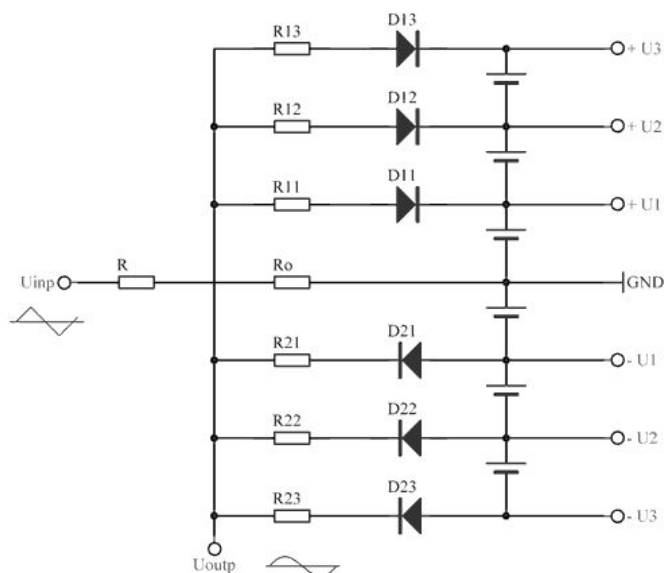
За получаване на изход със синусоидална форма се използва формирова̀тел, чийто принцип на действие е основан на метода на отсечково-линейна апроксимация на произволни функционални зависимости. Този принцип е пояснен на фиг.1, където е представена положителната полу̀вълна на синусоидален сигнал.



фиг.1.

При зададена максимална грешка от апроксимация, този сигнал може да бъде апроксимиран с помощта на точно определен брой прави линии (в примера апроксимацията е осъществена с четири отсечки при изменение на аргумента от 0 до θ_4). От фигурата се вижда, че за да се преобразува триъгълното напрежение в отсечково-линейна апроксимирана синусоидна крива е необходимо, при преминаването на всяка точка (възел) на апроксимация да се променя коефициента на предаване на формирателя. Това може да се осъществи с делител на напрежение, чийто коефициент на делене се променя по подходящ начин между възлите на апроксимация.

На фиг.2 е дадена една схемна реализация на такъв формирател.



фиг.2.

Началният коефициент на делене на входното напрежение се обуславя от резисторите R и R_0 . При достигане на входното напрежение до някой от възлите на апроксимация ($U_{1,2,3}$ или $-U_{1,2,3}$) се отпушва съответния диод, като включва паралелно на R_0 резистор R_i , променящ коефициента на деление на делителя.

ОПИСАНИЕ НА ОПИТНАТА ПОСТАНОВКА

На експерименталният макет са реализирани две схеми: синусоидален генератор и функционален генератор.

Синусоидалният генератор е реализиран с мост на Вин и операционния усилвател U3, като е предвидена възможност във веригата на отрицателната обратна връзка с ключа SW1 да се включи или резистора R8 или декадното съпротивление RP1 на клеми J17 и J18. Положителната честотно задаваща обратна връзка е изпълнена с елементите R4, R6, C1, C3. В качеството на нелинеен елемент е използван позистор (с положителен ТКС), в частност миниатюрна лампичка с нажежаема жичка LAMP.

Функционалният генератор е реализиран чрез интегратор- U1,(RP2+R3),C2; компаратора- U2,R1,R2 и формирателя- Q1 до Q6, R7, R10 до R23,като функцията на резистора R0 се изпълнява от входното съпротивление на каналния усилвател на осцилоскопа което е 1MΩ.

С помоща на декадното съпротивление RP2 е предвидена възможност за регулиране на честотата на генерираните напрежения. За получаване на правоъгълни импулси с еднаква и стабилна амплитуда са използвани ценеровите диоди D1, D2 и диодите D3, D4. Като ключови елементи са използвани транзисторите Q1 до Q6.

ЗАДАЧИ ЗА ЛАБОРАТОРНОТО УПРАЖНЕНИЕ

1) Да се разучат принципната схема и разположението на елементите на печатната платка и се съпоставят с тези от лабораторния макет.

Изследване на синусоидален генератор с мост на Вин

2) Да се изчисли честотата на синусоидалните колебания за номиналните стойности на елементите.

3) Да се реализира ООВ чрез SW1, R8 и нелинейния елемент DS1(LAMP), след което да се провери стабилността на амплитудата на генерираните синусоидални колебания и се измери честотата им.

4) Опитно да се намери стойността на декадното съпротивление RP1, при която се изпълнява условието за стабилна амплитуда и минимални изкривявания на генерираните колебания.

Изследване на функционален генератор

5) За зададената честота да се изчисли стойността на декадното съпротивление RP2.

6) Експериментално да се определи стойността на декадното съпротивление RP2, при която честотата на изходните сигнали е равна на зададената.

7) Да се снимат от осцилоскопа и представят в мащаб времедиagramите на изходните напрежения- триъгълно, правоъгълно и синусоидално.

