

ИЗСЛЕДВАНЕ НА RC-ГЕНЕРАТОР С ФОРМИРОВАТЕЛ

Цел на упражнението:

Да се затвърдят знанията за обратни връзки. Да се придобият навици за измерване на честоти и временни интервали.

I. ЗАДАНИЕ

1. Да се изведе аналитичен израз за предавателната характеристика на използвания четириполусник във веригата на обратната връзка.

2. Да се изчислят :

- а/ стойността на честотата на генерираните сигнали,
- б/ стойността на необходимия за започване на генерации в схемата коефициент на усилване по напрежение,
- в/ фронтът на формираните от транзистора VT2 правоъгълни импулси.

3. Да се монтира схемата и да се измерят :

а/ захранващото напрежение и потенциалите в емитера, базата и колектора на транзистора VT1 при стойност на колекторното съпротивление R5 - определяща синусоидална форма на генерирания сигнал,

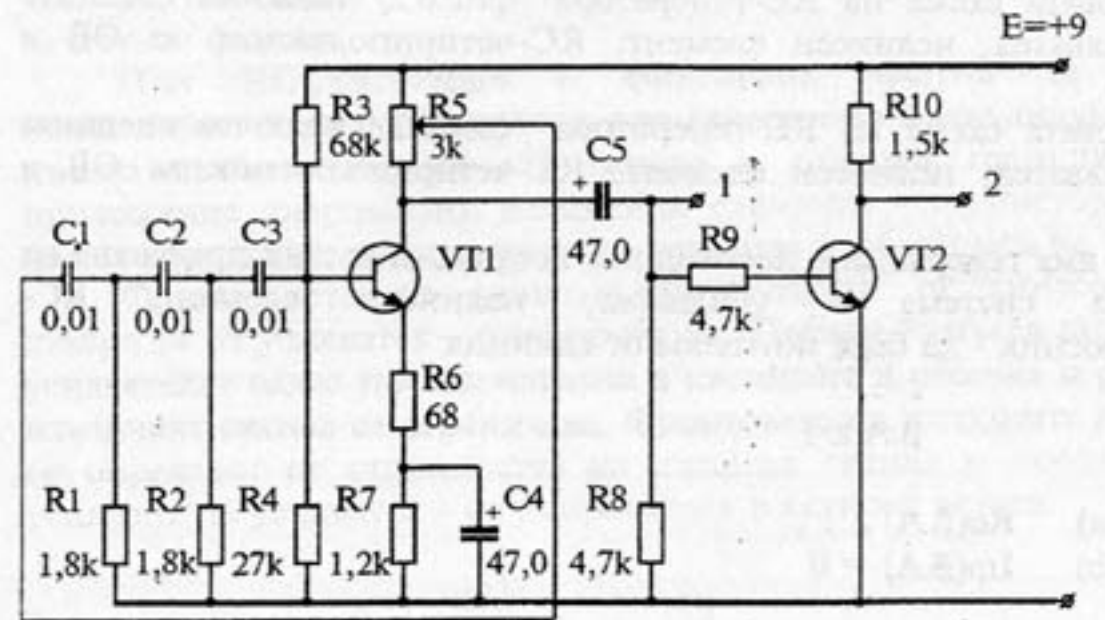
б/ честотата на генерираните сигнали и стойността на коефициента на предаване на четириполусника във веригата на ОБ,

в/ фронтът на формираните от транзистора VT2 правоъгълни импулси.

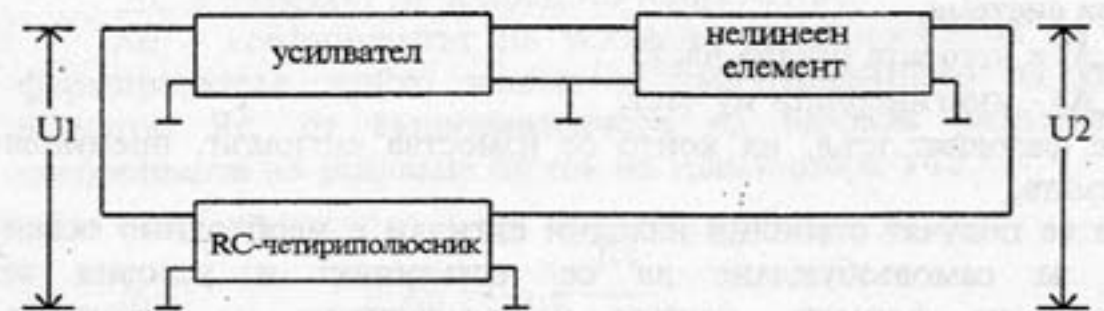
II. Теоретични пояснения

Схемата на фиг. 6.1. включва генераторно RC-стъпало /VT1/ и усилвател - ограничител /VT2/. Генераторното RC-стъпало е изпълнено на базата на еднотранзисторно усилвателно стъпало /VT1/, работещо в схема OE и четириполусник за ОБ, състоящ се от три фазововертящи групи - елементите C1, R1, C2, R2, C3 и входното съпротивление на транзистора VT1. Постояннотоковият режим на VT1 се задава чрез базовия делител /R3 и R4/ и резистора R7. /Резисторът R6 почти не оказва влияние върху постояннотоковия режим тъй като $R6 \ll R7$ /. Коефициентът на усилване по напрежение се определя от R5 и се стабилизира чрез резистора R6. Променливият сигнал на изхода на генераторното стъпало през кондензатора C5, който отделя постоянна-

та съставяща, се прехвърля към резистора R8 и към изход 1. Посредством резистора R9 променливият сигнал управлява транзистора VT2, който изработва импулси с форма, близка до правоъгълната.



фиг. 6.1



фиг. 6.2

та съставяща, се прехвърля към резистора R8 и към изход 1. Посредством резистора R9 променливият сигнал управлява транзистора VT2, който изработва импулси с форма, близка до правоъгълната.

RC-генераторите се използват за генериране на нискочестотни синусоидални колебания с честота от порядъка на части от херца до стотици килохерци. В този честотен диапазон се проявяват техните предимства - по-малки габарити в сравнение с LC-генераторите, възможност за лесна пренастройка на честотата на изходния сигнал в широки граници.

Блоковата схема на RC-генератора /фиг.6.2/ включва следните възли: усилвател, нелинеен елемент, RC-четириполусник за ОБ и захранване.

Блоковата схема на RC-генератора /фиг.6.2/ включва следните възли: усилвател, нелинеен елемент, RC-четириполусник за ОБ и захранване.

За да има генерации е необходимо коефициентът на предаване на затворената система - усилвател, нелинеен елемент, RC-четириполусник - да бъде по-голям от единица:

$$/6.1/ \quad \beta \cdot A \geq 1$$

или

$$/6.2/ \quad \begin{array}{l} \text{a) } \operatorname{Re}(\beta \cdot A) \geq 1, \\ \text{b) } \operatorname{Im}(\beta \cdot A) = 0 \end{array}$$

или

$$/6.3/ \quad \begin{array}{l} \text{a) } |\beta \cdot A| \geq 1, \\ \text{b) } \varphi = n \cdot 2 \cdot \pi, n=0,1,2,3.. \end{array}$$

където $|\beta \cdot A|$ е модулът на коефициента на предаване на затворената система;

$\operatorname{Re}(\beta \cdot A)$ е неговата реална част,

$\operatorname{Im}(\beta \cdot A)$ - имагинерната му част,

а φ е фазовият ъгъл, на който се измества сигналът, преминал през системата.

За да се получат стабилни изходни сигнали е необходимо освен условията за самовъзбуждане да се изпълняват и условия за стабилизация на формата, честота и амплитудата на изходните колебания.

За получаване на синусоидални колебания е необходимо условията за самовъзбуждане да се изпълняват само за една честота, честота на генерираните колебания. Следователно RC-четириполусникът във веригата за ОБ трябва да бъде честотно зависим.

За да бъде стабилна изходната амплитуда е необходимо предавателната характеристика на затворената система да има нелинеен характер - с увеличаване на амплитудата коефициентът на предаване да намалява. Това изискване се изпълнява от нелинейния елемент, включен в затворената система.

За да са малки нелинейните изкривявания на изходния сигнал е необходимо коефициентът на усилване в затворената система да бъде по възможност по-близък до единица. Това се налага от факта, че висшите хармоници не могат да бъдат подтиснати достатъчно от

честотнозависимия RC-четириполусник поради неговия нисък качествен фактор.

При RC-генератори с фиксирана честота се използва нелинейността на усилвателя, а при генератори с регулируема честота, където дълбочината на ОБ варира в широки граници, намират приложение инерционни нелинейни елементи - термистори, лампа с нажежаема жичка и др, с които се регулира дълбочината на ОБ.

Формирането на правоъгълни импулси от синусоидални се извършва от усилвател - формирова тел. Поради големия входен сигнал усилвателят влиза последователно в насищане и отсечка и размахът на изходния сигнал се ограничава. Фронтовете на изходните импулси ще се определят от стръмността на входния сигнал и коефициента на усилване на усилвател - формирова тел в активен режим.

$$/6.4/ \quad t_{\phi} = \frac{\Delta U}{A_u \cdot dU/dt_{\max}}$$

където:

ΔU е размахът на изходното напрежение;

A_u - коефициентът на усилване по напрежение на усилвател-формирова тел, който зависи от съпротивлението на колекторния резистор R_c , от съпротивлението на базовия резистор R и от коефициента на усилване по ток на транзистора VT2.

$$/6.5/ \quad A_u = h_{21e} \frac{R_c}{R}$$

а dU/dt_{\max} е максималната скорост на изменение на входното напрежение. При синусоидален входен сигнал скоростта се получава максимална при преход на напрежението през нулата.

III. Указания за изпълнение на заданието

По т. 1.

Предавателната характеристика на RC-четириполусника се определя от изходното съпротивление на усилвателя, броя на звената и от стойностите на елементите, от които се състоят звената и от стойността на входното съпротивление на усилвателя.

$$/6.6/ \beta = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_1}{Z_1 + R_0} \cdot \frac{Z_2}{1/\omega \cdot C_1 + Z_2} \cdot \frac{Z_2}{1/\omega \cdot C_2 + Z_3} \cdot \frac{R_i}{1/\omega \cdot C_3 + R_i}$$

където

$$/6.7/ Z_1 = \frac{1}{\omega \cdot C_1} + \frac{R_1 \cdot Z_2}{R_1 + Z_2}$$

$$/6.8/ Z_2 = \frac{1}{\omega \cdot C_2} + \frac{R_2 \cdot Z_3}{R_2 + Z_3}$$

$$/6.9/ Z_3 = \frac{1}{\omega \cdot C_3} + R_i$$

По т. 2а.

След преработка на израза /6.6/ се отделя имагинерната част и се приравнява на нула. Изразът се решава спрямо ω .

Приема се, че $R_0 = R_1 = R_2 = R_3 = R_i$; $C_1 = C_2 = C_3$

По т. 2б.

Изчислената стойност на ω се замества в израза за β . Въз основа на /6.3а/ се определя необходимият коефициент на усилване.

По т. 2в.

Изчислява се максималната скорост на входния сигнал при амплитудата $U_i = 2V$. Изчислява се размах на изходното напрежение $\Delta U = U_{cc} - U_{ec}$ и се замества в /6.4/.

По т. 3.

След монтирането на схемата и проверка правилността на монтажа се подава необходимото захранващо напрежение. Изменя се положението на плъзгача на колекторния резистор R_5 , докато на изхода се получат напрежителни сигнали с форма, близка до синусоидалната. Формата на сигналите се наблюдава с помощта на осцилоскоп.

По т. 3а.

Постояннотоковите сигнали се измерват с помощта на мултицет. За да не се получи грешка и поради наличието на голям променливотоков сигнал, необходимо е последният да се премахне. За целта трябва да се прекъсне обратната връзка. (Например да се прекъсне връзката между единия извод на C_1 и останалата част на схемата). Стойността на R_5 се определя въз основа на измерените постояннотокови потенциали.

От $U_{cc} - U_c = R_5 \cdot I_c$; $U_c = I_c \cdot R_7$; $I_c = I_e$ следва

$$/6.10/ R_5 = R_7 \cdot \frac{U_{cc} - U_c}{U_c}$$

По т. 3б.

Честотата на генерираните сигнали се определя като се изчисли реципрочната стойност на периода, който се измерва с помощта на осцилоскоп.

Коефициентът на предаване на четириполусника е отношението между изходния и входния сигнал. Определя се като се измери размах на входния и изходния сигнал на четириполусника за ОВ.

По т. 3в.

Фронтът на импудсите на изход 2 се измерва като от екрана на осцилоскопа се отчете времето за нарастване на изходното напрежение от ниво 0.1 U_0 до ниво 0.9 U_0 .

IV. Контролни въпроси

1. Да се начертае схемата и се опише устройството ѝ.
2. Какви са необходимите условия за генериране на синусоидални сигнали?
3. Кои са основните възли на RC генератора?
4. Какво е влиянието на стойността на резистора R_6 ?
5. Какви четириполусници се използват във веригата на ОВ при RC-генераторите?

V. Литература

1. Харкевич А. А. - Основы радиотехники, Связь, М., 1962
2. Бондаренко Б. Г. - RC-генераторы синусоидальных колебаний, Связь, Москва, 1978
3. П. Кръстев, Ив. Стоянов, Измервания в радиоелектрониката, Техника, София, 1977