

## УПРАЖНЕНИЕ № 3.

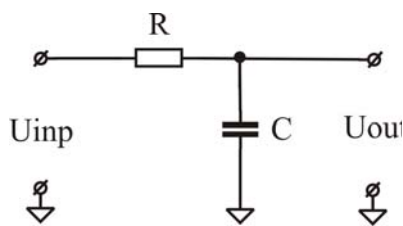
### Изследване на диференциращи и интегриращи вериги

#### 3.1 Цел на упражнението

Да се запознаят студентите с основните зависимости и форма на сигнала при диференциращи и интегриращи RC и CR вериги. Да се научат да определят времеконстантите от експериментални данни, да определят параметрите на веригите или на компонентите, които ги изграждат.

#### 3.2 Теоретична постановка

В пасивните интегриращи и диференциращи вериги е необходимо да участва реактивен елемент – капацитет, индуктивност или закъснителна линия. Най-често те се изграждат като RC или CR вериги.



Фиг.1

#### Интегриращи вериги

Схемата на свързване на интегриращата RC верига е показана на фиг. 1. и на входа на веригата се подават правоъгълни импулси с продължителност  $t_{pulse}$ , амплитуда  $U_{inp_m}$  и период на повторение  $T$ .

За времетраенето на входния импулс се извършва заряд на кондензатора, при което за изходното напрежение  $U_{изх}$  е се описва с израза :

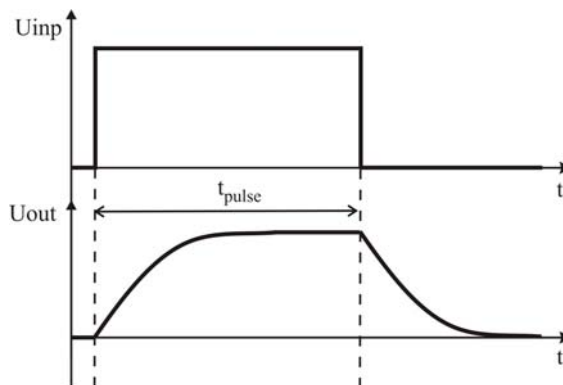
$$U_{out} = U_{inp_m} (1 - e^{-t/\tau}) \quad \text{при } t \leq t_{pulse}$$

където  $\tau = RC$  е времеконстанта на интегриращата верига.

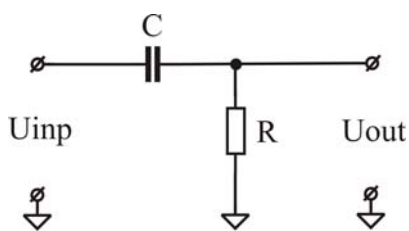
При  $t > t_{pulse}$ , но по-малко от периода на повторение  $T$  кондензаторът се разрежда и е в сила зависимостта:

$$U_{out} = U_{inp_m} (1 - e^{-t_{pulse}/\tau}) e^{-(t-t_{pulse})/\tau}$$

Формата на изходния сигнал от интегрираща верига при подадени правоъгълни импулси на входа и е показана на фиг. 2.



Фиг.2

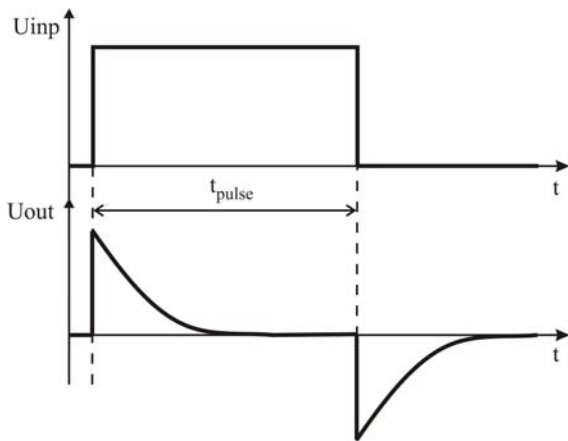


Фиг.3

#### Диференциращи вериги

Схемата на свързване на диференциращата CR верига е показана на фиг. 3. При постъпване на входния импулс кондензаторът е разреден и в изхода на веригата сигналът е с амплитуда, равна на входния импулс. При зареждане на кондензатора амплитудата на изходния сигнал спада по експоненциален закон:

$$U_{out} = U_{inp_m} e^{-t/\tau}$$

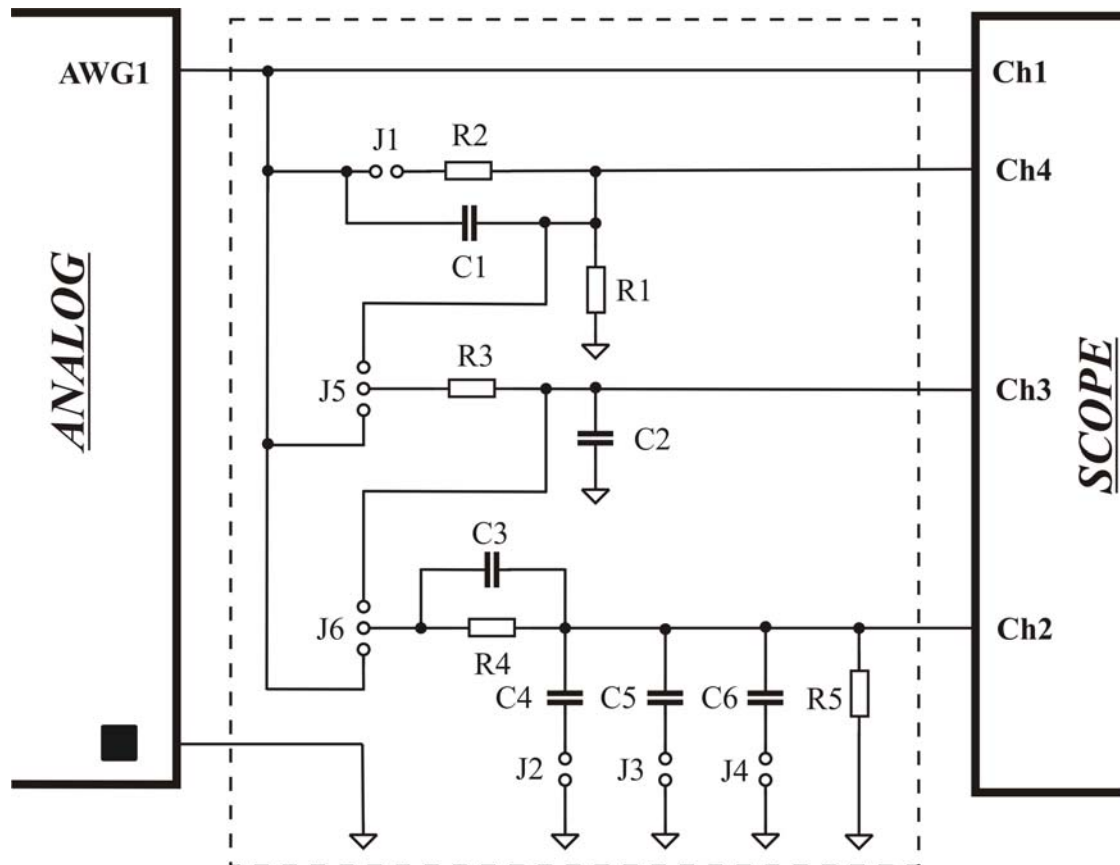


Фиг.4

Формата на сигналите след диференцираща CR верига е показана на фиг. 4.

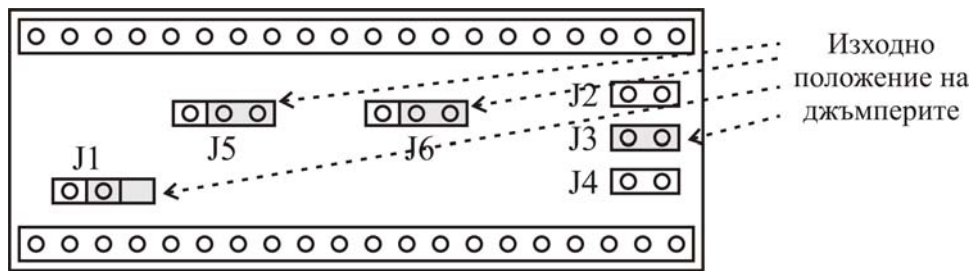
### 3.3 Описание на опитната постановка

Схемата на свързване на опитната постановка е показана на фиг. 5. Използва се първи канал на генератора на сигнали, който е свързан към първи канал на цифровия осцилоскоп. Сигнала от генератора се подава на интегриращата и диференциращата вериги и на честотно - зависимия делител. Изхода от диференциращата верига се подава на канал 4 на цифровия осцилоскоп, а на 3 канал се наблюдава сигнала от интегриращата верига. Честотно-зависимият делител е свързан към канал 2.



Фиг. 5

Разположението на джъмперите върху макетния модул е показано на фиг. 6. Обозначено и стартовото им изходно положение при започване на лабораторното занятие.



Фиг. 6

### 3.4 Задание за изпълнение

1. Да се реализира измервателна постановка на диференциращата верига. По параметри на част от елементите от схемата, сметите параметри на входния и изходния сигнал, да се определят неизвесните такива.
2. Да се реализира измервателна постановка на интегрираща верига. По параметри на част от елементите от схемата, сметите параметри на входния и изходния сигнал, да се определят неизвесните такива.
3. Да се изследва верига на честотно зависим делител. Да се определят стойностите на елементите от схемата когато делителя е честотно независим.

### 3.5 Указание за изпълнение на заданието

1. Да се стартира програмата WaveForms за управление на виртуалните инструменти и да се извърши начална инициализация на системата.

2. Да се стартира генератора на сигнали (WaveGen от WaveForms1, секция Analog). Задайте период на повторение на импулсите  $400 \mu\text{s}$  при продължителност  $100 \mu\text{s}$  и амплитуда на сигнала  $5\text{V}$ , постояннотоково отместване  $+5\text{V}$ . Да се включи 4 каналната осцилоскопна приставка (Scope от WaveForms1, секция Analog). Наблюдавайте сигналите на канал 1 и канал 4.

- Определете времеконстантата на диференциращата верига. Като знаете, че резисторът  $R_1$  има стойност  $10 \text{ k}\Omega$ , определете стойността на използвания кондензатор  $C_1$ . Представете данните в графичен вид, на графиките нанесете определените амплитудни и времеви параметри за сигнала от канал 4.
- Затворете джъмпера  $J_1$ . Обяснете промените в изходния сигнал. От измерените параметри на сигнала определете стойността на резистора  $R_2$ . Определете новата времеконстанта на веригата. Наблюдавайте промените на отрицателния отскок. Представете данните в графичен вид, на графиките нанесете определените амплитудни и времеви параметри за сигнала от канал 4.
- Отворете джъмпера  $J_1$ . Задайте продължителност на входните импулси  $2 \mu\text{s}$  при период на повторение  $5 \mu\text{s}$ . Наблюдавайте изходния сигнал, направете изводи за характера на CR веригата. Определете параметрите на сигнала, данните представете в графичен вид.

3. Изключете канал 4 и включете канал 3 на виртуалния осцилоскоп. Да се зададе режим на работа на генератора - правоъгълни импулси, честота  $3 \text{ kHz}$  при продължителност  $150 \mu\text{s}$ , амплитуда  $-5 \text{ V}$  и постояннотоково отместване  $+5 \text{ V}$ . Наблюдавайте сигналите на канал 1 и канал 4.

- Определете времеконстантата на интегриращата верига. Като знаете, че резисторът  $R_3$  има стойност  $10 \text{ k}\Omega$ , определете стойността на използвания кондензатор  $C_2$ .

Представете данните в графичен вид, на графиките нанесете определените амплитудни и времеви параметри за сигнала от канал 3.

- Задайте продължителност на входните импулси  $5 \mu\text{s}$  при период на повторение  $15 \mu\text{s}$ . Наблюдавайте изходния сигнал, направете изводи за характера на RC веригата. Определете параметрите на сигнала, данните представете в графичен вид.

4. Изключете канал 3 и включете канал 2 на виртуалния осцилоскоп. Да се зададе режим на работа на генератора - правоъгълни импулси, честота  $4 \text{ kHz}$  при продължителност  $150 \mu\text{s}$ , амплитуда  $-5 \text{ V}$  и постоянноотково отместване  $+5 \text{ V}$ .

- Наблюдавайте формата на изходния сигнал при последователно затворени джъмperi  $J_2$ ,  $J_3$  и  $J_4$ . Направете изводи за съотношенията на използваните резистори и кондензатори, както и за характера на веригата в трите случая. Данните от измерванията представете в графичен вид.
- На базата на получените осцилограми определете стойността на резистора  $R_4$  като знаете, че  $R_5$  има стойност  $10 \text{ k}\Omega$ .
- При получената стойност за  $R_4$  определете стойността на  $C_5$  като имате предвид, че  $C_3$  има стойност  $1 \text{ nF}$ .
- Определете стойност за  $C_4$  при която би се получил честотно компенсиран делител, ако  $R_4$  има стойност  $30 \text{ k}\Omega$ . Какво би се променило в този случай в изходния сигнал при последователно затваряне на джъмперите?
- Какво би се получило, ако всички джъмperi са отворени? А ако всички са затворени?

5. Превключете  $J_5$  и  $J_6$ . Включете четирите канала на осцилоскопа и наблюдавайте сигналите по тях. Обяснете взаимните връзки, както и промените при последователно затваряне на  $J_2$ ,  $J_3$  и  $J_4$ .

### **3.6 Контролни въпроси**

1. Обяснете принципа на работа на пасивната интегрираща верига от фиг.1.
2. Обяснете принципа на работа на пасивната диференцираща верига от фиг.3.
3. След каква продължителност от време се смята, че със  $5\%$  точност е завършил процеса на диференциране или интегриране?
4. Обяснете принципа на честотна компенсация на честотно независим делител.
5. Как може да се изградят пасивни интегриращи и диференциращи вериги с индуктивности ?

### **3.7 Литература**

- [1]. Попов, А. Записки на лекции по импулсна схемотехника
- [2]. Казаринов, Ю. М. Расчет элементов импульсных и цифровых схем радиотехнических устройств. Москва, Высшая школа, 1978 г.
- [3] Опенхайм А., А. Уилски, Я. Йънг, Сигнали и системи, С., Техника, 1993
- [4] Димитрова, М., И. Ванков. Импулсни схеми и устройства. С., Техника, 1987.
- [5] Гаджева Е., Т. Куюмджиев, С. Фархи, М. Христов, А. Попов, Компютърно моделиране и симулация на електронни и електрически схеми с Cadence PSpice, Меридиан 22, 2009.
- [5] <http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/007286611x/300787/Ch05.pdf>