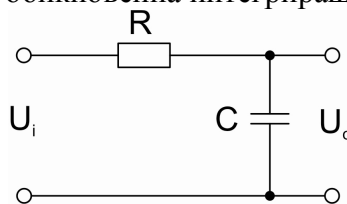


ИНТЕГРИРАЩ И ДИФЕРЕНЦИРАЩ УСИЛВАТЕЛИ С ОУ

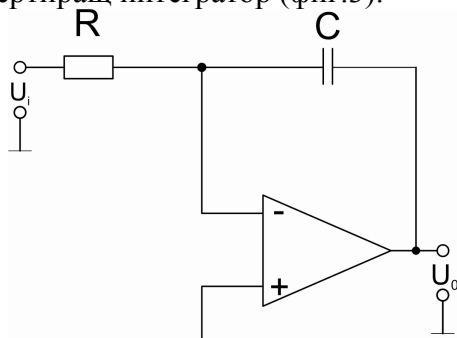
ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА ИНТЕГРАТОР С ОУ

На фиг.1 е показана обикновена интегрираща група.

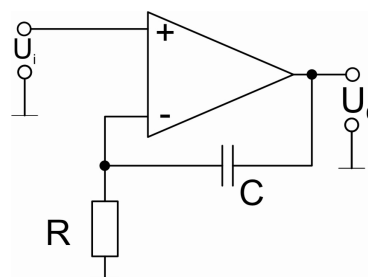


Фиг.1

При нея ако на входа подадем входен сигнал с правоъгълна форма изходният сигнал получава експоненциална форма. Формата на изходния сигнал зависи от времеконстантата $\tau=RC$ и тя трябва да бъде по-голяма от периода на входното въздействие T . Необходимо е да се спазят и съотношенията $R \gg Z_c$, $Z_c \ll Z_i$ (Z_i -входен импеданс на следващия възел). Пасивната RC интегрираща верига може да се използва във веригата на ООВ на ОУ и така се получават инвертиращ интегратор (фиг.2) и неинвертиращ интегратор (фиг.3).

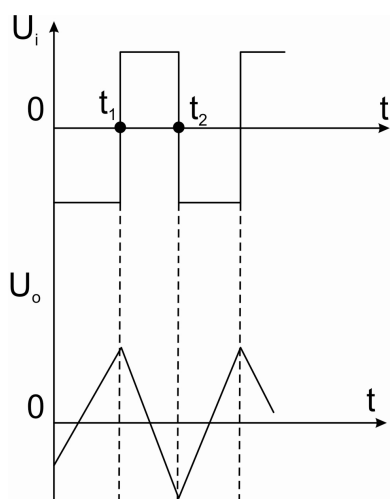


Фиг.2

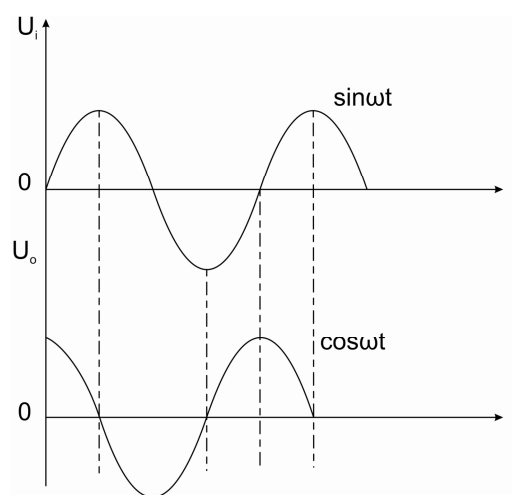


Фиг.3

Основните свойства на инвертиращия интегратор са илюстрирани с фиг.4 и 5.



Фиг.4



Фиг.5

Интегрирането променя формата на сигнала, а следователно и честотния му спектър.

Изразът за инвертиращия интегратор е:

$$U_o = -\frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} U_i dt$$

Изразът за неинвертиращия интегратор е:

$$U_o = \frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} U_i dt + U_i$$

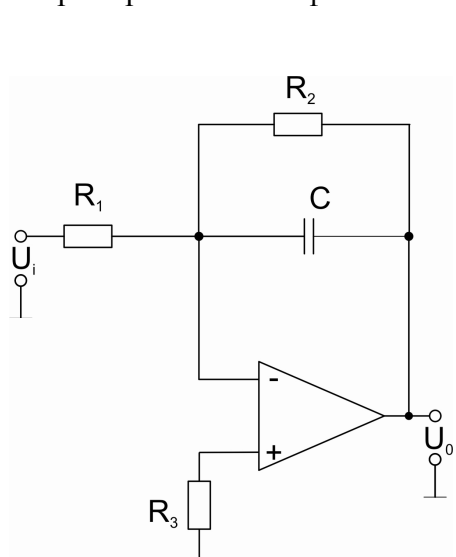
Линейността на интегрирането зависи от стойността на времеконстантата τ . Тя е толкова по-висока, колкото времеконстантата е по-голяма от времето на интегриране.

В реалният интегратор са налични напрежение на несиметрия (U_{i0}) и поляризиращия ток (I_{i0}) на ОУ, които зареждат кондензатора до максималното изходно напрежение, без да има входен сигнал.

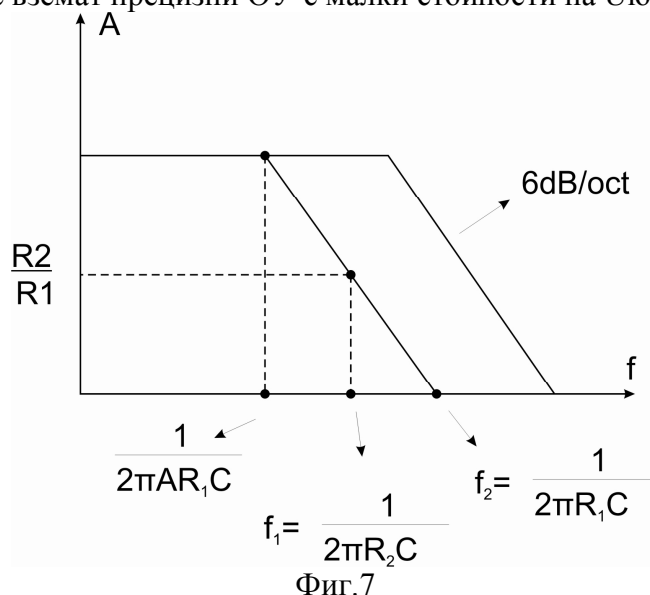
За това при реалният инвертиращ интегратор в израза за входното напрежение има още три събираеми:

$$U_o = -\frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} U_i dt + \frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} U_{i0} dt + \frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} I_{i0} dt + U_{i0}$$

За да се избегне грешката от това зареждане, се включват допълнителни елементи като например R_2 и R_3 от фиг.6 или се вземат прецизни ОУ-с малки стойности на U_{i0} и I_{i0} .



Фиг.6

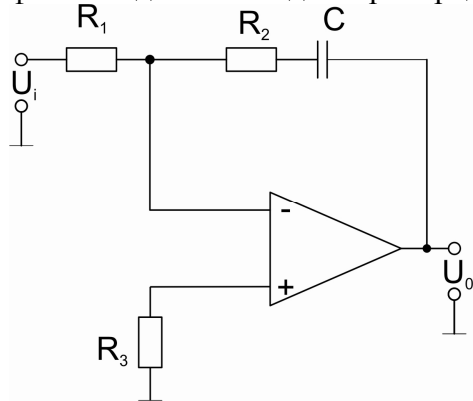


Фиг.7

Резисторът $R_3 = R_1 // R_2$ намалява грешката от поляризиращия ток. От своя страна R_2 създава обратна връзка, която ограничава усилването за ниските честоти.

Показаната на фиг.7 АЧХ се отнася за схемата от фиг.6. Вижда се, че схемата работи като интегратор в обхвата от честоти между f_1 и f_2 .

Наличието на R_2 във веригата на ОБ на схемата на интегратор-усилвателя от фиг.8 създава в изхода и пропорционална на входното напрежение компонента:

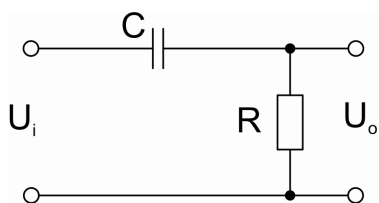


Фиг.8

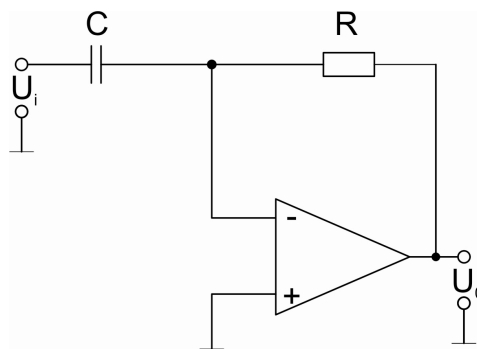
$$U_o = -\frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} U_i dt - \frac{R_2}{R_1} U_i$$

ДИФЕРЕНЦИАТОР С ОУ

Чрез диференциаторите се получава изходно напрежение, което е пропорционално на скоростта на изменение на входното напрежение. Изграждат се въз основа на свойствата на диференциращо RC звено (фиг.9), при което напрежението върху резистора е право пропорционално на тока протичащ през него, а токът е пропорционален на напрежението върху кондензатора.



Фиг.9

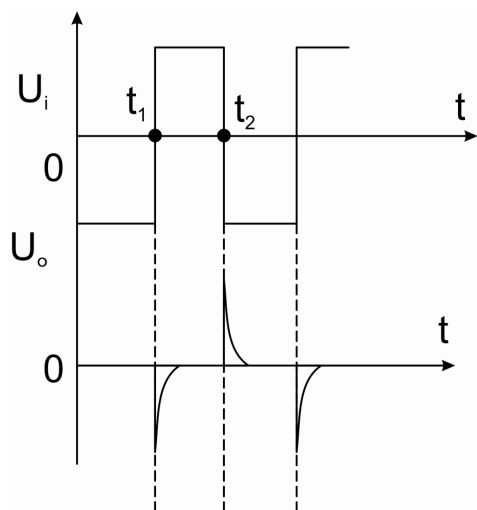


Фиг.10

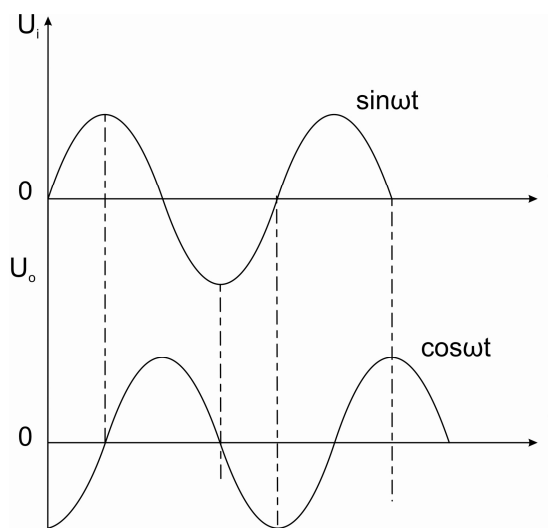
Ако токът през резистора се преобразува чрез схема на преобразувател на ток в напрежение с ОУ, ще се получи схемата на диференциатор с ОУ-фиг.10.

$$U_o = -RC \frac{dU_i}{dt}$$

Основните свойства на инвертиращият диференциатор се илюстрират най-добре с реакцията му при въздействие на различни по форма входни напрежения-фиг.11,12 и 13.



Фиг.11

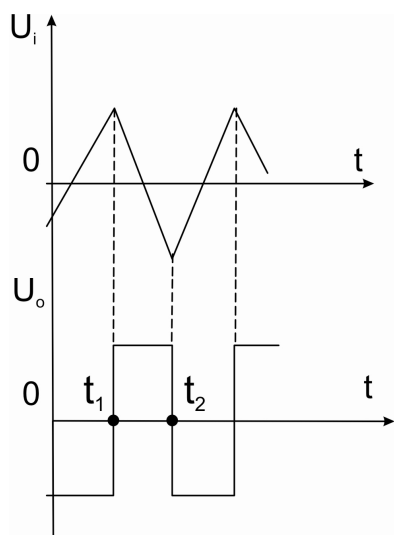


Фиг.12

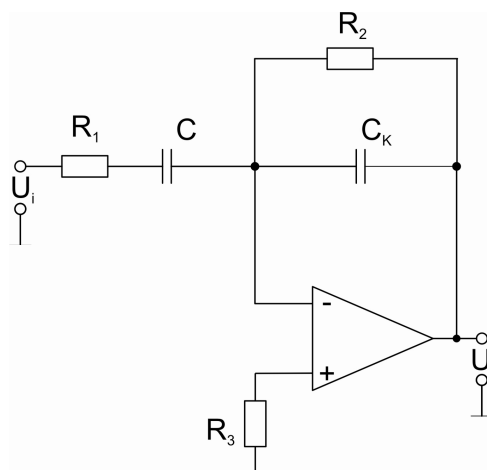
Важна особеност на диференциаторите е капацитивното входно съпротивление, поради което с нарастване на честотата те консумират по-голям ток от източника на сигнал. Друга особеност е чувствителността им към шумове.

Особеностите на АЧХ (фиг.15) на схемата от фиг.14 е тази, че са взети допълнителни мерки за премахване на нежеланото самовъзбуждане в областта на високите честоти. Тъй като са добавени честотно-коригиращите елементи R1 и Cк.

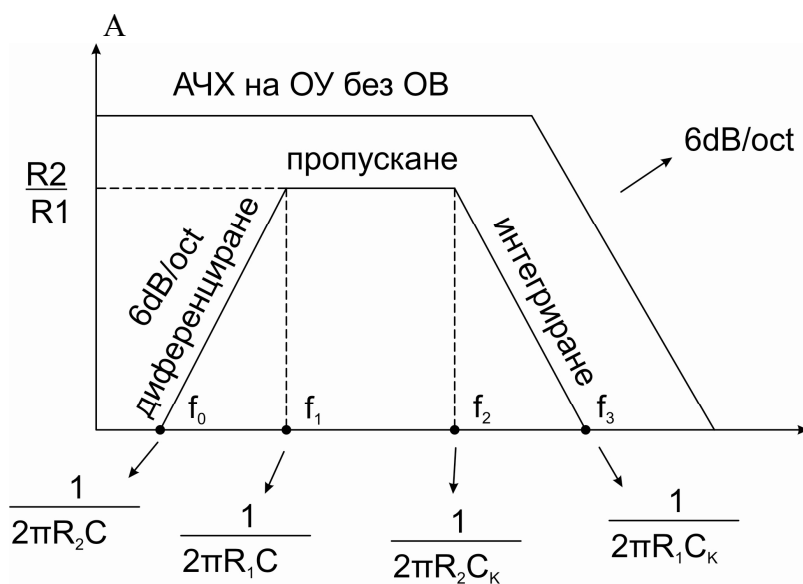
Получената АЧХ съответствува на АЧХ на лентов филтър. От нея се вижда, че схемата работи като диференциатор само в обхвата от f_0 до f_1 . Често се избира $f_1=f_2$, т.е. $R_1C=R_2C_k$.



Фиг. 13

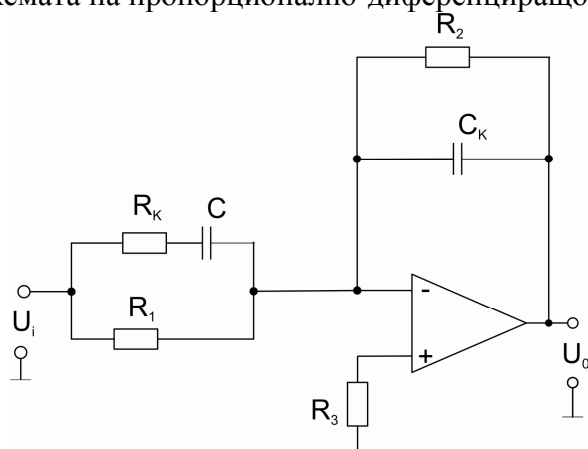


Фиг. 14



Фиг. 15

При необходимост от сумиране на усиленият входен сигнал с производната му се прилага схемата на пропорционално-диференциращо звено от фиг. 16.



Фиг. 16

Изразът за изходното напрежение е:
$$U_o = -\frac{R_2}{R_1} U_i - R_2 C \frac{dU_i}{dt}$$

Групата R_k, C_k изпълнява ролята на честотно-коригиращи елементи.

ОПИСАНИЕ НА ОПИТНАТА ПОСТАНОВКА

Схемата на интегратора е изпълнена с елементите U2, R1, R3, R6 и C1.
 Пропорционално-интегралното звено е изпълнено с елементите U1, R2, R4, R5 и C2.
 В схемата на диференциатора участват елементите U4, R7, R11, R12, C3 и C6.
 Пропорционално-диференциаторното звено е изпълнено с елементите U3, R8, R9, R10, R13, C4 и C5.

ЗАДАЧИ ЗА ЛАБОРАТОРНОТО УПРАЖНЕНИЕ

- 1/ Да се разучат принципната схема и разположението на елементите на печатната платка на лабораторния макет.
- 2/ Начертайте и обяснете времедиagramата на изходното напрежение U_o на схемите от фиг. 1,8 и 9, ако входното напрежение е с правоъгълна форма.
- 3/ Да се изчислят честотите f_1 и f_2 за схемата от фиг.6 отчитайки стойностите на елементите от принципната схема.
- 4/ Да се изследва АЧХ на реалния интегратор от фиг.6 и се установи опитно честотата f_1 чрез подаване на правоъгълно напрежение с подходящ размах и се изменя плавно честотата му в честотния обхват от $0,2f_1$ до $10f_1$, където f_1 е изчислената стойност. Да се снемат точно осцилограмите при честоти: $0,2f_1$; f_1 ; $10f_1$.
- 5/ Да се снемат и построят осцилограмите за схемата от фиг.6, които се получават при подаване на синусоидален входен сигнал с честоти: $0,1f_1$; f_1 ; $10f_1$ като се наблюдават едновременно входният и изходният сигнал върху двулъчев осцилоскоп и се отчете точно фазовата им разлика.
- 6/ Да се снемат и построят осцилограмите на входното и изходното напрежение на интегратор-усилвателя от фиг.8 при подходящи честота и размах на входното правоъгълно напрежение с коефициент на запълване 0,5.
- 7/ За схемата на реалния диференциатор от фиг.14 да се пресметнат честотите f_0, f_1, f_2, f_3 , отношението R_2/R_1 и се построи АЧХ.
- 8/ За честоти , разположени приблизително в средата на честотните обхвати (f_0-f_1), (f_1-f_2) и (f_2-f_3), да се снемат точно и построят осцилограмите които се получават при входни правоъгълни сигнали .
- 9/ Да се снемат и построят осцилограмите на входното и изходното напрежение на диференциатор-суматорът от фиг. 16 при подходящи честота и размах на входното правоъгълно напрежение . Да се обясни резултатът.

