

Т Е М А: 3
АНАЛОГОВО ИЗМЕРВАНЕ НА НАПРЕЖЕНИЕ

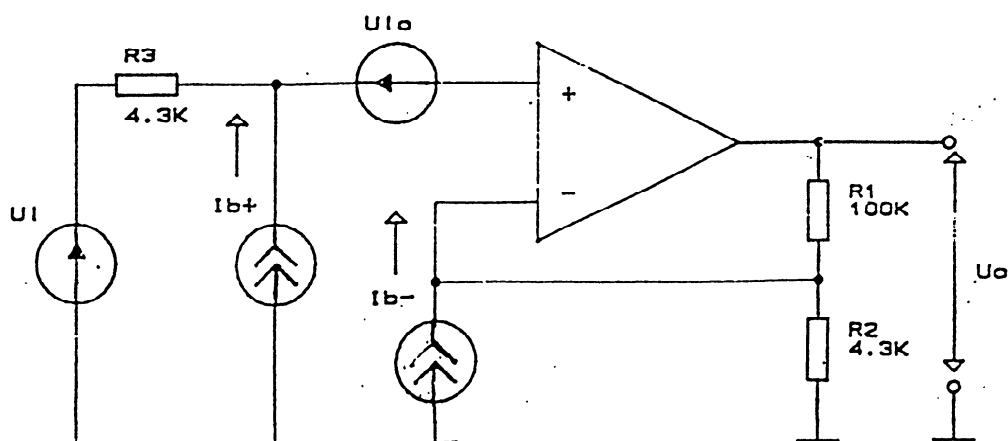
ЗАДАЧИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ

1. Да се разучат устройството и принципът на действие на аналогов волтметър АВ-1 (стр. 46-50 от [2]).

2. На фиг. 1 е дадена схема на неинвертиращ усилвател, на която са означени входното напрежение на несиметрия U_{i0} и входните поляризиращи токове - I_{b+} и I_{b-} . Схемата е реализирана на базата на операционен усилвател (ОУ) LF 356.

Таблица 1. Технически данни за ОУ LF 356.

Параметър	Стойност		Мерни единици
	min.	typ. max.	
1. Входно напрежение на несиметрия - U_{i0}	3	10	mV
2. Входен ток на несиметрия I_{i0}	3	50	pA
3. Входен поляризиращ ток I_b	30	200	pA
4. Коефициент на температурния дрейф на U_{i0} - TKU_{i0}	5		μ/K
5. Коефициент на усилване при отворена верига на ООВ - А	200		V/mV



Фиг. 1. Схема на неинвертиращ усилвател.

2.1. За схемата на неинвертиращ усилвател от фиг. 1 да се изведе формулата за предавателната характеристика на усилвателя. При извеждането се приема: $A \neq \infty$ (A - коефициент на усиление на ОУ при отворена верига на отрицателната обратна връзка), $I_{b+} = I_{b-} = 0$, $U_{i0} = 0$.

2.2. Изведете аналитично израза за относителната грешка, дължаща се на крайния коефициент на усиление на ОУ. Определете числената стойност и характера (мултипликативен, адитивен) на тази грешка.

2.3. Изчислете коефициента на усиление по напрежение ($K_u = U_o/U_i$) за схемата от фиг. 1 за стойност на A взета от таблица 1.

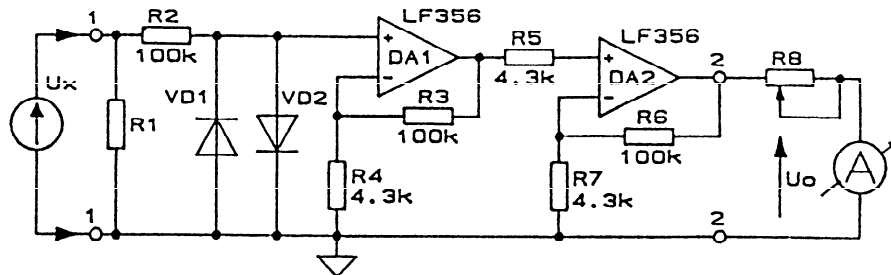
2.4. Изведете аналитично израза за абсолютната и за относителната грешка, дължаща се на отклонения в стойностите на резисторите R_1 и R_2 . Определете стойността на максималната възможна грешка и характера (мултипликативен, адитивен) на тази грешка. (Разглежданията да се направят за идеален ОУ. Толерансите на резисторите са $\pm 1\%$)

2.5. Изведете аналитично израза за абсолютната стойност на грешката, причинена от входното напрежение на несиметрия U_{i0} и от входните поляризиращи токове (I_{b+} и I_{b-}) на операционния усилвател. (Извеждането направете за $A \rightarrow \infty$. Използвайте принципа на суперпозицията, като разглеждате последователно влиянието на всеки един от изследваните параметри (U_{i0} , I_{b+} , I_{b-}) и пренебрегвате влиянието на останалите параметри.)

Изчислете числената стойност на грешката за ОУ LF356 като използвате данните дадени в таблица 1 и на фиг. 1. Сравнете влиянието на U_{i0} и на I_{b+} и I_{b-} .

Анализ на резултатите и изводи:

3. На фиг. 2 е дадена опростена схема на аналогов волтметър.



Фиг. 2. Опростена схема на аналогов волтметър.

За схемата от фиг. 2 да се определи:

3.1. Стойността на съпротивлението R_8 , при която за $U_x = 10\text{mV}$, приложено на входа 1-1', се получава крайно отклонение на стрелката на измервателната система. (0У се разглежда като идеален.)

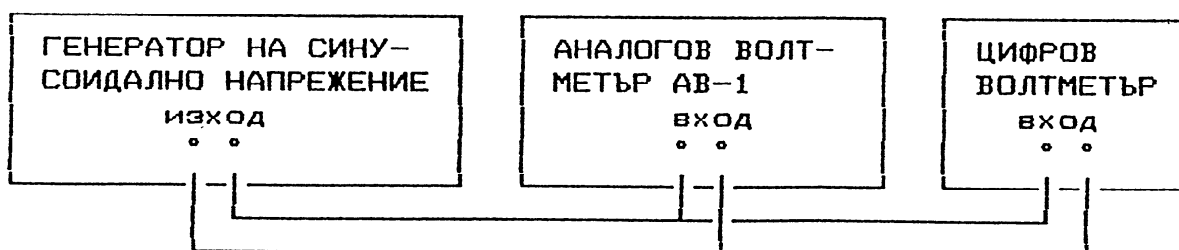
3.2. Абсолютната и относителна стойност на грешката причинена от входното напрежение на несиметрия U_{io} на операционните усилватели при измерване на напрежение от 1mV и от 10mV .

3.3. Да се определи максималната допълнителната грешка (абсолютна и относителна), която се внася от температурния дрейф на U_{i0} при измерване напрежение от 1mV и от 10mV в температурен интервал от 5°C до 45°C .

Анализ на резултатите и изводи (за 3.2. и 3.3.):

4. Да се изследва точността на аналогов волтметър АВ-1 при измерване на променливо напрежение.

Схемата на опитната постанова е показана на фиг.3.



Фиг. 3.

АВ-1 се установява в режим на измерване на променливо напрежение (бутон "V ~" на лицевия панел). От генератора се подава напрежение с честота 1kHz .

Изследването се извършва за избран измервателен обхват (например 10V). За десет точки равномерно разположени в обхвата се задават съответни стойности на напрежение. Отчетените стойности от цифровия волтметър $U_{цв}$ се приемат за образцови.

Получените резултати се нанасят в табл.2. Допустимата относителна грешка се изчислява на базата на техническите характеристики на аналоговия волтметър (стр. 51 от [2]).

6. Да се снемe реалната предавателна характеристика $I_i=f(U_x)$ на активния детектор в аналоговия волтметър АВ-1 и се определи относителната грешка при измерване на напрежение.

Включва се активния детектор посредством натискане на бутон "АД". Изследването се извършва по начина, който е описан в точка 5. Резултатите се нанасят в таблица 4.

Кад =

Таблица 4.

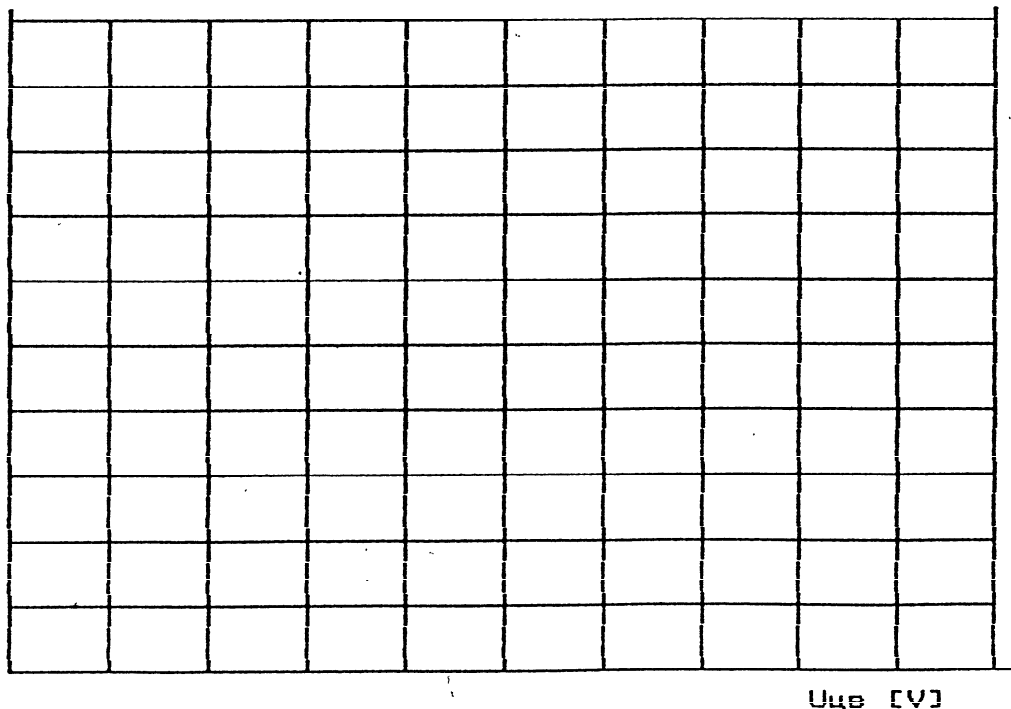
$I_i, [\mu A]$	0	5	10	20	40	60	80	100
$U_{кад}, [V]$								
$U_{цв}, [V]$								
$\delta u = (U_{кад} - U_{цв}) / U_{цв} [\%]$								

7. Да се построят в обща координатна система реалните предавателни характеристики на активен и пасивен детектор и идеалната (при идеален диод) предавателна характеристика както и графиките на относителната грешка $\delta u = f(U_{цв})$ (Фиг. 4).

Сравнете характеристиките и ги анализирайте!

$I_i [\mu A]$

$\delta u, [\%]$



$U_{цв} [V]$

Фиг. 4.

Анализ на резултатите и изводи:

8. Да се снее АЧХ на активния и на пасивния детектор и се определи честотната им грешка δu_f .

Осъществява се схема на опитната постановка съгласно фиг.3. Подава се синусоидално напрежение с честота 1 kHz и ниво осигуряващо показание 0,8 от скалата на стрелковата система. Без изменение на амплитудата на входния сигнал се изменя неговата честота. За стойностите на честотата f , дадена в таблица 5, се отчитат показанията на стрелковата система и на цифровия волтметър. Получените резултати се нанасят в съответната таблица.

8.1. Измерване за пасивен детектор. $\delta u_{fpd} = (U_{хpd} - U_{цв}) / U_{цв}$

Таблица 5.

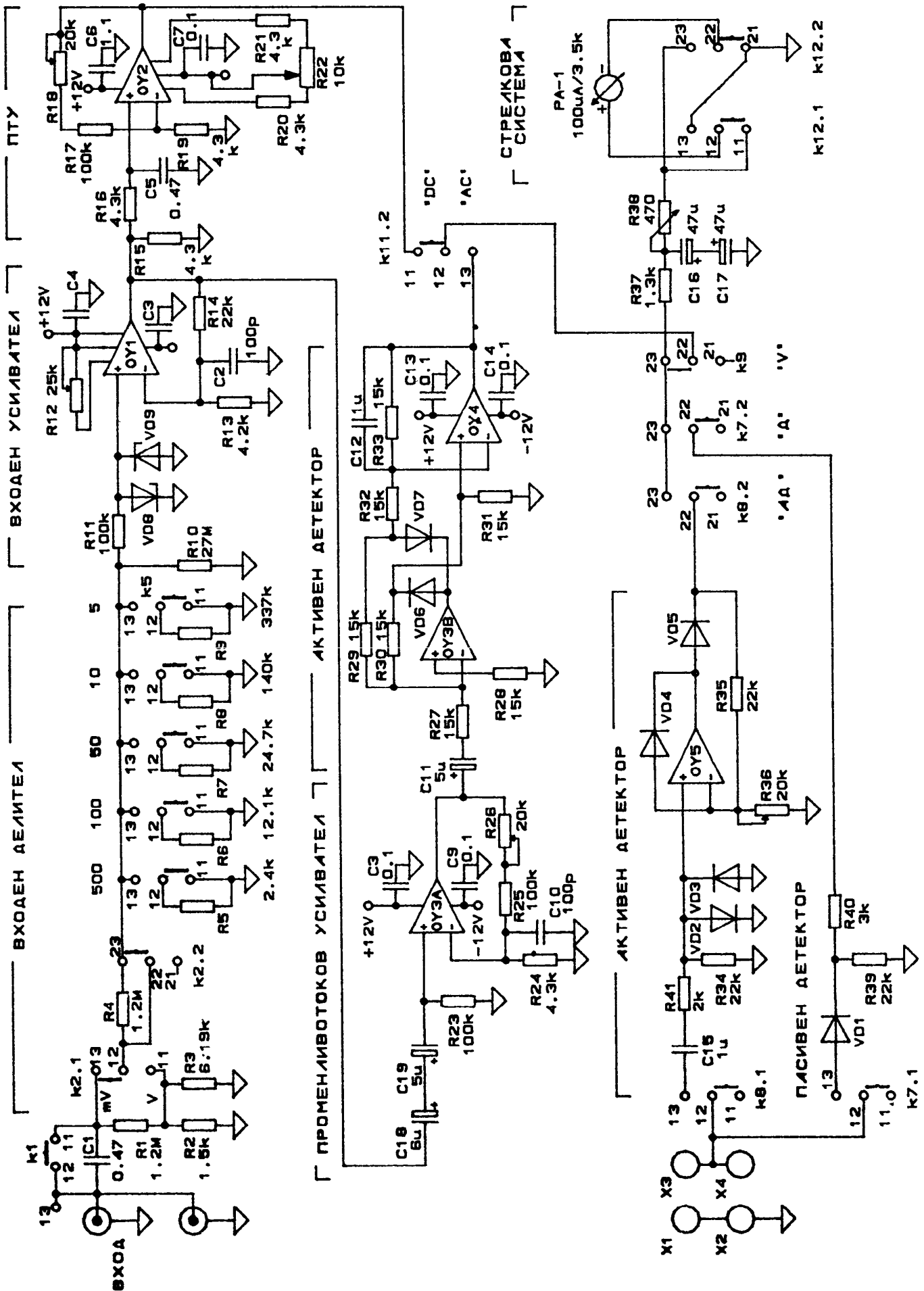
f , [kHz]	0,01	0,02	0,10	0,20	1	2	10	20	100	200
$U_{цв}$, [V]										
$U_{хpd}$, [V]										
δu_{fpd} [%]										

8.2. Измерване за активен детектор. $\delta u_{fad} = (U_{хад} - U_{цв}) / U_{цв}$

Таблица 6.

f , [kHz]	0,01	0,02	0,10	0,20	1	2	10	20	100	200
$U_{цв}$, [V]										
$U_{хад}$, [V]										
δu_{fad} [%]										

9. Нанесете АЧХ и честотната грешка на активния и на пасивния детектор на фиг. 5. Използвайте логаритмичен мащаб за оста, по която се нанася честотата. Анализирайте получените характеристики.



ВХОДЕН ДЕЛИТЕЛ

ВХОДЕН УСИЛАТЕЛ

ВХОДЕН ДЕЛИТЕЛ

ПТУ

АКТИВЕН ДЕТЕКТОР

СТРЕЛКАВА СИСТЕМА

АКТИВЕН ДЕТЕКТОР

ПАСИВЕН ДЕТЕКТОР

13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
 ВХОД
 K1
 C1 0.47
 R1 1.2M
 R2 1.5k
 R3 5.19k
 R4 1.2M
 R5 2.4k
 R6 12.1k
 R7 24.7k
 R8 140k
 R9 337k
 R10 27M
 R11 100k
 R12 25k
 R13 4.2k
 R14 22k
 R15 4.3k
 R16 4.3k
 R17 100k
 R18 20k
 R19 4.3k
 R20 4.3k
 R21 4.3k
 R22 10k
 R23 100k
 R24 4.3k
 R25 100k
 R26 20k
 R27 15k
 R28 15k
 R29 15k
 R30 15k
 R31 15k
 R32 15k
 R33 15k
 R34 22k
 R35 22k
 R36 20k
 R37 1.3k
 R38 470
 R39 22k
 R40 3k
 C2 100p
 C3 0.1
 C4 0.1
 C5 0.47
 C6 1.1
 C7 0.1
 C8 5u
 C9 0.1
 C10 100p
 C11 5u
 C12 1u
 C13 0.1
 C14 0.1
 C15 1u
 C16 47u
 C17 47u

OY1 OY2 OY3 OY4 OY5
 VD1 VD2 VD3 VD4 VD5 VD6 VD7
 K1 K2.1 K2.2 K3 K4 K5 K6 K7.1 K7.2 K8 K8.1 K8.2 K9 K10 K11.1 K11.2 K12.1 K12.2

+12V -12V
 PA-1 100µA/3.5k
 "DC" "AC"

режим	обхвати	основна грешка
постоянно напрежение	10mV; 50mV; 100mV, 500mV 1V; 5V; 10V; 50V; 100V; 500V;	$\leq 2 \% \text{ от FS} (*)$
променливо напрежение	1mV; 5mV; 10mV; 50mV; 100mV; 500mV; 1V; 5V; 10V; 50V; 100V; 500V;	$\leq 1 \% \text{ от FS}$ $+ 0,5\% U_x (**)$

(*) FS - крайна стойност на обхвата;

(**) U_x - измерена стойност.