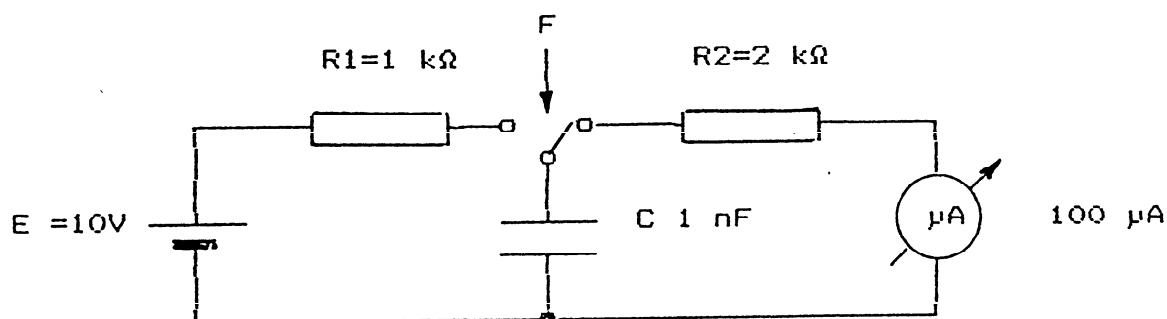


## ТЕМА : 5

## АНАЛОГОВО И ЦИФРОВО ИЗМЕРВАНЕ НА ЧЕСТОТНО-ВРЕМЕННИ ПАРАМЕТРИ

## ЗАДАЧИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ:

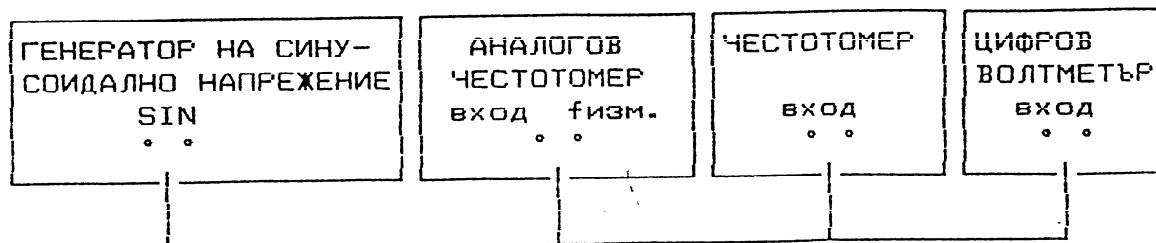
1. Да се изведе функцията на преобразуване  $I_{cp} = f(F)$  за аналогов кондензаторен честотомер от фиг.1 . Да определи теоретично грешката на предавателната функция на аналогов честотомер за края на измервателен обхват 10 kHz за указаните стойности на елементите.



Фиг. 1

2. Да се изследва грешката на аналоговия честотомер ЧФ-1 при измерване на честота.

2.1. Осъществява се измервателната постановка от фиг.2.



Фиг. 2

2.2. За произволно избран честотен обхват на аналоговия честотомер (например 10 kHz) се задава от генератора напрежение с ниво 1 V ефективна стойност и честота съответстваща на края на обхвата. Калибрира се аналоговия честотомер за края на обхвата с потенциометър Р2. ([2] стр 64, фиг.7.3)

2.3. Последователно от генератора се задават 10 честоти в избрания честотен обхват, така че да се получат показания върху скалата на аналоговия честотомер, съответствуващи на зададените в табл.1.

2.4. Изчислява се относителната грешка на аналоговия честотомер при измерване на всяка от зададените от генератора честоти. Изволзува се формулата:

$$\text{fet.} - \text{физм.}$$

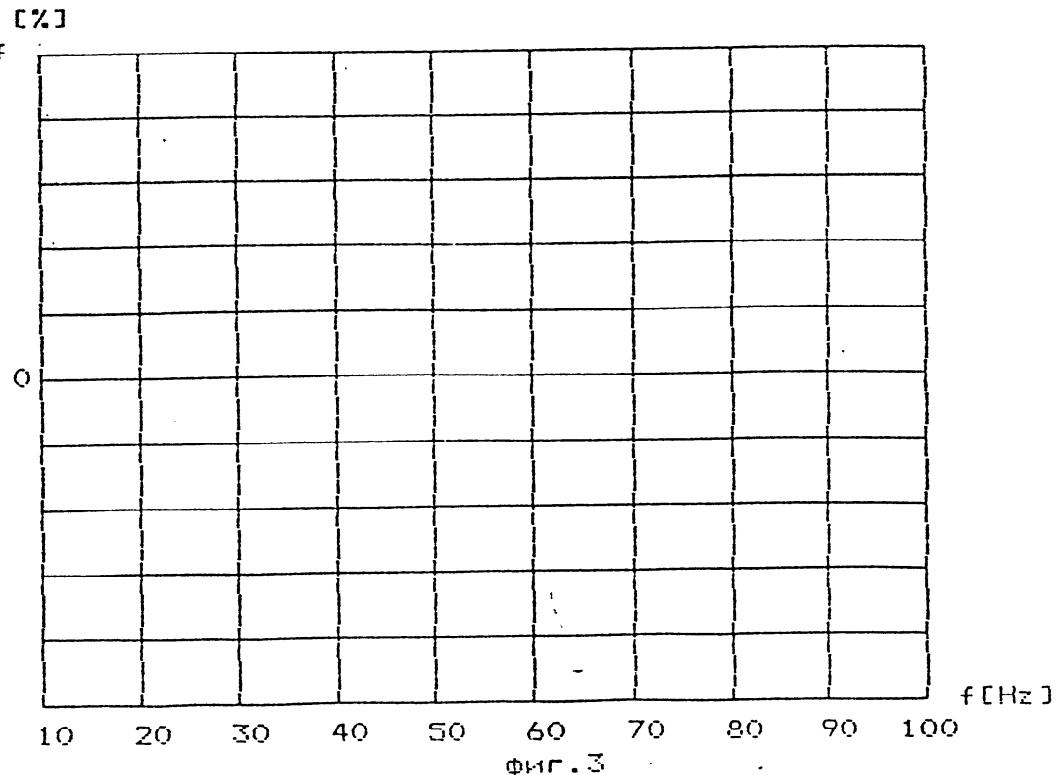
$$\delta f = \frac{\text{fet.} - \text{физм.}}{\text{физм.}} \cdot 100, [\%]$$

където: fet. - са стойностите за честотата, отчетени от цифровия честотомер; физм. - са стойностите за честотата, отчетени по скалата на аналоговия честотомер.

Получените резултати се нанасят в Табл.1 и се построява графичната зависимост на фиг.3.

Таблица 1 Измервателен обхват ЧФ1 - ..... [...]

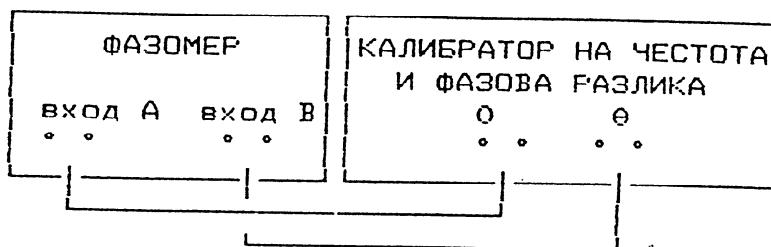
Деления ЧФ-1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
fet., [kHz]										
физм., [kHz]										
$\delta$ , [%]										



2.5. Да се анализира поведението на относителната грешката при измерване на честота. Да се определят причините за нейното повишаване в краищата на измервателния обхват.

3. Да се изследва точността при измерване на фазови разлики с аналогия фазомер!

3.1. Осъществява се схема на опитната постановка, съгласно фиг.4.



Фиг.4

3.2. Установява се честота на калибратора на честота и фазова разлика на  $f = 1 \text{ kHz}$ .

3.3. Включва се измервателен обхват на фазомера  $\theta = 50^\circ$ .

3.4. Калибрира се фазомера за избрания обхват. Калибровката се извършва, чрез задаване на еталонна фазова разлика ( $\theta = 45^\circ$ ), съответствуваща на 90% от обхвата и настройка с потенциометър R68. ([2] стр 69, фиг.7.9),

3.5. Задават се последователно фазови разлики от Табл.2., като за всяка от тези еталонни стойности се отчита измерената фазова разлика. Получените резултати се нанасят в Табл.2.

Таблица 2

Измервателен обхват ЧФ1 – 50 [°]

$\theta$ зад [°]	0	13	32	45
деления ЧФ-1				
$\theta$ изм., [°]				
$\delta$ изм., [%]				

3.6. Същите изследвания се правят и за измервателни обхвати  $100^\circ$  (калибровка  $\theta = 90^\circ$ ) и  $200^\circ$  (калибровка  $\theta = 90^\circ$ ). Резултатите се нанасят в табл.3 и табл.4.

Таблица 3

Измервателен обхват ЧФ1 – 100 [°]

$\Theta$ зад [°]	0	13	32	45	77	90
Деления ЧФ-1						
$\Theta$ изм., [°]						
$\delta$ изм., [%]						

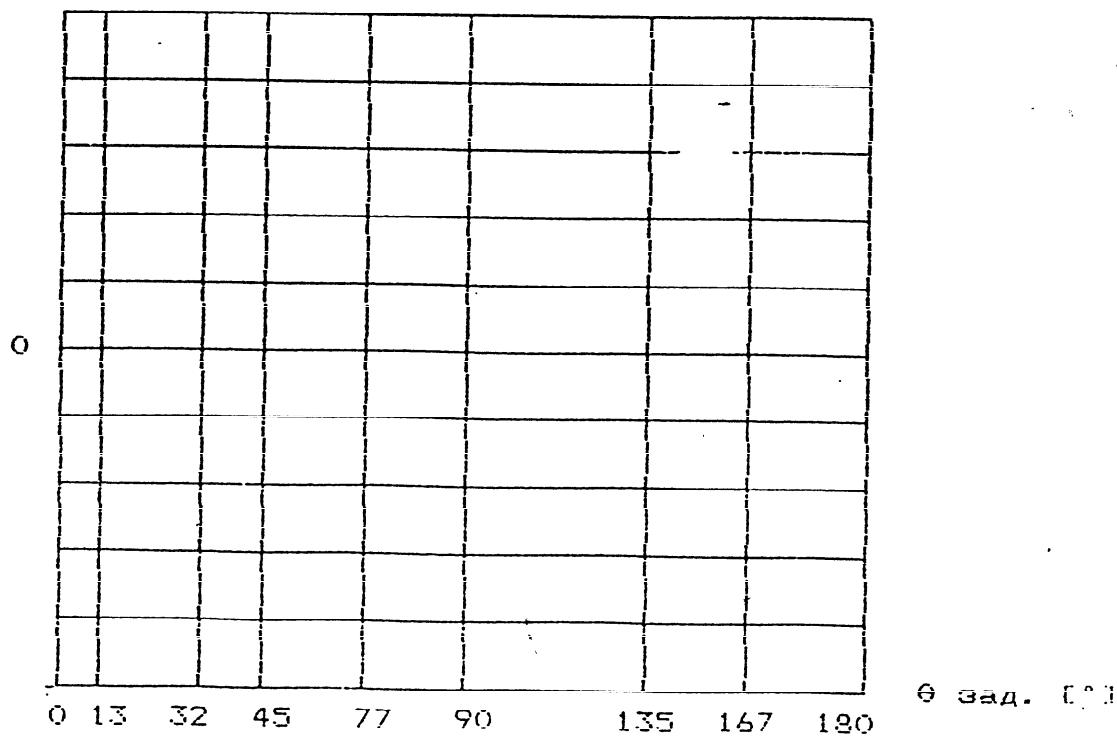
Таблица 4

Измервателен обхват ЧФ1 – 200 [°]

$\Theta$ зад [°]	0	13	32	45	77	90	135	167	180
Деления ЧФ-1									
$\Theta$ изм., [°]									
$\delta$ изм., [%]									

3.7. Построява се обща графичната зависимост на  $\delta$ изм. в зависимост от зададения фазов ъгъл  $\Theta$  (фиг.5) от табл.2, табл.3 и табл.4 при параметър – измервателен обхват.

$\delta$  изм. [%] (измервателен обхват:=параметър)



Фиг.5.

3.3. Да се анализира поведението на относителната грешка при измерване на фазови разлики.

4. Запознаване с функционалните възможности на използвания универсален брояч и извод на теоритични зависимости.

4.1. Да се разучи лицевия панел на универсалния брояч. Да се установи действието на органите за управление в следните режими на работа – табл.5.

Таблица 5.

измерван параметър	задаван параметър	използван вход
частота $f_a$	еталонен интервал $T_0 = 100s - 1ms$	А червен
период $T_b$	време на дискретизация $t_0 = 0,1s - 1 \mu s$	Б червен
отношение на две честоти $f_a / f_b$	бр. периоди на $f_b$ $n = 1$	А и Б
интервал от време $\Delta T$	време на дискретизация $t_0 = 0,1s - 1 \mu s$	А – старт Б – стоп

4.2. Да се изведат формулите определящи предавателната характеристика на универсалния брояч за измерване на честота, период, временен интервал и фазова разлика.

Фазови разлики се измерват като се използува съотношението:

$$\frac{\Delta T}{T_b} = \frac{\theta^\circ}{360^\circ}$$

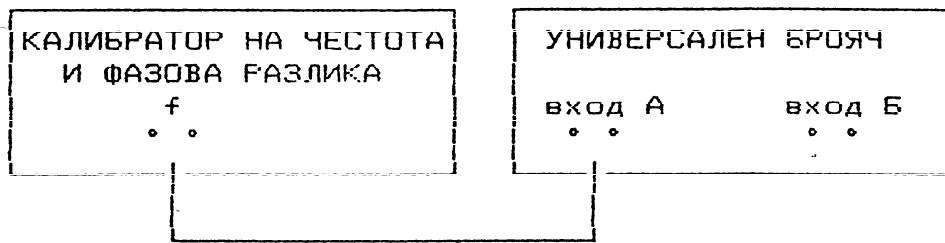
където:

- $T_b$  е периодът на сигналите, подадени на входовете А и Б на универсалния брояч.
- $\Delta T$  е закъснението на сигнала на вход Б спрямо сигнала на вход А;
- $\theta^\circ$  е фазовата разлика в градуси между сигналите на входовете А и Б.

Определянето на фазовата разлика се извършва с две цифрови измервания.

5. Да се измерят честотите от табл.6.1, 6.2 и 6.3 за еталонни интервали на измерване  $T_0=10\text{ms}$ ,  $0.1\text{s}$ ,  $1\text{s}$  и да се определят относителните грешки от дискретизация при измерванията.

### 5.1. Реализира се опитната постановка от фиг.6



ФИГ. 6.

5.2. Универсалният брояч се установява в режим на измерване на  $f_a$  за еталонни временни интервали  $T_0=10\text{ms}$ . От калибратор на честоти се подава сигнал на канал А с честотите от таблица 6. Получените резултати за измерваната честота  $f_{\text{изм}}$  се нанасят в таблици 6.1, 6.2 и 6.3. Същите измервания се извършват и за еталонни временни интервали  $T_0= 0.15$  и  $1\text{s}$ . Изчислява се относителната грешка от дискретизация  $\delta p$ .

\* ВНИМАНИЕ!

Записват се всички цифри на индикацията без нулите отляво.  
Не се отчита местоположението на десетичната точка.

Таблица 6.1

Измервателен временен интервал  $T_0 = 10 \text{ ms}$

Таблица 6.2

Измервателен временен интервал  $T_0 = 0.1 \text{ s}$ 

$f_{\text{зад}}$	10Hz	20Hz	40kHz	100Hz	200Hz	400Hz	1kHz	2kHz	4kHz
$f_{\text{изм}} [\cdot]$									
$* N [-]$									
$\frac{1}{f/N}$									

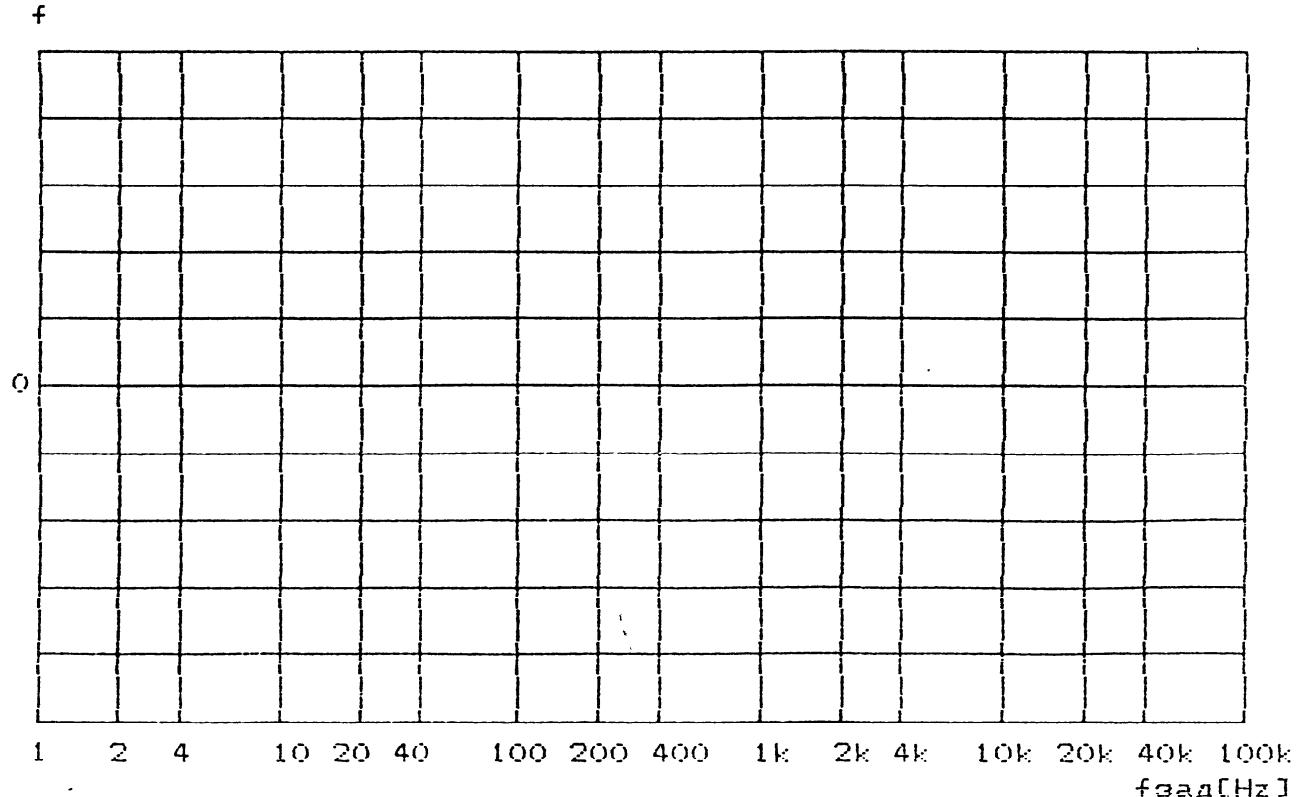
Таблица 6.3

Измервателен временен интервал  $T_0 = 1 \text{ s}$ 

$f_{\text{зад}}$	10Hz	20Hz	40kHz	100Hz	200Hz	400Hz	1kHz	2kHz	4kHz
$f_{\text{изм}} [\cdot]$									
$* N [-]$									
$\frac{1}{f/N}$									

5.3. Построява обща графична зависимост (фиг.7) на грешката от дискретизация  $\delta p$  в зависимост от измерваната честота  $f_{\text{зад}}$  при параметър – еталонен измервателен временен интервал  $T_0$ .

$\delta [\%]$   $(T_0 := \text{параметър})$

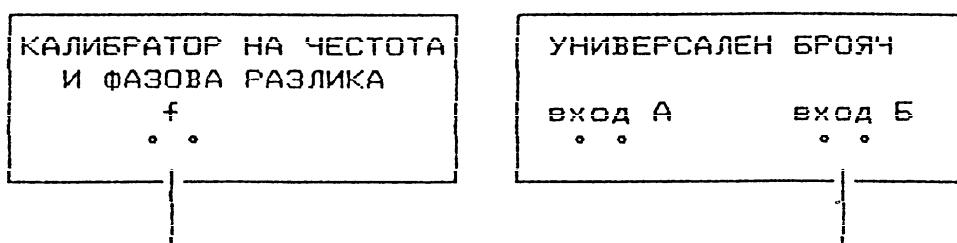


Фиг. 7

5.4. Да се анализира поведението на грешката от дискретизация при измерване на честота. Резултатите да се обяснят с помощта на теоремата на Шенон-Котелников.

6. Да се измерят периодите  $T$  на сигнали с честоти от таблици 7.1, 7.2 и 7.3 за време на дискретизация  $T_0 = 10\mu s$ ,  $100\mu s$  и  $1\mu s$ .

#### 6.1. Реализира се опитната постановка от фиг.8



Фиг. 9

6.2. Универсалният брояч се установява в режим на измерване на период  $T_6$ .

6.3. На канал Б се подават сигнали с еталонни честоти, указани в табл. 7 от калибратор на честоти и фазови разлики. Измерванията се извършват за указаните бази от Тю. Резултатите се нанасят в таблици 7.1, 7.2 и 7.3. Изчислява се относителната грешката от дискретизация  $\delta p$ .

\* នំអុល្សែមនេះ

Записват се всички цифри на индикацията без нулите отляво.  
Не се отчита местоположението на десетичната точка.

Таблица 7.1

Время на дискретизация  $T_0 := 1 \text{ мс}$

Таблица 7.2

Време на дискретизация  $T_0 := 100 \mu s$ 

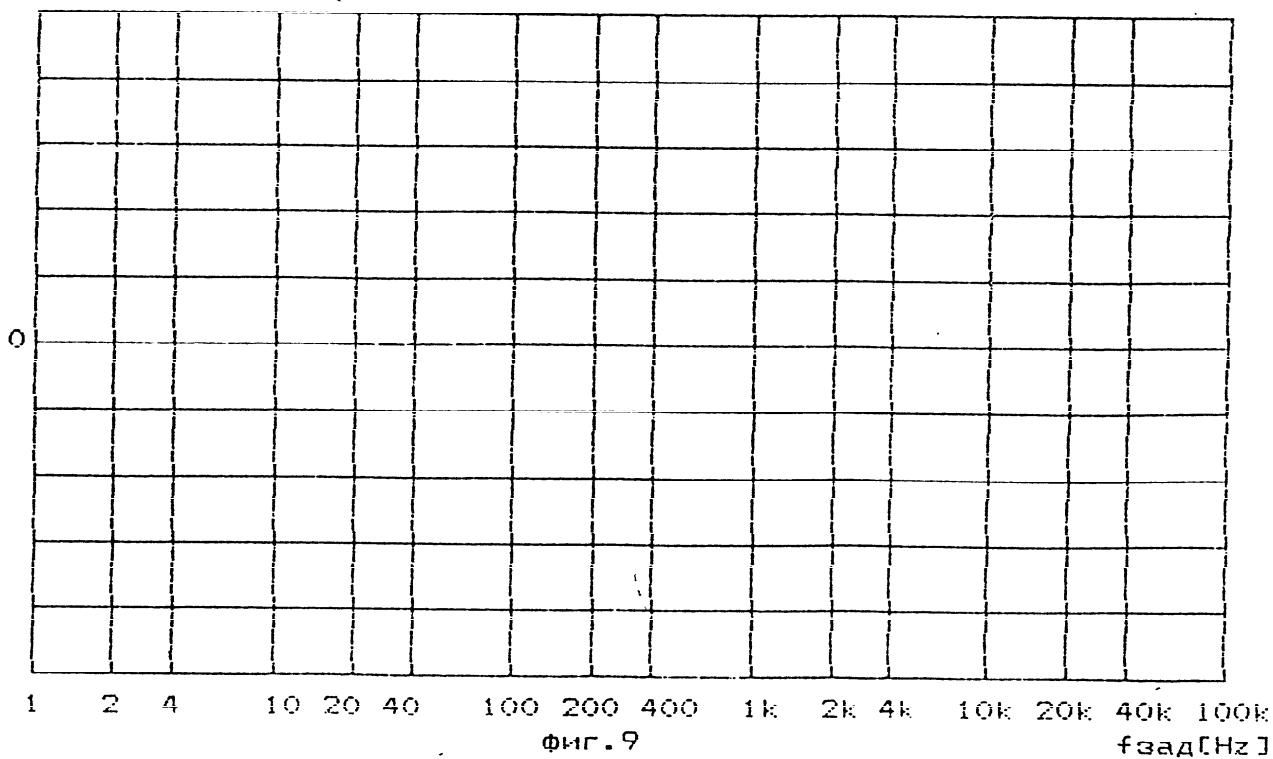
$f_{зад}$ /	20Hz	40Hz	100Hz	200Hz	400Hz	1kHz	2kHz	4kHz	10kHz
$t_{зад} = 1/f_{зад}$									
Тиэм [ ]									
* N [-]									
$\frac{1}{T_0} = 100\%$									

Таблица 7.3

Време на дискретизация  $T_0 := 10 \mu s$ 

$f_{зад}$	200Hz	400Hz	1kHz	2kHz	4kHz	10kHz	20kHz	40kHz	100kHz
$t_{зад} = 1/f_{зад}$									
Тиэм [ ]									
* N [-]									
$\frac{1}{T_0} = 100\%$									

6.4. Построява обща графична зависимост (фиг.9) на  $\delta_n$  в зависимост от  $f_{зад}$ , при параметър  $T_0$ .  
 $\delta_n [\%]$  (  $T_0 :=$  параметър )



Фиг. 9

6.5. Да се анализира поведението на измервателната грешката причинена от ефекта на времето надискретизация при измерване на период. Резултатите да се обяснят с помощта на теоремата на Шенон-Котелников.

7. Да се измери отношенията на двойки честоти  
7.1. Реализира се опитната постановка от фиг. 10



фиг. 10

7.2. Универсалният брояч се установява режим на измерване на отношение на две честоти  $f_a/f_b$ .

7.3. От калибратор на честоти и фазови разлики се подава 5kHz на канал Б и съответните честоти от табл. 8 на канал А. Попълва се таблица 8. Изчислява се относителната грешката от дискретизация  $\delta_p$ .

\* Внимание:

Записват се всички цифри на индикацията без нулите отляво.  
Не се отчита местоположението на десетичната точка.

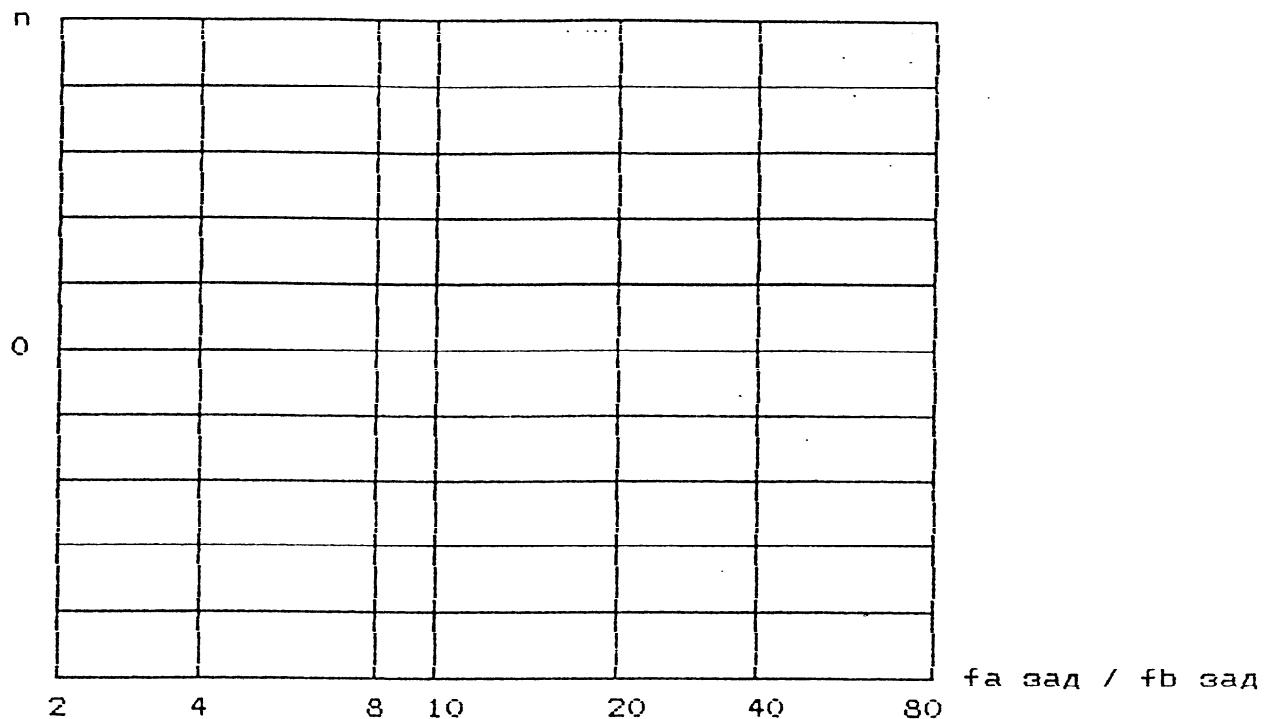
Таблица 8.

 $f_b \text{ зад} = 5 \text{ kHz}$ 

$f_a$	10kHz	20kHz	40kHz	50kHz	100kHz	200kHz	400kHz
$f_a \text{ зад} / f_b \text{ зад}$	2	4	8	10	20	40	80
$* N = F_a/F_b [-]$							
$\delta_p = \frac{1}{N} 100\%$							

7.4. Построява графична зависимост (фиг.11) на грешката от дискретизация  $\delta p$  в зависимост от отношението  $(f_a \text{ зад} / f_b \text{ зад})$ .

$\delta p [\%]$

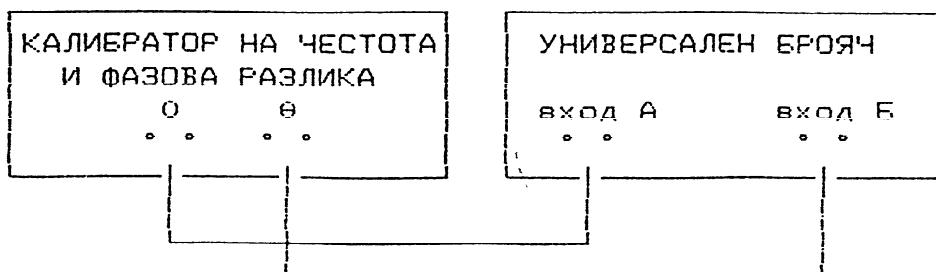


фиг.11

7.5. Да се анализира поведението на грешката от дискретизация при измерване на отношение на две честоти. За основа на анализа да се използват анализите от 5.4 и 6.5.

8. Да се измерят фазови разлики  $\theta$ .

8.1. Реализира се опитната постановка от фиг.12 .



фиг.12

8.2. На канал А от калибратора на честота се подава сигнал с  $0^\circ$ -ва фаза и честоти посочени в таблица 9.1, 9.2, 9.3 и 9.4. На канал Б се подава дефазирания сигнал. Двета канала А и Б трябва да работят по един и същи фронт.

8.3. За всяка честота се измерва периода на сигнала  $T_b$  ( $N_b$ ) чрез установяване на универсалния брояч в режим на измерване на период  $T_b$  с време на дискретизация  $T_0 = 1\mu s$ .

8.4. Превключва универсалния брояч в режим на измерване на  $\Delta T$  и се отчита времето на дефазирането между двата сигнала на канали А и Б.

8.5. Изчислява се действителната фазова разлика  $\theta$  изм. и относителната грешка от дискретизация  $\delta$  и се попълва в табл. 9.1, 9.2, 9.3 и 9.4.

### \* Внимание:

Записват се всички цифри на индикацията без нулите отляво.  
Не се отчита местоположението на десетичната точка.

Таблица 9.1  $f$  кал. = 10 Hz;  $*T_0 := \dots$  [μs];  $N_0 = \dots$  [-]

Таблица 9-2  $f$ , кал. = 100 Hz,  $T_0 = \dots \mu s$ ,  $N_0 = \dots$

Таблица 9.3

 $f$  кал. = 1 kHz ;  $T_6 := \dots [μs]$  ;  $N_6 = \dots [-]$ 

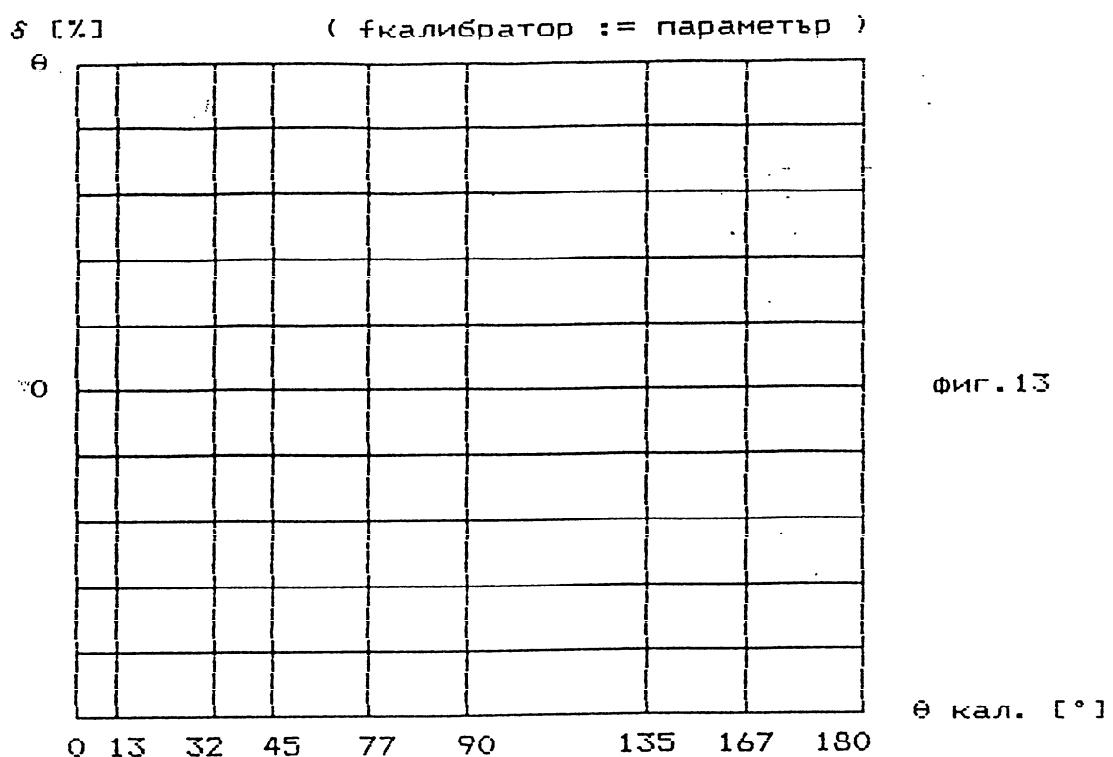
$\theta$ зад [°]	0	13	32	45	77	90	135	167	180
$\Delta T$ [μs]									
* N [-]									
$\theta$ изм = $\frac{\Delta T}{T_6} \cdot 360^\circ$									
$\delta = (\frac{1}{\theta} + \frac{1}{N_6}) \cdot 100\%$									

Таблица 9.4

 $f$  кал. = 10 kHz ;  $T_6 := \dots [μs]$  ;  $N_6 = \dots [-]$ 

$\theta$ зад [°]	0	13	32	45	77	90	135	167	180
$\Delta T$ [μs]									
* N [-]									
$\theta$ изм = $\frac{\Delta T}{T_6} \cdot 360^\circ$									
$\delta = (\frac{1}{\theta} + \frac{1}{N_6}) \cdot 100\%$									

8.6. Построява се обща графичната зависимост (фиг.13) на  $\delta$  в зависимост от зададения фазов ъгъл  $\theta$  зад при параметър честотата на сигнала  $f$  калибратор.



ФИГ. 13

8.6. Да се анализира поведението на грешката от дискретизация при измерване на временен интервал на фазови разлики. За съвсма на анализа да се използват анализите от 5.4 и 6.5.

Оценка: .....

Студент : .....

/......./

Ръководител: .....  
/......./

Дата: .....

ПРЕДУСИЛЯТЕЛ ФОРМИРОВАТЕЛ ПРЕОБРАЗУВАТЕЛ ИЗМЕРВАТЕЛ  
 Г НА ЧЕСТОТА В НА  
 Г ИМПУЛСИ Г ПОСТОЯНЕН ТОК Г ПОСТОЯНЕН ТОК

