

Research of laboratory function generator
Snezhinka Zaharieva, Dimitar Yordanov, Svilen Stoyanov

Изследване на лабораторен функционален генератор
Снежинка Захариева, Димитър Йорданов, Свилен Стоянов

Abstract: Often when conducting practical exercises with students is using adjustable external power sources, which values of the supply voltages very likely differ from the nominal value specified for powering an electronic device.

Developed is a laboratory function generator for the needs of the educational process in the discipline "Measurements in Electronics". The aim of the report is to study the influence of one of all external factors affecting the stability of the output parameters of the measuring generators - power supply

Key words: Electronics measurements, measuring generators, power supply.

Въведение

Измервателните генератори представляват източници на напрежение, които произвеждат електрически сигнали с различна амплитуда, форма (синусоидална, правоъгълна и триъгълна) и честота. Тези широко разпространени измервателни уреди намират приложение за настройка на различна апаратура, за измерване по метода на сравнението на редица параметри на изследваните сигнали и за захранване на измервателни схеми с определен по форма и честота генериран сигнал [3].

Според покривания честотен обхват, измервателните генератори се разделят на инфранискочестотни, нискочестотни, високочестотни и свръхвисокочестотни, като границите на генерираните честоти до известна степен са условни.

Едно от предимствата на функционалните генератори в класическото им изпълнение е, че произвеждат периодични електрически сигнали със синусоидална, правоъгълна и триъгълна форма. Другото тяхно предимство е, че произвеждат електрически сигнали обхващащи от инфранискочестотната, нискочестотната и част от високочестотната област [3].

От измервателните генератори до голяма степен зависи точността на извършените измервания, която се различава за всеки конкретен случай и се определя преди всичко от условията, характера и точността на измерването [1,2,3].

Най-голямо влияние върху честотната стабилност на измервателните генератори оказват три външни дестабилизиращи фактори – изменение на температурата на околната среда, изменение на температурата вследствие собственото загряване на генератора и изменение на захранващото напрежение [2].

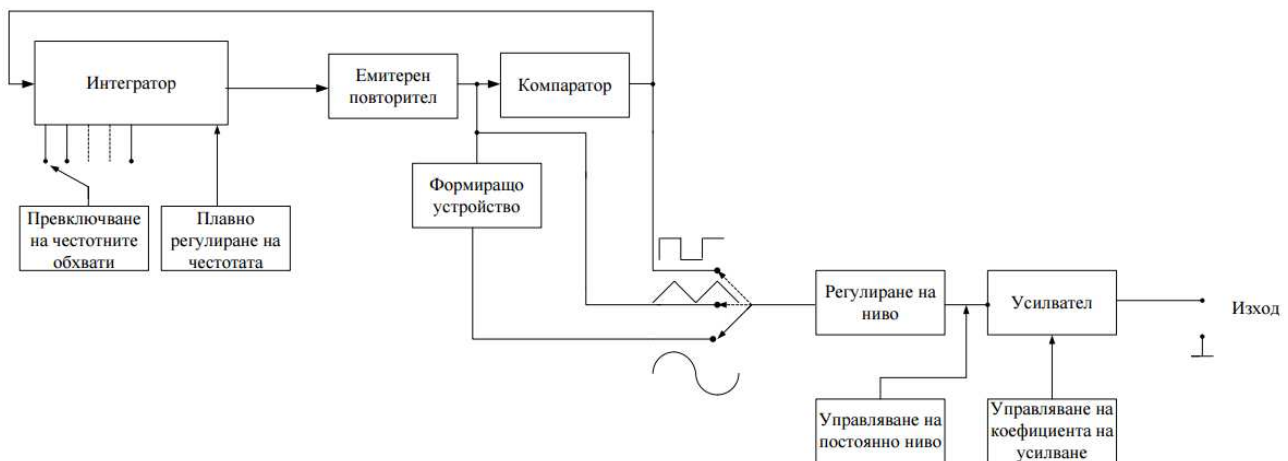
Целта на доклада е да се изследва влиянието на промяната на захранващото напрежение върху стабилността на генерираните честоти от лабораторен функционален генератор, разработен за нуждите на дисциплината: „Измервания в електрониката“, катедра: „Електроника“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

Блокова схема на изследвания лабораторен функционален генератор

На фиг. 1 е показана блоковата схема на изследвания лабораторен функционален генератор, която се състои от следните блокове:

- **Блок Интегратор** - на изхода на този блок се получава сигнал с триъгълна форма, а към неговия вход са свързани блока за превключване на честотните обхвати и блока за плавно регулиране на честотата;
- **Блок емитерен повторител** – служи за съгласуване на съпалата (осигурява високо входно съпротивление и ниско изходно);
- **Блок компаратор** – на неговия изход се получава сигнал с правоъгълна форма;

- Блок формиращо устройство – служи за формиране на синусоидален сигнал от триъгълен;



Фиг. 1 Блокова схема на лабораторен функционален генератор

- Блок регулиране на ниво – служи за регулиране на нивото на получения изходен сигнал по отношение на ординатата на координатната система;
- Блок управление на постоянно ниво – служи за регулиране на получения сигнал по отношение на абсцисата на координатната система;
- Блок Усилвател – усилва сигнала, който се подава към изхода;
- Блок управление на коефициента на усилване – блокът реализира отрицателна обратна връзка (на усилвателя реализиран посредством операционен усилвател), през която се определя какво усилване да има усилвателя.

Синтезирани са шест поддиапазона, чийто стойности са кратни на десет: $1 \div 10\text{Hz}$; $10 \div 100\text{Hz}$; $0.01 \div 1\text{kHz}$; $1 \div 10\text{kHz}$; $10 \div 100\text{kHz}$; $0.1 \div 1\text{MHz}$.

Методика за провеждане на експериментални изследвания с лабораторния функционален генератор

Както бе споменато по-горе, един от дестабилизиращите фактори, които оказват влияние върху точността на генерираните сигнали е изменението на захранващото напрежение. На фиг. 2а, б, в са показани фотоси на опитната установка за изследване на лабораторен функционален генератор.



а)



б)



в)

Фиг. 2 Опитна установка за провеждане на експериментални изследвания с лабораторен функционален генератор

В таблица 1 са показани резултатите от проведеното експериментално изследване на синусоидални сигнали с честота: $f_1=50\text{Hz}$, $f_1=500\text{Hz}$, $f_1=5\text{kHz}$, $f_1=50\text{kHz}$, $f_1=500\text{kHz}$. Захранващото напрежение се изменя от 12V до 8V, в пет от обхватите на лабораторния функционален генератор.

Следва да бъдат оценени относителните грешки от проведените експериментални изследвания, както и да се провери каква би била основната грешка във всеки един от обхватите, спрямо вариацията на захранващото напрежение.

Таблица 1

U, V	f ₁ =50Hz	f ₂ =500Hz	f ₃ =5kHz	f ₄ =50kHz	f ₅ =500kHz
12	50.128	500.653	5.006	50.01	500.08
11.5	50.171	501.244	5.007	50.015	500.112
11	50.448	502.425	5.015	50.051	500.402
10.5	50.719	504.859	5.031	50.192	501.436
10	50.995	507.326	5.062	50.463	502.992
9.5	51.317	509.9	5.081	50.665	505.218
9	51.715	512.111	5.11	50.986	507.328
8.5	52.422	514.893	5.135	51.188	509.123
8	53.331	522.386	5.198	51.603	512.774

➤ *Оценка на относителните грешки*

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{ET}} \cdot 100\% \quad (1)$$

където: Δ – абсолютна грешка, X_{ET} – еталонна честота за всеки обхват (50Hz, 500Hz, 5kHz, 50kHz, 500kHz)

➤ *Оценка на систематичната грешка*

Систематичните грешки от проведените експериментални изследвания са оценени по метода на последователните разлики, като за целта е необходимо да бъде оценена експерименталната дисперсия [4]:

$$D_1(x) = S_1^2(x) = \frac{1}{n_i - 1} \cdot \sum_{i=1}^{n_i} (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

$$D_2(x) = S_2^2(x) = \frac{1}{2(n_i - 1)} \sum_{i=1}^{n_i} (x_{i+1} - x_i)^2 \quad (3)$$

Систематичното изместване на центъра на групиране на резултатите се дава с израза:

$$V = \frac{D_2(x)}{D_1(x)} \quad (4)$$

Критичната област за критерия на Абе, за която резултатите от наблюдението се приемат за съдържащи систематична грешка се определя:

$$P = (V < V_\beta) = \beta \quad (5)$$

където: β - ниво на значимост.

Избрано е ниво на значимост $\beta = 0,05$ при $n_i=9$, т.е. $V_\beta = 0,512$.

В проведените експериментални измервания не са открити систематични грешки.

➤ *Оценка на случайните грешки*

Случайната грешка е минимизирана, тъй като броят на измерванията $n_i > 5$. Поради тази причина за нейната точкова оценка се приема средноаритметичната стойност \bar{x} , при което [4]:

$$S_{(\bar{x})} = \frac{S(x)}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

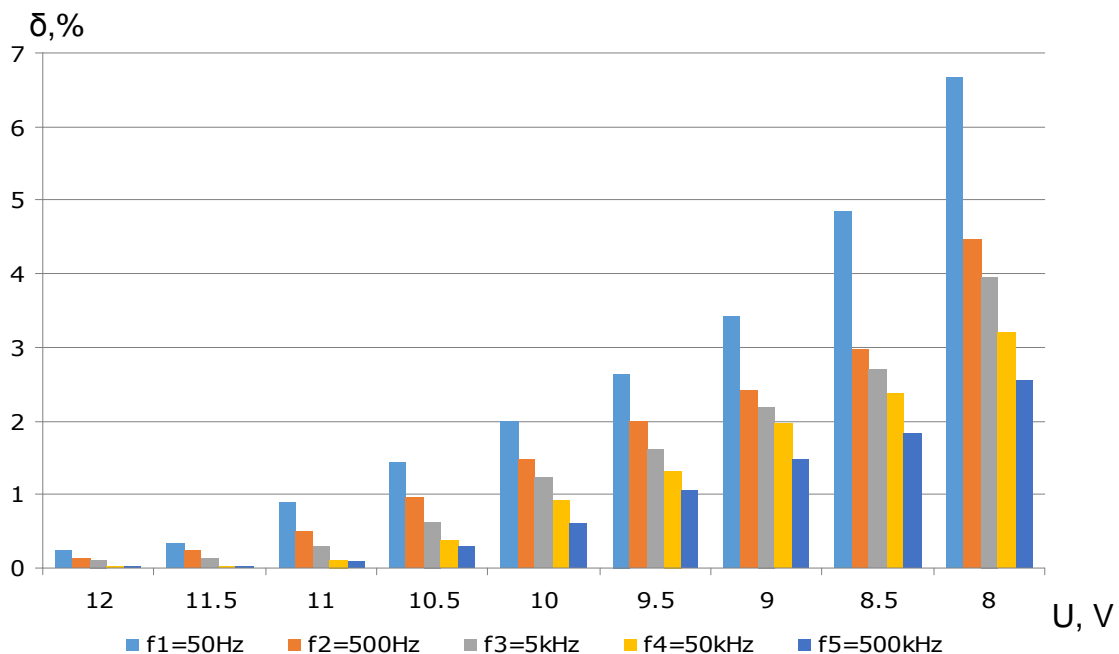
➤ *Оценка на основната грешка*

Основната грешка се определя чрез израза [4]:

$$\Delta_{\text{ОСН}} = \sqrt{V^2 + S_{(\bar{x})}^2} \quad (7)$$

Резултати от проведените експериментални изследвания с лабораторния функционален генератор

На фиг.3 е показана графика на получените относителни грешки δ [%] в петте обхвата на изследвания лабораторен функционален генератор при промяна на захранващото напрежение U [V].



Фиг. 3 Относителни грешки δ [%] на функционалния генератор при промяна на захранващото напрежение U [V]

От таблица 1 и фиг.3 може да се констатира, че при основното захранване 12V, за което е проектиран функционалния генератор, относителните грешки варират в интервала от 0,256% за ниските честоти до 0,016% за високите честоти.

При захранване 8V, относителните грешки варират в интервала от 6,662% за ниските честоти до 2,5548% за високите честоти.

В таблица 2 са показани резултатите от проведените теоретични изчисления за оценка на максималните стойности на систематичната, случайна и основна и грешки във всеки един от обхватите, спрямо вариацията на захранващото напрежение.

Таблица 2

Грешки	$f_1=50\text{Hz}$	$f_2=500\text{Hz}$	$f_3=5\text{kHz}$	$f_4=50\text{kHz}$	$f_5=500\text{kHz}$
V	0,087	0,098	0,101	0,085	0,0014
$S_{(\bar{x})}$	0,36	2,4	0,022	0,193	1,516
$\Delta_{\text{ОСН}}, \text{Hz}$	0.371	2,4	103	210	1516

Получените резултати показват, че с нарастване на честотата, нараства и основната грешка във всеки последващ обхват.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен е лабораторен функционален генератор за нуждите на дисциплината: „Измервания в електрониката” към катедра: „Електроника” при Русенски университет „Ангел Кънчев”.

Целта е студентите да се запознаят с принципа на работа, да изследват влиянието на промяната на захранващото напрежение върху стабилността на генерираните честоти от лабораторен функционален генератор и да усвоят теоретични познания за методи за оценка на систематични, случайни и основни грешки.

От проведените експериментални изследвания с лабораторния функционален генератор може да се заключи, че при захранване 12V, за което е проектиран функционалния генератор, относителните грешки варират в интервала от 0,256% за ниските честоти до 0,016% за високите честоти, докато при захранване 8V, относителните грешки варират в интервала от 6,662% за ниските честоти до 2,555% за високите честоти.

Получените резултати от теоретичните изчисления на систематичните, случайни и основни грешки показват, че с нарастване на честотата, нараства и основната грешка във всеки последващ обхват.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gigov Hr. "Measurements in electronics", Varna
- [2] Dimitrov V., St. Psederski, "Measurements in electronics", University of Ruse, Ruse, 2000.
- [3] Stoyanov I., "Measurements in electronics and computer technology", Sofia, Technology, 1987.
- [4] Radev Hr. "Metrology and Measurement Equipment. Book - Guide Vol.2 ", Sofia, Technology, 2010.

За контакти:

гл. ас. д-р Снежинка Захаријева, Катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 382, e-mail: szahariewa@uni-ruse.bg

инж. Димитър Йорданов, магистър в Катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев” yordanov_93@abv.bg

гл. ас. д-р инж. Свилен Стоянов, Технически университет – Варна, ДТК, тел. 058604712, e-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg