

організацією та її споживачами. Проект наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 20 лютого 2012 р.

3. Рогальський Б. С. Про використання економічних еквівалентів реактивної потужності для визначення плати за перетікання реактивної електроенергії між енергопостачальними компаніями і їх споживачами / Б. С. Рогальський, О. М. Нанак // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2004. – №4. – С. 44–51.

4. Рогальський Б. С. Визначення та розподілення втрат електричної енергії між споживачами / Б. С. Рогальський, Л. М. Мельничук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004. – №1. – С. 38-41.

References

1. Ministry of Fuel and Energy of Ukraine (2002) Methods of calculating payment for reactive energy flow between energy-transmission enterprise and its customers, *Oficiyniy visnik Ukraini*, no 6, Kiev.

2. Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine (2012) Methods of calculating payment for reactive energy flow between energy-transmission enterprise and its customers, Kiev.

3. Rogalsky B. S. and Nanaka O. M. (2004), "On the use of economic equivalents of reactive energy to determine payment for reactive energy flow between energy-supply enterprises and their customers", *Promislova elektroenergetika ta elektrotehnika*, no. 4, pp. 44-51.

4. Rogalsky B. S. and Melnychuk L. M. (2004), "Determination and distribution of power loss between consumers", *Visnik Vinnickogo politechnichnogo institutu*, no. 1, pp. 38-41.

Рецензія/Peer review : 12.1.2014 р.

Надрукована/Printed : 26.3.2014 р.

Рецензент: д.т.н., проф., завідувач кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту Вінницького національного технічного університету Кутін В.М.

УДК 621.315.592

DMITRO MICHALEVSKIY, OKSANA HORODETCKA, ROMAN KRASOTA
Vinnitsia national technical university

PERFORMANCE EVALUATION OF MONITORING TOOLS OF ELECTRONIC PRODUCTS BY THE LEVEL OF LOW-FREQUENCY NOISE

In this paper presents the method of estimating the time for which the research of electronic products by the level of low-frequency noise is being conducted and the operation of technological input and output control being conducted. Based on these, characteristics were evaluated for performance means direct, relative and spectral control the level of LF noise.

Keywords: input and output control, internal low-frequency noise, monitoring time.

Д. В. МИХАЛЕВСЬКИЙ, О. С. ГОРОДЕЦЬКА, Р. О. КРАСОТА
Вінницький національний технічний університет

ОЦІНЮВАННЯ ШВИДКОДІЇ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ ЗА РІВНЕМ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ШУМУ

Анотація – у даній роботі запропоновано методику оцінки часу за який проводиться дослідження виробів електронної техніки за рівнем низькочастотного шуму та проводиться операція технологічного вхідного або вихідного контролю. На основі цього було проведено оцінку характеристик швидкодії для засобів безпосереднього, відносного та спектрального контролю за рівнем НЧ шуму.

Контроль ВЕТ (виробів електронної техніки) за рівнем низькочастотних шумів, полягає у порівнянні основного інформативного параметра низькочастотного шуму із встановленими границями допуску. Але в такому випадку результатом контролю виступає логічне рішення про придатність або непридатність досліджуваного виробу, що дає можливість проводити якісну оцінку характеристик надійності. Основною задачею, при розробці нових методів контролю ВЕТ за рівнем низькочастотного шуму, є підвищення вірогідності контролю та часу отримання результату [1]. Як відомо, ефективність того чи іншого методу, також залежить від технічної реалізації засобів контролю. Тому, одним із актуальних завдань є необхідність проведення оцінки швидкодії контролю на всіх етапах. З іншого боку, для даного виду контролю підвищена швидкодія засобу може призводити до зменшення вірогідності контролю.

Швидкодію засобів контролю можна оцінити проміжком часу $t_{ш}$, який задається моментом початку досліджень виробу до виведення результату "придатний" або "непридатний" на пристрій відображення інформації, при цьому додаткових результатів невраховуємо. Такий часовий проміжок можна умовно поділити на: час вимірювання інформативного параметра $t_{в}$, час аналізу результатів і виконання контролю $t_{к}$, перетворення та виведення результатів на екран $t_{вивед}$.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що час проведення контролю для низьких частот, найбільше буде залежати від часу усереднення середньоквадратичним детектором, від частоти дискретизації, а також часу на проведення операцій по обробці масивів даних при підвищенній вірогідності контролю.

Introduction

Providing high quality and reliability of electronic products (EP) requires broad adoption of physical and technical methods of nondestructive controlling. For their development it is necessary to establish the dependence of the main indicators of the reliability of the physical properties and parameters of the devices, from chemical processes that occur in them, and from physical nature of failures mechanisms.

One of the perspective directions, in the development of efficient and cost-effective methods for assessing

the quality and reliability of EP, is to investigate the possibility of predicting their failures by low-frequency noise characteristics.

Control of EP by the level of low-frequency noise is to compare the main informative parameter of low-frequency noise with the tolerance limit [1]. But in such case the result of control is the logical decision on the suitability or unsuitability of the investigation product, which makes it possible to conduct a qualitative assessment of reliability characteristics. The main task in the development of new control methods of EP by the level of low-frequency noise is to increase the probability of control and time of receipt of the result [1]. It is known that the effectiveness of a method also depends on the technical implementation of controls. Therefore, one of the urgent tasks is the need to assess the performance of control at all stages. On the other hand, the increased performance of this type of control can lead to the decreasing in the probability of control.

The basic part

Performance of the controls can be estimated by the amount of time t_p , which is set by the moment from the beginning of the research to the moment when the result "suitable" or "unsuitable" is being displayed, herewith additional results are not considered. This time interval can be divided into: time of measurement of informative parameter t_m , time of analyzing the results and performance of control t_c , converting and display the results t_{disp} [2]:

$$t_p = t_m + t_c + t_{disp}.$$

Consider measuring time spent on converting informative parameter to the appropriate value and shape. The signal for the analog part time passing of can be written as:

$$t_m = \sum_{i=1}^n t_{ic.i} + t_f + t_{cp} + T_m,$$

where $t_{ic.i}$ – installation time of integrated circuits, that does not exceed 14 microseconds for operational amplifiers; t_{cp} – installation time for circuit with comparator, that does not exceed 45 ns; T_m – measurement time; t_f – delay time of bandpass filter; n – number of integrated circuit in the measuring channel

In fact, informative parameters in the measurement can be written as root-mean-square noise voltage, which is written as follows:

$$U_{rms}^2 = \frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} e_n^2(t) dt,$$

where $e_n^2(f)$ – equivalent noise voltage.

Since the noise signal is a random process, the timing of measurement affects the accuracy of the informative parameter values, and in turn affects the probability of control. This is especially true when converting a digital signal. Here there are drawbacks such as repeated choice of reference period measurements and the random nature of the signal. In this case the root-mean-square voltage can be written as:

$$U_{rms}^2 = \frac{1}{N_1 + N_2 + \dots + N_m} \left(\sum_{i=0}^{N_1} e_{n.i}^2 + \sum_{i=0}^{N_2} e_{n.i}^2 + \dots + \sum_{i=0}^{N_m} e_{n.i}^2 \right),$$

where N – відліки вибірки періоду вимірювання.

In this case, the accuracy of the measurement depends on the number of selected samples and the sampling period, respectively, which is recorded as follows:

$$T_s = \frac{1}{f(N_1 + N_2 + \dots + N_m)},$$

where f – frequency signal, which is measured

Let's evaluate the time of operation controlling of EP by the level of LF noise. This phase involves performing logical operations on the measured data array informative parameter. Operation time controlling t_c can be divided into two parts: the processing time for data array informative parameter to perform averaging t_a and time comparisons of averaged data t_d . Then

$$t_c = t_a + t_d.$$

Time for processing the measured values of the array depends on the characteristics of analog-to-digital converter and CPU speed, and can be written as:

$$t_a = t_s + t_{sp} + t_r + 2t_{rec} + t_e,$$

where t_s – startup time of ADC; t_{sp} – time of setting up the parameters of ADC; t_r – time of reading the information or time sampling ADC; t_{rec} – time of recording data to memory; t_e – time of executing the program processing of data read off.

In turn, the sampling time is defined as:

$$t_r = \frac{1}{2.5F_u},$$

where F_u – upper limit of the investigated frequency range.

Time of executing the program can be written as:

$$t_e = T_t \sum_{i=1}^m k_i,$$

where k_i – number of cycles in a command; n – number of commands in the program; T_t – period of the clock frequency of the microprocessor.

For random noise signal averaging operation is used for number of measurements N , therefore, to the timing of the control must be taken into account the time of each operation. So:

$$t_a = N(t_s + t_{sp} + t_r + 2t_{rec} + t_e) + t_{ao},$$

where t_{ao} – time of arithmetic operation averaging.

The amount of time needed to perform the comparison is:

$$t_d = t_{s,l} + 2t_{rec} + t_l,$$

where $t_{s,l}$ – time select for the limit of control; t_l – executive time of logical controlling operation;

The control results displays after the operation controlling, so the value of this time period t_{disp} will depend on the speed of hardware and the reaction speed of information display.

Let's analyze the performance of the developed controls: direct, relative and spectral, proposed in [1,3,4].

For the means of direct control, time of receive the results of control of the investigated electronic product by the level of LF noise, based on the above analysis, is:

$$t_{p,d} = \sum_{i=1}^n t_{ic,i} + t_f + t_{cp} + T_m + (t_s + t_{sp} + t_r + 2t_{rec} + T_t \sum_{i=1}^m k_i)N + t_{co} + t_{s,l} + 2t_{rec} + t_e + t_{disp}.$$

For the means of relative control as controlling device used comparator with an analog-digital converter. Control signal is fed directly to a microprocessor port. This program includes the analysis of much smaller teams. As a result, the device performance mainly depends on the time of converting quadratic detector. In this case, can be written as:

$$t_{p,r} = \sum_{i=1}^n t_{ic,i} + t_f + t_{cp} + T_m + T_t \sum_{i=1}^m k_i + 2t_{rec} + t_{disp}.$$

Tool spectral control uses the same digital components for pre-amplification. Basic signal processing is performed in software using digital filtering algorithm, so the time of output controlling result for this method can be written as follows:

$$t_{p,s} = \sum_{i=1}^n t_{ic,i} + (t_s + t_{sp} + t_r + 2t_{rec} + T_t \sum_{i=1}^m k_i + t_{d,f})N + t_{co} + t_{s,l} + 2t_{rec} + t_e + t_{disp}.$$

where $t_{d,f}$ – time signal processing of digital filter.

Control of EP by the level of LF noise is carried out in the entire range of manifestations of noise. Therefore, for low-frequency the controlling time will depend on the time averaging root-mean-square detector and the sampling frequency. Graphs of dependence of the output result controlling time to the frequency at which the noise parameter is measured is shown in Fig. 1.

As can be seen from the graphics, most time of the results controlling is a means for direct control and at lower bandwidth is about 30 seconds. For means of relative control the time of the operation controlling is two orders smaller and at lower bandwidth is about 1 second. For the means for spectral control processing results are up to 5 s for the smallest possible frequency sampling and for measurements on the same frequency band.

Conclusion

Thus, the feature of analysis in this paper is to determine the time controlling, which is set by the moment from the beginning of the research to the moment when the result "suitable" or "unsuitable" is being displayed. It is granted pre-defined control limits or limits which are based on mathematical models. If borders are unknown to the party products, then the definition of controlling increases in proportion to the studied sample.

It has also been evaluated for time-consuming operations control for three types of funds. As a result of the research it was found that the time of control for low frequencies, most will be affected by time averaging the rms detector especially for the frequency range below 40 Hz, where the modern products observed their main manifestation of LF noise, the sampling frequency and time of operations for processing data sets, the amount of which depends on the probability of establishing the required value control.

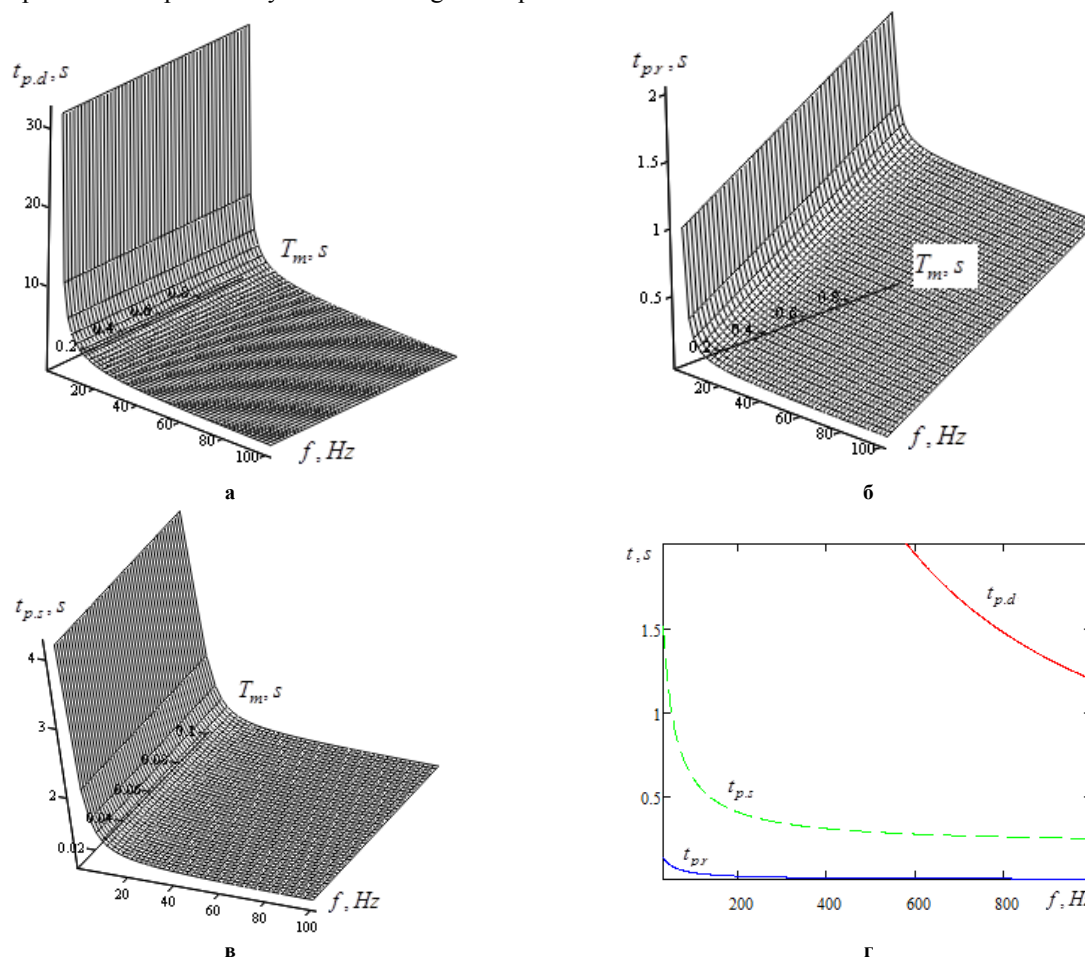


Fig. 1. Dependence of the controlling time to the noise frequency and the period of the measurement for: a) for means of direct control; b) for means of relative control; c) for means of spectral control; d) in general

References

1. Michalevskiy D.V. Metod bezposeredn'oho prohnzuvannya nadiynosti vyrobiv elektronnoyi tekhniki za rivnem NCh shumu / D.V. Michalevskiy, V.M. Kuchak // Vymiryuval'na ta obchyslyuval'na tekhnika v tekhnologichnykh protsesakh. – 2008. – # 1. – S. 196-203.
2. Podzharenko V.O. Vymiryuvannya i kompyuterno-vymiryuval'na tekhnika / V.O. Podzharenko, V.V. Kukharchuk. – K.: UMK VO, 1991. – 240 s.
3. Michalevskiy D.V. Metod vidnosnogo prohnzuvannya nadiynosti vyrobiv elektronnoyi tekhniki za rivnem NCh shumu / D.V. Mykhalevs'kyy, V.M. Kuchak // Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu. – 2009. – # 5. – S. 141-146.
4. Michalevskiy D.V. Metod spektral'nogo prohnzuvannya nadiynosti vyrobiv elektronnoyi tekhniki za rivnem NCh shumu / D.V. Mykhalevs'kyy, V.M. Kuchak // Vymiryuval'na ta obchyslyuval'na tekhnika v tekhnologichnykh protsesakh. – 2008. – # 2. – S. 196-203.

Література

1. Михалевський Д.В. Метод безпосереднього прогнозування надійності виробів електронної техніки за рівнем НЧ шуму / Д.В. Михалевський, В.М. Кичак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2008. – № 1. – С. 196-203.
2. Поджаренко В.О. Вимірювання і комп'ютерно-вимірювальна техніка / В.О. Поджаренко, В.В. Кухарчук. – К.: УМК ВО, 1991. – 240 с.
3. Михалевський Д.В. Метод відносного прогнозування надійності виробів електронної техніки за рівнем НЧ шуму / Д.В. Михалевський, В.М. Кичак // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 5. – С. 141-146.
4. Михалевський Д.В. Метод спектрального прогнозування надійності виробів електронної техніки за рівнем НЧ шуму / Д.В. Михалевський, В.М. Кичак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2008. – № 2. – С. 196-203.

Рецензія/Peer review : 23.1.2014 р.

Надрукована/Printed : 26.3.2014 р.