

УДК 681.317.72

Ж.М. Паляничко,
В.В. Літвіх, д-р техн. наук

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНОЇ НАПРУГИ ЗІ ВЗАЄМО-ЗВОРТНИМИ КВАДРАТОРАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ЗБОРУ ДАНИХ NATIONAL INSTRUMENTS PCI 6221

Для лінеаризації змінної напруги в різних засобах виміральної техніки, а особливо у вольтметрах, використовуються лінійні перетворювачі середньоквадратичної напруги. В даній роботі проведено дослідження залежності похибки нелінійності лінійного перетворювача середньоквадратичної напруги від коефіцієнта підсилення підсилювача постійного струму з використанням багатофункціонального пристрою збору даних National Instruments PCI 6221.

Ключові слова: лінійний перетворювач середньоквадратичної напруги, змінна напруга, похибка нелінійності.

Zh.M. Palianychko,
V.V. Litvih, ScD.

INVESTIGATION OF A LINEAR RMS VOLTAGE CONVERTER WITH MUTUALLY INVERSE QUAD UNITS USING NATIONAL INSTRUMENTS MULTIFUNCTION DATA ACQUISITION DEVICE PCI 6221

For the linearization of the AC voltage in a variety of measuring instruments and especially in the voltmeters, use linear RMS voltage converter. In this paper was provided research of the dependence of the nonlinearity error linear RMS voltage converter from coefficient of amplification DC amplifier using National Instruments multifunction data acquisition device pci 6221.

Keywords: linear rms voltage converter, alternative voltage, nonlinearity error.

Ж.Н. Паляничко,
В.В. Литвих, д-р техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ СО ВЗАИМНО-ОБРАТНЫМИ КВАДРАТОРАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА СБОРА ДАННЫХ NATIONAL INSTRUMENTS PCI 6221

Для линейризации переменного напряжения в различных средствах измерительной техники, а особенно в вольтметрах, используются линейные преобразователи среднеквадратического напряжения. В данной работе проведено исследование зависимости погрешности нелинейности линейного преобразователя среднеквадратического напряжения от коэффициента усиления усилителя постоянного тока с использованием многофункционального устройства сбора данных National Instruments PCI 6221.

Ключевые слова: линейный преобразователь среднеквадратического напряжения, переменное напряжение, погрешность нелинейности.

Для вимірювання змінної напруги (ЗН) зазвичай використовуються перетворювачі ЗН в постійну за середньоквадратичним параметром. Таким чином для перетворення ЗН в постійну в різних засобах виміральної техніки, а особливо у вольтметрах, використовуються лінійні перетворювачі середньоквадратичної напруги. Серед різних видів лінійних перетворювачів найбільш широкого використання набули лінійні перетворювачі середньоквадратичної напруги зі взаємозворотними квадраторами [1].

Спрощену принципову схему лінійного перетворювача середньоквадратичної напруги

зі взаємозворотними квадраторами показано на рис. 1.

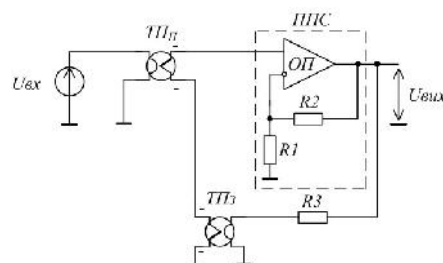


Рис. 1. Принципова схема ЛПСКН зі взаємозворотними квадраторами: ТПп – ТПз квадратори відповідно прямий та зворотний термоперетворювачі; ОП – операційний підсилювач; ППС – підсилювач постійного струму

Перетворений сигнал подається на підігрівач прямого термоперетворювача ТПп. В обернений зв'язок ППС увімкнений зворотний термоперетворювач ТПз. При достатньо великому коефіцієнті підсилення ППС функція перетворення ЛПСКН буде лінійною з точністю до малої величини δ .

Математичною моделлю реальної характеристики ЛПСКН є функція [4]

$$f_R(x) = \left[\frac{\left(\alpha_{II} x^{n_{II}} \alpha_3^{1/n_3} K_{II} \beta - \left(\alpha_{II} x^{n_{II}} \right)^{1/n_3} \right)}{\alpha_3^{(1+n_3)/n_3} K_{II} \beta^{1+n_3}} \right]^{1/n_3}$$

$$x \in [x_{II}, x_K]$$

де α_{II} , α_3 – коефіцієнти передачі відповідно прямого та зворотного квадраторів; n_{II}, n_3 – показники ступеня характеристики перетворення прямого та зворотного квадраторів; K_{II} – коефіцієнт підсилення підсилувача постійної напруги; β – коефіцієнт передачі подільника напруги.

Для компенсації систематичних складових адитивної та мультиплікативної похибки ЛПСКН його характеристики перетворення (ХП) настроюють шляхом поєднання реальної ХП $f_R(x)$ з ідеальною $f_I(x) = x$ у двох точках, наприклад, з координатами $x_{T1} = 1$, $y_{T1} = 1$ та $x_{T2} = 0,1$, $y_{T2} = 0,1$ [3]. Для настроювання на вхід ЛПСКН від джерела опорної напруги по черзі подають дві опорні напруги, істинні значення яких мають відповідати початковому x_{II} та кінцевому x_K значенням діапазону перетворень перетворювача. Змінюють значення коефіцієнт передавання подільника напруги β та величину z , змінюють так, щоб при $x = x_K = 1$ вихідна величина $y = f_R(x_K) = 1$, а при $x = x_{II} = 0,1$ – $y = f_R(x_{II}) = 0,1$. Значення β_K та z_K можна знайти, розв'язавши систему рівнянь

$$\begin{cases} (1 + z_K - \beta_K^{n_3}) \cdot K = 1; \\ (d^{n_{II}} + z_K - d^{n_3} \cdot \beta_K^{n_3}) \cdot K = d. \end{cases}$$

де $d = x_{II} / x_K = 0,1$ або $d = x_{II} / x_K = 0,3$.

В наслідок компенсації систематичних складових адитивної та мультиплікативної

похибок ЛПСКН скомпенсована ХП описується виразом виду

$$f_C(x) = \left[\left(\alpha_{II} (x^{n_{II}} + z_K) \alpha_3^{1/n_3} K_{II} \beta_K - \left(\alpha_{II} (x^{n_{II}} + z_K) \right)^{1/n_3} \right) / \alpha_3^{(1+n_3)/n_3} K_{II} \beta_K^{1+n_3} \right]^{1/n_3}$$

$$x \in [x_{II}, x_K].$$

Некомпенсованою залишається систематична складова похибки нелінійності, яка визначається виразом

$$\Delta_{HC}(x) = f_C(x) - f_I(x), \quad x \in [x_{II}, x_K].$$

Проаналізувавши залежність похибки нелінійності Δ_{HC} від коефіцієнта K підсилення ППС, отримаємо результати, які наведено на рис. 2.

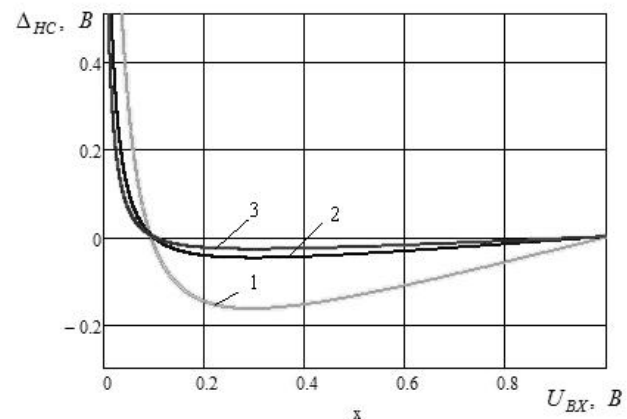


Рис. 2. Графіки відносної похибки нелінійності $(\Delta_{HC} / x_K)100\%$ при $K_1 = 150$ (1), $K_2 = 500$ (2), $K_3 = 850$ (3), та $n_{II} = n_3 = 2,1$

Аналізуючи графіки, можна зробити висновок, що при однакових значеннях показників ступеня характеристики перетворення прямого та зворотного квадраторів $\Delta n = n_{II} - n_3 \equiv 0$ похибка нелінійності залежить від коефіцієнта K ППС. Причому чим більший коефіцієнт підсилення K , тим менше похибка нелінійності, тобто похибка нелінійності зменшується прямо пропорційно збільшенню коефіцієнта підсилення K ППС.

Для спрощення процесу дослідження ЛПСКН було створено систему для вимірювання постійної та змінної напруги за допомогою засобів National Instruments, а

саме за допомогою системи збору інформації DAQ.

Ця система дає змогу аналізувати результати вимірювання за допомогою комп'ютера, а також синхронізувати дані з комп'ютерними для подальшого їх аналізу. Система збору даних складається з таких основних елементів апаратної частини: ЛПСКН, термінальний блок (коннекторний блок) та пристрій збору даних (рис.3).

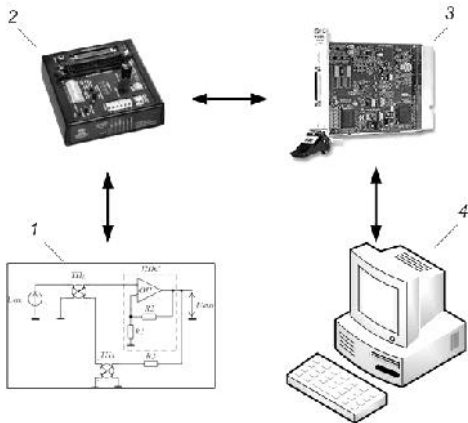


Рис. 3. Система збору даних:

1 – ЛПСКН; 2 – термінальний вузол DAQ Signal Accessory; 3 – пристрій збору даних фірми National Instruments ; 4 – ПК

Коннекторний блок DAQ Signal Accessory – це блок, який використовується для досліджень пристроїв збору даних. Як пристрій збору даних застосували багатифункціональну вимірювальну плату National Instruments PCI-6221, яка містить вмонтований 16 розрядний ЦАП та АЦП [2]. В даній системі використовуються два аналогові входи (для вимірювання вхідної та вихідної напруги ЛПСКН) та один аналоговий вихід – для генерації вхідної напруги ЛПСКН від 0 до 10 В.

Спрощена структурна схема макета зображена на рис. 4.

Під час проектування фронтальної панелі приладу, зроблено акцент на зручність використання. Для роботи програми потрібно встановлене на ПК програмне забезпечення LabVIEW фірми National Instruments. На фронтальній панелі розташовані такі елементи, як: графіки залежності вихідної величини від вхідної при різних значеннях коефіцієнта підсилення ППС – K , графіки

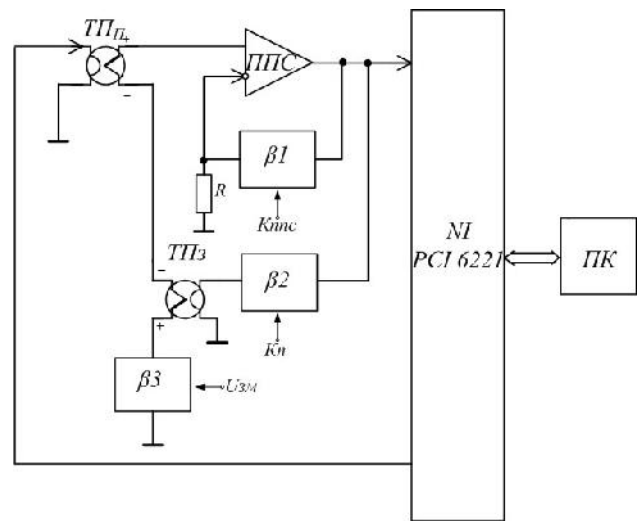


Рис. 4. Спрощена структурна схема макета

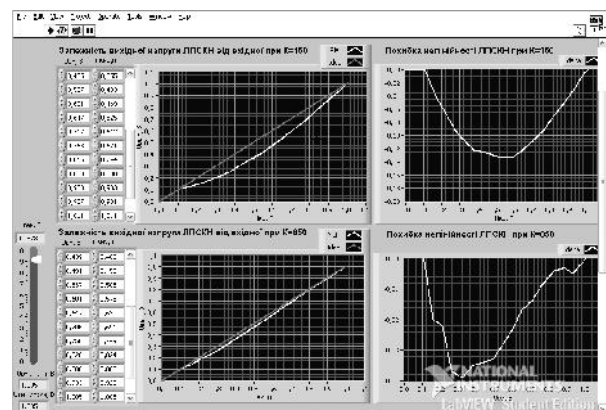


Рис. 5. Результати дослідження ЛПСКН при $K=150$ та при $K=850$

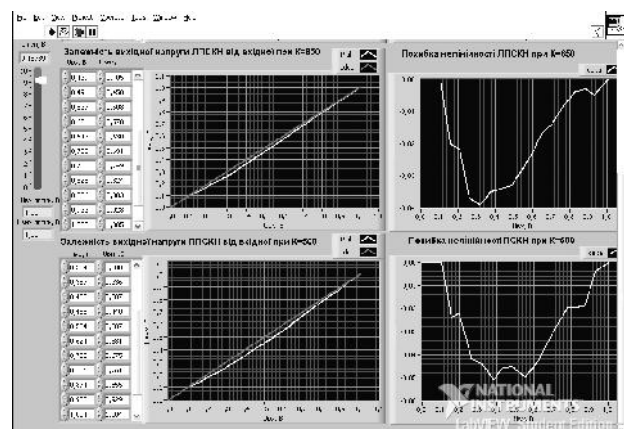


Рис. 6. Результати дослідження ЛПСКН при $K=850$ та $K=850$

похибки нелінійності ЛПСКН для різних значень коефіцієнта підсилення, та три таблиці значень вхідної та вихідної напруг, які заносяться при дослідженні ЛПСКН після його налаштування, тобто після здійснення компенсації реальної характеристики) (рис. 5 і 6).

Таким чином, можна зробити висновок, що, дійсно, похибка нелінійності ЛПСКН залежить від коефіцієнта K ППС, що доведено не лише теоретично з використанням програмного середовища Mathcad, а й практично завдяки використанню апаратного та програмного забезпечення фірми National Instruments.

Список використаної літератури

1. Волгин Л. И. Линейные электрические преобразователи для измерительных приборов и систем / Л. И. Волгин – М.: Сов. радио, 1971. – 334с.

2. Линдваль В. Р. LabVIEW для радиоинженера. От виртуальной модели до реального прибора / В. Р. Линдваль, Г. И. Щербakov, Ю. К. Евдокимов. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 400 с.

3. Литвих В. В. Исследование метода мультипликативной коррекции погрешностей и разработка преобразователей переменного напряжения на его основе [автореферат. Диссертация. Канд. технич. наук] / В. В. Литвих. – К.: 1974. – 32 с.

4. Литвих В. В. Разработка методов коррекции характеристики преобразования измерительного канала и реализация на их основе широкополосных вольтметров среднеквадратического напряжения / В. В. Литвих – К.: 1999. – 354 с.

Отримано 15.05.2012

References

1. Volgin L. I. Linear electric converters for measuring instrument and systems / L. I. Volgin. – Moscow: Soviet radio, 1971. – 334 p. [in Russian].

2. Lindval V. R. LabVIEW for radio engineer. From the virtual model to the real device / V. R. Lindval, G. I. Scherbakov, Y. K. Evdokimov. – Moscow: DMK Press, 2007. – 400 p. [in Russian].

3. Litvih V. V. Research the method of the multiplicative correction errors and the development of the alternating voltage converters at its base. [synopsis. Dissertation. PhD.] / V. V. Litvih. – Kiev: 1974 – 32 p. [in Russian].

4. Litvih V. V. Development of the conversion characteristic correction methods of the measuring-channel and realization at its base wideband RMS voltmeters / V. V. Litvih. – Kiev: 1999. – 354 p. [in Russian].



Паляничко
Жанна Миколаївна,
аспірантка каф. автоматизації
експеримент. досліджень
Нац. техніч. ун-ту України
«Київський політехнічний
інститут».
Тел. 098-718-00-51. E-mail:
Zhanna_Kosharna@ukr.net.



Літвіх Віктор Вікторович,
д.т.н., проф. каф. автоматизації
експеримент. досліджень
Нац. техніч. ун-ту
України «Київський політехнічний
інститут».
Тел. (044) 454-98-93.
E-mail: litvikh@aer.ntu-
kpi.kiev.ua