

Artur SZCZĘSNY

INSTYTUT SYSTEMÓW INŻYNIERII ELEKTRYCZNEJ POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ,
ul. Stefanowskiego 18/22, 90-925 Łódź

Wpływ temperatury pracy na właściwości metrologiczne elektronicznych przekładników prądowych z uwzględnieniem właściwości rdzenia magnetycznego

Dr inż. Artur SZCZĘSNY

Artur Szczesny uzyskał stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej w 2008 roku. Jest adiunktem w Instytucie Systemów Inżynierii Elektrycznej Politechniki Łódzkiej. Jego zainteresowania naukowe dotyczą właściwości metrologicznych przetworników pomiarowych.



e-mail: artur.szczesny@p.lodz.pl

Streszczenie

W przekładnikach elektronicznych strumień magnetyczny wytworzony przez przewód z prądem pierwotnym jest skupiany w rdzeniu magnetycznym i mierzony przez czujnik Halla umieszczony w szczelinie tego rdzenia, poprzecznie do linii sił pola magnetycznego. Na właściwości metrologiczne wymienionych układów ma przede wszystkim wpływ materiał używany do konstrukcji obwodu magnetycznego przekładnika, jego konstrukcja oraz wpływ zmiany parametrów elementów półprzewodnikowych [1]. W artykule przedstawione zostały wyniki oraz wnioski z przeprowadzonych badań laboratoryjnych, obrazujących wpływ termicznych zmian wymiarów geometrycznych rdzenia magnetycznego na właściwości metrologiczne elektronicznych przekładników prądowych, pracujących w pętli zamkniętej.

Słowa kluczowe: rdzeń magnetyczny, temperatura pracy, dokładność przetwarzania.

The influence of operating temperature on metrological properties of electronic current transducers, including the magnetic core

Abstract

Electronic transducers are used for measurements of variable, distorted, pulsed currents with galvanic isolation between the primary (power) and secondary (electronic systems) circuit. The operation of these systems is based on measurement of the magnetic field generated around the cable with a measured current, without power consumption from the primary circuit. For this purpose, the magnetic flux generated by the primary current, concentrated in the magnetic core, is compensated and a Hall effect sensor located in the gap of the core across to the force lines of the magnetic field determines the level of compensation. The metrological parameters of these systems are, first of all, dependent on the properties of the material used for construction of the transducer magnetic circuit and geometrical dimensions of the core [1]. The paper presents the results and conclusions of the laboratory research demonstrating the effect of thermal changes of magnetic core dimensions on the metrological parameters of electronic current transducers working in closed loop. Increase in the temperature influences the accuracy of converting the signals by electronic transformers, because it causes the changes of the magnetic core properties and the operating point of the electronic circuits used in a negative feedback loop.

Keywords: magnetic core, operating temperature.

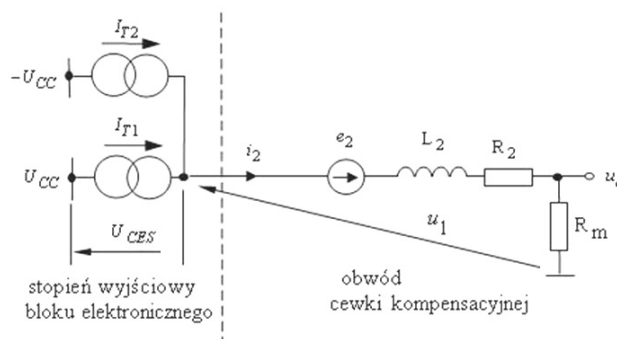
1. Wstęp

Celem opracowania jest zbadanie wpływu temperatury otoczenia na dokładność przetwarzania prądu przez elektroniczne przekładniki prądowe pracujące w pętli zamkniętej, w podwyższonej temperaturze otoczenia. Według autora, w wielu urządzeniach takich jak przetwornice samochodowe, układy sterowania napędu

i układy energoelektroniczne, w których używane są przekładniki elektroniczne może panować temperatura powyżej +85 °C. Oznacza to, że przekładniki te pracują w temperaturze wyższej niż zadeklarowane przez producentów warunki eksploatacji. Powoduje to konieczność doboru układów pomiarowych prądu o bardzo dobrych właściwościach statycznych, a przede wszystkim dynamicznych, pracujące stabilnie z założoną dokładnością w szerokim zakresie temperatur [1, 2]. Jako obiekt badań wybrano przekładniki elektroniczne z serii LA 55 ponieważ ich konstrukcja umożliwia demontaż obudowy i umieszczenie czujników temperatury w charakterystycznych punktach układu [1]. Dzięki temu można było monitorować dynamiczne zmiany oraz czas ustalania się temperatury pracy.

2. Budowa obwodu magnetycznego przekładnika elektronicznego

Dla sygnału przemiennoprądowego schemat zastępczy przekładnika powinien uwzględniać indukcyjność uzwojenia wtórnego – tzn. indukcyjność L_2 (rys. 1) [1].



Rys. 1. Schemat zastępczy obwodu kompensującego przekładnika elektronicznego przy przetwarzaniu sygnałów przemiennych [1]

Fig. 1. Equivalent diagram of the compensating circuit of an electronic transformer for alternating signals processing [1]

Źródło prądowe I_{T1} odwzorowuje tranzystor mocy T_1 , zaś źródło I_{T2} tranzystor mocy T_2 . Szeregowe połączenie L_2 , R_2 oraz e_2 tworzy schemat zastępczy uzwojenia kompensującego strumień pierwotny w rdzeniu przekładnika. Po uwzględnieniu reaktancji obwodu wtórnego przekładnika, wartość napięcia wyjściowego dla sygnału zmiennoprądowego wyznacza się z zależności

$$U_1 = U_{CC} - U_{CE} = I_{1n} \cdot Z_W \cdot \frac{z_1}{z_2} = I_{1n} \cdot \left(\sqrt{\omega L_2^2 + (R_2 + R_m)^2} \right) \cdot \frac{z_1}{z_2} \quad (1)$$

gdzie: U_1 - oznacza maksymalną wartość sygnału wyjściowego, elektronicznego bloku przekładnika, U_{CC} , U_{CE} - oznaczają odpowiednio wartość napięcia kolektorowego oraz spadek napięcia na tranzystorze T_1 lub T_2 , wzmacniacza mocy, U_{CES} - Spadek napięcia na nasyconym tranzystorze, Z_W - impedancja obwodu wtórnego przekładnika, z_1, z_2 - liczba zwojów uzwojenia pierwotnego i wtórnego przekładnika, I_{1n} - jest nominalną wartością skuteczną prądu przetwarzanego, R_2 - jest rezystancją uzwojenia kompensującego (wtórnego) o liczbie zwojów z_2 , L_2 - jest indukcyjnością uzwojenia kompensującego, R_m - oznacza rezystancję pomiarową.

Występująca w tym schemacie indukcyjność L_2 , dla rdzenia ze szczeliną wykonanych z materiału nanokrystalicznego, amorficznego lub peramloyu, wyznaczyć można na podstawie [3]:

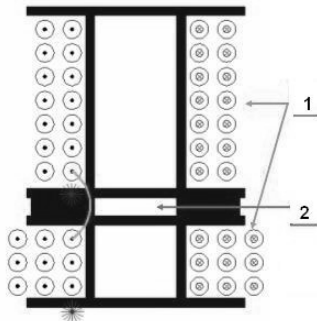
$$L_2 = \frac{z_2^2}{\frac{l_{Fe}}{\mu_{Fe}\mu_0 S_0} + \frac{\delta}{\mu_0 S_0}} \approx \frac{z_2^2 \cdot \mu_0 \cdot S_0}{\delta} \quad (2)$$

gdzie: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$ - przenikalność magnetyczna próżni,

S_0 - pole powierzchni przekroju poprzecznego szczeliny powietrznej, δ - długość szczeliny powietrznej, l_{Fe} - średnia droga strumienia w rdzeniu, μ_{Fe} - względna przenikalność magnetyczna materiału rdzenia.

Zgodnie z zależnością (2) indukcyjność cewki kompensacyjnej L_2 , jest zależna jedynie od wymiarów geometrycznych rdzenia przekładnika. Jej wartość nie zależy od wartości płynącego prądu ani od jego częstotliwości.

Analiza wymiarów geometrycznych rdzenia magnetycznego zbudowanego z pakietowanych blach [1] oraz znajomość przebiegu quasi-statycznej pętli histerezy materiału rdzenia magnetycznego, pozwoliła na przeprowadzenie analizy symulacyjnej parametrów obwodu magnetycznego i jego wpływu na właściwości metrologiczne przekładnika. Jako środowisko do symulacji został wybrany program FEMM 2D. Uzwojenie kompensacyjne przekładników elektronicznych wykonane jest w postaci dwóch cewek Helmholtza [1], dzięki czemu uzyskuje się równomierny rozkład pola w szczelinie powietrznej niezależnie od częstotliwości przetwarzanego prądu. Jednorodne pole w całej objętości szczeliny powietrznej gwarantuje dokładny pomiar indukcji magnetycznej za pomocą czujnika Halla. Budowę uzwojenia kompensacyjnego przekładnika elektronicznego pracującego w pętli zamkniętej, z zaznaczonymi przez czerwone gwiazdki początkami cewek, przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Budowa cewki kompensacyjnej. (1 - uzwojenie kompensacyjne, 2 - szczelina powietrzna z czujnikiem Halla)

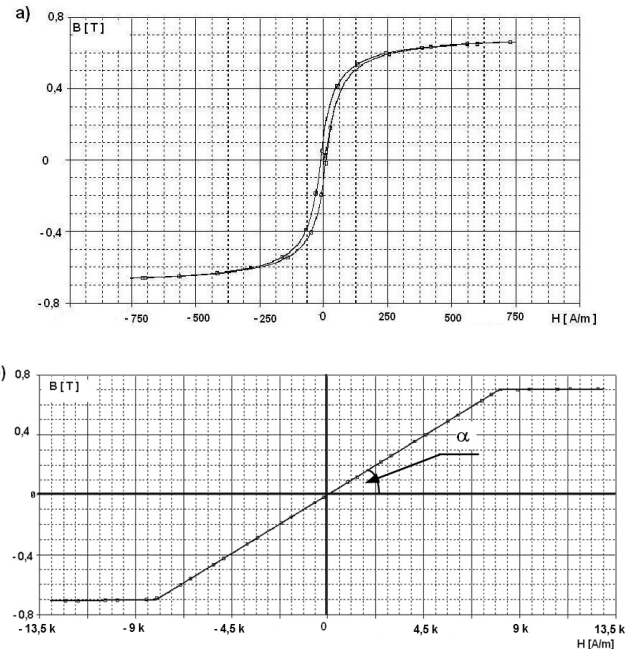
Fig. 2. Structure of the compensation coil. (1 - compensating winding, 2 - air gap with a Hall sensor)

Obecność szczeliny powietrznej wpływa także na kształt pętli histerezy rdzenia magnetycznego. Obserwuje się, bowiem liniowy przebieg zależności $B=f(H)$ w pewnym obszarze H [1], w odróżnieniu od rdzenia o takich samych wymiarach geometrycznych bez szczeliny powietrznej. Szczelina powietrzna w rdzeniu powoduje również zmniejszenie względnej przenikalności zastępczej obwodu magnetycznego. Względna przenikalność zastępczą μ_z można obliczyć z zależności (3) [1, 3]:

$$\mu_z = \frac{1}{\frac{1}{\mu_r} + \frac{\delta}{l_{Fe}}} \quad (3)$$

gdzie: μ_r - przenikalność względna materiału rdzenia, δ , l_{Fe} - długość szczeliny powietrznej oraz długość drogi strumienia magnetycznego w rdzeniu.

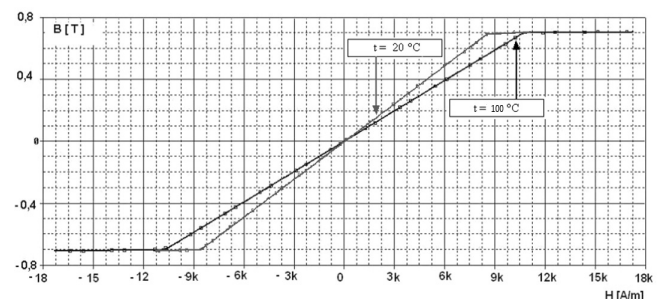
Przebieg pętli histerezy dla rdzenia magnetycznego, stosowanego w przekładnikach prądowych typu LA55 oraz typu LA 25 NP wspomaganych elektronicznie, przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Przebieg pętli histerezy rdzenia magnetycznego wykorzystywanego w przekładnikach z serii LA 55: a) bez szczeliny powietrznej, b) ze szczeliną 1,2mm

Fig. 3. The hysteresis loop of the magnetic core used in transducers LA 55: a) without an air gap, b) with a gap of 1.2 mm

Zdaniem autora, w wyniku tolerancji szczeliny powietrznej magnetycznego rdzenia powstającej przez rozszerzanie i kurczenie się rdzenia ze zmianami temperatury powstawać będzie różnica w nachyleniu krzywej magnesowania rdzenia. Wynika stąd, że wraz ze zmniejszaniem się wartości kąta α , o której decydują parametry rdzenia, będzie następował wzrost tłumienia sygnału wejściowego przez przekładnik w funkcji częstotliwości. Wpływ temperaturowych zmian wymiarów geometrycznych szczeliny powietrznej i ich wpływ na przebieg krzywej magnesowania rdzenia przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Symulacja wpływu zmian wymiarów szczeliny powietrznej na przebieg krzywej magnesowania rdzenia magnetycznego wykorzystywanego w przekładnikach z serii LA 55 dla temperatury 20°C oraz 100°C

Fig. 4. Simulation results of the influence of changes of the air gap dimensions on the magnetization curve of the magnetic core used in transducers LA 55 at 20 °C and 100 °C

3. Badanie wpływu temperatury otoczenia na właściwości metrologiczne przekładników pracujących w pętli zamkniętej

W celu dokładnej oceny wpływu temperatury na właściwości metrologiczne przekładnika dostosowano układ pomiarowy będący przedmiotem zastrzeżenia patentowego [4]. W układzie zastosowano programowane źródło napięcia z serii CHROMA 61500, a przekładnik znajdował się w komorze temperaturowej KBC G65 (rys. 5) [5].

W systemie pomiarowym przedstawionym na rys. 5 oscyloskop wykorzystany jest do pomiaru częstotliwości prądu pierwotnego i_1 badanego przetwornika oraz do wyznaczania przesunięcia fazowego pomiędzy prądem wtórnym i_2 i pierwotnym i_1 . Interfejs wyjściowy oscyloskopu wyposażony jest w przetwornik analogowo – cyfrowy o rozdzielczości 8 bitów. Multimetr laboratoryjny wyznacza wartość skuteczną napięcia proporcjonalnego do prądu wtórnego i_2 występującego na oporniku R_m obciążającym wyjście tego przetwornika. W systemie pomiarowym, źródłem pierwotnego prądu wzorcowego jest programowalne źródło napięcia CHROMA 61500. Może ono wytwarzać przy wykorzystaniu wbudowanego źródła sygnału, prądowe i napięciowe przebiegi sinusoidalne i odkształcone oraz wzmacniać sygnały których przebieg określa zewnętrzny generator sygnałów arbitralnych typu HM 8131-2. Wymuszenie, przez ten generator sygnału wyjściowego źródła pozwala na badanie, w systemie, właściwości przekładników także przy odkształconym sygnale testującym w szerszym zakresie częstotliwości niż przy zastosowaniu generatora wbudowanego w źródło. Wymaganą do wyznaczenia charakterystyk częstotliwościowych wartość skuteczną I_1 prądu pierwotnego, określa nastawa wzmocnienia źródła CHROMA. W układzie z rys. 5, możliwe jest wyznaczenie punktów charakterystyki amplitudowej w funkcji częstotliwości. Dla charakterystyki amplitudowej wartość pojedynczego punktu charakterystyki wyznaczamy z zależności:

$$A_{1k} = 20 \cdot \log \left(\frac{I_{2k}}{\mathcal{G} \cdot I_{1k}} \right) \quad (4)$$

Niepewność złożoną dla pojedynczego punktu charakterystyki amplitudowej (dla k -tej wartości częstotliwości), wyznaczanego za pomocą systemu pomiarowego opisuje zależność (5), [1]:

$$u_{cA_{1k}} = \sqrt{\left(\frac{\partial A_{1k}}{\partial I_{2k}} \cdot u_{cI_{2k}} \right)^2 + \left(\frac{\partial A_{1k}}{\partial I_{1k}} \cdot u_{cI_{1k}} \right)^2 + \left(\frac{\partial A_{1k}}{\partial \mathcal{G}} \cdot u_{c\mathcal{G}} \right)^2} \quad (5)$$

Po uwzględnieniu przekładni zwojowej \mathcal{G} zależność 5 przyjmie postać:

$$u_{cA_{1k}} = \sqrt{\left(\frac{1}{\mathcal{G} \cdot I_{1k}} \cdot u_{cI_{2k}} \right)^2 + \left(\frac{I_{2k}}{\mathcal{G} \cdot I_{1k}^2} \cdot u_{cI_{1k}} \right)^2 + \left(\frac{I_{2k}}{\mathcal{G}^2 \cdot I_{1k}} \cdot u_{c\mathcal{G}} \right)^2} \quad (6)$$

gdzie: $u_{cI_{2k}}$, $u_{cI_{1k}}$, $u_{c\mathcal{G}}$ - niepewności złożone wyznaczenia wartości skutecznej prądu wtórnego, pierwotnego i przekładni znamionowej badanego przekładnika, k - oznacza kolejny krok przyrostu wartości częstotliwości sygnału testującego, A_{1k} - oznaczają punkt prądowej charakterystyki przetwarzania oraz punkt charakterystyki błędu prądowego i fazowego dla k -tego przyrostu częstotliwości sygnału testującego, $\mathcal{G} = z_1/z_2$ - oznacza przekładnię badanego przekładnika (z_1 , z_2 - odpowiednio liczba zwojów uzwojenia pierwotnego oraz liczba zwojów uzwojenia kompensującego strumień w rdzeniu ferromagnetycznym), I_{1k} - oznacza, uzyskaną za pomocą źródła Chroma wartość skuteczną prądu pierwotnego przekładnika badanego, ($I_{1k} = \text{const.}$ dla całego cyklu pomiarowego), I_{2k} - oznacza wartość skuteczną prądu wyjściowego ww. przekład-

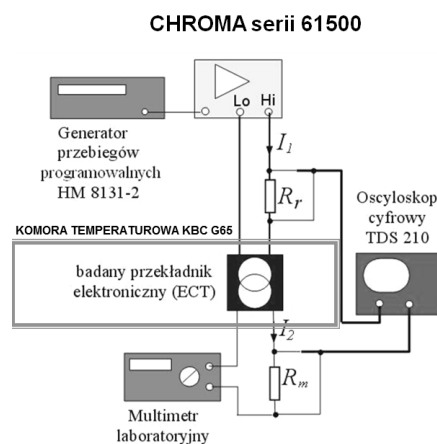
nika, po k -tym przyroście wartości częstotliwości prądu pierwotnego, mierzoną przez multimetr laboratoryjny.

Podczas pracy, wzrost temperatury wewnętrznej układu jest spowodowany głównie przez konwekcyjną wymianę ciepła z otoczeniem, lecz należy również wziąć pod uwagę wewnętrzne źródła ciepła, które dla przekładnika LA55 stanowią [6, 7]:

- tranzystory regulacyjne prądu uzwojenia wtórnego;
- uzwojenie wtórne przekładnika;
- wzmacniacz sygnału hallotronu.

Całkowity strumień ciepły generowany w przekładniku obciążonym prądem pierwotnym 50 A i pracującym w temperaturze otoczenia 85°C, zasilanym napięciem ± 15 V, ma wartość około 2,6 W.

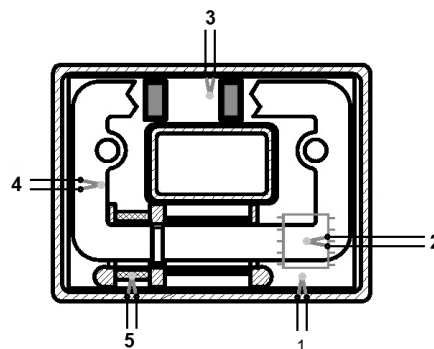
Ze względu na małe wymiary całego przekładnika i jego podzespołów można przyjąć, że przepływ ciepła w jego wnętrzu odbywa się na drodze przewodzenia.



Rys. 5. Układ do sprawdzania dokładności elektronicznych przekładników prądowych z rdzeniem ferromagnetycznym dostosowany do badania wpływu temperatury na ich właściwości metrologiczne

Fig. 5. The system for checking the accuracy of electronic current transducers with ferromagnetic core adapted to testing the influence of temperature on their metrological properties

Do obudowy przekładnika wprowadzono czujniki temperatury w postaci termoelementów NiCr-NiAl (typu K). Dzięki temu możliwe było monitorowanie temperatury pracy przekładnika w funkcji temperatury otoczenia. Rozmieszczenie czujników w strukturze przekładnika LA 55P przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Rozmieszczenie czujników temperatury w strukturze przekładnika LA 55P [5]

Fig. 6. Location of temperature sensors in the structure of the transducer LA 55P [5]

Odpowiednie rozmieszczenie czujników pozwoliło na odczyt temperatury elementów układu przy zmianie temperatury otoczenia.

W badaniach przyjęto monitorowanie temperatury w punktach jak na rysunku 6:

1. ustalonej w obudowie układu
2. wzmacniacza sygnału hallotronu
3. tranzystorów sterujących pętlą sprzężenia zwrotnego
4. rdzenia ferromagnetycznego
5. uzwojenia kompensacyjnego

Wartości zadawanej temperatury otoczenia oraz ustalonej temperatury pracy przekładnika przedstawiono w tabeli 1 [5].

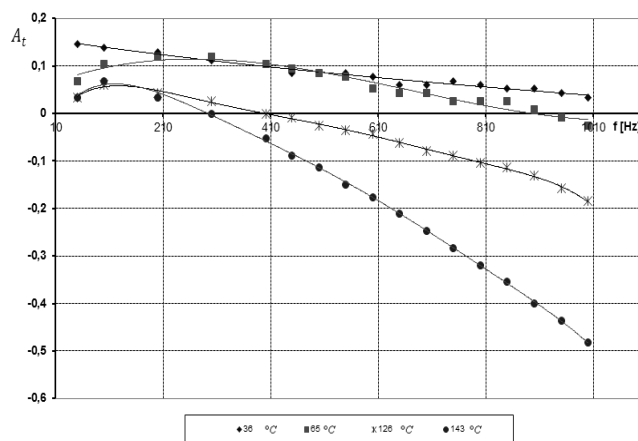
Tab. 1. Warunki pracy układu
Tab. 1. Operating conditions of the transducer

Temperatura otoczenia, °C	Temperatura pracy przekładnika (temperatura w obudowie przekładnika termoelement nr 1), °C	Czas ustalania temperatury układu, min
25	36	10
65	65	20
85	87	22
105	106	25
125	126	25
145	143	26

Temperatura pracy przekładnika nie jest zatem jednoznaczna z temperaturą otoczenia. Jako temperaturę pracy należy przyjmować ustabilizowane warunki termiczne w obudowie przekładnika, a co za tym idzie należy właśnie je uwzględnić przy określaniu wpływu parametrów środowiska na właściwości metrologiczne przekładnika. Wartości temperatury ustalonej w obudowie przekładnika pokazują, że należy rozgraniczać pojęcie temperatury otoczenia i temperatury pracy układu szczególnie dla temperatur do około 40°C. Przebieg charakterystyki amplitudowej w funkcji temperatury pracy (rys. 7), wykreślonej na podstawie zależności 7, pokazuje ograniczenie pasma pracy przekładnika szczególnie dla wyższych częstotliwości.

$$A_t = 20 \log \left(\frac{I_2(f) \cdot \frac{Z_2}{Z_1}}{I_1(f)} \right) \text{ [dB]} \quad (7)$$

gdzie: $I_1(f)$ – wartość skuteczna prądu pierwotnego o częstotliwości f , $I_2(f)$ – wartość skuteczna prądu wtórnego uzyskana po przetworzeniu prądu pierwotnego $I_1(f)$.



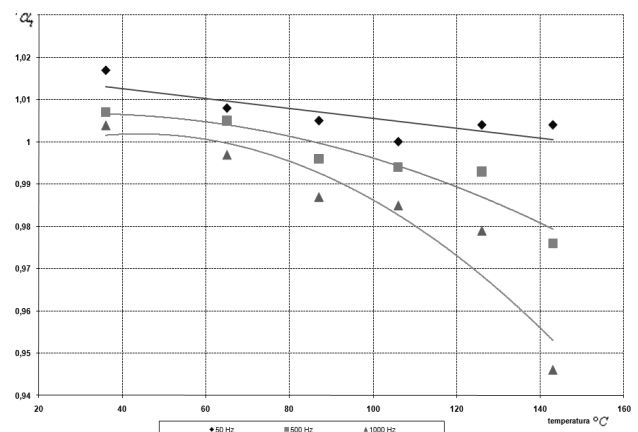
Rys. 7. Charakterystyka amplitudowa przekładnika LA 55P dla wybranych wartości temperatury pracy
Fig. 7. Amplitude characteristics of the LA 55P transducer for selected operating temperature values

Zdaniem autora, największy wpływ na dokładność przekładnika mają zmiany wzmocnienia układu elektronicznego przekładnika. Wpływają na niego zmiany parametrów elementów półprzewodnikowych oraz wymiarów geometrycznych (rozszerzanie się / kurczenie) rdzenia magnetycznego pod wpływem temperatury. Ich oddziaływanie pociąga zatem największy wpływ na wartość temperaturowego współczynnika przetwarzania, który zdefiniowano dla ustalonej częstotliwości f w funkcji temperatury jako [5]:

$$\alpha_t = \frac{I_{2(t)}}{I_{2(N)}} \cdot \frac{I_{1(N)}}{I_{1(t)}} \quad (8)$$

gdzie: $I_{2(t)}$ – wartość prądu wtórnego przekładnika w podwyższonej temperaturze otoczenia t , $I_{2(N)}$ – prąd wtórny przekładnika w znamionowej temperaturze otoczenia (25°C), $I_{1(N)}$, $I_{1(t)}$ – prąd pierwotny przekładnika w znamionowej temperaturze otoczenia (25°C) oraz prąd pierwotny przekładnika w podwyższonej temperaturze otoczenia t (w trakcie badań ustawiane na tą samą wartość).

Wpływ temperatury na współczynnik przetwarzania przekładnika przedstawiono na rysunku 8.



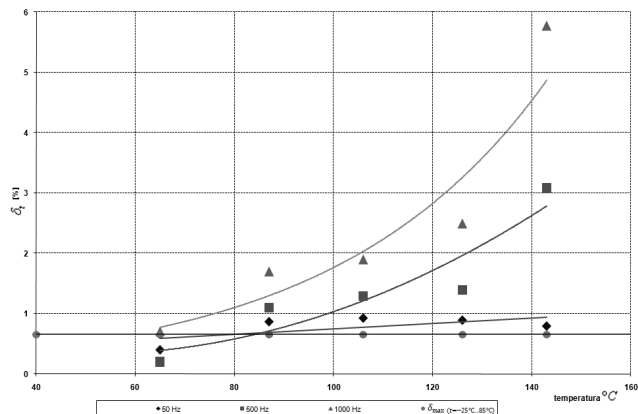
Rys. 8. Wartość współczynnika przetwarzania dla przekładnika LA 55P dla wybranych częstotliwości prądu pierwotnego
Fig. 8. The conversion ratio value for LA 55P transducer for selected frequency of primary current

Zdaniem autora do oceny wpływu temperatury na właściwości metrologiczne przekładnika należy wyznaczyć błąd względny przetwarzania prądu pierwotnego I_1 na wtórny I_2 , odniesiony do ustalonej temperatury pracy w obudowie przekładnika przy znamionowych warunkach otoczenia według zależności 9

$$\delta_t = \frac{I_{2(t)} - I_{2(N)}}{I_{2(N)}} \cdot 100\% \quad (9)$$

gdzie: $I_{2(t)}$ – wartość prądu wtórnego przekładnika w podwyższonej temperaturze otoczenia t , $I_{2(N)}$ – prąd wtórny przekładnika w znamionowej temperaturze otoczenia (25°C).

Zależność ta uwzględnia także wpływ podwyższonej temperatury na całkowitą dokładność przekładnika [6, 7, 8]. Ze względu na pracę przekładnika w zamkniętej pętli sprzężenia, wpływ zmiany parametrów elementów półprzewodnikowych można uznać za pomijalnie mały. Wyniki przedstawiające wartość błędów przetwarzania przedstawiono na rysunku 9.



Rys. 9. Błąd przetwarzania przekładnika LA 55P w odniesieniu do temperatury pracy $t = 36^\circ\text{C}$, dla wybranych częstotliwości prądu pierwotnego

Fig. 9. The conversion error of the LA 55P transducer for the operating temperature $t = 36^\circ\text{C}$, for selected frequencies of the primary current

4. Podsumowanie

Badania przeprowadzone przez autora dowodzą, że temperatura pracy układów przetwarzania prądu stosowanych szczególnie w urządzeniach dużej mocy może znacząco przewyższać dopuszczalną temperaturę pracy deklarowaną przez producenta [6]. Wprowadzany w tych warunkach dodatkowy błąd przetwarzania może znacząco pogarszać właściwości metrologiczne przekładnika i zarazem przewyższać dopuszczalną wartość całkowitego błędu przetwarzania δ_{max} deklarowanego przez producenta [1]. Z dotychczasowych badań [1], wynika, że konieczne jest uwzględnienie jego wpływu przy określaniu przydatności przekładników elektronicznych pracujących w zamkniętej pętli sprzę-

żenia zwrotnego (C/L) oraz w podwyższonej temperaturze. Według autora do głównych źródeł błędu zaliczyć trzeba, prócz geometrycznych zmian wymiarów rdzenia, także zmiany właściwości fizycznych materiału w funkcji temperatury, co obecnie jest przedmiotem pracy autora.

5. Literatura

- [1] Szczęsny A.: Analiza właściwości częstotliwościowych skompensowanych elektronicznych przekładników prądowych, Rozprawa doktorska, Łódź, 2008.
- [2] Hauser J.: Generacja i ruch ciepła w urządzeniach elektrycznych, Przegląd Elektrotechniczny (2007), nr 3, 42-46.
- [3] Konopiński T., Pac R.: Transformatory i dławiki elektronicznych urządzeń zasilających, WNT, Warszawa 1979.
- [4] Numer patentu: 211331. Sposób sprawdzania dokładności elektronicznych przekładników prądowych z rdzeniem ferromagnetycznym.
- [5] Szczęsny A.: Przydatność elektronicznych przekładników prądowych do pracy w podwyższonej temperaturze. Przegląd Elektrotechniczny, 2011, nr 11, 9-12.
- [6] Portas R., Colombel L.: Accuracy of Hall-Effect Current Measurement Transducers in Automotive Battery Management Applications using Current Integration, Automotive Power Electronics, September 26 - 27, 2007, Paris, 1-8.
- [7] Heumann D., Reichert K., Closed Loop Current Sensors with Magnetic Probe, ECPE Seminar Sensors in Power Electronics, March 14-15, 2007, Erlangen, Germany.
- [8] Bernard R.: Current Transducer: Thermal simulation validated by measurements, Power Conversion Conference – May 2004 Proceedings.

otrzymano / received: 06.03.2013

przyjęto do druku / accepted: 01.05.2013

artykuł recenzowany / revised paper

INFORMACJE

Szanowni Autorzy artykułów publikowanych w PAK

W trosce o jak najwyższy poziom punktacji miesięcznika PAK zwracam się z prośbą o cytowanie artykułów opublikowanych w PAK w innych artykułach, zwłaszcza tych publikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej. Ma to bezpośredni wpływ na współczynnik IF (Impact Factor) miesięcznika PAK.

W algorytmach oceny czasopism współczynnik IF ma największą wagę. Na zwiększenie wartości współczynnika IF redakcja czasopisma nie ma żadnego wpływu, ale wszystko zależy od Autorów cytujących. W przypadku miesięcznika PAK aktualnie każde cytowanie zwiększa IF o około 0,002. Oczywiście cytowanie artykułu tylko wtedy jest uzasadnione, jeżeli jest on tematycznie związany z artykułem cytującym, a autor korzystał z niego przy przygotowaniu pracy.

Aby ułatwić Autorom korzystanie z artykułów opublikowanych w PAK (a także możliwość cytowania) została opracowana przez redakcję PAK „Wyszukiwarka”, umożliwiająca wyszukiwanie artykułów według nazwiska autora, słowa tytułu artykułu, albo frazy kluczowej.

Aby skorzystać z „Wyszukiwarki” należy:

- wejść na stronę: www.pak.info.pl
- w menu „Wyszukiwarka” (po lewej stronie ekranu) wybrać „Artykuły”.

Strona zawiera również szereg innych łatwo dostępnych funkcjonalności, m.in. wykazy artykułów opublikowanych w PAK, a cytowanych w artykułach opublikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej.

Zdaję sobie sprawę, że redakcje niektórych czasopism usuwają cytowania artykułów publikowanych w czasopismach spoza listy filadelfijskiej, np. argumentując, że są one mało dostępne. Taka argumentacja będzie mniej uzasadniona, jeżeli tytuł naszego miesięcznika oraz tytuły artykułów będą podane w cytowaniach w języku angielskim. Proszę zauważyć, że oficjalny tytuł anglojęzyczny miesięcznika PAK (występujący na okładce) ma formę: Measurement, Automation and Monitoring (MA&M), a wszystkie artykuły naukowe publikowane w PAK są napisane albo w języku angielskim, albo mają rozszerzone abstrakty w tym języku.