

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЕНЗОРИ, СПЕЦИФИЧНИ ЗА СЪВРЕМЕННИТЕ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ТРАНСПОРТНИ СРЕДСТВА

Васил Димитров
vdimitroff@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
1574 София, ул. „Гео Милев“ № 158
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** системи за автоматично управление, токови трансдусери, измервателни усилватели, енкодери*

***Резюме:** За реализацията на векторно управление на асинхронните задвижвания в съвременните електрически транспортни средства (ЕТС) е необходимо съответното информационно осигуряване – към системата за управление трябва да се подава информация в реално време за действителните стойности на параметрите на задвижването, най-важните от които са скорост, ток и напрежение. За целта се използват сензори, специфични за такива приложения.*

В доклада е разработена методика за провеждане на изпитания на сензори. В настоящата втора част са изследвани токов трансдусер, измервателен усилвател и ротационен енкодер, специфични за съвременните ЕТС. Експериментално са построени техните статични входно-изходни характеристики и са сравнени с номиналните. Определени са грешките в установен режим (абсолютна, относителна и приведена). Конкретизирани са стойностите на коефициентите на преобразуване на тези сензори.

По този начин е проведена експериментална верификация на разработената методика и на приложимостта на такива сензори в съвременните ЕТС.

ВЪВЕДЕНИЕ

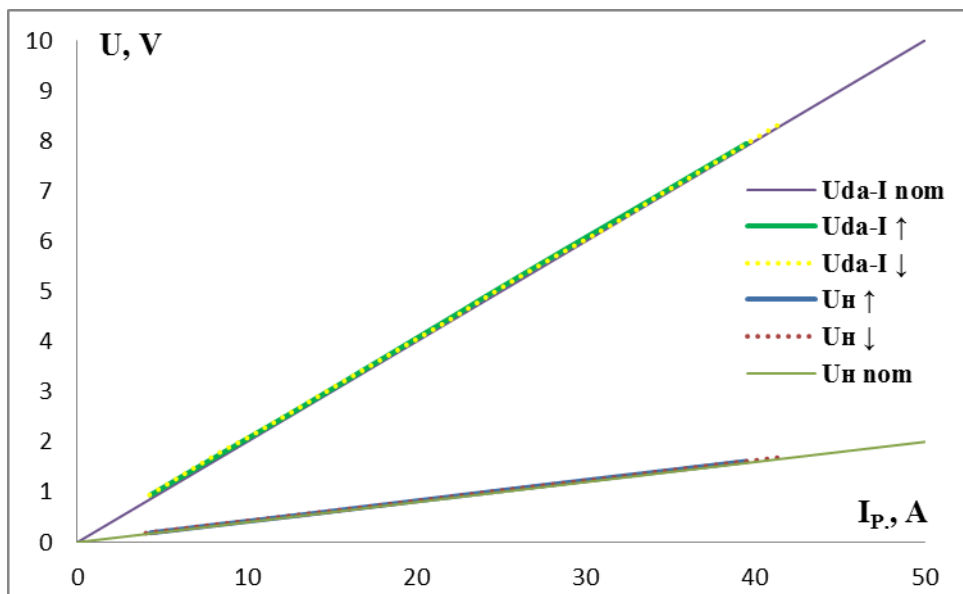
Разработената методика има за цел верификация на стойността на коефициента на преобразуване на изследваните сензори [1]. Изпитанията се провеждат в следната последователност:

- снемат се статичните входно-изходни характеристики в двете посоки на изменение на контролираните величини;
- проверява се линейността на получените характеристики, отклонението от номиналната характеристика, наличието на хистерезис;
- изчисляват се коефициентите на преобразуване за всяко измерване и на средно аритметичните стойности;
- определят се измерените стойности на контролираните величини съобразно номиналните коефициенти на преобразуване и на коригираните стойности съобразно средно аритметичните коефициенти;

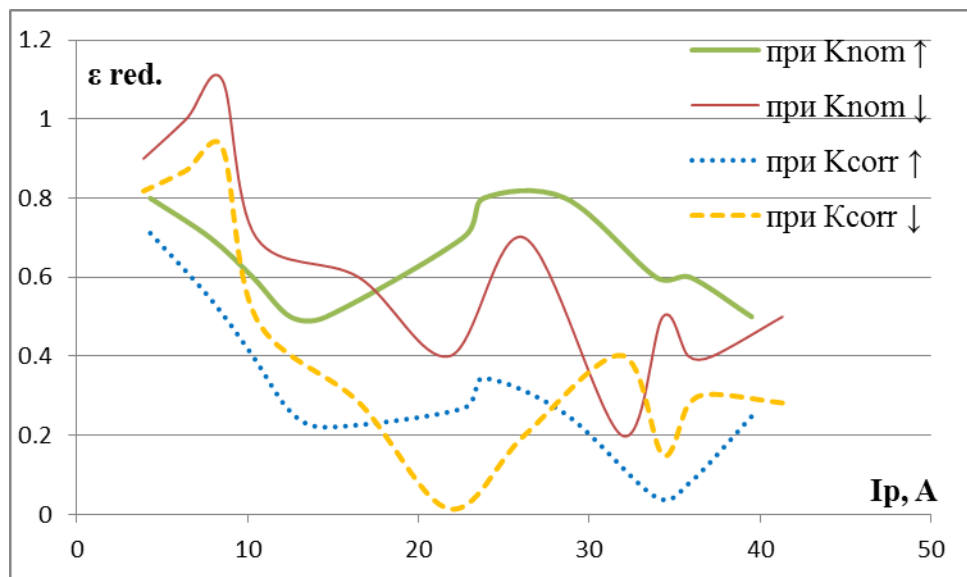
- пресмятат се грешките ϵ спрямо измерените и коригираните стойности и след сравняването им се определя оптималната стойност на коефициентите на преобразуване.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНИЯТА

По описаната методика са проведени изпитания на токов трансдусер HAS100-S в комбинация с измервателен усилвател. Получените статични входно-изходни характеристики са дадени на фиг. 1. Показани са номиналните характеристики на двете устройства и експериментално снетите характеристики в двете посоки на изменение на входната величина (ток). Вижда се, че получените характеристики са линейни, съвпадат почти напълно с номиналните и няма хистерезис. Номиналният коефициент на преобразуване на тока е $K_{In}=0,2$ [2], а средната стойност, получена при изпитанията, е $K_{Icp}=0,2019$. Изчислени са грешките с номиналния коефициент и със средния, като получените графики са дадени на фиг. 2.



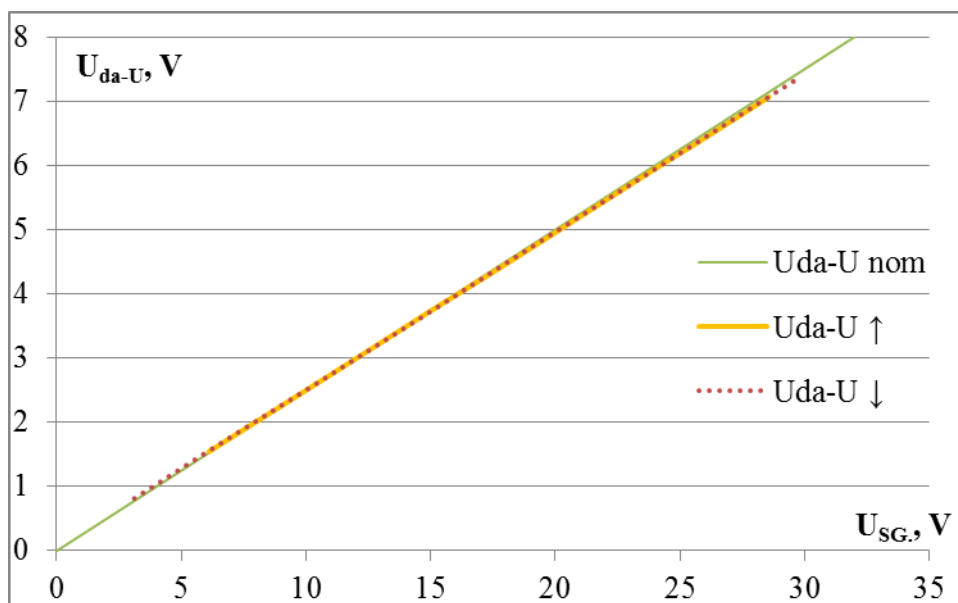
Фиг. 1. Статични входно-изходни характеристики на токов трансдусер HAS100-S в комбинация с измервателен усилвател



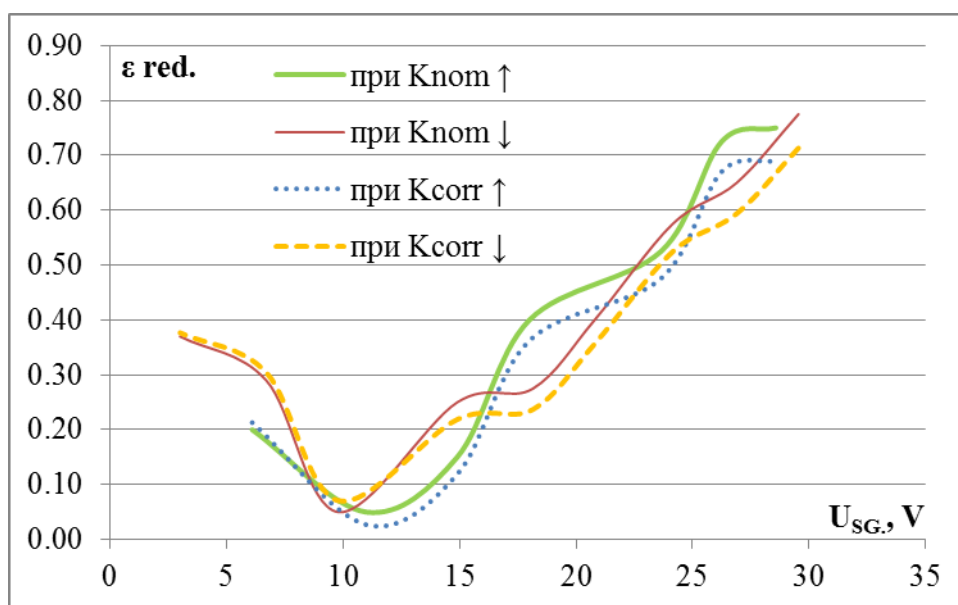
Фиг. 2. Приведена грешка на токов сензор

От показаните графики на фиг. 2 ясно личи, че използването на коригирания коефициент води до намаляване на грешката и в двете посоки на изменение на входната величина. Следователно, в управляващото устройство трябва да бъде заложена не номиналната стойност, а експериментално коригираната $K_{Icorr} = K_{Icp}$, за да се получава по-точна информация за действителната големина на тока.

Статичните входно-изходни характеристики на измервателния усилвател като сензор на напрежение са показани на фиг. 3. Вижда се, че отново са линейни, съвпадат почти напълно с номиналната и няма хистерезис. Номиналният коефициент на преобразуване е $K_{Un}=0,25$, а средната стойност след изпитанията е $K_{Ucp}=0,249789$. Графиките на грешките, изчислени с номиналния коефициент и със средния, са дадени на фиг. 4. Проличава, че използването на коригирания коефициент $K_{Ucorr} = K_{Ucp}$ води до намаляване на грешката и в двете посоки на изменение на напрежението, особено в работния диапазон 15-30V.



Фиг. 3. Статични входно-изходни характеристики на сензор на напрежение

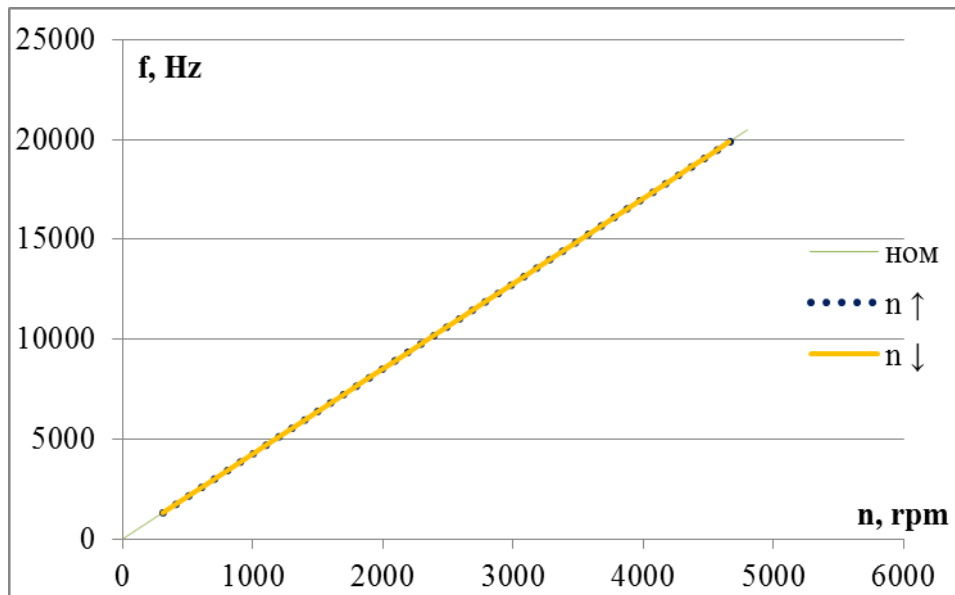


Фиг. 4. Приведена грешка на сензор на напрежение

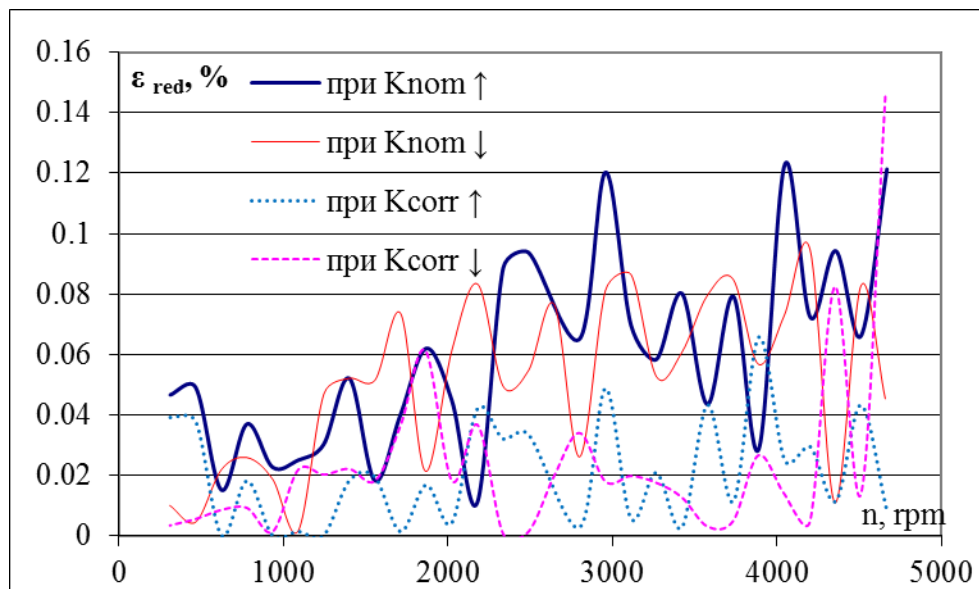
Следователно, в управляващото устройство трябва отново да бъде заложена експериментално коригираната стойност на коефициента на преобразуване.

Аналогични изследвания са проведени за ротационния енкодер. Получените характеристики са показани на фиг. 5. Те са линейни, без хистерезис, съвпадат с номиналната. Номиналният коефициент на преобразуване е $K_{n-n} = 256/60 = 4,2667$ [3, 4], а средната стойност след изпитанията е $K_{n-ср}=4,26082$.

Графиките на грешките, изчислени с номиналния коефициент и със средния, са дадени на фиг. 6. Вижда се, че използването на коригирания коефициент $K_{n-сorr} = K_{n-ср}$ води до значително намаляване на грешката от преобразуване.



Фиг. 5. Статични входно-изходни характеристики на ротационен енкодер



Фиг. 6. Приведена грешка на ротационен енкодер

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад, по разработена методика, са проведени изпитания на токов трансдусер, измервателен усилвател и ротационен енкодер. Получените статични входно-изходни характеристики на трите сензора почти напълно съвпадат с номиналните, линейни са и нямат хистерезис. Пресметнатите приведени грешки рядко

надвишават 0,8%, а при енодера даже са под 0,1%. Следователно, такива сензори могат да бъдат прилагани в системи за автоматично управление, където е необходима висока точност на измерване на контролираните величини в реално време, както е при съвременните ЕТС [5, 6]. В управляващото устройство, обаче, трябва да бъдат залагани не номиналните стойности на коефициентите на преобразуване на сензорите, а експериментално коригираните, за да се получава точна информация за величината.

По този начин е направена експериментална верификация на разработената методика и на приложимостта на подобни сензори в съвременните ЕТС.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Димитров В., Методология за изследване на сензори, специфични за съвременните електрически транспортни средства, научно списание „Механика, Транспорт, Комуникации”, бр. 2, 2014
- [2] Current Transducers HAS 50 to 600-S, LEM Components, 2005
- [3] Sinamics Drive Systems, Catalog D21.1, Siemens, 2006
- [4] Rotary encoders, Technical Specifications, available at: http://spektrum-bg.com/index.php?op=incremental_encoders;
- [5] Railway Current & Voltage Transducers, Traction Catalogue, LEM, 2008
- [6] Isolated Current and Voltage Transducers: Characteristics – Applications – Calculations, LEM Components, 2004

STUDY OF SENSORS SPECIFIC TO CONTEMPORARY ELECTRIC VEHICLES

Vasil Dimitrov
vdimitroff@abv.bg

Todor Kableshkov University of Transport – Sofia
158 Geo Milev Str., Sofia 1574
BULGARIA

Key words: *Automatic Control Systems, Current Transducers, Instrumentation Amplifiers, Encoders*

Abstract: *The appropriate information support is necessary for the implementation of vector control on the asynchronous drives in the contemporary electric vehicles: bits of information about the actual values of drive parameters must be given to control system in real time. The most important drive parameters are current, voltage and speed of the motor. Sensors which are specific to such applications are used for this purpose.*

In the paper, methodology and algorithm of sensors tests are developed. In this paper, some sensors are examined: current transducer, instrumentation amplifier, rotary encoder. They are specific to contemporary electric vehicles. Their static input-output characteristics are experimentally plotted and compared to the nominal. The absolute, relative and reduced errors in steady state operation are calculated. The values of the conversion factor of these sensors are specified. Thus an experimental verification of the developed methodology as well as of such sensors applicability in contemporary electric vehicles is done.