

Karel Chmelik, Josef Nezval
VŠB-TU, Ostrava

DIAGNOSTICS ASYNCHRONOUS MOTOR WITH STATOR WINDING BREAKDOWNS

DIAGNOSTYKA SILNIKA ASYNCHRONICZNEGO Z USZKODZENIAMI UZWOJENIA STOJANA

Abstract: For finding breakdowns or defects on electric machines it is useful to use such a method, which does not demand the machine's shutdown from running. For this reason we check our analysis method of scattered magnetic field in the neighborhood of the motor frame also for finding thread cut off on the stator winding. In this grant we show some results.

Streszczenie: Zakres stosowania maszyn asynchronicznych obecnie stale się powiększa, znajdują coraz szersze zastosowanie w elektrowniach wodnych i wiatrowych. W związku z tym rośnie też znaczenie ich bezawaryjnej eksploatacji. Dla diagnostyki i wykrywania uszkodzeń maszyn elektrycznych szczególnie przydatne są metody nie wymagające wyłączania maszyny z ruchu. Autorzy opracowali dla tego celu metodę pomiaru i analizy magnetycznego pola rozproszenia na zewnątrz silnika, które mierzy się cewką umieszczoną na wewnętrznej powierzchni kadłuba. Badania przeprowadzono na specjalnie uzwojonym silniku modelowym o mocy 4 kW, 400 V, 2p=4, mającym 36 żłobków stojana, średnicę wewnętrzną pakietu 97.5 mm, długość pakietu 105 mm. Ilość zwojów na fazę 234. Połączenie uzwojenia w gwiazdę. Silnik miał wykonane dodatkowe wyprowadzenia różnych punktów uzwojenia stojana w dwu jego fazach. Wyprowadzenia te pozwalały na realizację zwarć zwojowych na początku, w środku i na końcu fazy. Jedna z faz (bez dodatkowych wyprowadzeń) miała o 10% większą ilość zwojów. Opracowano również metodę pozwalającą wykrywanie uszkodzenia wirnika przez pomiar pola rozproszenia na zewnętrznej powierzchni kadłuba silnika. (*Autorzy w omawianym artykule nie podają jednak zasady działania tej metody, ani też żadnych jej szczegółów, powołują się natomiast na swe uprzednie prace podane w spisie literatury*). W artykule przedstawiono wyniki badań efektu zwarć zwojowych na początku, w środku i na końcu fazy stojana. Efekty te okazują się nieco różne. W artykule na wykresach podano pomierzone przebiegi czasowe prądów biegu jałowego w fazach i przebieg zewnętrznego pola rozproszenia silnika. Przeprowadzono częstotliwościową analizę prądów biegu jałowego trzech faz stojana i pola magnetycznego rozproszenia mierzonego cewką na kadłubie. Pomiar powtórzono na następnym silniku 4 kW, który miał również specjalne wyprowadzenia w jednej z faz. Stwierdzono znaczną deformację zewnętrznego pola rozproszenia już przy zwarciu jednego zwoju fazy. Również analiza częstotliwościowa wykazuje zwiększenie amplitud pasm sąsiadujących z częstotliwością główną (50 Hz), jak i częstotliwością obrotową (25 Hz). Przedstawiona metoda może być przydatna dla wykrywania uszkodzeń silników indukcyjnych bez potrzeby odstawiania ich z ruchu.

1. Introduction

By the reason that asynchronous machines are used nowadays more often also for electric energy production in wind-power and water-power station, importance of their reliable and trouble-free run increases. That is why importance of finding their actual functional character and technical diagnostics methods increases as well. In a turning electric machine defects and breakdowns can be occurred in:

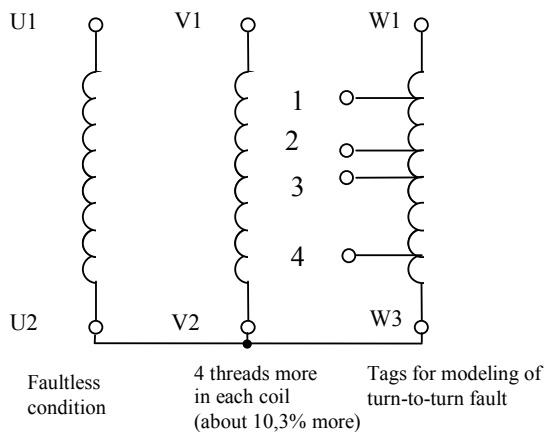
- a) an electric circuit, i. e. in
- b) a stator or a rotor magnetic winding
- c) mechanical parts, i. e. shaft, bearings, frame and so on

When we foreclose complete breakdowns, of such cause an accident of the machine and impossibility of their next running (short-circuit in winding or its interrupt, shaft's break, bearings' seizing and others), then we find out by diagnostics methods the faults or sequential breakdowns. In electric circuits it can be winding decrease of the isolation state, contact resistance increase, winding cut off, especially on cage motors, turn-to-turn short-circuit, short-circuit on the frame or between phases, forbidden winding warming ect. For finding out rotor winding breakdowns we have verified a lot of methods /1/, /2/ and we have created the new method of finding breakdowns by spreading

magnetic field measured on the surface of the stator frame. This method we use for finding stator winding breakdowns as well. About some results it deals this report.

2. Measurement on asynchronous machines

For check different diagnostic methods for finding out the breakdowns on asynchronous machines' winding it was specially wined the motor 4 kW, 400 V, $2p=4$. Winding connection is shown at the picture No1. The number of the stator grooves 36,39 threads in a coil (6 coils = $6 \times 39 = 234$), conductor $2 \times 0,71$ winding wire LCIA1,6/3 the number of coils in the phase (two triple-coils per a phase), inside average mg. stator packet is 97,5 mm and its length is 105 mm.



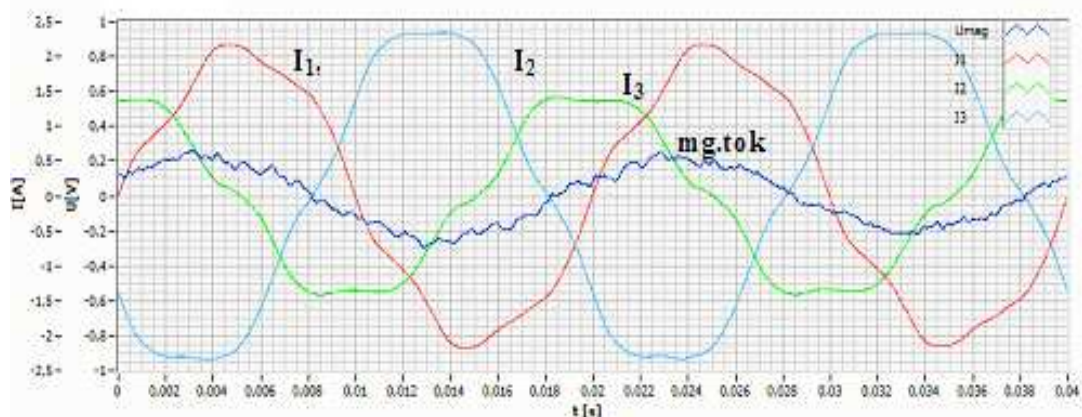
Picture 1. Winding connection

By the idling cycle there were measured the stator current of each phase and scattered magnetic field on the motor frame. These measurement was done for every possible variations of factitious turn-to-turn short-circuit on the phase W winding.

- 1) On the winding W there is no short-circuit done.
- 2) On the winding W there is done turn-to-turn short-circuit at the beginning of the winding (z-1).
- 3) On the winding W there is done turn-to-turn short-circuit in the middle of the winding (3-2).
- 4) On the winding W there is done turn-to-turn short-circuit at the end of the winding (4-k).

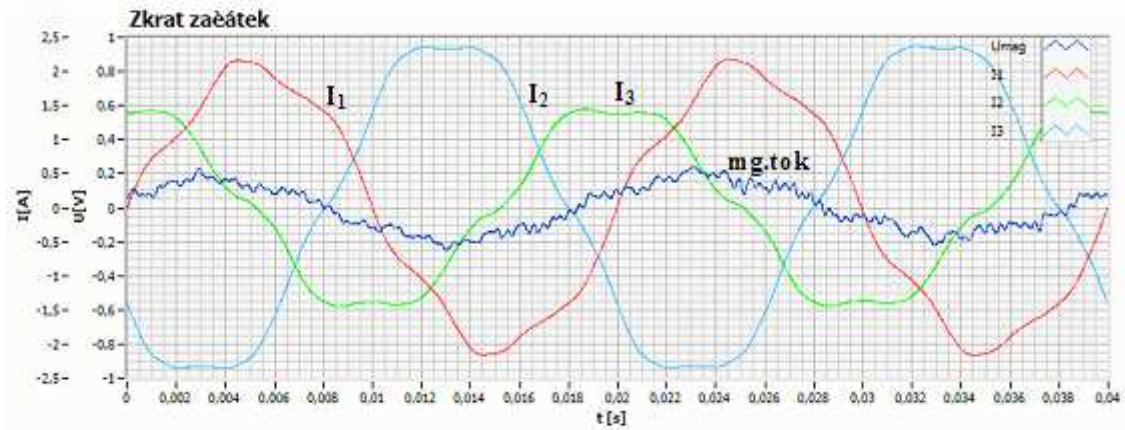
Time records:

- 1) On the winding with more tags there is no short-circuit done and at the picture No2 are shown the current running in all three phases and the running of magnetic field on the motor frame U_{mag} .



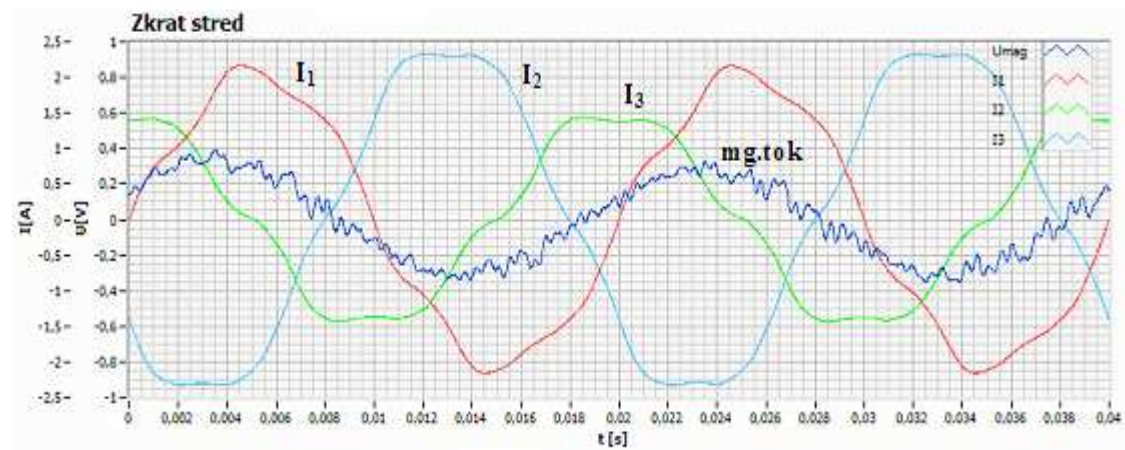
Picture 2

- 2) There is done turn-to-turn short-circuit at the beginning of the winding



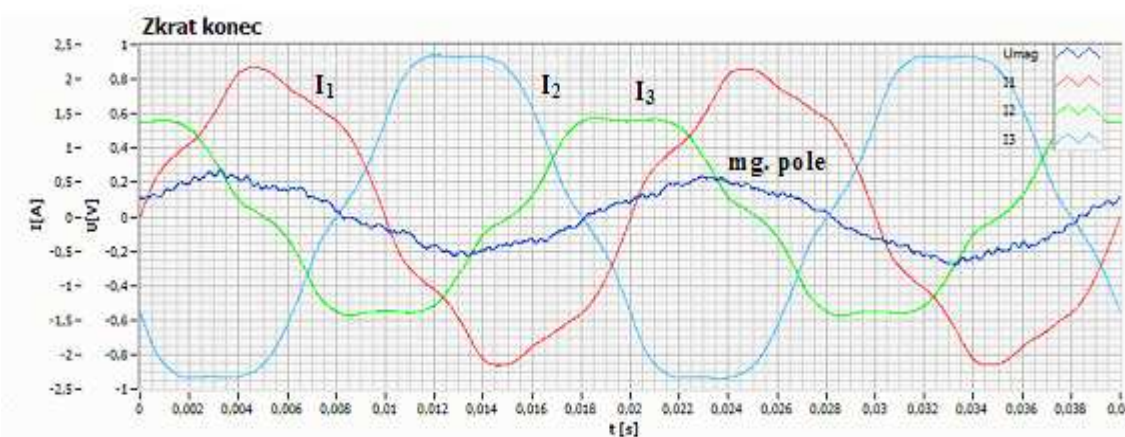
Picture 3

3) Turn-to-turn short-circuit in the middle of the winding



Picture 4

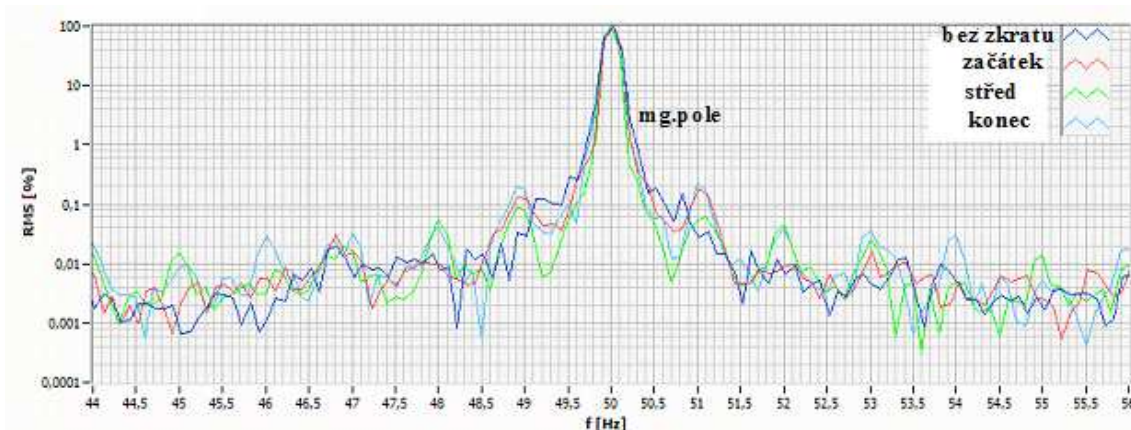
4) Turn-to-turn short-circuit at the end of the winding



Picture 5

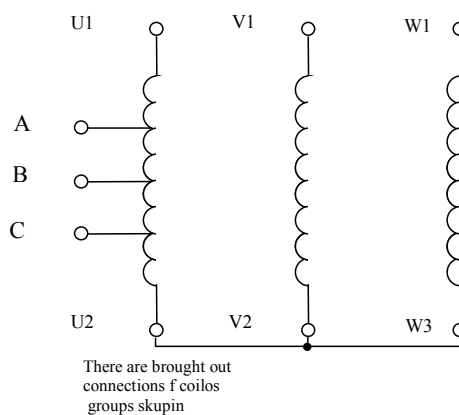
Next it was done frequency analysis of the currents and also scattered magnetic field. Just in the magnetic field it is possible to watch the

turn-to-turn short-circuits the most conclusive as it is shown at the picture No6.

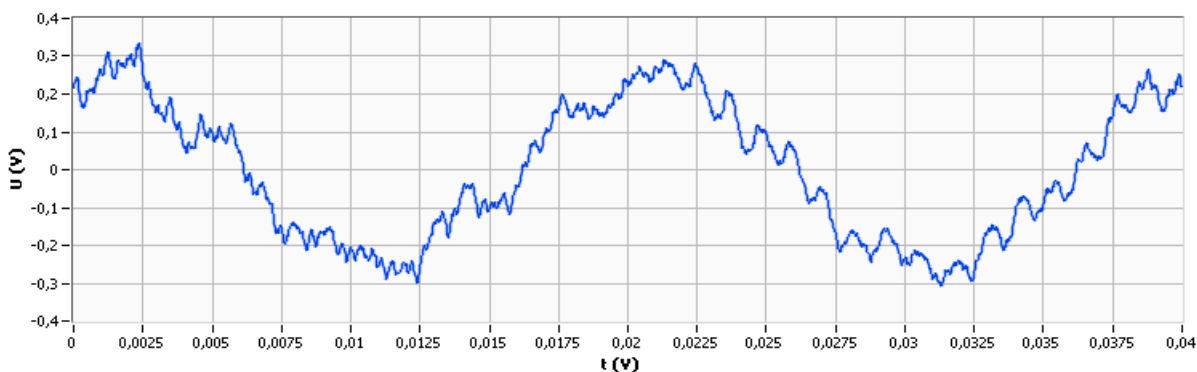


Picture 6

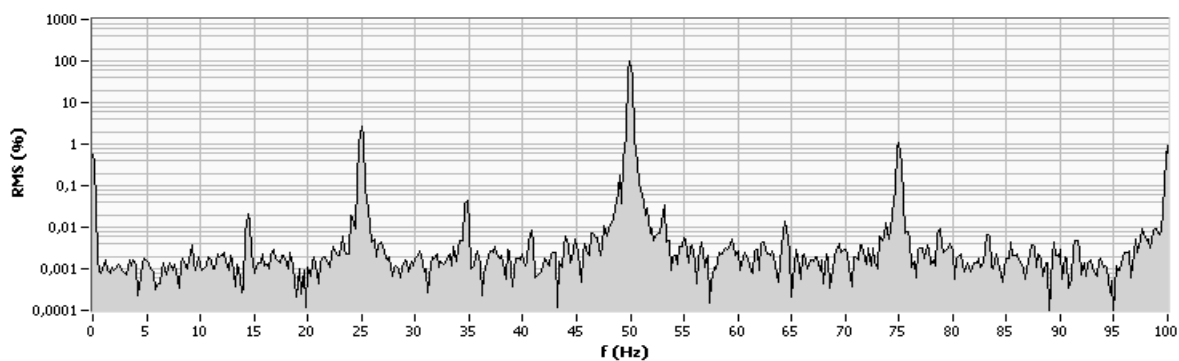
On a different asynchronous motor with the load 4 kW, 1440 min⁻¹ there were brought out tags from separate coils phase U1, as it is shown at the picture No7. Again there was measured the running of the scattered magnetic flux on the motor frame surface by synchronous winding and by idling cycle – picture No8. Frequency analysis is shown at the picture No9. There is expressed specially rotating frequency about 25 Hz.



Picture 7



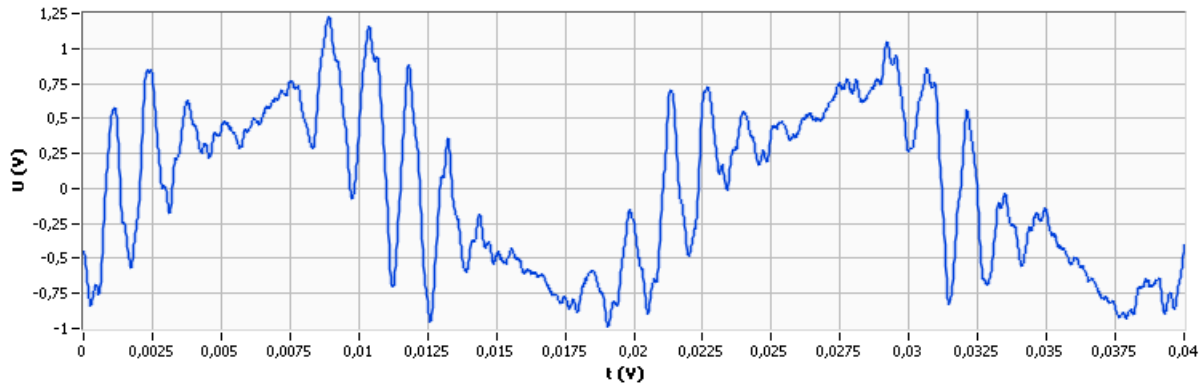
Picture 8



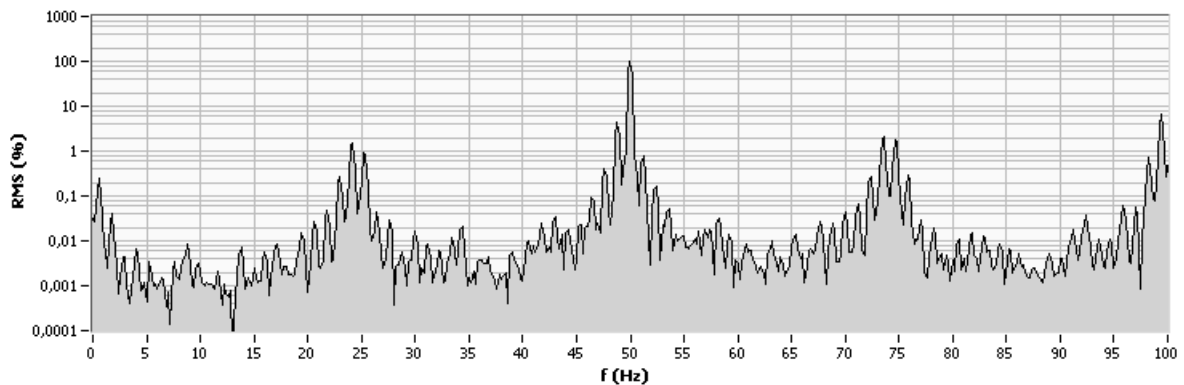
Picture 9

Next there were step by step made short-circuit of separate coils phase U1 and measured mg. field on the motor surface. At the picture

No10 there is then shown the measurement result at the short-circuit of first coil and at the picture No11 the frequency analysis.



Picture 10



Picture 11

Is evident that the scattered magnetic field on the motor surface is going deform at the stator winding short-circuit. In the frequency analysis it is possible to watch increase side-bands as around basic or also rotating frequency as well.

4. Conclusion

Performed measurements proved that with the analysis of the scattered magnetic field, measured on the surface of asynchronous motor frame is possible to determine turn-to-turn short-circuit respectively already at the short-circuit of one thread. Especially well there are found out short-circuits at the end and at the beginning of the winding. So it is evident that this diagnostic method without dismantling is advantageous to use also for finding out turn-to-turn short-circuits of the stator winding in common running of the motor or the asynchronous generator.

5. Reference

- [1]. Chmelík, K. a kol : Zdokonalení diagnostických metod pro zjišťování provozních vlastností asynchronních strojů. Závěrečná zpráva k projektu GAČR 102/00/0192, 103 stran.
- [2]. Chmelík, K. - Čech, V.: The evaluation of electric machines actual state. Sborník vědeckých prací VŠB-TU Ostrava 1/1996, str. 45-54, ISSN 1210-048X.

Author

Doc.Ing, Karel Chmelík, VSB-TU Ostrava
17.listopadu Ostrava-Poruba,
e-mail: karel.chmelik@vsb.cz.