

PORTFOLIO

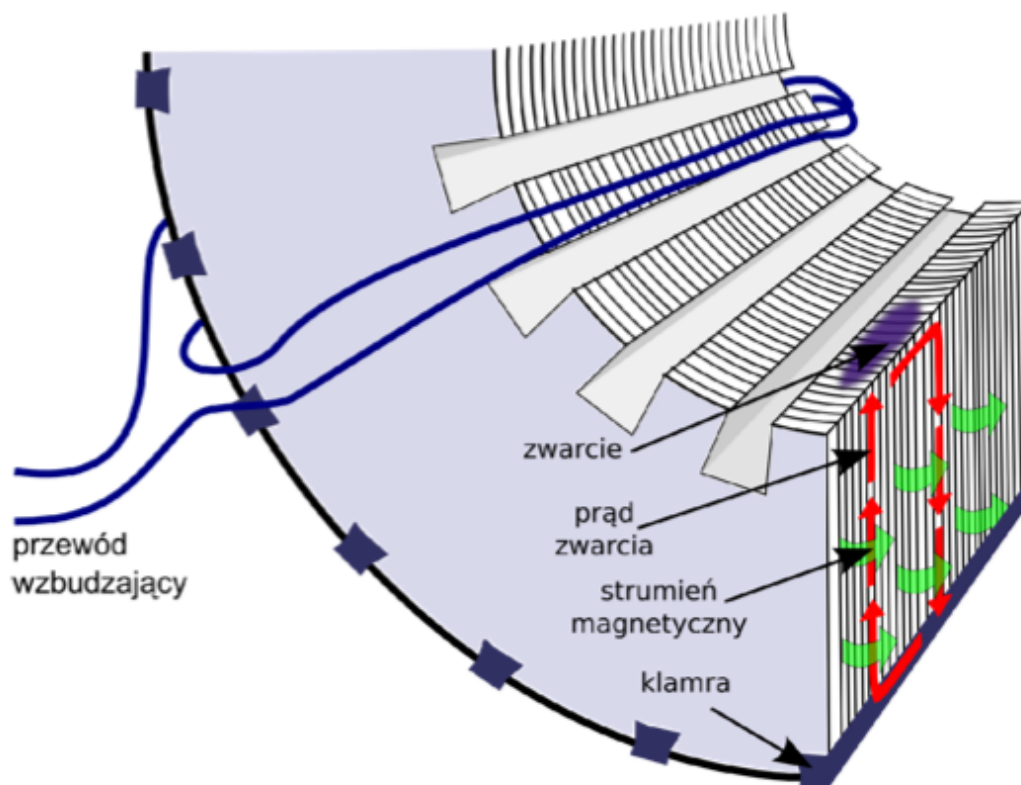
System do wykrywania zwarć w blachowaniach rdzeni maszyn elektrycznych

Autorzy: dr hab. inż Witold Rams, dr inż Michał Rad

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl

Opis merytoryczny:

Rdzeń stojana maszyn elektrycznych prądu przemiennego wykonywany jest najczęściej w formie pakietu blach izolowanych pomiędzy sobą. Izolacja ta jest niezbędna do ograniczenia prądów wirowych, powstających ewentualnie w żelazie tychże rdzeni. Podczas eksploatacji maszyn, w wyniku starzenia, przegrzania, uderów mechanicznych, może dochodzić do zwarcia izolacji międzyblachowej.



Rys. 1 Idea kontroli zwarców blach w stojanie maszyny

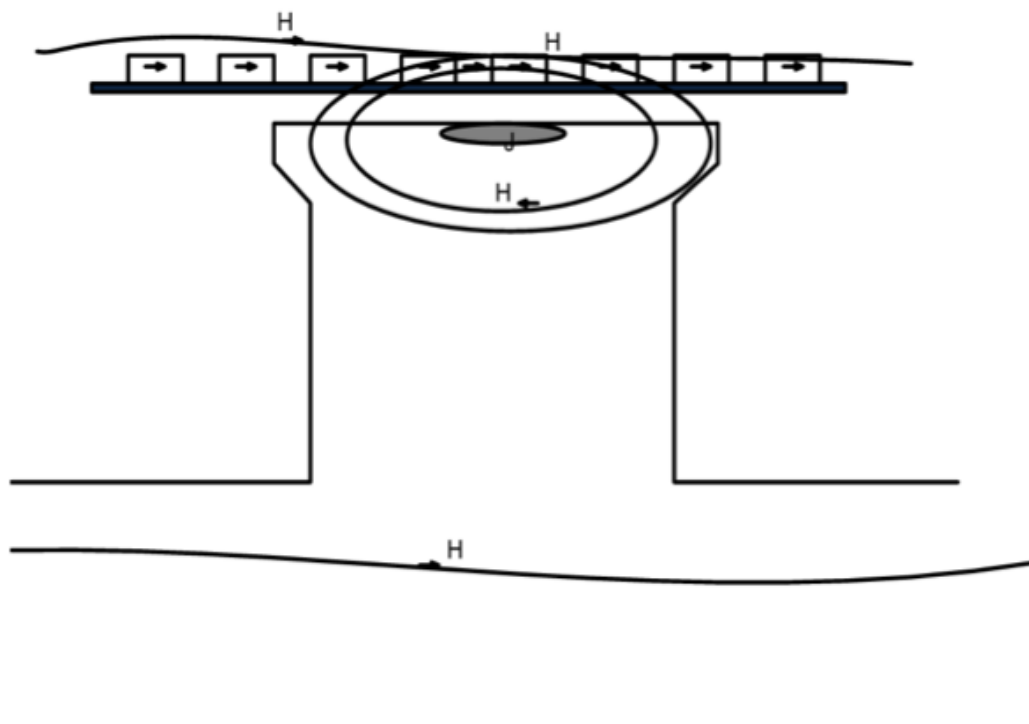
Ułatwia to drogę dla prądów wirowych, które lokalnie grzeją blachy, powodując dalsze niszczenie izolacji. Może nawet dojść do stopienia blach. Kontrola izolacji międzyblachowej jest więc bardzo ważna.

Tradycyjna metoda wykrywania takich zwarcí polega na wzbudzeniu kołowego pola magnetycznego prądem przemiennym, a następnie obserwacji rozkładu temperatur na powierzchni żelaza, dotykowo lub za pomocą kamery termowizyjnej. Jej wadami są:

- duża potrzebna wartość prądu wzbudzającego,
- potrzebna duża moc źródła,
- kilkugodzinny czas potrzebny do otrzymania wiarygodnych wirników,
- brak możliwości szybkiego lokalnego sprawdzenia.

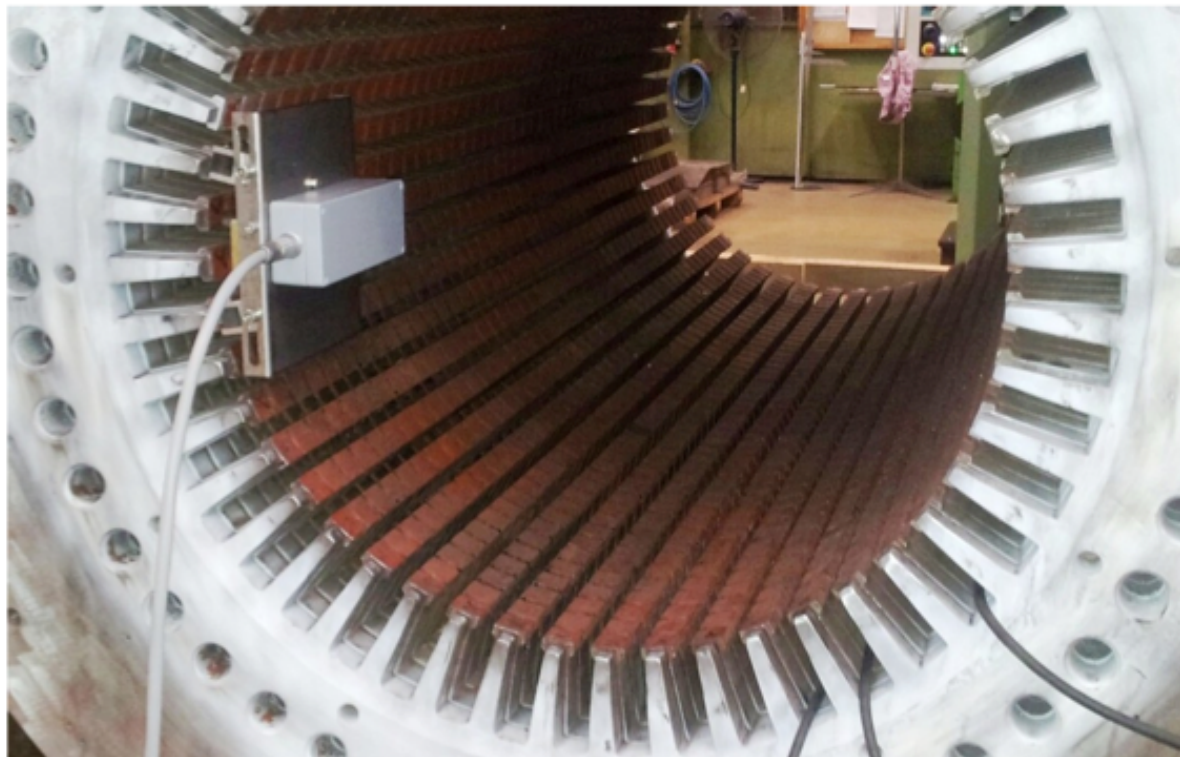
Stosowane są też inne metody, oparte na pomiarze pola magnetycznego. Wzbudzeniem jest również prąd wewnątrz otworu stojana, lecz o znacznie mniejszej wartości. Typowym urządzeniem jest system ELCID, w którym mierzona wielkością jest spadek napięcia magnetycznego pomiędzy sąsiednimi zębami stojana. Stosowana jest tam jedna cewka powietrzna, aby łatwo było dostosowywać ją do różnej rozpiętości zębów. Dla każdej pary zębów otrzymuje się jedną wartość w danym miejscu na długości stojana.

Wymaganiem praktyki jest jednak bardziej precyzyjne określenie miejsca zwarcia blach na zębie, porównywalne z metoda termowizyjną. Dla spełnienia tych wymagań, opracowano inny sposób pomiaru pola magnetycznego przy powierzchni żelaza. Wzbudzenie pola magnetycznego realizowane jest też za pomocą prądu płynącego w przewodzie umieszczonym w otworze stojana. Wielkością mierzona jest natomiast lokalne natężenie pola magnetycznego przy powierzchni wewnętrznej zębów z użyciem wielokanałowej głowicy pomiarowej, jak na rysunku 2.



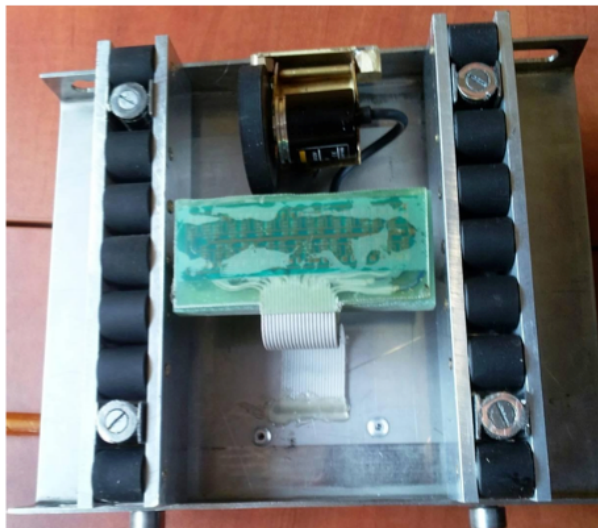
Rys. 2 Sposób wielokanałowego pomiaru pola magnetycznego nad zębem

Umieszczone w niej obok siebie czujniki pola magnetycznego pozwalają na uzyskanie danych, umożliwiających stworzenie obrazu rozkładu przestrzennego pola nad zębem. Wykorzystywana głowica wyposażona może być przykładowo w osiem niezależnych czujników i daje rozdzielczość przestrzenną pomiarów około 10 mm, już zadowalającą w praktyce. Zasadnicza głowica pomiarowa umocowana jest na wózek z wieloma rolkami, jak na rysunku 3, co ułatwia jej równomierne przesuwanie wzdłuż zęba. Wózek posiada po bokach magnesy, przez co jest przytrzymywany przy zębie, nawet w pozycji górnej. W części przedniej zamocowany jest impulsator obrotowy z gumową rolką, dociskaną do powierzchni zęba. Impulsy generowane przez impulsator określają drogę przebytą przez głowice, a więc jej położenie od brzegu pakietu i sterują wyzwalaniem kolejnych pomiarów.



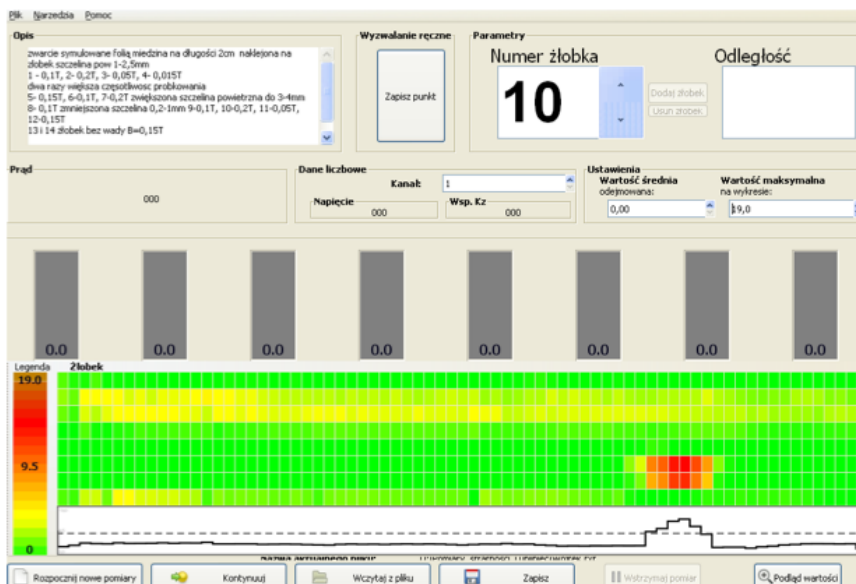
Rys.3 System skanujący podczas prób przemysłowych stojana generatora synchronicznego

W każdym miejscu rejestrowany jest fragment przebiegu czasowego pola ze wszystkich czujników i fragment przebiegu prądu wzbudzającego. Następnie są one odpowiednio przeliczane i w efekcie uzyskiwane są wartości wskaźnika specyficznego dla istnienia zwarć blach dla każdego miejsca, nad którym aktualnie jest czujnik. Powtarzając pomiary dla kolejnych miejsc wzdłuż zęba program tworzy kolorową mapę wartości wskaźnika nad całym zębem. Wskaźnik zwarcia w użytej postaci jest mało czuły na inne czynniki mogące zakłócać pomiary. Dla bardziej precyzyjnego lokalizowania zwarć używany jest dodatkowo niewielki pojedynczy czujnik. Służy on też do lokalnego sprawdzania lub kontroli po naprawie.



Rys. 4 Ośmiokanałowa głowica pomiarowa z miernikiem drogi

Niezbędne pomiary i obliczenia oraz wizualizacja wyników realizowane są przez dedykowany program komputerowy. Widok głównego okna programu przedstawiony jest na rysunku 5.



Rys.5 Obraz ekranu po pomiarach wzdłuż jednego zęba z widocznym lokalnym zwarcim (czerwony obszar)

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl

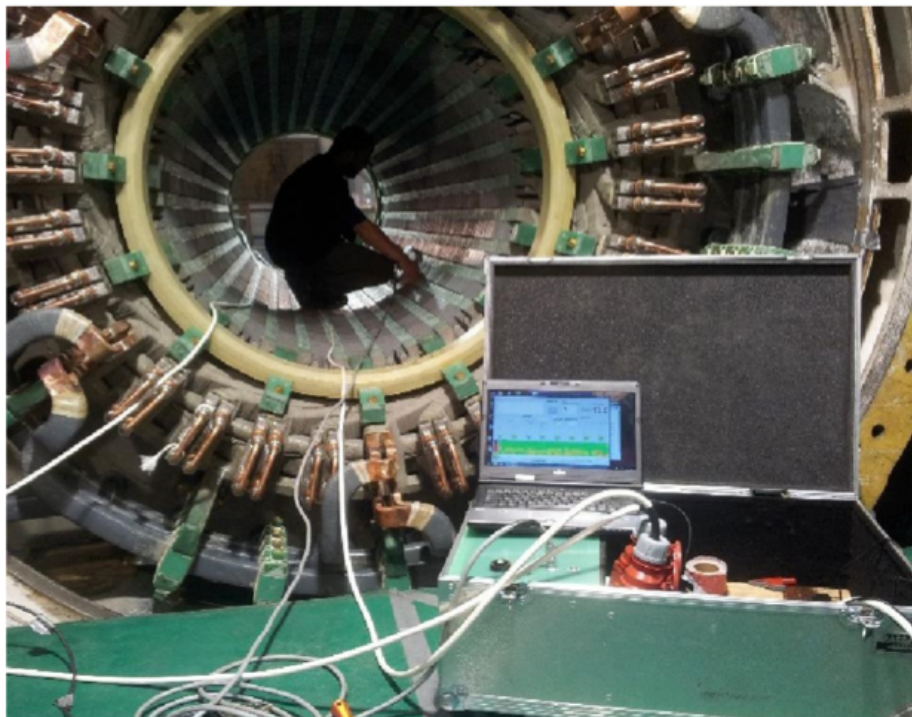
Program ten, stanowiący kluczową część systemu, zapewnia implementację samego algorytmu pomiaru i przeliczeń, wizualizację wyników pomiarów, zapis wyników i ewentualne powtórne ich przeglądnięcie po pewnym czasie. Pozwala również na dostrojenie pomiarów do warunków zewnętrznych (pomiaru najczęściej wykonuje się w warunkach przemysłowych) oraz kalibrację podłączonego sprzętu.

Na rysunku 6 przedstawiony jest program podczas pomiaru. Poszczególne słupki, wysokością i kolorem wskazują na bieżąco w czasie pomiaru wartości wskaźnika zwarcia w miejscu nad którym znajduje się głowica z czujnikami. Kolorowy, środkowy obszar to wyniki w postaci mapy dla wszystkich wykonanych pomiarów nad zębem (lub dokładniej pasem o szerokości głowicy pomiarowej). Na dole ekranu zamieszczony jest wykres maksymalnych wartości wskaźnika w funkcji położenia wzdłuż zęba. Na rysunku 6 ponadto pokazane jest okno z aktualnymi przebiegami sygnałów, co pomocne jest szczególnie w czasie pierwszego uruchomienia systemu, oraz podczas kalibracji sprzętu.



Rys. 6 Program podczas wykonywania pomiarów

Zestaw w wersji przemysłowo-prototypowej jest używany do kontroli stojanów generatorów synchronicznych dużej mocy. Widok zestawu podczas badania maszyny przedstawia rysunek 7.



Rys.7 Zestaw w czasie kontroli generatora

Na wcześniejszą wersję urządzenia do kontroli zwarć w twornikach maszyn komutatorowych autorzy uzyskali patent. Opisywany powyżej układ też został zastrzeżony w Urzędzie Patentowym.

Charakterystyka i typ potencjalnych nabywców:

Nabywcami systemu mogą być przede wszystkim zakłady wykonujące kontrole i remonty maszyn elektrycznych prądu przemiennego, zakłady produkujące takie maszyny oraz firmy zajmujące się badaniami i ekspertyzą maszyn elektrycznych. Autorzy są w stanie dostarczyć w takim przypadku gotowy, działający układ wraz z programem, przeprowadzić krótkie szkolenie bądź pokazy w Laboratorium.

Drugą grupą nabywców mogą być firmy zainteresowane produkcją samego systemu. Wtedy można rozważyć sprzedaż patentu.

Dotychczasowa wersja oprogramowania predystynowana była do dużych generatorów synchronicznych. Planowana jest modyfikacja programu w celu ułatwienia kontroli także dużych maszyn indukcyjnych. Jest to typ maszyny najczęściej stosowanej w przemyśle i ich kontrola oraz remonty są wykonywane przez wiele firm. Rozszerzy to zakres firm potencjalnie zainteresowanych.

Materiały promocyjne:

Wynalazek prezentowany był na dwóch branżowych konferencjach krajowych (dołączona jest kopia artykułu). Artykuł na ten temat został wydrukowany w ogólnopolskim czasopiśmie „Przegląd Elektrotechniczny” oraz będzie umieszczony w miesięczniku “Napędy i Sterowanie”. Opracowany został skrócony opis w formie ulotki. Istnieje możliwość przeprowadzenia demonstracji działania w Laboratorium Maszyn Elektrycznych w AGH.

Potencjalni rozmówcy:

Dokładniejszych informacji o fizyce pomiaru, warunkach i wymaganiach mogą udzielić autorzy rozwiązania z AGH, oraz ewentualnie osoby współpracujące z nimi. Doświadczeniami z działań praktycznych mogą podzielić się osoby już wykorzystujące system w przemyśle, z Turbo Care Lubliniec.

Silne i słabe strony projektu:

Do silnych stron niewątpliwie należy sprawdzone działanie całości nie tylko w laboratorium, ale również w warunkach przemysłowych. System wykrywa i obrazuje bardzo dobrze uszkodzenia znajdujące się na powierzchni badanej. Pewną ujemną stroną (ale również dotyczy to rozwiązań konkurencyjnych) jest gorsze wykrywanie uszkodzeń znajdujących się głębiej w rdzeniu.

Należy również zauważyć, że opisywane urządzenie nie jest urządzeniem stosowanym na szeroką skalę, ale raczej narzędziem specjalistycznym. Badania, które można nim wykonać, są natomiast powszechnie realizowane.

Czynniki ryzyka:

Jak wynika z rozmów przeprowadzonych na konferencjach i we współpracujących zakładach, dość często klient zwracający się o ekspertyzę maszyny narzuca formę badań. Zwykle jest to metoda ciepła, mimo trudności wykonawczych. Istnieje więc ryzyko, że pomimo dobrego funkcjonowania systemu nie będzie on używany z powodu dotychczasowych przyzwyczajeń zamawiających. Być może to ryzyko udałoby się zminimalizować przez odpowiednią merytoryczną reklamę zalet urządzenia.

Gotowość projektu:

Prace nad projektem zostały zapoczątkowane kilka lat temu. Doświadczenia z działającymi prototypami projektu były prowadzone zarówno w laboratorium jak i na obiektach rzeczywistych.

Autorzy dysponują projektem części elektronicznej, zawierającym nawet obrazy płytek drukowanych specjalnie do tego celu opracowanych i już działających w prototypach. Również przetestowane są elementy składowe systemu (czujniki, przetworniki A/D, inne elementy elektroniczne).

Program jest również wielokrotnie przetestowany i gotowy do użycia. Wykonany on został zgodnie z wytycznymi pierwszego użytkownika, może on być jednak dowolnie zmodyfikowany na życzenie potencjalnego nabywcy – użytkownika. Rozwiązanie samej części pomiarowo – obliczeniowej programu było przedmiotem licznych prób mających na celu wyłonienie rozwiązania możliwie najlepszego.

Program w całości wykonany jest przez autorów, a korzysta z bibliotek dostępnych na licencji GNU. Program może zostać skompilowany dla różnych systemów o ile dostępna jest w nich obsługa karty pomiarowej.