

Analiza sygatur elektrycznych (ESA)

By kama3 kama3
cze 7, 2025

Analiza sygatur elektrycznych (ESA) oferuje proaktywne podejście do maszynmonitorowanie stanupomagając organizacjom wykrywać problemy na wczesnym etapie, minimalizować nieplanowane przestoje i zwiększać niezawodność. Electrical Signature Analysis (ESA) to nieinwazyjna technika monitorowania stanu, która wykorzystuje prąd i napięcie do wykrywania subtelnych zmian w działaniu maszyny. Zmiany te mogą wskazywać potencjalne usterki, dając czas na zaplanowanie konserwacji przed wystąpieniem awarii.

ESA różni się od innych technik monitorowania stanu, takich jak analiza drgań lub systemy oparte na temperaturze, które opierają się na czujnikach umieszczonych bezpośrednio na sprzęcie. Zamiast tego ESA monitoruje dane elektryczne z odległości, analizując, w jaki sposób działanie podłączonego silnika wpływa na jego pole magnetyczne, a następnie na prąd i napięcie. Dzięki temu jest szczególnie przydatny do monitorowania maszyn w niebezpiecznych lub trudno dostępnych środowiskach. Analizę sygatur elektrycznych (ESA) można prześledzić aż do 1985 r. kiedy Oak Ridge National Laboratory opracowało Analizę sygatury prądu silnika (MCSA) do nienaruszającego monitorowania zaworów sterowanych silnikiem w elektrowniach jądrowych. Ta innowacja przekształciła wykrywanie usterek w krytycznych operacjach, umożliwiając zbieranie danych o silnikach w czasie rzeczywistym.

Opierając się na tym fundamencie, ESA rozwinęła się, aby uwzględnić monitorowanie napięcia i mocy, rozszerzając swoje możliwości na pompy, sprężarki i inne urządzenia obrotowe w latach 90. To nieinwazyjne podejście stało się niezbędne do minimalizacji przestojów i wykrywania problemów, takich jak zużycie łożysk i niewyważenie wirnika. Proces ESA obejmuje dwa główne etapy: zbieranie danych i analizę danych. Obydwa są niezbędne do wykrywania usterek i zwiększania niezawodności maszyn.

Krok 1: Zbieranie danych

Pierwszym krokiem w ESA jest zainstalowanie stałych czujników w szafie sterowniczej silnika, gdzie będą mogły być one stale przechwytywanie danych elektrycznych o wysokiej częstotliwości z maszyny. Czujniki ESA różnią się od tych stosowanych w innych systemach monitorowania stanu, takich jak analiza drgań, które wymagają umieszczenia czujników na samej maszynie. W przypadku ESA czujniki monitorują prąd i napięcie maszyny zdalnie, bez konieczności bezpośredniego dostępu fizycznego.

Oprócz FFT, ESA korzysta z innych metod, takich jak:

- **Analiza widmowa:** Pomaga określić siłę różnych częstotliwości sygnału elektrycznego.
- **Analiza mocy:** Identyfikuje problemy takie jak asymetria napięcia i zniekształcenia harmoniczne, które mogą mieć wpływ na wydajność maszyny.
- **Analiza boczna i skrętna:** Zapewnia wgląd w ruch obrotowy i ruchy posuwisto-zwrotne maszyny, dając pełny obraz jej stanu mechanicznego.
- **Podstawowa częstotliwość pociągu (klatki)** – odzwierciedla ruch klatki prowadzącej elementy toczne;
- **Częstotliwość podawania piłki wewnątrz bieżni** – wskazuje na potencjalne problemy z bieżnią wewnętrzną łożyska;
- **Częstotliwość podawania piłki na zewnątrz** – służy do wykrywania defektów w bieżni zewnętrznej;
- **Częstotliwość obrotu piłki** – potrafi zidentyfikować wady samych elementów tocznych.

- **Złamane pręty wirnika:** Powodują one zaburzenia równowagi w polu magnetycznym silnika, a ESA wykrywa nieprawidłowości w sygnale elektrycznym.
- **Usterki stojana:** ESA jest w stanie wykryć problemy z izolacją uzwojeń lub zwarcia w stojanie zanim nastąpi ich eskalacja.
- **Prądy łożyskowe:** W niektórych scenariuszach prądy błądzące w łożyskach mogą prowadzić do przegrzania i przedwczesnego zużycia. ESA może wykryć oznaki tych prądów na wczesnym etapie, pomagając zmniejszyć ryzyko dalszych uszkodzeń.

Przyszłe trendy w technologii ESA

Przyszłość Electrical Signature Analysis (ESA) kształtowana jest przez połączenie postępu technologicznego i rosnącego zapotrzebowania na niezawodność, wydajność i zrównoważony rozwój w operacjach przemysłowych. ESA ewoluje od tradycyjnego narzędzia do monitorowania stanu w rozwiązanie predykcyjne, które zapewnia wcześniejsze i dokładniejsze wykrywanie usterek.

System ESA firmy Samotics (SAM4)

System ESA firmy Samotics, SAM4, przenosi monitorowanie stanu na wyższy poziom, łącząc zaawansowane uczenie maszynowe z gromadzeniem danych elektrycznych o wysokiej częstotliwości. Zainstalowany bezpośrednio w szafie sterowniczej silnika, dostarcza spostrzeżeń, które pomagają utrzymać niezawodne, wydajne i zrównoważone działanie zasobów.

Czy ESA współpracuje z napędami o zmiennej częstotliwości (VFD)?

Tak, ESA może monitorować silniki sterowane przez przetwornice częstotliwości, ale analiza może wymagać korekt ze względu na szum elektryczny generowany przez napędy.

Electrical Signature Analysis (ESA) to potężne narzędzie, które wykorzystuje sygnały napięcia i prądu maszyny do wnioskowania o jej stanie zdrowia. ESA może służyć jako narzędzie do predykcyjnej konserwacji w celu wykrywania typowych usterek na wczesnym etapie, zapobiegając w ten sposób kosztownym katastrofalnym awariom i przerwom w produkcji oraz wydłużając żywotność sprzętu. W tym badaniu przedstawiono nowe zastosowanie ESA i uczenia maszynowego (ML) do monitorowania warunków pracy i oceny stanu zdrowia frezarki CNC. Wyniki eksperymentów pokazują skuteczność proponowanego podejścia.

[Read more](#)

Abstrakcyjny:

Analiza sygnatury elektrycznej (ESA) jest coraz częściej stosowana w programach konserwacji generatorów synchronicznych opartych na stanie. Diagnostyka usterek opiera się na analizie wzorców awarii w sygnaturach prądu lub napięcia, które pozwalają odróżnić możliwe początkowe usterki maszyny. Wzory awarii są zwykle zależne od częstotliwości sieci, częstotliwości obrotów wirnika i niektórych cech konstrukcyjnych maszyny. Na

przykład wzór częstotliwości obrotów wirnika wskazuje na problemy mechaniczne wirnika i zwarcie międzyzwojowe uzwojenia wirnika. W szczególnym przypadku dwubiegunowych maszyn synchronicznych częstotliwość obrotów jest równa częstotliwości sieci. Zatem wzorce awarii ESA pokrywają się z harmonicznymi sieci. Dlatego konieczne jest rozróżnienie wpływu harmonicznych sieci i wewnętrznych usterek maszyny, aby uzyskać wiarygodną diagnozę maszyny. Niniejsza praca bada zachowanie parzystych harmonicznych w generatorach synchronicznych (SG) w celu ulepszenia ESA do diagnostyki usterek dwubiegunowych SG. Badanie przeprowadzono za pomocą testów eksperymentalnych wykonanych w laboratorium modeli skalowanych opracowanym w celu symulacji usterek w małym SG w sposób kontrolowany. W tym celu wykorzystano system opracowany do predykcyjnej konserwacji turbogenerатора oparty na ESA. System ten jest eksploatowany w brazylijskiej elektrowni cieplnej o mocy 404 MW.

[Read more](#)

Streszczenie: Analiza sygnatury elektrycznej (ESA) jest potężnym narzędziem prognostycznym i wydajnościowym

analiza maszyn elektrycznych poprzez pomiar skutki dla pola magnetycznego jako zaobserwowano w napięciu i prądzie. W tym dokumencie bada się, jak różne silniki indukcyjne i obciążenia warunki wpływają na pole magnetyczne i charakterystyki widmowe mierzonych wartości. Zagłębimy się do modeli matematycznych warunków promieniowych i skrętnych, wpływu obciążeń napędzanych i wpływ jakości energii elektrycznej na wydajność silnika.

WSTĘP

ESA to potężne narzędzie diagnostyczne służące do wykrywania i diagnozowania usterek oraz wydajności urządzeń elektrycznych.

silników poprzez analizę przebiegów napięcia i prądu. W artykule tym zbadano, w jaki sposób różne warunki wpływają na pole magnetyczne i charakterystykę widmową induktancji elektrycznej i urządzenia napędzane, w tym wpływ na jakość energii. Zagłębimy się w modele matematyczne dla promieniowego i skrętnego wady, wpływ obciążeń napędu i wpływ jakości energii elektrycznej na wydajność silnika.

Dodatkowo sprawdzimy, w jaki sposób stopień nasilenia defektów jest reprezentowany w widmie dB różne warunki obciążenia.

Na potrzeby rysunków użytych w tym artykule przyjmujemy, że silnik pracuje z prędkością 1800 obr./min. przy obciążeniu 25%, 50%, 75% i 100% z prądem 100 A. Nie będziemy zakładać napięcia dla

Cel analizy w tym artykule, ale zostanie on uwzględniony, podobnie jak analiza skrętnej/kilowatowa, w Części 2.

EFEKTY POLA MAGNETYCZNEGO

Przetwornikiem dla ESA jest pole magnetyczne między wirnikiem a stojanem. Zmiany wpływają na pole radialne i skrętne, a z praktycznego punktu widzenia zwykle jest to kombinacja obu tych zjawisk.

WADLIWOŚCI PROMIENIOWE

Wspólny promieniowy wady włączyć elektryczny maszynaria warunki w tym ekscentryczność, wirnik odkształcenie lub wady, łożysko nosić, I stojan warunki taki jak cewka ruch lub brakujące/uszkodzone kliny. Należą do nich:

- Mimośrodowość: może obejmować przemieszczenie statyczne (stałe, np. wirnik niecentralny) lub dynamiczny (rotacja magnetyczna w szczeliny powietrznej).
- Odkształcenie lub uszkodzenie wirnika: może to obejmować pęknięte pręty wirnika, puste przestrzenie w odlewie, jednolite powierzchnie, wygięty wał, luźny wirnik na wale i podobne warunki. To może być w połączeniu z ekscentrycznością.
- Stojan: brak klinów, ruch cewki, w tym w rowku lub zbyt długie końce cewki, rdzeń stojana ruch, degradacja uzwojenia, wyładowania niezupełne, iskrzenie żłobkowe i inne warunki.
- Zużycie łożyska: bieżnia wewnętrzna i zewnętrzna, kulka i koszyk, smarowanie, wyładowanie elektryczne, tuleja

stan łożysk (w połączeniu z mimośrodowością), oporem, niewspółosiowością i innymi warunkami co wiąże się ze zwiększonymi stratami.

Te promieniowe wady powodują nierównomierność szczeliny powietrznej, co prowadzi do zmian w polach magnetycznych.
niechęć.

[Read more](#)