



MCM Studija slučaja

**Otkrivanje problema sa
rotorom – rana faza
otkrivanja problema sa
izolacijom**

www.enging.pt

Uvod

Ovaj dokument predstavlja detaljnu analizu vezanu za otkriven problem na rotoru korišćenjem Enging-ovog sistema za kontinuirani online nadzor motora (MCM). Problem je detektovan na indukcionom motoru sa namotanim rotorom koji se koristi za pogon vertikalnog mlina, u fabrici cementa u Brazilu. Rezultati, fotografije i merenja bazirani su na internom izveštaju te fabrike cementa.



Slika 1 – Vertikalni valjkasti mlin u fabrici cementa.

Detalji o motoru

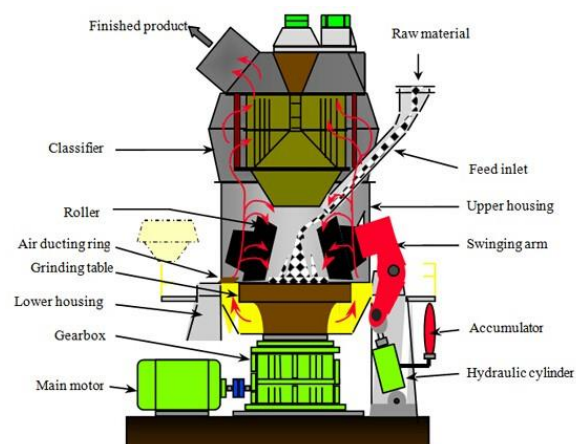
Pogon se sastoji od motora srednjeg napona od 6600 V, sa nazivnom snagom od 2350 kW. Na slici 2 su prikazane fotografije i specifikacije motora



(a)

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A.									
AVENIDA PREFEITO WALDEMAR GRUBBA, 3000									
89256-900 - JARAGUÁ DO SUL - SC									
CNPJ: 07.175.725/0010-50									
INDÚSTRIA BRASILEIRA									
MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO									
MOD	Nr.	DE	IP	IP/PIN	U/A	Ruido	dB(A) Refrig. (1m)	Mancal	L.A. 211.8 13-225
kW	V	A	211.1	LIG	FS	115		Lubrificante	ISO VG46
rpm	V	A		LIG	AMB	40		Mancal	L.O.A. 111.8 13-225
Hz	V	A		LIG	ALT	500.0		Lubrificante	ISO VG46
CAT	SECUNDÁRIO		AT	3.35E 07.2				Classe de proteção contra a umidade	
REG	V	A	3.3	LIG	IP	55W		Higrário	
SOL	RENDIMENTO	%	100	%	75	MASSA	156.130	Anti-Ruído	
ATENÇÃO									

(b)



(c)

Slika 2 – Pogon motora: (a) pregled motora; (b) pločica; (a) šema mlina.

Osovina motora je spojena na reduktor brzine koji pokreće ploču. Klipni mehanizmi pritiskaju valjke na ploču kako bi ih samleli. Ovakav rad karakteriše veoma velika promena opterećenja tokom rada.

Instalacija MCM sistema

Enging-ova MCM onlajn oprema je projektovana tako da bude veoma jednostavna za instalaciju, pri čemu je potrebno samo montirati dva razdelna (split-core) transformatora struje (CT) na kablove motora radi merenja struje, kao i povezivanje na sekundar transformatora napona (VT) radi merenja napona motora. Ova instalacija može da se izvede za svega nekoliko minuta, a u određenim situacijama je moguće izvršiti montažu bez potrebe za zaustavljanjem pogona.

Na slici 3 prikazane su fotografije instalacije MCM sistema za kontinuirani onlajn nadzor u ovoj aplikaciji vertikalnog valjkastog mlina.



(a)



(b)

Slika 3 – Instalacija Enging MSM sistema: (a) montaža razdelnih transformatora struje (CT) na kablove motora (b) elektro-ormar sa uređajima za prikupljanje podataka i komunikaciju.

Nakon fizičke instalacije svih komponenti, motor se može uključiti, a puštanje sistema u rad može se obaviti za samo nekoliko minuta.

Dijagnoza problema sa rotorom

Poruke upozorenja

Nekoliko meseci nakon instalacije MCM sistema, platforma ePreditMntc, koja upravlja informacijama, izdala je nekoliko upozoravajućih poruka vezanih za problem na rotoru ovog motora (slika 4).

● Rotor	Existe um problema grave no circuito do rotor do motor.	28/08/2019 - 17:03:19
● Rotor	Existe uma possível avaria em desenvolvimento no circuito do rotor do motor.	28/08/2019 - 17:01:27
● Rotor	Existe um problema grave no circuito do rotor do motor.	28/08/2019 - 15:16:32
● Rotor	Existe um problema grave no circuito do rotor do motor.	28/08/2019 - 15:16:32
● Rotor	Existe uma possível avaria em desenvolvimento no circuito do rotor do motor.	28/08/2019 - 14:01:27

Slika 4 – Prikaz ekrana (screenshot) softvera ePreditMntc kompanije Enging sa listom poruka upozorenja za kvarove na rotoru.

Kao što se može primetiti, nekoliko poruka upozorenja počelo je da se izdaje 28. avgusta, a koje su bile vezane za problem na rotoru.

Dijagnoza kvara

Za izvođenje detaljne analize dijagnostike kvara, MCM analiza spektra snage omogućava jasno prepoznavanje problema. Kao što je prikazano na slici 5, u opsegu frekvencija od 0 do 11 Hz prisutne su izražene frekventne komponente koje su povezane sa velikim promenama opterećenja, što je karakteristično za normalan rad vertikalnog valjkastog mlina.

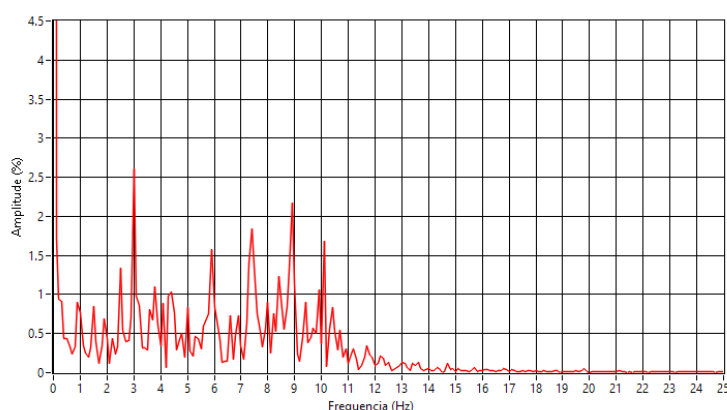
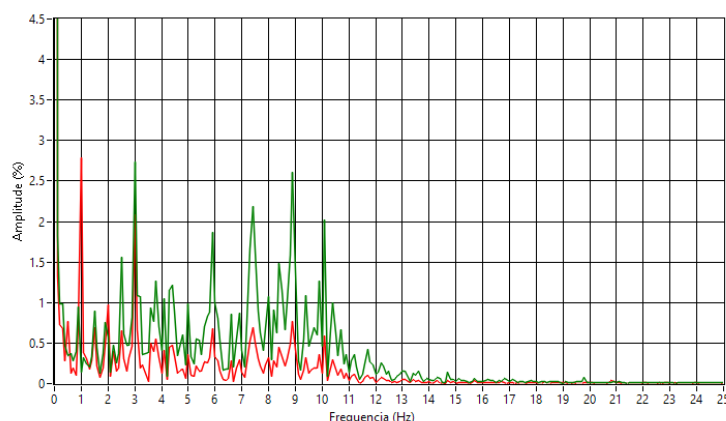


Figure 5 – Enging-ova MCM spektralna analiza

Međutim, kako bi se razlikovale normalne promene opterećenja od postojanja kvara na rotoru, analiza struje nije dovoljna, već je potrebno primeniti naprednu trenutnu analizu spektra snage (slika 6).



Slika 6 – Analiza spektra snage Enging-ovog MCM sistema: zelena linija predstavlja aktivnu snagu, dok crvena linija predstavlja reaktivnu snagu.

Budući da je promena opterećenja direktno povezana sa aktivnom snagom (zelena kriva), jasno je da se opseg promena opterećenja koncentriše u frekventnom opsegu od 2 Hz do 11 Hz.

Istovremeno, takođe je evidentno da postoji problem sa rotorom, zbog jasno izražene visoke komponente kvara koja se pojavljuje na 1 Hz u spektru reaktivne snage (crvena kriva), što potvrđuje postojanje moguće abnormalne situacije na rotoru.

Inspekcija i potvrda problema na rotoru

Nakon što je MCM platforma izdala nekoliko upozorenja o problemima sa rotoru 28. avgusta, tim za održavanje fabrike je planirao da već sledećeg dana izvrši inspekciju i popravku kako bi pokušao da reši problem.

Prva radnja koja je sprovedena bila je provera i merenje nivoa izolacije rotorskog kola. Kao što je prikazano na slici 7, tokom desetominutnog testa izolacije na 1 kV izmerena je vrednost od 779 MΩ, što je, prema preporučenim i istorijskim vrednostima za ovaj motor, očigledno ispod očekivanog nivoa.



Slika 7 – Vrednosti testa izolacije rotora izmerene nakon otkrivanja kvara na rotoru.

Pošto su izmerene vrednosti izolacije bile snižene, tim za održavanje fabrike odlučio je da izvrši detaljniju inspekciju vizuelnim pregledom rotora, a posebno mehaničkog sistema četkica. Nalazi ove inspekcije prikazani su na slici 8.



(a)



(b)

Slika 8 – Inspekcija rotorskog kola motora: (a) rastavljanje mehaničkog sistema četkica; (b) nosač/razmaknica četkica prekriven(a) česticama cementa.

Tokom ove inspekcije utvrđeno je da su nosači, koji su deo mehaničkog sistema četkica, bili prekriveni cementnim česticama/prašinom i imali su opšti prljavi izgled. Stoga je kao hitna mera kompletan sistem četkica u potpunosti očišćen, sa posebnim akcentom na čišćenje ovih komponenti nosača (slika 9).

Nakon ponovne montaže svih komponenti, rotorsko kolo je ponovo testirano kako bi se procenile vrednosti izolacije.



Slika 9 – Sklopljena komponenta nosača četkica nakon čišćenja.

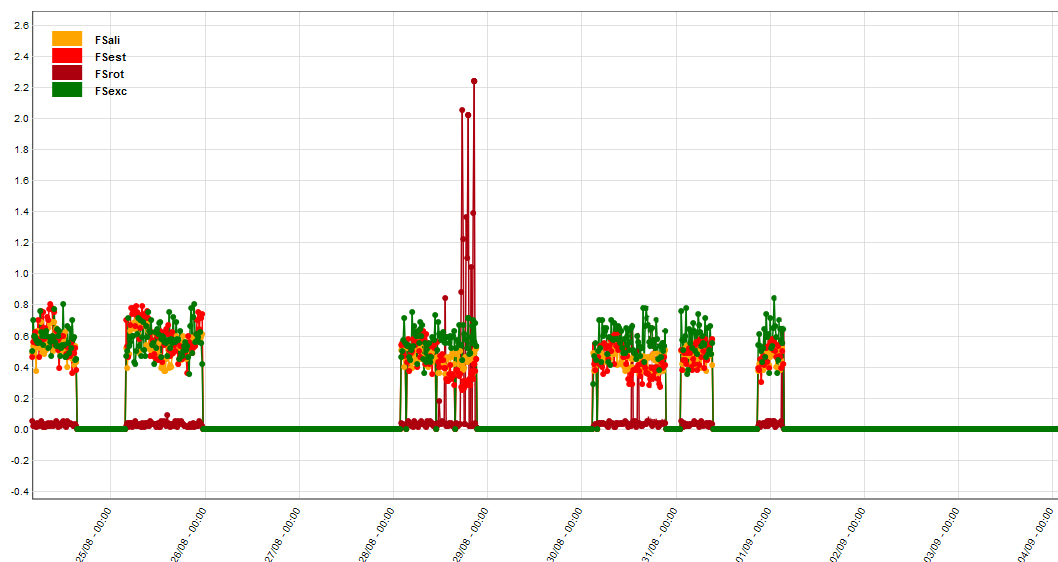
Konačni i kompletni rezultati merenja izolacije, poređujući mere pre i posle ove intervencije održavanja, prikazani su u Tabeli I.

Tabela I – Poređenje merenja pre i posle inspekcije pokrenute usled upozorenja o problemima na rotoru

	Merenja napravljena pre pregleda	Merenja napravljena posle pregleda
30 sekundi	870 MΩ	1.15 GΩ
1 minut	790 MΩ	1.77 GΩ
10 minuta	779 MΩ	2.98 GΩ

Analizom ovih rezultata postaje jasno da su nivoi izolacije rotorskog kola značajno i dramatično porasli, vraćajući se na normalne vrednosti. Shodno tome, odlučeno je da se motor pusti u rad narednog dana radi praćenja i ocene njegovog ponašanja.

Rezultati MCM sistema dobijeni sa platforme ePreditMntc jasno prikazuju razlike u radu ovog konkretnog motora (slika 10).



Slika 10 – Rezultati faktora ozbiljnosti (severity factor) ili indeksa degradacije prikazuju se u vezi sa različitim vrstama problema na motoru, pri čemu su dodeljene sledeće boje za lakšu identifikaciju: Žuta boja označava probleme povezane sa napajanjem (supply). Crvena boja označava probleme statora. Braon boja označava probleme rotora. Zelena boja označava mehaničke probleme.

Analizirajući period rada od 24. avgusta do 4. novembra 2019. godine, jasno se vidi porast faktora ozbiljnosti (severity factor) vezanog za rotor 28. avgusta, što je izazvalo izdavanje upozoravajućih poruka. Nakon što je izvršena održavajuća intervencija na mehaničkom sistemu rotora i ponovno uključenje motora, vrednosti i trendovi su se vratili na prethodni nivo, potvrđujući da pogonski sklop motora ponovo radi normalno.

Zaključak

U konkretnom slučaju, Enging-ovo online MCM rešenje za kontinuirani nadzor omogućilo je rano otkrivanje problema sa izolacijom i kontaminacijom rotora. Kombinacija cementnih čestica i prašine prisutnih na nosačima/razmaknicama četkica rotora, zajedno sa visokim nivoima vlažnosti u okolini, stvorila je abnormalne puteve za strujanje curenja struje. Ovo je tipičan znak degradirane izolacije ili kontaminacije. Takav problem može narušiti sigurnost i pouzdanost rada motora, ali zahvaljujući kontinuiranom online nadzoru i preciznoj dijagnostici MCM sistema, kvar je identifikovan na vreme, što je omogućilo pravovremene intervencije i sprečilo ozbiljnije kvarove.

Ova dijagnoza problema sa rotorom je izvršena pomoću onlajn i kontinuiranog sistema nadzora, u aplikaciji koja karakteriše tipičan i veoma visok profil promena opterećenja. Onlajn dijagnostika kvarova u ovakvim primenama je vrlo zahtevna, posebno kada su u pitanju problemi sa rotorom, jer normalne promene opterećenja mogu otežati razlikovanje stvarnog problema na rotoru. Međutim, zahvaljujući naprednom algoritmu Enging-ovog MCM sistema, ovaj slučaj jasno pokazuje efikasne dijagnostičke mogućnosti čak i u najsloženijim i najzahtevnijim scenarijima.

Pored toga, iako se MCM zasniva na vrlo jednostavnim električnim merenjima, poseduje sposobnost da lako otkrije mehaničke kvarove u relativno složenim mehaničkim sistemima. Pružajući određene tehničke detalje, moguće je jednostavno i precizno identifikovati koje su mehaničke komponente neispravne.

U ovom konkretnom slučaju, pored unapređenja mera održavanja koje se odnose na redovno čišćenje, prema rečima menadžera održavanja cementare, eventualni katastrofalni kvar ovog motora mogao bi da izazove minimalnu procenjenu štetu između 1,5 i 2 miliona brazilskih reala (što je između 330 i 440 hiljada evra).