

Analyse électrique des moteurs - PdMA Corporation



Introduction à l'analyse électrique

Le personnel de maintenance électrique a été depuis des années limité à faire uniquement du dépannage, avec pour seule aide un voltmètre et un ohmmètre. Ces équipements ne fournissent pas suffisamment d'informations pour permettre aux électriciens d'être absolument certains de l'existence ou non d'un problème électrique.

Alors que les analyses vibratoires se sont fortement développées ces dernières années, les analyses électriques restent ponctuelles, ce qui est étonnant quand on sait que plus de 50% des pannes de moteurs électriques sont liées à une défaillance électrique et non mécanique !

Présentation du système PdMA

L'objectif du système de mesure PdMA est d'améliorer la fiabilité des moteurs électriques grâce à des tests statiques (moteur à l'arrêt) et dynamiques (moteur en fonctionnement).

La combinaison de tests statiques et dynamiques permet à une entreprise de pratiquer ces contrôles quel que soit le type de fonctionnement des équipements. L'évaluation dynamique va permettre de collecter des données sans arrêt de machines. L'évaluation statique sera quant à elle privilégiée pour diagnostiquer des moteurs lorsqu'ils sont à l'arrêt.

Enfin, la corrélation des données obtenues grâce aux deux types d'évaluations statiques et dynamiques permet de valider le diagnostic électrique avant une prise de décision rapide et précise sur les actions préventives ou correctives à mettre en place.



L'analyseur électrique PdMA MCE MAX™ existe dans 3 configurations :

- MCE™ (Motor Circuit Evaluation)
Analyse statique des moteurs électriques
- EMAX™
Analyse dynamique des moteurs électriques (en fonctionnement)
- MCE MAX™
Analyse statique et dynamique des moteurs électriques

Il existe six zones d'intérêt appelées **zones de défauts**, devant être obligatoirement analysées lors d'un contrôle ou un dépannage. Faillir à l'étude d'une seule de ces zones pourrait empêcher de détecter correctement un défaut et par conséquent perdre tous les avantages liés à une politique de maintenance prédictive.

Les six zones de défaut :

- 1 La qualité de l'alimentation.
- 2 Le circuit d'alimentation.
- 3 L'isolation.
- 4 Le stator.
- 5 Le rotor.
- 6 L'excentricité.

Les 6 zones de défaut

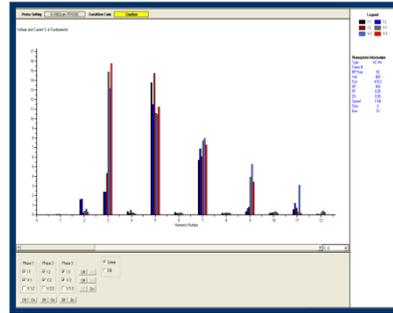
Zones de défaut	MCE™ Tests à l'arrêt	Emax™ Test Tests en fonctionnement
Qualité d'alimentation Power Quality	N/A	Power test <ul style="list-style-type: none"> Tension entre phases Facteur harmonique (Harmonic Voltage Factor) Taux de distorsion harmonique THD
Isolation Insulation	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Résistance d'isolement (Ohm) Capacitance par rapport à la masse (pF) Index de Polarisation <ul style="list-style-type: none"> PI ratio > 2.0 Test de tension pas à pas	N/A
Circuit d'alimentation Power Circuit	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Résistance entre phases (Ohm) Equilibre des résistances 	Power test <ul style="list-style-type: none"> Déséquilibre en tension Déséquilibre en intensité
Stator	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Equilibre des inductances Rotor Influence Check (RIC)	Power test <ul style="list-style-type: none"> Equilibre des impédances Facteur de puissance des phases In-Rush/Start-Up
Rotor	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Equilibre des inductances Inductance moyenne Rotor Influence Check (RIC)	Rotor Evaluation <ul style="list-style-type: none"> Amplitude des bandes latérales de la fréquence d'alimentation Swirl Effect à la 5ème harmonique Démodulation In-Rush/Start-Up
Excentricité Air Gap	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Equilibre des inductances Rotor Influence Check (RIC)	Excentricité <ul style="list-style-type: none"> Amplitude de la 1ère et de la 3ème bande latérale de la fréquence d'alimentation, à la fréquence d'excentricité.

Six zones de défaut - La qualité de l'alimentation

La qualité de l'alimentation correspond à la qualité des courants et tensions dans le circuit d'alimentation du moteur. Une mauvaise qualité de l'alimentation (distorsion harmonique de tension et de courant, pics de tension, déséquilibre entre phases, mauvais facteur de puissance, ...) peut affecter gravement le fonctionnement du moteur et entraîner un échauffement anormal.

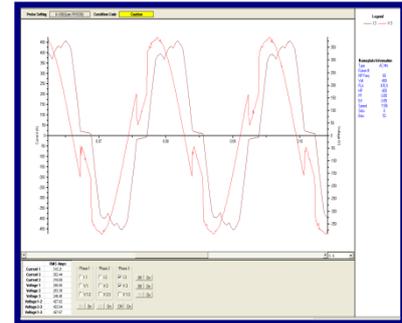
Pendant la rotation du moteur, différentes contraintes affectent les composants du moteur. Des variations ou des distorsions dans la tension d'alimentation d'un moteur génèrent une augmentation des contraintes et de la température dans les enroulements du stator et sur tous les composants du moteur.

MCEMAX™ et MCEGold™ fournissent différentes façons d'analyser et d'évaluer la qualité de l'alimentation. Non seulement MCEGold™ vous permet d'avoir la qualité d'alimentation instantanément mais il peut aussi évaluer les tensions et courants harmoniques jusqu'à la 50ème harmonique.



Les 5èmes et 7èmes harmoniques élevées indiquent l'effet du variateur sur le système de distribution.

Chacune des harmoniques devrait être inférieure à 3% du fondamental d'après IEEE 519-1992



Six zones de défaut - Le circuit d'alimentation

Le circuit d'alimentation fait référence à tous les conducteurs et connexions qui existent entre le point de mesure et le moteur. Il inclut les fusibles, les sectionneurs, les contacteurs, les relais thermiques et les connexions. Des études ont montré que les conducteurs et les connexions sont la source de 48% des problèmes entraînant une réduction d'efficacité du moteur.

MCEMAX™ offre l'unique avantage de tester le circuit d'alimentation et tous ses composants associés. Il peut arriver qu'un moteur en bonne santé soit raccordé sur un circuit défectueux. Cela génère un déséquilibre de courant et de tension et une chute de puissance, et aura pour conséquence une augmentation de température, qui est généralement la cause de défauts d'isolation. Il est donc important d'évaluer la résistance et l'inductance d'un circuit d'alimentation lors de son installation sur site. Un important déséquilibre d'impédance, d'inductance, de courant ou de tension indique généralement un problème du circuit d'alimentation ou un défaut de connexion. L'identification précoce de ces problèmes de déséquilibre permet d'éviter toute situation catastrophique.

Site	AC Standard	Polarization Index	PIC	Step Voltage
Test Date	5/26/1998	3/23/1998	3/29/1999	5/23/2000
Test Time	9:47:45 AM	9:11:11 AM	12:32:07 PM	9:40:29 AM
Test Location	Administrator	Administrator	Administrator	Administrator
Motor Leads	1200	1200	1200	1200
Top Overloads	30	30	30	30
Motor Temp	1000	1000	1000	1000
Measured Meters	770.00	850.00	430.00	450.00
Connected Meters	770.00	850.00	430.00	450.00
pf Ph 1 to Ground	0.18900	0.18400	0.18950	0.20150
ohm Ph 1 to 2	0.18750	0.18600	0.18950	0.18950
ohm Ph 2 to 3	0.18750	0.18600	0.18950	0.18950
mH Ph 1 to 2	1.975	1.990	1.980	2.005
mH Ph 1 to 3	1.995	1.995	1.995	2.010
mH Ph 2 to 3	1.970	1.985	1.995	1.995
Average Inductance	1.977	1.988	1.977	2.003
% Res. Imbalance	0.18	0.63	0.18	3.64
% Ind. Imbalance	0.42	0.42	0.59	0.42

Le courant des 3 phases est affiché. Vous êtes immédiatement alerté d'un déséquilibre de courant.

Tendance de l'impédance entre phases.

En cas d'alarme, MCEGold™ vous informe du problème.

VOLTAGE			
Fund RMS	Tot RMS	C.F.	THD
401.76	402.31	1.41	1.45
403.50	404.04	1.41	1.52
402.37	403.91	1.42	1.16
9.30	0.30		0.09
100.00			100.00

POWER			
Phase	kW	kVA	PF
Phase 1	30.08	29.93	0.99
Phase 2	40.00	39.74	0.99
Phase 3	45.00	24.77	0.54
Total	115.08	64.44	0.56
Phase Sequence	123.45	97.86	1.0000

EFFICIENCY			
kW	kVA	PF	Efficiency
100.00	100.00	1.00	100.00
100.00	100.00	1.00	100.00
100.00	100.00	1.00	100.00

CURRENT			
Fund RMS	Tot RMS	C.F.	THD
159.03	159.25	1.48	1.88
163.10	163.53	1.46	2.12
163.83	164.09	1.45	1.91
Average	163.55		
% IFA	0.00		
% Imbalance	100.00	101.13	

Six zones de défaut - L'isolation

Le défaut d'isolation fait référence à l'isolant entre les enroulements (phases) et la terre (mise à la masse du moteur). Pour qu'un moteur électrique fonctionne correctement et en toute sécurité, il est important que la circulation des courants se fasse aux endroits prévus à cet effet (dans les conducteurs) et non entre conducteurs. Un défaut d'isolation peut conduire à une situation dangereuse pour le personnel qui serait exposé au court-circuit franc.

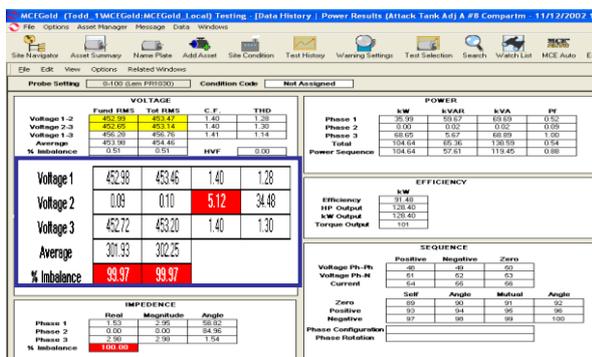
La technologie MCE™ vous permet d'identifier un problème d'isolation en identifiant les tendances en alarmes pour les résistances à la terre défavorables. Après avoir enregistré la mesure de référence, toutes les mesures ultérieures seront comparées à cette mesure initiale, afin d'observer les changements significatifs dans les tendances.

Une couleur verte apparaîtra si les mesures sont bonnes. Une couleur jaune apparaîtra s'il faut surveiller le défaut et une couleur rouge si les données sont en alarmes.

AC Standard	Polarization Index	RIC	Step Voltage	
		A	B	C
Test Date		9/23/1996	3/23/1998	3/29/1999
Test Time		9:47:45 AM	9:11:11 AM	12:32:07 PM
Test Location		Motor Leads	Motor Leads	Motor Leads
User		Administrator	Administrator	Administrator
		Baseline		
Frequency		1200	1200	1200
Charge Time		30	30	30
Voltage		1000	1000	1000
Motor Temp		40	34	42
Measured Mohm		770.00	850.00	430.00
Corrected Mohm		770.00	505.00	490.00
pF Ph 1 to Ground		51250.00	53000.00	52750.00
ohm Ph 1 to 2		0.18900	0.18400	0.18950
ohm Ph 1 to 3		0.18750	0.18550	0.18900
ohm Ph 2 to 3		0.18750	0.18600	0.18950
mH Ph 1 to 2		1.975	1.990	1.960

Measured Mohm	770.00	850.00	430.00
Corrected Mohm	770.00	505.00	490.00

Dégradation de l'isolant au fil du temps

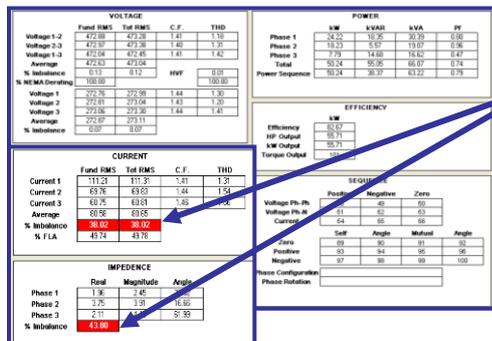


Affichage des mesures effectuées périodiquement. En cliquant sur l'alarme, vous obtiendrez les tendances.

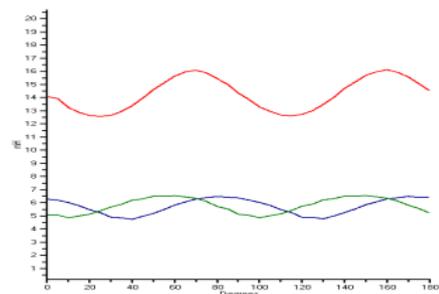
Six zones de défaut - Le stator

Le défaut de stator est souvent considéré comme le défaut le plus controversé dû au challenge que représente la détection précoce des ruptures d'isolation des enroulements du stator. Les enroulements du stator représentent « le cœur » d'un moteur. Ils induisent le champ magnétique tournant, le courant induit, le couple et la rotation du rotor. Ce challenge est plus sévère pour les moteurs à haute tension pour lesquels le temps de réaction doit être plus rapide face à un défaut de ce type. Le défaut de stator est identifié comme étant l'état et la qualité de l'isolant des enroulements d'une phase, entre phases, entre phase et terre, dans les encoches du stator et au droit des connexions du bornier du moteur.

Un court-circuit d'une phase ou entre phases peut être catastrophique pour un moteur et n'est pas toujours détectable par un mégohmmètre. Un déséquilibre excessif d'inductance ou d'impédance, une vibration excessive, des décharges capacitives ou une piètre isolation peuvent conduire à une destruction du bobinage par échauffement. EMAX™ est utilisé pour mesurer et évaluer la relation de phase entre les courants et tensions pour les 3 phases d'un moteur.



Déséquilibre important de courant et d'impédance traduisant un défaut statorique.



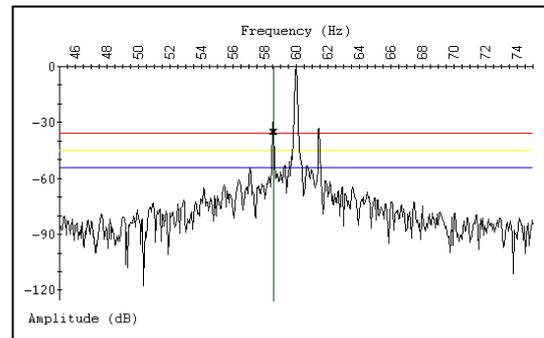
Détection d'un défaut statorique en utilisant le test RIC

Six zones de défaut - Le rotor

La bonne sante d'un rotor fait référence à l'état de ses barres rotoriques, à la bonne isolation du paquet de tôles et à un des anneaux de court-circuit (moteur à cage) qui doivent être parfaitement fixés aux barres. Une étude réalisée par EPRI et GE a montré que 10% des problèmes rencontrés sur les moteurs proviennent du rotor.

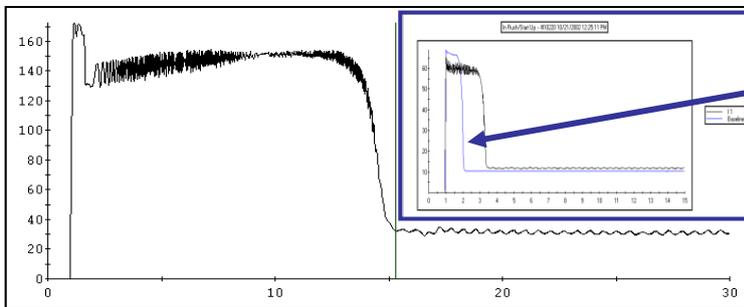
L'analyse du circuit moteur avec MCE™ est basé sur la mesure d'inductance prise sur chaque phase des enroulements du stator et les comparent à différentes positions angulaires du rotor afin de définir l'état du rotor. L'emploi des mesures d'inductance, des analyses de courant et d'autres technologies de test des rotors permet à l'utilisateur de voir des changements précoces dans la signature magnétique du rotor.

Low Res Spectrum (dB) -- 04247 09/04/2004 02:23:31 PM



Le résultat des mesure indique un sévère problème de rotor a 60% FLA

In Rush/Start Up -- 04247 09/04/2004 01:59:39 PM



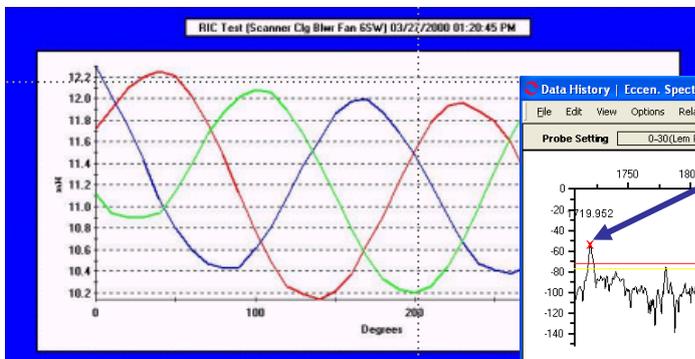
Courbe attendue

L'augmentation dans la courbe de démarrage nécessaire pour atteindre l'équilibre par rapport à la courbe de référence provient d'un défaut de rotor ou d'une baisse de tension.

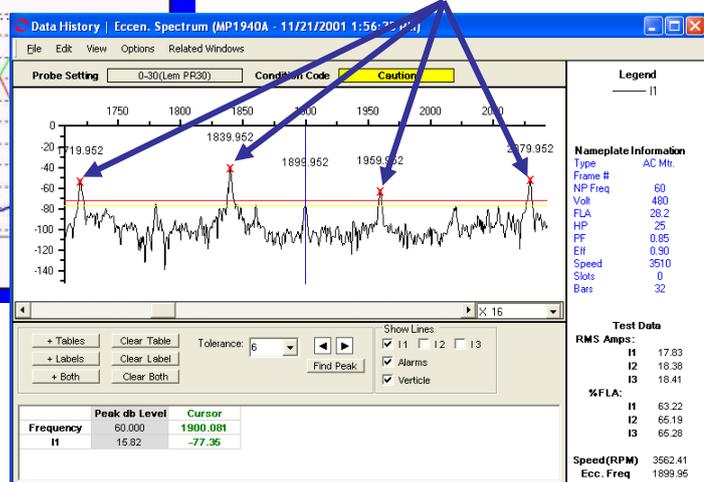
Six zones de défaut - L'excentricité

L'entrefer est l'espace entre le rotor et le stator. Cette espace doit-être équidistant sur toute la circonférence du moteur. S'il y a une variation de cette distance, il y a alors un défaut d'excentricité. Cette excentricité génère une variation du flux magnétique dans l'entrefer qui à son tour induit des variations de courant visibles dans le spectre de courant.

L'analyse de l'excentricité utilisant le RIC (Rotor Influence Check) de MCE™, est plus souvent utilisé pour des expertises approfondies lors d'un défaut d'excentricité présumé. Cela suppose l'existence de données et de suivis préalables (tendance EMAX™). Dans EMAX™, le suivi et l'analyse du défaut d'excentricité se situe dans le spectre haute fréquence du courant. Si le nombre de barres rotoriques et la vitesse sont connus, le logiciel MCEGold pointe automatiquement les 4 raies du spectre typologique d'un défaut d'excentricité.

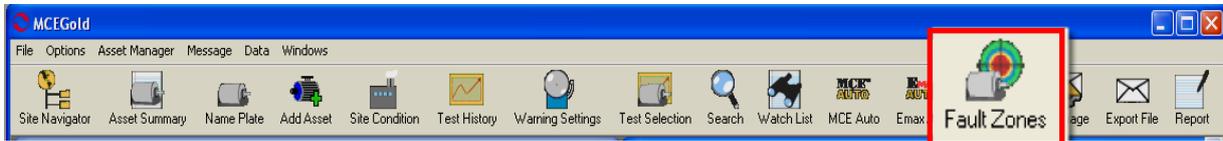


Raies montrant un défaut d'excentricité



Logiciel MCE Gold

Le système d'analyse électrique PdMA est associé au logiciel MCEGold™, qui fournit un rapport par zones de défaut. Il résume sur une seule les résultats pertinents de chaque zone. Ce rapport peut aussi être obtenu directement en cliquant sur l'icône «Fault Zones» dans la barre d'outils du menu principal.



Fault Zone Report | MP1940A

File Edit Options

Condition Code **Caution**

Nameplate Information

Fault Zone	Test Type		Date	Condition Code
Power Circuit	Voltage Imbalance (%)	0.05	7/21/2003 8:07:59 AM	Good
	Resistive Imbalance (%)	0.28	7/21/2003 12:07:35 PM	
Power Quality	Voltage THD PH-Ph (%)	0.41	7/21/2003 8:07:59 AM	Good
	Current THD (%)	1.30	7/21/2003 8:07:59 AM	
	HVF (%)	0.00	7/21/2003 8:07:59 AM	
Insulation	Stator			Severe
	RTG (Meg)	500.00	7/21/2003 12:07:35 PM	
	PI	1.08	7/21/2003 12:38:22 PM	
Stator	CTG (pF)	31500.00	7/21/2003 12:07:35 PM	Good
	Imp. Imbalance (%)	1.80	7/21/2003 8:07:59 AM	
Rotor	Inductive Imbalance (%)	8.37	7/21/2003 12:07:35 PM	Severe
	Fp Amplitude (Delta dB)	35.35	7/21/2003 8:16:32 AM	
Air Gap	Eccentricity			Caution
	Peak One (Delta dB)	20.40	7/21/2003 8:19:28 AM	
	Peak Two (Delta dB)	1.49	7/21/2003 8:19:28 AM	
	Peak Three (Delta dB)	19.14	7/21/2003 8:19:28 AM	
	Peak Four (Delta dB)	36.20	7/21/2003 8:19:28 AM	
	RIC (Eccentricity)	False	7/21/2003 12:11:31 PM	

Last Updated: 8/16/2006 2:02:55 PM