

# Detectores de falhas e analisadores preditivos para motores e geradores

- › Técnica não invasiva.
- › Monitoramento contínuo de motores e geradores.
- › Fácil interpretação dos alarmes.
- › Monitoramento em locais de difícil acesso e em ambientes agressivos, sem intervenção no processo.
- › Detecção de falhas elétricas e mecânicas.
- › Redução do custo de manutenção.



Simplemente funciona...

## Detector de Falhas e Analisador Preditivo - PA

A linha **PA** de Detectores de Falhas e Analisadores Preditivos **KRON** traz uma nova abordagem para o conceito de monitoramento de sistemas com motores e geradores elétricos trifásicos, trazendo benefícios à gestão de manutenção sem grande complexidade e com baixos custos.

Este produto é resultado da união de mais de 50 anos de experiência da KRON na área de medição de parâmetros elétricos com a tecnologia **MCM** (Motor Condition Monitor).

Os instrumentos realizam o monitoramento utilizando apenas os sinais de alimentação da máquina (motor ou gerador), evitando o uso de sensores complexos.

Por estarem sempre conectados, o monitoramento da condição da aplicação é realizado de modo contínuo (online).

Utilizando a tecnologia MCM, desenvolvida para atender a indústria aeroespacial, os instrumentos constroem a partir do momento da instalação o modelo matemático do sistema a ser monitorado.



## Facilidade de instalação

Os Detectores de Falhas e Analisadores Preditivos KRON utilizam apenas sinais elétricos (tensão e corrente) para analisar o sistema e prever com antecedência falhas progressivas (**elétricas** ou **mecânicas**). Desta forma, é necessário utilizar como sensores apenas TCs (transformadores de corrente).

Devido ao monitoramento ser baseado somente nos sinais elétricos (alimentação), evita o contato com o processo ou a necessidade de instalação nas proximidades do motor ou gerador, podendo ser instalados no próprio CCM. Esta característica os faz próprios para situações de difícil acesso, seja pela distância ou por condições agressivas.

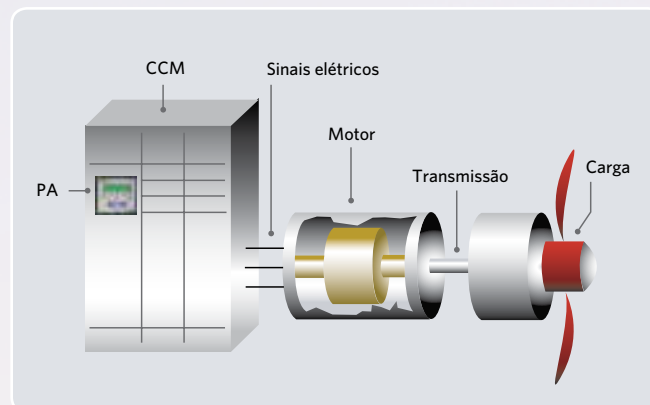
## Análise de alta confiabilidade

Os Detectores de Falhas e Analisadores Preditivos KRON são altamente sensíveis à presença de falhas na aplicação, mesmo que estas estejam em estágio inicial.

Os instrumentos analisam automaticamente a influência de qualquer variação no sistema e apresentam os resultados de uma análise complexa de modo simples ao usuário por meio de sua IHM (Interfaces Homem-Máquina) ou por interface serial (remota).

Por analisar somente sinais elétricos, seu princípio de funcionamento é imune a ruídos elétricos e vibrações de outros equipamentos, se tornando um método robusto para análise em ambientes agressivos. Por realizarem co-relação entre tensão e corrente, os instrumentos são imunes também a variações de tensão da rede, pois estas também são consideradas na análise de informações.

Após a construção do modelo, realizam a comparação entre o sinal ideal e o sinal medido, diagnosticando processos evolutivos de falha com antecedência. Isto reduz a necessidade de conhecimento específico do usuário, tornando o acompanhamento do processo amigável.



## Princípio de funcionamento

Os analisadores preditivos KRON utilizam uma técnica de modelagem matemática para detectar e diagnosticar falhas em motores e geradores elétricos trifásicos e componentes associados.

O modelo matemático consiste em conjunto de equações diferenciais representantes das propriedades eletromecânicas do sistema, sendo construído durante a fase de aprendizado dos instrumentos. Durante esta fase, as entradas de tensão e corrente são continuamente medidas e processadas utilizando algoritmos de identificação que determinam os parâmetros do modelo sob uma larga gama de estados de operação. Assim sendo, o modelo matemático construído representará o comportamento da aplicação, abrangendo as diversas situações do dia-a-dia de operação.

Toda mudança de condição, tanto no motor ou gerador quanto em **componentes associados**, causa alteração no sinal de corrente. Portanto, alterações de comportamento de **natureza elétrica ou mecânica** são refletidas nos sinais elétricos e, conseqüentemente, levadas em consideração na análise feita pelos instrumentos.

Durante o monitoramento, os parâmetros medidos são comparados continuamente com os valores de referência obtidos na etapa de aprendizado. Ao identificar mudanças significativas que se mantenham durante um determinado período, os instrumentos determinam em que situação a aplicação se encontra (normal ou com presença de falha). Esta abordagem permite maior confiabilidade à análise - com controle preciso e sem alarmes falsos.

Se houver alguma condição de trabalho não identificada durante a fase de aprendizado é possível agregá-la ao modelo, tornando-a parte da análise.

É interessante que o sistema a ser monitorado esteja em boas condições durante a fase de construção do modelo matemático. O bom estado do sistema resulta em um melhor acompanhamento de aplicação.

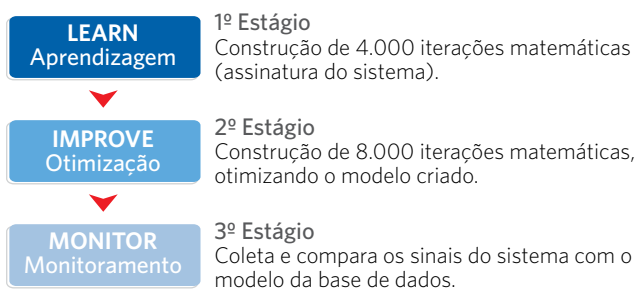
Os Detectores de Falhas e Analisadores Preditivos da linha PA, podem ser aplicados para monitorar sistemas que acionem bombas, exaustores, ventiladores, transportadores e outros baseados em motores trifásicos ou de produção de energia no caso de geradores.

Em geral, qualquer processo cíclico pode ser monitorado.

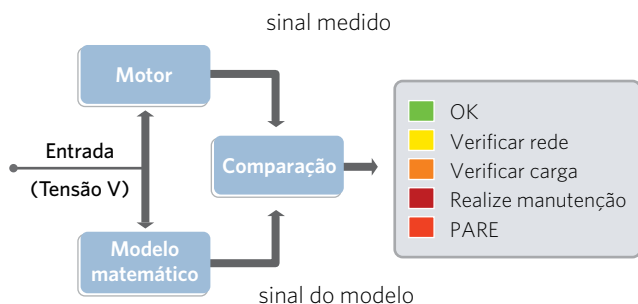


## Etapas de Funcionamento

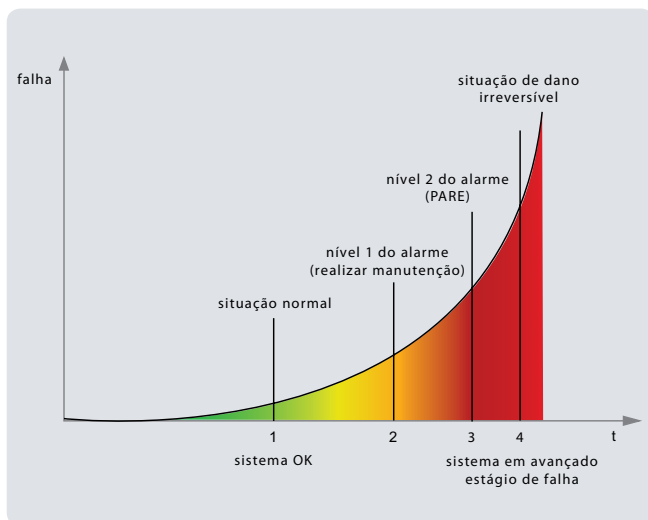
O funcionamento dos analisadores preditivos é baseado em 3 etapas: aprender sobre o sistema, otimizar as informações e realizar o monitoramento.



Com o modelamento concluído, o analisador passa a monitorar o sistema. Esta etapa consiste em comparar o sinal medido com o modelamento matemático criado.



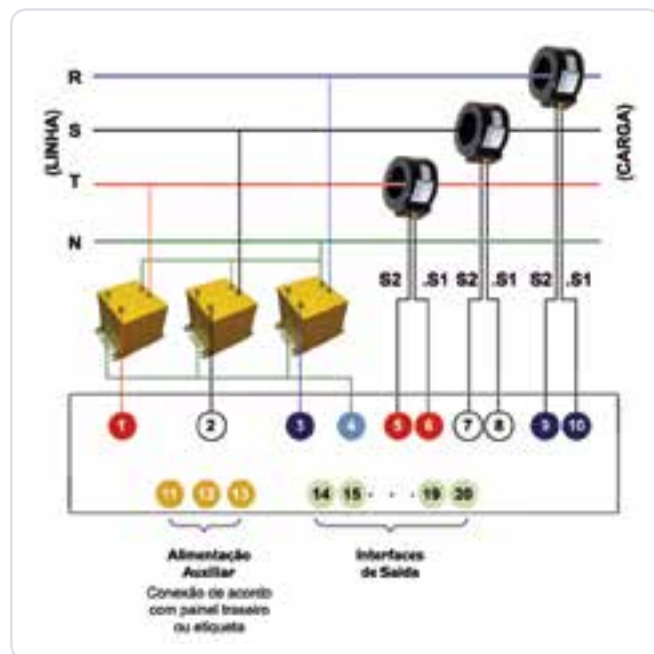
Comparando estes sinais, o PA consegue identificar se o sistema está operando corretamente ou se está ocorrendo o início de um processo de falha. É interessante que o sistema a ser monitorado esteja em boas condições durante a fase de construção do modelo matemático. O bom estado do sistema resulta em um melhor acompanhamento da aplicação.



A figura acima representa a evolução de uma falha em uma aplicação típica. Como se pode notar, quanto melhor for a condição do sistema monitorado, maior será o tempo disponível para gerenciar as ações a partir das indicações provenientes dos analisadores.

## Instalação

A aquisição dos sinais para construção do modelo matemático é feita por meio de transformadores de corrente (TC) e de potencial (TP). As constantes de transformação são configuráveis nos instrumentos, assim como o tipo de ligação utilizado.



**▶ PA-MCM**  
Motores

O **PA-MCM** realiza o monitoramento com análise detalhada do sistema assistido, disponibilizando por software uma ampla gama de informações sobre o comportamento do motor e conjunto associado.

A operação do sistema consiste na construção do modelo matemático. É gerada uma base de dados, contendo uma série de parâmetros do sistema monitorado.

**Falhas Existentes:** A partir das informações de aprendizado, avalia se já existem falhas estabelecidas no processo.

**Falhas Progressivas:** O monitoramento remoto em tempo real possibilita também a identificação de falhas progressivas no motor e conjunto associado, permitindo investigar as possíveis causas e influências dos eventos no sistema como um todo, por meio de curvas de tendência presentes no software **MCMScada**.

**Eficiência de Manutenção:** O sistema também avalia se, após uma manutenção, o motor está trabalhando de acordo com os padrões pré-estabelecidos, ou seja, identifica-se os procedimentos de manutenção foram realizados de modo correto.

- **PA-MCM LV** – Aplicável em sistemas com motores de baixa tensão.
- **PA-MCM LV Inverter** – Aplicável em sistemas com motores de baixa tensão controlados por inversores de frequência, utiliza TCs especiais (efeito hall)
- **PA-MCM MV-HV** – Aplicável em sistemas com motores de média e alta tensão.

**▶ PA-PCM**  
Geradores

O **PA-PCM** é um instrumento que, utilizando a tecnologia MCM, realiza monitoramento remoto em tempo real de geradores elétricos trifásicos.

A análise do comportamento do gerador e do conjunto associado monitorado é feita de modo semelhante ao que ocorre com o **PA-PCM**, utilizando também o software **MCMScada**.

- **PA-PCM LV** – Aplicável a geradores de baixa tensão.
- **PA-PCM MV-HV** – Aplicável a geradores de média e alta tensão.

**▶ Mult-K CCM**

O **Mult-K CCM** é um multimetro para porta de painel que mede mais de 100 parâmetros elétricos e conta com a função de detecção de falhas em motores elétricos trifásicos.

Possui interface amigável proporcionada pelo display de LCD, com registro de mínimos e máximos dos parâmetros instantâneos e memória de massa para armazenamento de grandezas elétricas, proporcionando maior detalhamento para acompanhamento da eficiência energética.

**Memória de massa**

A memória de massa possui 10 posições, sendo: 1 posição fixa para log de detecção de falhas e 9 posições para registro de grandezas elétricas, com intervalo de armazenamento configurável de 1 a 540 minutos. Os dados armazenados são obtidos por meio de leitura pelo software **RedeMB5**.

Com estas informações é possível verificar o momento de início de uma indicação de falha, gerar curvas de carga, dentre outras aplicações.

## ► MCM Scada (PA-MCM & PA-PCM)

O software **MCM Scada** é uma poderosa ferramenta de auxílio para gestão de manutenção preditiva. Por meio de sua interface gráfica, permite ao usuário obter e visualizar as informações em tempo real a partir dos dispositivos **PA-MCM** e **PA-PCM** e, posteriormente, exibir o conteúdo de sua base de dados de modo transparente e intuitivo.

Utilizando o banco de dados do **MCM Scada** pode-se ter acesso, por meio de uma rede de comunicação, ao histórico de **parâmetros elétricos e mecânicos** de cada sistema monitorado. Dessa maneira, pode-se utilizar a tendência de comportamento como base para agendamento de manutenção e diagnóstico de falhas.

Quando há falhas em progressão o **MCM Scada** pode informar automaticamente o usuário sobre sua ocorrência enviando um e-mail. Sua base de dados é totalmente compatível com os padrões **SQL** e **ODBC** e pode ser acessada facilmente, podendo ser compartilhada por outros sistemas.

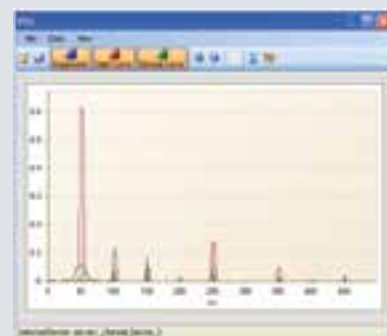
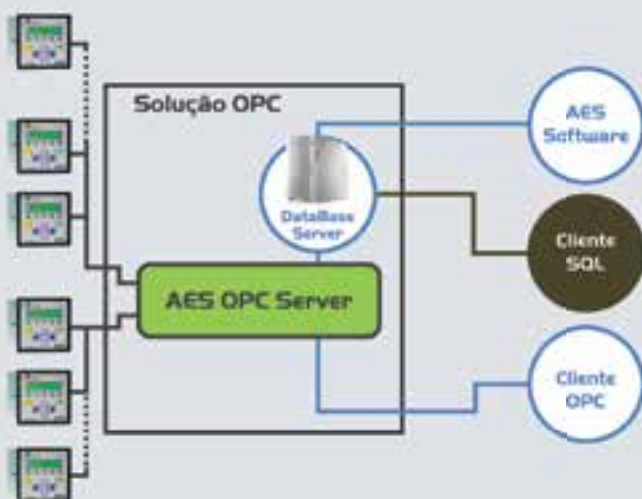


## ► Servidor OPC (PA-MCM & PA-PCM)

Os PA-MCM e PA-PCM contam com suporte a OPC, por meio do AES OPC Server.

Assim, as informações de monitoramento de redes de analisadores são concentradas no servidor e podem ser disponibilizadas para clientes OPC (softwares de supervisão, bancos de dados, etc).

O software AES possibilita a análise das condições de monitoramento em seu próprio ambiente, oferecendo informações detalhadas sobre cada aplicação (curvas de tendência, espectros, indicação de falhas, etc).



| Grandezas elétricas medidas  |   | PA-MCM                          |  | PA-PCM                     |   | Mult-K CCM   |  |  |
|--|---|---------------------------------|--|----------------------------|---|--|--|--|
| Instantâneas   | Tensão (fase neutro), corrente (por fase), admitância, balanceamento (tensão e corrente), fator de potência, potência ativa e THD de tensão ou de corrente (por fase) |                                 |  |                            |   | Tensão (fase-neutro e fase-fase), corrente (por fase, trifásica), potência ativa, reativa e aparente (por fase e trifásica), frequência, THD de tensão e corrente (por fase). Todas as grandezas com indicação de mínimos e máximos. |  |  |
| Acumulativas   |   |                                 |  |                            |   | Energia ativa (positiva e negativa), energia reativa (indutiva e capacitiva), demanda ativa e demanda aparente, mínimos e máximos  |  |  |
| Precisão   | *****   |                                 |  |                            |   | V, A, W, Var, VA: 0,2% - Fator de Potência: 0,5%, Frequência: 0,1Hz, THD: <3%  |  |  |
| Display  | LCD (2 linhas x 16 caracteres)  |                                 |  |                            |   | LCD 128 x 64 pixels  |  |  |
| Memória  | Sim   |                                 |  |                            |   | Sim  |  |  |
| Alarme   | LED + Relé  |                                 |  |                            |   | Iluminação intermitente + Relé   |  |  |
| Características Elétricas  |   | MCM LV-LINE                     | MCM LV-INVERTER  | MCM MV - HV                | PCM LV  | PCM MV-HV  |  |  |
| TENSÃO   | Entrada de tensão   | 380 - 480 Vc.a. (F-F)           | 380 - 480 Vc.a. (F-F)  | 100 Vc.a. (F-N)            | 380-480 Vc.a. (F-F)   | 100 Vc.a. (F-N)  | 115 / 220 / 380 / 440 Vc.a. (F-F) definir em pedido                        |  |
|  | Frequência  | 50 - 60 Hz                      | 10 a 120 Hz  | 50-60 Hz                   | 50 - 60 Hz  | 50 - 60 Hz   | 50 ou 60Hz   |  |
|  | Nominal(Vn)   |                                 |  |                            |   |  | 115 / 220 / 380 / 440 Vc.a. (F-F)  |  |
|  | Faixa de trabalho   |                                 |  |                            |   |  | 80 a 120% de Vn para módulo preditivo<br>20 - 500 Vc.a. (F-F) para medição |  |
|  | Consumo interno   |                                 |  |                            |   |  | < 0,5 VA   |  |
| CORRENTE   | Entrada de corrente   | 5 Ac.a. (1 Ac.a. opcional)      |  | 5 Ac.a. (1 Ac.a. opcional) | 5 Ac.a.   | 5 Ac.a.  | 1/2/3/4/5 Ac.a. definir em pedido  |  |
|  | Nominal(In)   |                                 | Sensores de efeito hall inclusos (definir faixa de trabalho em pedido) |                            |   |  | 1/2/3/4/5 Ac.a.  |  |
|  | Faixa de trabalho   |                                 |  |                            |   |  | 40 a 110% de In para módulo preditivo<br>20 mA a 5 Ac.a. para medição      |  |
|  | Consumo interno   |                                 |  |                            |   |  | < 0,5 VA   |  |
| ALIM. AUXILIAR   | Alimentação auxiliar  | definir em pedido               |  |                            |   |  | definir em pedido  |  |
|  | Nominal   | 85 a 256 Vc.a., 120 a 375 Vc.c. |  |                            |   |  | 120 e 220 Vc.a.  |  |
|  | Fonte TOP   |                                 |  |                            |   |  | 85-265 Vc.a. / 100-375 Vc.c.   |  |
|  | Consumo interno   | 15 VA                           |  |                            |   |  | < 15 VA  |  |
| Características Mecânicas  |   |                                 |  |                            |   |  |  |  |
| Alojamento   | Alumínio com proteção para superfície (RAL 7032)  |                                 |  |                            |   | Termoplástico (ABS - V0)   |  |  |
| Montagem   | Frente de painel (96 x 96)  |                                 |  |                            |   | Frente de painel (96 x 96)   |  |  |
| Posição de Montagem  | Horizontal  |                                 |  |                            |   | Qualquer   |  |  |
| Fixação  | Travas laterais   |                                 |  |                            |   | Travas laterais  |  |  |
| Bornes   | Encaixe rápido  |                                 |  |                            |   | encaixe rápido   |  |  |
| Grau de Proteção   |   |                                 |  |                            |   |  |  |  |
| Painel Frontal   |   |                                 |  |                            |   | IP-40 para frontal (IP-54 opcional)  |  |  |
| Caixa  | IP-20 (invólucro)   |                                 |  |                            |   | IP-20 para invólucro, (IP-40 opcional)   |  |  |
| Bornes   | IP-00   |                                 |  |                            |   | IP-00  |  |  |
| Interfaces de Entrada e Saída  |   |                                 |  |                            |   |  |  |  |
| Interface serial   | RS-485/RS-422   |                                 |  |                            |   | RS-485   |  |  |
| Velocidade   | 300 - 19200 bps   |                                 |  |                            |   | 9600 / 19200 / 38400 / 57600 bps   |  |  |
| Formator de Dados  | 8E2/8O2/8E1/8O1   |                                 |  |                            |   | 8N2/8N1/8E1 / 8O1  |  |  |
| Protocolo  | ARTEBUS   |                                 |  |                            |   | MODBUS - RTU   |  |  |
| Saída de contato   |   |                                 |  |                            |   |  |  |  |
| Tipo   | Relé N/A, N/F (programável)   |                                 |  |                            |   | Relé NA  |  |  |
| Condições Ambientais Relevantes  |   |                                 |  |                            |   |  |  |  |
| Temperatura de operação  | 0 a 40° C   |                                 |  |                            |   | 0 a 60°C   |  |  |
| Temperatura de armazenamento   | 0 a 60° C   |                                 |  |                            |   | - 25 a 60°C  |  |  |
| Umidade relativa do ar   | Máximo de 90% (sem condensação)   |                                 |  |                            |   | Máximo de 90% (sem condensação)  |  |  |
| Coefficiente de temperatura  |   |                                 |  |                            |   | 50 ppm/°C  |  |  |
| Normas técnicas  |   |                                 |  |                            |   |  |  |  |
| EN 55011; EN 61000; EN 60555; EN 50011F; EN60529; EN60950; IEC 529 CE; |   |                                 |  |                            | IEC 61326-1; IEC 61000-4-6; IEC 61000-4-2; IEC 61000-4-8; IEC 61000-4-3 IEC 61000-4-11; IEC 61000-4-4; CISPR 11 IEC 61000-4-5 |  |  |  |

Edição | Março 2011

\*\*\*\*\* Instrumentos orientados para análise preditiva. Portanto, os valores das grandezas elétricas mostrados devem ser tomados como referências.

**KRON Instrumentos Elétricos Ltda.**

R. Alexandre de Gusmão, 278. São Paulo, SP. CEP: 04760-020

Tel.: +55 (11) 5525-2000 | Fax: +55 (11) 5525-2004

vendas@kron.com.br

 [www.kron.com.br](http://www.kron.com.br)

