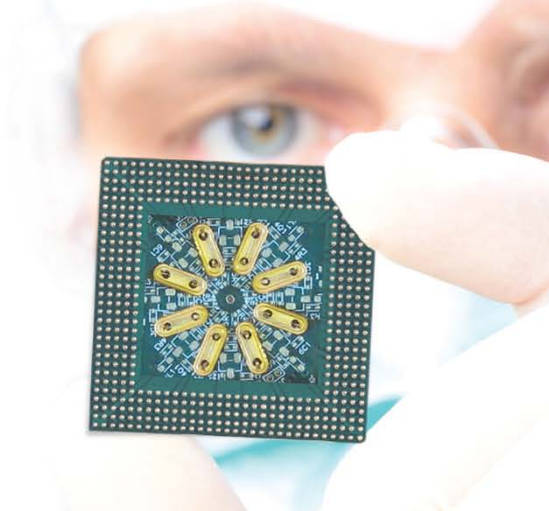


# HF-QCM

Sensores de alta frequência com microbalança de cristal de quartzo



## Sensores de alta frequência com microbalança de cristal de quartzo

A MS Tech desenvolveu uma ampla gama de sensores HF-QCM baseados em uma abordagem multidisciplinar que integra: tecnologia QCM, gravação por plasma, revestimento químico e tecnologias de deposição, micromecânica, eletrônica, algoritmos e processamento de dados digitais.

O desenvolvimento científico inclui um grande banco de revestimentos químicos (polímeros e SAMs) que podem ser aplicados na superfície ativa dos sensores HF-QCM. Cada um destes revestimentos possui uma afinidade específica com substâncias diferentes e é projetado para interagir seletivamente com as moléculas visadas.

Os sensores são formados em uma estrutura patenteada de matriz sensorial que oferece alta sensibilidade e seletividade a uma ampla faixa de moléculas (veja a Figura 1). A sensibilidade de um sensor HF-QCM é proporcional ao quadrado da frequência de um ressonador de quartzo e é definida por uma expressão, na qual a frequência do sensor muda dependendo da massa absorvida, conforme a seguir:

$$\Delta f = (-2,3 \times 10^{-6}) f^2 \Delta M/A,$$

\*Onde:  $\Delta f$ [Hz] – alteração de frequência sob influência da massa absorvida  $\Delta M$

F (Hz) – frequência de ressonância do sensor de quartzo;

A (cm<sup>2</sup>) – área de eletrodos (dois lados) do sensor de quartzo onde é acumulada a massa absorvida  $\Delta M$ ;

Os sensores HF-QCM têm a capacidade de detectar e identificar traços de materiais na fase gasosa, de vapor e líquida, mesmo em concentrações muito baixas. Os sensores podem ser operados em uma ampla faixa de temperatura ambiente (-10 °C a 60 °C) e numa faixa de umidade de 5% a 95% UR, sem condensação.

### Princípio científico de funcionamento

A tecnologia do sensor HF-QCM é um amálgama de várias disciplinas científicas, recriando digitalmente os processos olfativos dos mamíferos (veja a Figura 2) para a matriz sensorial que interage com as moléculas. Ela é baseada na teoria piezolétrica, onde as moléculas absorvidas na superfície de revestimentos químicos seletivos criam alterações no peso da massa dos sensores HF-QCM. Este processo afeta sua frequência de ressonância e oferece assinaturas digitais ou impressões digitais únicas para cada substância visada. As alterações são medidas precisamente dentro de segundos, através de uma combinação de sensores HF-QCM e algoritmos poderosos de reconhecimento de padrões.

### Recursos em destaque

- Tecnologia verde
- Sem fontes radioativas
- Alta sensibilidade e seletividade
- Resposta breve
- Tempo rápido de recuperação
- Alta estabilidade
- Transmissão em tempo real
- Eficiência energética
- Baixo consumo de energia
- Resistência à umidade
- Resistência à pressão barométrica
- Sensores livres de manutenção
- Baixos custos de fabricação



**Figura 1:** Uma visão de cima dos sensores HF-QCM desenvolvidos pela MS Tech



**Figura 2:** Uma visão interna dos sensores HF-QCM

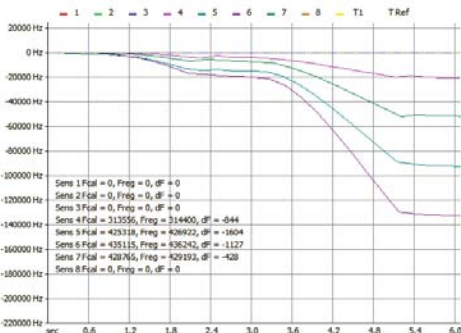
## Curvas típicas de resposta

A faixa dinâmica de frequência ressonante dos sensores HF-QCM é tipicamente entre vários a algumas centenas de MHz. Em cada análise de amostras, as respostas de frequências de todos os sensores são medidas ao longo de intervalos de tempo predeterminados. O processo de identificação da amostra ocorre quando os algoritmos de reconhecimento de padrões processam a assinatura digital recebida e realizam sua correspondência com uma base de dados de substâncias, armazenada no instrumento.

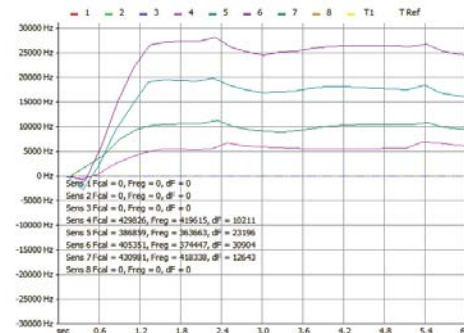
As respostas dos sensores HF-QCM criam uma assinatura digital caracterizando a reação da matriz sensorial HF-QCM a um material específico inserido para análise (veja a Figura 3 e Figura 4). A resposta da matriz sensorial para uma dada amostra é sistematicamente medida e consistente, na medida em que as faixas prováveis de moléculas visadas e interferentes típicos foram inseridas previamente na base de dados. A distribuição das respostas da matriz sensorial para as amostras analisadas pode ser plotada como um histograma. Este conceito tecnológico permite uma rápida adaptação e flexibilidade na “aprendizagem” para detectar e identificar novas substâncias visadas, mantendo, ao mesmo tempo, baixas taxas de alarmes falsos.

## Análise do design

A Matriz Sensorial HF-QCM foi projetada como um chip “plug & play” que não usa nenhuma fonte radioativa nem materiais perigosos (veja a Figura 5). Ela pode ser integrada a uma ampla gama de sistemas, enquanto mantém a sensibilidade e seletividade durante análises com alto volume de processamento. Cada matriz HF-QCM consegue registrar e armazenar milhares de amostragens realizadas desde sua instalação. Ela também pode ser integrada em conjunto com Wi-Fi ou Bluetooth e usada para transmitir em tempo real alarmes e/ou resultados de testes para servidores proxy remotos. O resultado são dispositivos de detecção compactos, com baixo consumo de energia e resistentes à umidade.



**Figura 3:** Assinatura digital da ciclotrimetilenotritramina (RDX), exibindo as curvas de resposta da matriz sensorial HF-QCM a um material explosivo plástico.



**Figura 4:** Assinatura digital do triperóxido de triacetona (TATP). Peróxidos possuem um amplo uso comercial como agentes clareadores e catalisadores de polimerização. Devido à fraca ligação dos oxigênios, os peróxidos sofrem uma fácil decomposição térmica, produzindo radicais. Muitos peróxidos são sensíveis a choque e suas decomposições em geral são exotérmicas, levando à sua fácil detonação.

## Aplicações

### Segurança e triagem de pessoas

- Explosivos e materiais improvisados
- Narcóticos e contrabando
- Químicos industriais tóxicos (TICs)
- Agentes bioquímicos

### Segurança alimentícia e inspeção de produtos

- Patógenos
- Contaminantes químicos
- Organismos de deterioração
- Sistemas de ordenha automática (AMS)
- Peixes e frutos do mar
- Carnes e aves domésticas

### Diagnósticos biomédicos

- Inspeção não invasiva
- Análise de urina
- Análise sanguínea
- Detecção precoce de doença
- Diagnóstico em tempo real

### Outras

- Automotiva (CO e NO2)
- Qualidade do ar (CO e COVs)
- Segurança (CH4, propano)
- Consumidor (COVs)



**Figura 5:** Design do chip da matriz sensorial

## Sede Corporativa

MS Tech Inc.  
1655 North Fort Myer Drive, Suite 700  
Arlington, Virgínia 22209, EUA –  
Tel.: +1.703.465.5105 Fax: +1.703.351.5298

## Vendas

sales@ms-technologies.com

## Suporte Técnico

support@ms-technologies.com

www.ms-technologies.com

A MS Tech Inc. empregou todos os esforços razoáveis para assegurar que as informações neste documento sejam precisas e completas, isentando-se de toda e qualquer garantia de precisão e integralidade, sendo elas também proprietárias. Este folheto consiste em informações gerais sobre os recursos da MS Tech Inc. que não contêm dados técnicos controlados, conforme estabelecido nas Regulamentações da Administração de Exportações (EAR), Parte 734.7-11.