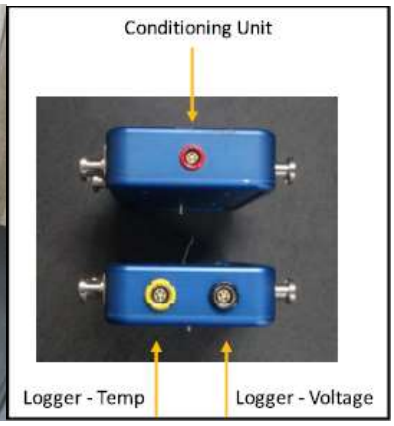
MEMORIAL DESCRITIVO

Sistema de Perfilagem Avançada de Fluxo de Calor TTP Voyager

Modelo: VOY25-TB32-2CH









1. DESCRIÇÃO DO ITEM

Sistema industrial portátil e modular de perfilagem de fluxo de calor, composto por unidade registradora de dados (datalogger) de dois canais, cabeçote sensor Voyager-B com sensores de 25 mm e barreira térmica modelo TB32 de 32 mm. O cabeçote possui um sensor preto, destinado à medição do fluxo de calor total, e um sensor prata, destinado à medição do fluxo de calor por convecção.Possui capacidade de medição de fluxo de calor na faixa de -15.000 a +5.000 W/m², sendo aplicável em processos com temperaturas de até 400 °C. A temperatura máxima indicada para o bloco do sensor é de 150 °C. O sistema destina-se à medição, registro e análise das condições térmicas e do fluxo de calor em processos industriais contínuos, incluindo linhas de forneamento de biscoitos, com dados registrados pelo datalogger e analisados pelo software ThermaFlux.

2. FINALIDADE GERAL

Sistema industrial portátil e modular de perfilagem térmica, destinado à medição, ao registro e à análise do fluxo de calor e das condições térmicas em processos industriais contínuos, tais como fornos e túneis de processamento térmico. O equipamento acompanha o produto ao longo do processo, registrando dados para avaliação e diagnóstico das condições de operação, incluindo processos de forneamento de biscoitos.

3. COMPOSIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O sistema apresenta a configuração VOY25-TB32-2CH e é composto pelos seguintes módulos integrados, cada um com função específica no processo de perfilagem térmica:

3.1 Unidade Registradora de Dados (Datalogger)

A unidade registradora de dados é responsável pela aquisição, armazenamento e transmissão dos sinais provenientes dos sensores de fluxo de calor durante o processo. Opera internamente ao forno, protegida pela barreira térmica. Comunica-se com o operador via radiofrequência (RF) e transfere os dados registrados ao PC via conexão ao software ThermaFlux.

Parâmetro	Especificação
Canais de aquisição	2 canais (sensor preto + sensor prata)
Taxa de amostragem	4 a 8 leituras por segundo
Alimentação	Pilhas AAA de 1,5 V (incluso no kit)
Temperatura interna máxima	85 °C
Comunicação sem fio	Radiofrequência (RF) com controle remoto dedicado
Transferência de dados para PC	Conexão direta via software ThermaFlux
Capacidade de armazenamento	Consultar manual do fabricante para número máximo de leituras por corrida
Vida útil estimada da bateria	Consultar manual do fabricante (estimativa conforme ciclos de uso)
Alcance RF	Consultar manual do fabricante

3.2 Cabeçote Sensor de Fluxo de Calor (Voyager-B)

O cabeçote sensor de ultra-baixo perfil é o elemento central do sistema, sendo posicionado diretamente na esteira do forno durante a corrida. Incorpora dois sensores de fluxo de calor de 25 mm com propriedades superficiais distintas (preto e prata) e um termopar integrado para medição de temperatura ambiente do produto.

Parâmetro	Especificação
Perfil do equipamento	Ultra-baixo perfil (low-profile design)
Dimensão dos sensores	25 mm
Sensor preto	Medição do fluxo de calor total (radiação + convecção)
Sensor prata	Medição do fluxo de calor convectivo
Medição de temperatura	Termopar integrado — orientação face up
Faixa de medição de fluxo de calor	-15.000 a +5.000 W/m²
Temperatura ambiente máxima do processo	400 °C
Temperatura máxima do bloco sensor	150 °C
Precisão	±2% da escala total (Full Scale)
Tempo de resposta (T60)	< 0,1 segundo

3.3 Barreira Térmica (Thermal Barrier — TB32)

A barreira térmica protege os componentes eletrônicos do datalogger da temperatura elevada do forno, atuando como isolante térmico e prolongando a vida útil do equipamento durante as corridas de perfilagem.

Parâmetro	Especificação
Modelo	TB32
Dimensão nominal	32 mm
Função	Proteção térmica dos componentes eletrônicos do datalogger
Compatibilidade	Sensores de 25 mm (Voyager-B)

3.4 Unidade de Condicionamento (Conditioning Unit)

A unidade de condicionamento é um equipamento periférico de bancada utilizado no pré-aquecimento controlado dos blocos sensores antes de cada corrida de perfilagem. Este pré-aquecimento é uma etapa crítica do processo, pois garante que os sensores estejam na temperatura operacional adequada antes de entrar no forno, evitando erros de leitura causados por gradientes térmicos transientes.

Parâmetro	Especificação
Tipo	Equipamento periférico de bancada
Faixa de pré-aquecimento	80 °C a 85 °C
Função	Pré-aquecimento controlado dos blocos sensores antes da corrida
Objetivo do pré-aquecimento	Evitar condensação na face do sensor e garantir gradiente de temperatura adequado para medição exata
Alimentação elétrica	Consultar manual do fabricante (verificar tensão e frequência local)
Tempo estimado de pré-aquecimento	Consultar manual do fabricante

3.5 Software ThermaFlux

O software ThermaFlux é a plataforma dedicada para transferência, visualização e análise dos dados registrados pelo datalogger. Permite a representação gráfica dos perfis de fluxo de calor e temperatura ao longo das zonas do forno, possibilitando diagnósticos e ajustes de processo.

Parâmetro	Especificação
Nome do software	ThermaFlux
Versão documentada	V4.0.0 build 19
Funções principais	Transferência, visualização e análise dos dados de fluxo de calor e temperatura
Unidade de saída	W/m² (fluxo de calor) e °C (temperatura)
Análise por zona	Perfilamento zona a zona com representção gráfica ao longo do forno
Requisitos mínimos do sistema	Consultar manual do fabricante (versão do SO, RAM, espaço em disco)
Formatos de exportação	Consultar manual do fabricante (CSV, PDF, formato proprietário)
Modelo de licença	Incluso no kit do sistema (consultar fabricante para renovações)

3.6 Dimensões Físicas e Peso do Sistema

As dimensões e peso do sistema montado são críticos para confirmar a viabilidade de uso em fornos com restrições dimensionais — especialmente relevante em fornos de banda sólida . O design ultra-baixo perfil do Voyager-B foi desenvolvido especificamente para ambientes com espaço reduzido.

Componente / Dimensão	Referência
Altura total do sistema na esteira	Consultar ficha técnica do fabricante (ultra-baixo perfil)
Comprimento do cabeçote sensor	Consultar ficha técnica do fabricante
Largura do cabeçote sensor	Consultar ficha técnica do fabricante
Peso total do sistema montado	Consultar ficha técnica do fabricante
Altura mínima livre no forno (requirida)	Verificar contra altura interna do forno antes do uso

4. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO FÍSICO

O equipamento realiza a medição do fluxo de calor, correspondente à quantidade de energia térmica transferida por unidade de área e de tempo, expressa em W/m². Os sensores preto e prata geram sinais correspondentes às respectivas medições, que são recebidos e registrados pelo datalogger. Os dados são posteriormente transferidos para o software ThermaFlux, que permite sua visualização e análise, incluindo a representação dos resultados em W/m².

A distinção entre fluxo de calor total e convectivo baseia-se nas propriedades ópticas superficiais distintas dos dois sensores: a superfície preta (emissor e absorvedor de radiação de corpo negro) absorve tanto o calor radiante quanto o convectivo, enquanto a superfície prata (altamente refletora) é pouco sensível à radiação, captando predominantemente o componente convectivo.

4.1 Cálculo do Fluxo de Calor Radiante

A principal vantagem do sistema de dois canais é a possibilidade de separar as contribuições térmicas radiante e convectiva. O fluxo de calor radiante é calculado como a diferença entre as medições dos dois sensores, conforme a fórmula abaixo:

Fluxo de Calor Radiante (W/m²) = Fluxo de Calor Total − Fluxo de Calor Convectivo

$$Q_r^{ad} = Q^{Total} - Q^{conv}\ (sensor\ preto) - Q^{conv}\ (sensor\ prata)$$

Essa diferenciação é fundamental para o diagnóstico térmico de fornos, pois permite identificar se a transferência de calor ocorre predominantemente por radiação ou por convecção, direcionando ações de ajuste e otimização do processo. O software ThermaFlux realiza este cálculo automaticamente e apresenta os três canais (total, convectivo e radiante) nos gráficos de perfil.

5. APLICAÇÃO INDUSTRIAL

O sistema é empregado na perfilagem e análise das condições térmicas de processos industriais, incluindo o acompanhamento do fluxo de calor em linhas de forneamento. Na aplicação informada, é utilizado para análise das condições de forneamento na produção de biscoitos e avaliação da uniformidade térmica. Sua configuração de baixo perfil permite a utilização em processos nos quais há restrições dimensionais no interior dos fornos industriais.