

# MANUAL de instruções

Leia atentamente este manual antes de utilizar o produto

**Rugosímetro Portátil  
Ra - Rz - Rq - Rt**

**Código: MTK-1400**



Este equipamento possui 1 ano de garantia contra defeitos de fabricação, condicionada a utilização correta conforme as indicações deste manual. (ver página 11).

## 1. Descrição geral do produto

- Este é um medidor de rugosidade superficial portátil, de dimensões reduzidas, peso leve e fácil de carregar. Mesmo sendo capaz de realizar medições complexas e avançadas, ele tem sua utilização e programação de funções e parâmetros muito simples e intuitiva. Este rugosímetro permitirá uma longa vida útil se utilizado de acordo com o indicado neste manual. Por favor, leia o manual de instruções com atenção e mantenha-o com fácil alcance.

- Este equipamento é compatível com 4 normas (ISO, DIN, ANSI e JIS) e pode ser utilizado tanto no ambiente de produção na fábrica quanto em laboratório para medição de rugosidade superficial de diversos tipos de peças industrializadas, efetuando o cálculos de todos os parâmetros de forma simples e rápida no display.

- Quando se realiza a medição da rugosidade, o apalpador é colocado sobre esta superfície e após o comando de início, começa a efetuar automaticamente o deslocamento e a medição. O apalpador é acoplado ao corpo do rugosímetro e faz o deslize para seu interior.

- O apalpador possui uma agulha de diamante que faz o mapeamento da rugosidade da superfície (picos e vales), através de um sistema indutivo, gerando um sinal analógico e transmitindo essas diferenças encontradas para o micro processador exclusivo DSP, que efetua os cálculos e transmite os resultados para o display da unidade de leitura.

### **Composição padrão:**

- Maleta de transporte e armazenagem
- Unidade de leitura e unidade de medição
- Apalpador padrão
- Padrão de rugosidade (faixa de 1,70  $\mu\text{m}$  em Ra)
- Chave de fenda reta e cruzada
- Suporte ajustável de altura e capa de proteção do apalpador
- Manual de instruções em português
- Quatro pilhas alcalinas 1,5V tipo AAA (palito) - **DURACELL**

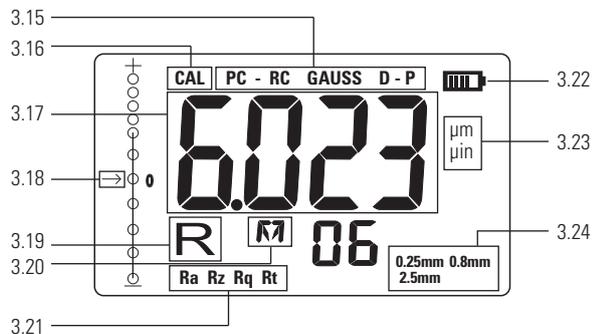
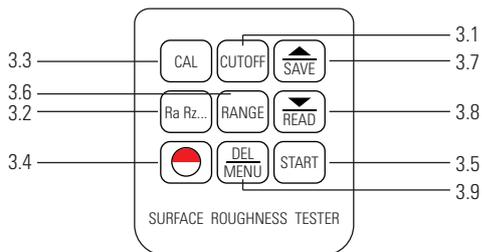
### **Acessórios opcionais:**

- Extensão para o apalpador - 60 mm - **MTK-1420**
- Apalpador para canais - 9 mm - **MTK-1421**
- Apalpador para áreas curvas - **MTK-1422**
- Cabo de comunicação USB e Software - **MTK-2001**

### 3. Informações técnicas

- Unidade de medição destacada da unidade de leitura
- 4 parâmetros: Ra, Rz, Rq e Rt, todos calculados em uma única medição
- Faixa de medição: 0,050 a 10  $\mu\text{m}$  (Ra/Rq) e 0,020 a 100  $\mu\text{m}$  (Rt/Rz)
- Exatidão: < 10% - Repetibilidade: < 6%
- Raio do apalpador de diamante: 10  $\mu\text{m}$
- Força de medição: 16 mN (1,6 gf)
- Ângulo do apalpador: 90° - Raio do guia do apalpador: 48 mm
- Distância máxima de medição: 17,5 mm
- Cut-off: 0,25 - 0,8 - 2,5 mm (seleção de 1 a 5 vezes)
- Filtros: RC, PC-RC, GAUSS, D-P
- Resolução: 0,001  $\mu\text{m}$  (até 9,999  $\mu\text{m}$ ) - 0,01  $\mu\text{m}$  (até 99,99  $\mu\text{m}$ )  
0,1  $\mu\text{m}$  (maior que 100  $\mu\text{m}$ )
- Amplitude medição (Z):  $\pm 80 \mu\text{m}$
- Display: LCD de 2.2"
- Dígitos: 13 mm (facilitando a leitura)
- Temperatura de utilização: 0 a 40°C
- Umidade de operação: < 85%
- Dimensões da unidade de leitura: 145 x 65 x 27 mm
- Peso da unidade de leitura: 190 g (não incluindo as pilhas)
- Componentes de alta qualidade e longa durabilidade, como o corpo em plástico ABS, garantem que não seja necessária manutenção por longo período. A caixa plástica também é desenvolvida para um confortável encaixe nas mãos do usuário.
- Compatível com 4 normas: ISO, DIN, ANSI e JIS
- Princípio de medição: Indutivo
- Memória para 7 grupos de medições
- Conversão de unidades:  $\mu\text{m}$  (métrico) /  $\mu\text{in}$  (polegadas)
- Indicador de baixa carga das pilhas no display
- Desligamento manual ou automático (após 5 minutos sem utilização)

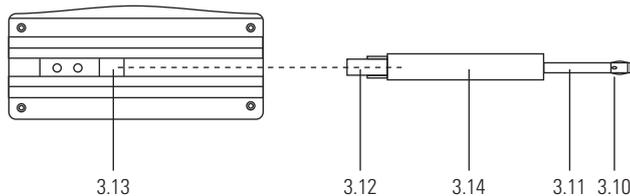
## 4. Nomenclatura do equipamento



- 3.1** Tecla de seleção de cut-off
- 3.2** Tecla de seleção de parâmetro
- 3.3** Tecla de calibração
- 3.4** Tecla liga/desliga
- 3.5** Tecla de acionamento da medição
- 3.6** Tecla de seleção de número de cut-off
- 3.7** Tecla seta para cima e salvar
- 3.8** Tecla seta para baixo e leitura
- 3.9** Tecla delete e menu
- 3.15** Indicador do filtro selecionado
- 3.16** Indicador de calibração
- 3.17** Valor da medição
- 3.18** Indicador do paralelismo da agulha
- 3.19** Indicador de leitura da memória
- 3.20** Indicador de estado de memória ou medição
- 3.21** Indicador do parâmetro selecionado
- 3.22** Indicador do nível de bateria
- 3.23** Indicador de unidade selecionada
- 3.24** Indicador do cut-off selecionado

## 4. Procedimentos de medição

**Importante:** Conecte a unidade de leitura e a unidade de medição através do plug do cabo da unidade de medição. Tenha cuidado especial com o encaixe do plug. Veja que em seu interior possui 3 guias (uma mais grossa e duas mais finas). Faça o encaixe correto das guias no soquete da unidade de leitura com atenção.



- 3.10** Agulha de diamante
- 3.11** Capa prolongadora
- 3.12** Soquete de encaixe do apalpador
- 3.13** Conector do apalpador
- 3.14** Apalpador

### Instalação e desmontagem do apalpador

Para a montagem do apalpador, segure firmemente e empurre no soquete de encaixe na parte inferior da unidade de medição até encostar no fundo. A agulha de diamante ficará direcionada para baixo (veja figura acima). Para desmontagem faça o processo inverso suavemente.

**Nota:** Tenha um cuidado especial na montagem e desmontagem do apalpador. Esta é a peça mais delicada e de maior custo do rugosímetro. Nunca faça força excessiva e não deixe cair.

### 4.1 Preparo para a medição

**4.1.1** Ligue o rugosímetro através da tecla .

**4.1.2** O rugosímetro automaticamente recupera as condições da última medição antes de ser desligado. Enquanto isto, o display indica o grupo de memória salvo. Caso seja necessário modificar os parâmetros destes utilizados pela última vez, siga os passos:

**4.1.3 Cut-off:** Para selecionar o cut-off desejado pressione a tecla . O indicador vai mudar entre as 3 opções disponíveis (**0,25 mm - 0,8 mm - 2,5 mm**). O melhor cut-off para cada tipo de rugosidade é determinado pela **tabela 11.9** (veja na página 14).

**4.1.4 Range:** Para selecionar o número de cut-off a ser percorrido, pressione a tecla . O display vai mostrar **<nL>**. Pressionando as teclas  ou  será possível escolher de **1 a 5 vezes** para o rugosímetro percorrer o cut-off selecionado.

**4.1.5 Filtro:** Para selecionar o filtro desejado para a medição, pressione e mantenha pressionada a tecla  até a palavra **<FILT>** aparecer no display. O tempo de espera é em torno de 3 segundos. Agora através das telcas  ou  selecione o filtro entre as 4 opções disponíveis (**RC - PC-RC - GAUSS - D-P**). Aguarde em torno de 5 segundos para voltar ao display de medição.

**4.1.6 Unidade:** Para selecionar a unidade de medição desejada, pressione e mantenha pressionada a tecla  até a palavra <UNIT> aparecer no display. O tempo de espera é em torno de 5 segundos. Agora através das telcas  ou  selecione a unidade entre o sistema métrico ( $\mu\text{m}$ ) ou polgadas ( $\mu\text{in}$ ). Aguarde em torno de 5 segundos para voltar ao display de medição.

**4.1.7 Parâmetro:** Para selecionar o parâmetro desejado pressione a tecla . O indicador vai mudar entre as 4 opções disponíveis (**Ra - Rz - Rq - Rt**).

**4.1.8** Limpe cuidadosamente a superfície onde será efetuada a medição.

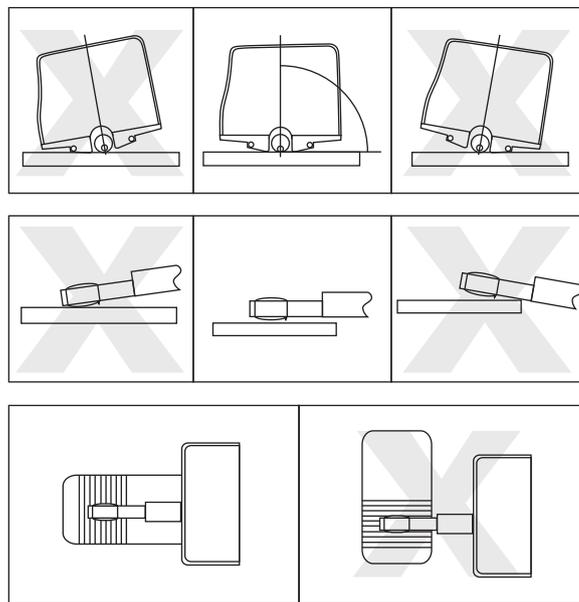
**4.1.9** Observe as figuras ao lado e posicione corretamente o rugosímetro sobre a peça. Atenção, pois o posicionamento correto está totalmente ligado a uma medição precisa e a preservação do apalpador.

Posicione sempre a unidade de medição perpendicular à superfície a ser medida. O rugosímetro precisa estar firme e estável.

Posicione o apalpador sempre paralelo a superfície a ser medida. Este posicionamento do apalpador paralelo é o ponto mais importante neste aspecto.

Posicione o apalpador para que seu deslocamento sempre seja cortando (vertical) as marcas de usinagem da superfície do material.

**Atenção - Importante:** Na lateral esquerda do display está o nível indicador do paralelismo do apalpador. A medição sempre deve ser feita em uma condição de superfície plana em que o apalpador e a unidade de medição estejam paralelos a esta superfície. Isso é indicado pela seta exatamente ou próxima da posição zero.



**4.1.10** Se a área de medição for menor do que a área de apoio da unidade de medição, podem ser acoplados os acessórios "capa protetora do apalpador" e "suporte regulável de altura" para o apoio correto (veja figura abaixo). No caso de a área de medição ser muito reduzida ou complexa, e nem com estes dispositivos a medição ser possível, será necessária a fixação da unidade de medição do rugosímetro em uma plataforma de medição apropriada com regulagem de altura, como um traçador de altura, por exemplo.



- 4.1** Unidade de medição
- 4.2** Capa protetora do apalpador
- 4.3** Peça de teste
- 4.4** Suporte regulável de altura

## 4.2 Medição

**4.2.1** Depois de toda preparação ser feita, e os parâmetros serem ajustados, pressione a tecla **START** para dar início ao deslocamento do apalpador. Primeiramente o display indicará **< - - - >** mostrando o andamento da medição. Após isto, o apalpador retornará a posição inicial e o display indicará o resultado da medição.

**4.2.2 Salvando os resultados da medição para uso posterior:** Após a medição, com o resultado no display, você verá o ícone **"M"** de memória, se tornar **"M"**. Neste estado, é possível pressionar a tecla **SAVE** para salvar todos os dados desta medição (parâmetros e ajustes) em uma posição da memória. O ícone **"M"** retornará para **"M"** automaticamente, e o contador de medições ao lado acrescentará **"01"** numeral.

**4.2.3 Navegando pelos diferentes parâmetros:** Após a medição ser efetuada, com o ícone de memória na posição **"M"**, é possível pressionar a tecla **Re Rz...** para alternar o resultado entre os 4 parâmetros disponíveis.

**4.2.4 Deletando um resultado de medição:** Após a medição ser efetuada, com o ícone de memória na posição **"M"**, é possível pressionar a tecla **DEL MENU** para deletar o grupo deste resultado. O ícone **"M"** retornará para **"M"** automaticamente, o display retornará para zero, e uma nova medição pode ser feita. Por outro lado, se você iniciar uma nova medição, pressionando a tecla **Re Rz...** enquanto o ícone **"M"** está na tela, esta substituirá a atual.

## 5. Leitura de medições salvas na memória

Independente se o ícone "M" ou "M" estiver do display, é possível acessar os dados salvos em memória pressionando a tecla . O acionamento do modo de leitura da memória é indicado pela letra "R" (read/leitura) no display. A partir deste momento é possível navegar pelas posições salvas na memória pressionando as teclas  ou . O número da posição salva na memória será modificado ao lado. Em cada posição da memória é possível verificar os resultados nos 4 parâmetros, pressionando a tecla  para alternar o parâmetro exibido inicialmente.

Para sair da função de leitura da memória pressione qualquer tecla, exceto as utilizadas na operação desta função, e o display apagará a letra "R".

## 6. Calibração eletrônica

**6.1** Para acessar o modo de calibração pressione a tecla  e o display indicará a palavra <CAL>.

**6.2** Ajuste os parâmetros necessários para realizar a calibração utilizando o padrão de rugosidade fornecido com o equipamento.

- O cut-off deverá ser ajustado para <0,25>.
- O número de cut-off deverá ser <5L>.
- O filtro utilizado deverá ser o <GAUSS>.

**6.3** Realize agora o procedimento de medição normalmente e verifique o resultado obtido.

**6.4** Através das teclas  e  faça o ajuste do valor obtido chegar no mesmo valor gravado no padrão de rugosidade. Um toque simples nas teclas incrementa o último numeral, enquanto pressionar e manter pressionada, inicia uma contagem mais rápida.

**6.5** Se necessário, repita os passos 6.3 e 6.4 até o valor da medição ficar muito próximo ao valor do padrão.

**6.6** Para concluir a função pressione novamente a tecla .

**6.7** Lembramos que a exatidão deste modelo de rugosímetro é  $\pm 10\%$ . Se as medições estiverem abaixo desta porcentagem, não seria necessário efetuar o processo de calibração, exceto se o usuário quiser aperfeiçoar ao máximo possível sua medição.

## 7. Calibração manual

**7.1** Sempre que um novo apalpador ou a extensão forem utilizados, ou quando apresentarem funcionamento fora do comum, pode ser necessário efetuar o ajuste do potenciômetro para adequar as propriedades eletrônicas de comunicação entre o apalpador e a unidade de medição.

**7.2** Esse potenciômetro é um parafuso prata pequeno que está na face frontal do apalpador.

**7.3** Posicione o rugosímetro e o apalpador em uma condição paralela sobre uma peça e utilize a chave de fenda reta pequena (que acompanha o equipamento) para fazer o ajuste. Deve-se ajustar o parafuso, no sentido horário ou anti-horário, fazendo com que a seta do nível indicador de paralelismo do apalpador fique exatamente na posição zero.

**7.4** Após conseguir posicionar a seta na posição zero, realize uma medição no padrão de rugosidade. Você perceberá que será indicado um valor próximo ao valor do padrão.

**7.5** Faça então o processo de calibração eletrônica (conforme detalhado na página 09) para efetuar um ajuste fino final dos valores de medição.

**Atenção:** Este procedimento é muito sensível e deve ser realizado com muito cuidado, evitando danos ao apalpador.

## 8. Manutenção

**8.1** Mantenha o equipamento fora de contato com poeira, umidade e oleosidade excessivas. Tenha cuidados para que não ocorra impactos e quedas. Mantenha longe de vibração e fortes campos magnéticos ou elétricos.

**8.2** O apalpador é a parte mais sensível e valiosa do rugosímetro e assim deve ser manuseado com o máximo de cuidado. Recomendamos guardá-lo na caixa sempre que o rugosímetro estiver fora de uso.

**8.3** Tenha cuidado também com o padrão de rugosidade fornecido junto com o equipamento. Ele é muito delicado, fabricado em vidro, e sua preservação é de extrema importância para uma calibração correta.

## 9. Troca das pilhas

**9.1** Quando o símbolo de bateria fraca aparecer no display o usuário deverá efetuar a troca das pilhas.

**9.2** Pressione com a ponta dos dedos suavemente a trava da tampa do compartimento das pilhas (na parte posterior da unidade de leitura) para baixo para soltá-la e retire as pilhas usadas.

**9.3** Instale as novas pilhas, de acordo com o tipo e voltagem indicados neste manual, respeitando a polaridade correta, e monte novamente a tampa do compartimento.

**Muito Importante:** No caso do rugosímetro permanecer durante um longo período sem uso, retire as pilhas, evitando vazamento químico no interior do equipamento.

## 10. Garantia

**10.1** Este equipamento possui 1 ano de garantia contra defeitos de fabricação, desde que utilizado de acordo com o indicado neste manual.

**10.2** A garantia não cobre:

- Danos ao apalpador ou a agulha de diamante do apalpador, ocasionado por utilização indevida ou quedas.
- Problemas de rompimento da fiação do cabo do da unidade de medição, devido à utilização inadequada, torcendo excessivamente o cabo, ou armazenando errado dentro da maleta.
- Partes danificadas no rugosímetro, como display rachado, teclado rasgado, caixa plástica ou padrão de rugosidade quebrados.
- Problemas no circuito eletrônico ocasionados por vazamento das pilhas dentro do rugosímetro. Caso o rugosímetro fique armazenado muito tempo sem uso, é necessário que as pilhas sejam retiradas de seu interior.

## 11. Referências

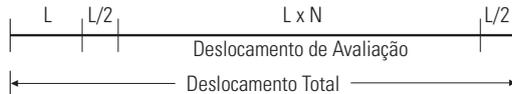
**11.1 Filtros: RC** (filtro tradicional de 2 estágios com diferença de fase); **PC-RC** (filtro RC com correção de fase); **GAUSS** (filtro de acordo com a norma DIN 4777; **D-P** (perfil sem filtro).

**11.2 Comprimento do deslocamento:** L = distância de deslocamento (cut-off); N = número de cut-off utilizados; L x N = comprimento total de avaliação.

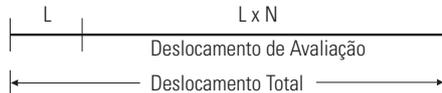
### 11.3 Deslocamento no filtro RC



### 11.4 Deslocamento no filtro PC-RC e GAUSS



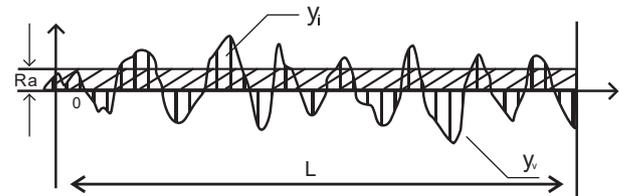
### 11.5 Deslocamento no filtro D-P



### 11.6 Definição dos parâmetro de rugosidade

- **Ra** (média aritmética do perfil no comprimento total de deslocamento).
- **Rq** (Raiz quadrada da média aritmética do perfil no comprimento total de deslocamento).

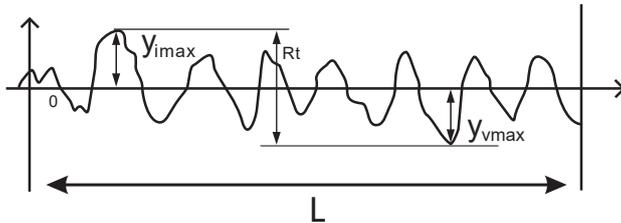
$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$



$$Rq = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} y_i^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

- **Rz** (média da diferença entre os 5 picos mais altos e os 5 vales mais profundos de rugosidade no comprimento total de deslocamento).
- **Rt** (diferença total entre o pico mais alto e o vale mais profundo no comprimento total de deslocamento).

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{z_i} + \sum_{i=1}^5 y_v}{5}$$



**11.7 Avisos de erros: Err1** (sem nenhum arquivo salvo na memória para leitura); **Err2** (o valor de medição do padrão de rugosidade é muito baixo para efetuar a calibração); **Err3** (o valor está muito baixo para continuar a decrescer).

**11.8 Normas atendidas: ISO-4287 e ISO4288** (normas internacionais); **DIN-4786** (norma alemã); **JIS-B601** (norma japonesa); **ANSI-B46.1** (norma americana).

### 11.9 Tabela de cut-off recomendado:

Ra ( $\mu\text{m}$ )	Rz ( $\mu\text{m}$ )	Cut-off recomendado
2 a 10	10 a 50	2,5 mm
0,1 a 2	0,5 a 10	0,8 mm
0,02 a 0,1	0,1 a 0,5	0,25 mm

#### Importante!

- Conforme a **norma ISO-4288**, a tabela acima será utilizada para definir o cut-off recomendado para a **medição de suas peças** (perfis não-periódicos).
- Já para **medição do padrão de rugosidade** que acompanha o aparelho (perfil periódico), utilize sempre o cut-off de **<0,25>**. O cut-off recomendado pela **norma ISO-4288** para medição de perfis periódicos (padrões de rugosidade) não é definido pela tabela acima.

## 12. Saída de dados

**12.1** Este recurso está disponível apenas com a utilização do acessório opcional MTK-2000 (cabo de comunicação USB e software).

**12.2** Insira o CD-ROM (RS-232 SOFTWARE) no leitor.

**12.3** Clique em “TestSetup40.en” para iniciar a instalação e siga avançando as etapas para a instalação do software de comunicação de dados.

**12.4** Conecte o rugosímetro ao computador através do cabo de comunicação USB que acompanha o equipamento.

**12.5** Abra o programa instalado (TestRS232(En)) em seu computador e ligue o rugosímetro.

**12.6** Clique em “System Settings”.

**12.7** Selecione a porta em que o cabo USB foi conectado (por exemplo porta COM1, ou COM2, ou COM3, etc.) em “Port Select”.

**12.8** Selecione “Roughness Tester” abaixo em “Product”.

**12.9** Clique em “Save” para salvar e depois em “Exit” para fechar essa janela.

**12.10** Clique agora na outra aba em “Data Collection” para realizar as medições com transmissão de dados em tempo real, com possibilidade de salvar arquivos, imprimir medições, visualizar gráficos, exportar para o Excel, entre outros recursos.

**12.11** Para efetuar o download das medições salvas na memória pressione a tecla  .