MANUAL DO USUÁRIO

RastreCurve Mini+

Localizador de defeitos portátil com software para PC



Figura 1 – RastreCurve Mini+ (Li-ion)

Portátil • bateria Li-ion • USB • software para Windows • nuvem de curvas

Firmware de referência Mini v1.16 • Software RastreCurve Mini 1.2.2

RastreCurve Indústria de Equipamentos Eletrônicos Ltda • www.rastrecurve.com

Revisão 1 – setembro de 2026

Sumário

1. Apresentação 5
1.1 O que o Mini+ oferece 5
1.2 Mini+ × Mini × modelos de bancada 5
1.3 Onde pode ser usado 6
2. Como funciona: a teoria aplicada ao Mini+ 7
2.1 A ideia central: comparar assinaturas 7
2.2 O circuito de medição do Mini+ 7
2.3 Os 3 ciclos monitoráveis 8
2.4 Da senoide ao desenho na tela 9
2.5 A impedância interna: o “zoom” do Mini+ 10
2.6 A frequência: capacitores e indutores 12
2.7 A tensão: explorando as junções 13
2.8 Semicondutores e curvas típicas 14
2.9 A curva é da malha, não do componente 15
2.10 Modo Multi: quatro assinaturas de uma vez 15
2.11 Como o Mini+ calcula a diferença 16
2.12 Terra, GND e massa 17
2.13 Limitações do método 17
3. Segurança e cuidados 18
4. Conhecendo o equipamento 19
4.1 Conteúdo da caixa 19
4.2 Painel frontal 19
4.3 Combinações de botões (atalhos) 20
4.4 Bateria e carga pela USB 20
4.5 Ao conectar a USB: Carregar ou Conexão 20
4.6 Ligando o Mini+ 21
5. Especificações técnicas 23
6. Navegação e menu principal 24
6.1 Menu principal 24
7. Modo 2 Canais (1 x 2) 25
7.1 Primeiro teste 25
7.2 Ajustando F, V, Z, P e S na tela 25
7.3 Comparando placa boa × placa suspeita 26
7.4 Trabalhando só com o Canal 1 (congelar a curva) 27
7.5 Cruz central 27
8. Modo Multi 28
8.1 Configurando os 4 sinais 28
9. Configurar 30

10. Modo Memorizar 31
10.1 Lista de curvas 31
10.2 Criando um novo componente 31
10.3 Gravando os pinos 32
10.4 Parâmetros e Auto-Gravar 33
10.5 Corrigindo pinos 34
10.6 Apagando componentes 35
11. Modo Teste 36
11.1 Abrindo um componente para teste 36
11.2 Testando pino a pino 37
11.3 Pulando para um pino 38
11.4 Relatório final 38
12. Escolhendo impedância, frequência e tensão 40
12.1 Impedância por tipo de circuito 40
12.2 Faixas de frequência 40
12.3 Capacitores: combinação de impedância e frequência 40
12.4 Tensão 40
12.5 Roteiro sugerido 41
13. Sobre e Idioma 42
14. Software para PC: instalação e conexão 43
14.1 Instalação 43
14.2 Conectando o Mini+ 43
14.3 Registro do software 43
15. Tela principal do software 45
15.1 Menus 46
16. Comparar 2 Canais no PC 47
17. Modo Multi no PC 49
18. Criando um projeto (placa virtual) 50
18.1 Foto da placa 50
18.2 GND e componentes 51
18.3 Gravando as curvas do componente 51
18.4 Projetos com várias partes 53
19. Testando uma placa no PC 54
19.1 Cores dos componentes 54
19.2 Mapa de probabilidade de defeito 55
19.3 Relatório em PDF 55
20. Nuvem de Curvas e transferência com o aparelho 56
20.1 Enviar um projeto para a nuvem 56
20.2 Transferência entre o PC e o Mini+ 56

21. Configurações, atualizações e backup 58
21.1 Idioma 58
21.2 Tolerância e pasta das curvas 58
21.3 Atualização do software e do firmware 58
21.4 Backup das curvas 58
22. Fluxo de trabalho recomendado 59
23. Exemplos de aplicação 60
23.1 Linhas CKV de painéis de TV 60
23.2 Configurando para ler capacitores 60
23.3 Amplificadores de áudio multicanal 61
23.4 Mapeando uma placa boa 61
24. Dicas e solução de problemas 62
25. Referência rápida 63
25.1 Botões do aparelho 63
25.2 Teclas do software 63
26. Garantia e suporte 64

1. Apresentação

O **RastreCurve Mini+** é um localizador de defeitos **portátil** baseado na **Análise de Assinatura de Curvas** (ASA – Analog Signature Analysis, ou Curve Tracer). Ele funciona de duas formas:

- **Sozinho, na palma da mão**: gerador de sinais, osciloscópio XY com tela colorida de 2”, comparação de 2 canais, Modo Multi e memória interna – tudo pela bateria, sem computador (capítulos 6 a 13).
- **Ligado ao computador pela USB**: com o **software RastreCurve Mini** para Windows você cria **projetos com foto da placa**, marca componentes, grava e testa pino a pino na tela do PC, gera **relatórios em PDF**, troca curvas com o aparelho e acessa a **Nuvem de Curvas** (capítulos 14 a 22).

Em poucas palavras: o Mini+ injeta um sinal alternado de baixa energia em um ponto da placa **desligada**, mede a tensão e a corrente resultantes e desenha a **curva VI** – a “assinatura” daquele ponto. Comparando a assinatura de uma placa com defeito com a de uma placa boa (no outro canal, na memória do aparelho ou em um projeto do PC), o defeito aparece como uma diferença de desenho e de porcentagem. A teoria completa está no **capítulo 2**.

1.1 O que o Mini+ oferece

- **2 canais** para comparação em tempo real, com porcentagem de diferença, polegar verde/vermelho e aviso sonoro.
- **Ajustes livres** durante o teste e a memorização: frequência de **5 a 300 Hz**, tensão de **2, 4, 6 ou 8 Vpp** e impedância interna de **1k a 200k**.
- **Modo Multi**: o mesmo ponto visto por 4 sinais diferentes ao mesmo tempo.
- **Memória interna** para 50 componentes com 100 pinos cada – e cada pino guarda o seu próprio ajuste de frequência, tensão e impedância.
- **Bateria Li-ion de 2600 mAh** (cerca de **6 horas** de uso) recarregada pela própria **USB**.
- **Software para PC**: projetos com foto (várias partes por projeto), marcação visual de componentes, teste com cores (verde/vermelho/amarelo), **mapa de probabilidade de defeito**, relatório em PDF, backup, atualização do software e do firmware.
- **Nuvem de Curvas** e **Sistema Unificado de Compartilhamento de Curvas**, com projetos enviados pela comunidade.
- Transferência de curvas entre o PC e o aparelho: grave no PC e teste no campo, ou grave no campo e guarde no PC.

1.2 Mini+ × Mini × modelos de bancada

Característica	Mini	Mini+	Lite / 2Plus
Uso	Portátil, sem PC	Portátil **e** com PC (USB)	Bancada, com PC
Alimentação	Bateria interna	Bateria Li-ion 2600 mAh (~6 h) + USB	USB do computador
Sinal de teste	Livre: 5–300 Hz, 2–8 Vpp	Livre: 5–300 Hz, 2–8 Vpp	4 perfis fixos
Impedância	1k a 200k	1k a 200k	10 kΩ fixa
Memória	50 × 100 pinos (interna)	50 × 100 (interna) + projetos ilimitados no PC	Projetos no PC
Projetos com foto e relatório PDF	Não	Sim	Sim
Nuvem de curvas	Não	Sim (pelo software)	Sim

> **NOTA**
>
> As primeiras unidades do Mini+ usavam bateria de 9 V Ni-MH (450 mAh, ~1 h) e entrada de fonte de 12 V. As unidades atuais usam **bateria Li-ion de 2600 mAh** e têm **apenas a entrada USB** (carga e ligação ao PC) e a **chave liga/desliga**. Este manual descreve a versão atual. Porém as funções, menus e conteúdo é o mesmo.

1.3 Onde pode ser usado

Em praticamente qualquer placa eletrônica: TVs e monitores (T-CON, linhas CKV/VGH/VGL do painel), amplificadores de áudio, automotiva (ECU, módulos, sensores), industrial (CLP, inversores, cartões de controle), eletrodomésticos, informática e telecomunicações. Exemplos reais estão no **capítulo 23**.

2. Como funciona: a teoria aplicada ao Mini+

Este capítulo explica **por que** o Mini+ encontra defeitos sem esquema elétrico e sem ligar a placa – e, principalmente, **o que acontece com a curva quando você muda a frequência, a tensão e a impedância**. Como o Mini+ deixa esses três parâmetros livres, entender a teoria é o que permite escolher o ajuste certo para cada circuito.

2.1 A idéia central: comparar assinaturas

Todo ponto de um circuito tem um comportamento elétrico próprio: ele deixa passar mais ou menos corrente, armazena energia (capacitores e indutores) ou só conduz a partir de certa tensão (diodos, junções de transistores, pinos de CIs). Aplicando um sinal conhecido e registrando **como aquele ponto responde**, obtemos um desenho que funciona como uma **impressão digital** – a assinatura do ponto.

- Duas placas **idênticas e boas** têm a **mesma assinatura** no mesmo ponto, **com o mesmo ajuste** de sinal.
- Se um componente da malha muda (queima, entra em curto, abre, perde capacitância, fica com fuga), **o desenho muda**.
- Por isso não é preciso saber como o circuito funciona: basta comparar ponto a ponto. É um trabalho "de formiguinha", porém muito gratificante.

2.2 O circuito de medição do Mini+

Dentro do Mini+ há um **gerador senoidal** digital (frequência e amplitude ajustáveis) ligado ao ponto de teste através de uma **impedância interna selecionável (Z)**, escolhida por chaves analógicas entre 1k e 200k. A ponta do canal vai no ponto da placa e o cabo verde (COM) no GND da placa.

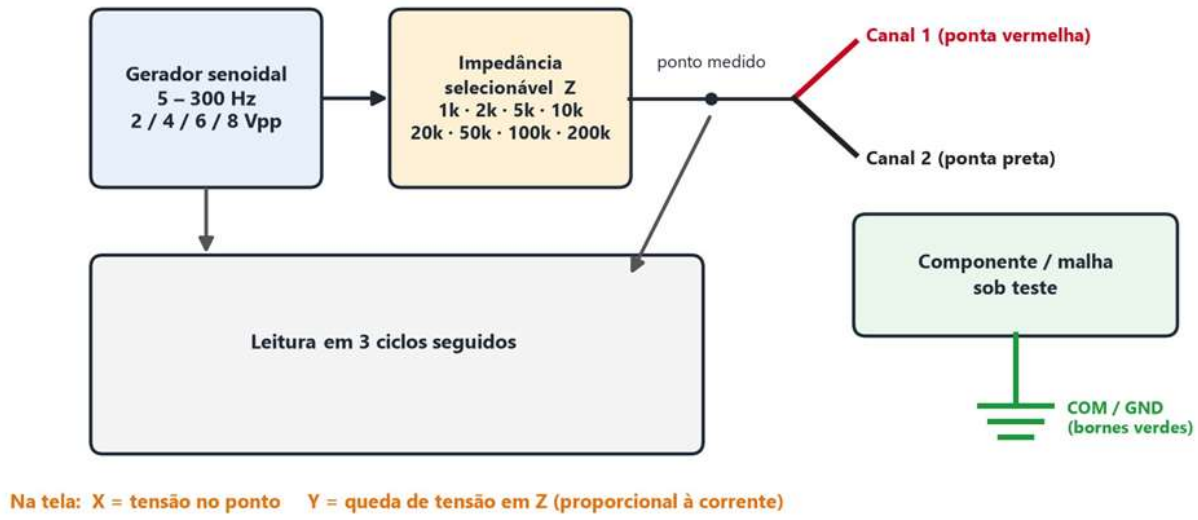


Figura 2 – Circuito de medição do Mini+: gerador, impedância selecionável Z, pontas dos canais e leitura em 3 ciclos

A impedância interna e o ponto medido formam um **divisor de tensão**:

> **NOTA**
>
> **V(ponto) = Vgerador × Zponto / (Zponto + Z)**
>
> **I = (Vgerador − V(ponto)) / Z**
>
> O eixo **X** mostra a tensão no ponto e o eixo **Y** mostra a queda de tensão sobre Z, que é proporcional à corrente. A forma da curva depende, portanto, da **relação entre a impedância do ponto e a impedância Z escolhida**. Z também limita a corrente, protegendo o circuito sob teste.

Impedância do ponto	O que acontece no divisor	Curva na tela
≈ 0 (curto)	Toda a tensão cai em Z; a tensão no ponto é quase zero	**Reta vertical**
Igual a Z	A tensão se divide ao meio	Reta inclinada a ~45°
Muito maior que Z (aberto)	Toda a tensão fica no ponto; corrente quase zero	**Reta horizontal**
Reativa (C ou L)	Tensão e corrente defasadas no tempo	**Espiral** (C horário, L anti-horário)
Não linear (diodo, CI)	A impedância muda com a tensão aplicada	Curva com "joelhos"

2.3 Os 3 ciclos monitoráveis

O Mini+ tem um único gerador e um único conversor analógico-digital (ADC) para os dois canais. Para medir tudo com precisão, ele lê o sinal em **3 ciclos seguidos**, trocando a entrada do ADC a cada ciclo:

- **Ciclo 1 – referência**: a tensão do próprio gerador, antes da impedância Z.
- **Ciclo 2 – Canal 1**: a tensão no ponto tocado pela ponta vermelha.
- **Ciclo 3 – Canal 2**: a tensão no ponto tocado pela ponta preta.

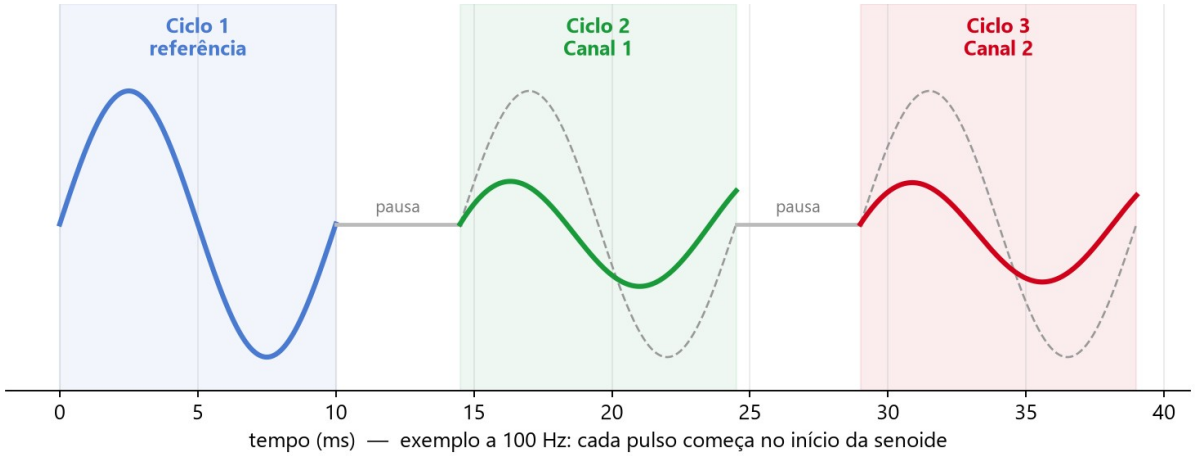


Figura 3 – Aquisição pulsada em 3 ciclos: referência, Canal 1 e Canal 2 – cada ciclo começa no início da senoide

A excitação é **pulsada**: cada ciclo de leitura começa sempre no **início da senoide**, com uma pausa entre as capturas. Em cada ciclo são lidas **65 amostras**. Para cada canal, o Mini+ calcula **X = tensão no ponto** e **Y = referência − tensão no ponto** (a queda sobre Z, isto é, a corrente). Como a referência é medida a cada varredura, a curva continua correta mesmo quando a bateria vai descarregando. Consequência prática: **em frequências baixas a tela atualiza mais devagar** – a 5 Hz, cada ciclo dura 200 ms e uma varredura completa leva cerca de 0,6 s; a 100 Hz, cerca de 30 ms.

2.4 Da senoide ao desenho na tela

Cada par de valores (X, Y) vira um ponto no gráfico – como em um osciloscópio no modo XY (figura de Lissajous). Em um capacitor, a corrente fica **adiantada** em relação à tensão; por isso, quando a tensão passa pelo máximo, a corrente já está descendo, e a sequência de pontos desenha uma curva "redonda".

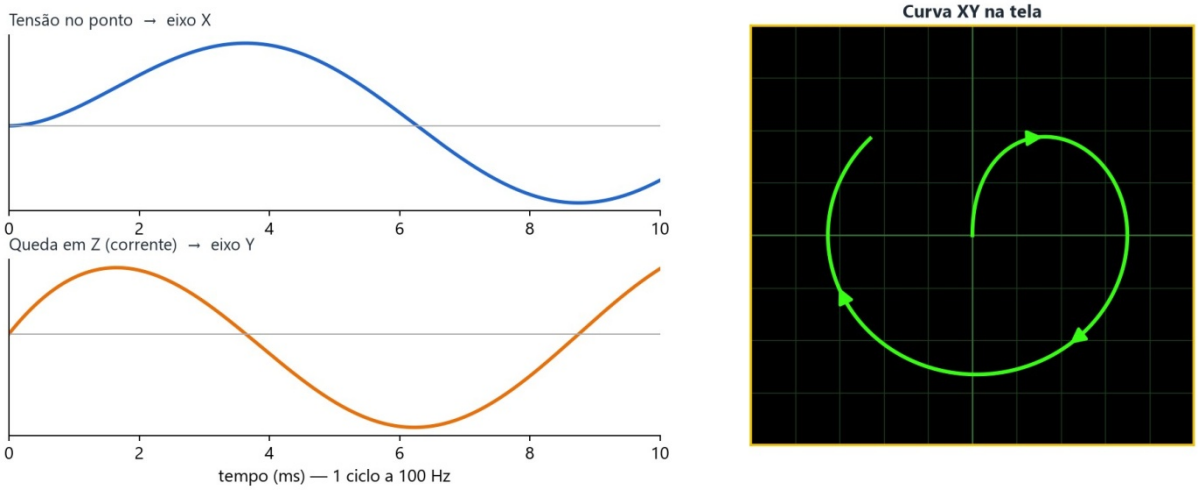


Figura 4 – A tensão no ponto (X) e a corrente (Y) ao longo do tempo formam a curva XY

Excitação pulsada e o sentido da espiral

Como a excitação do Mini+ é **pulsada**, cada captura começa com o componente em repouso (tensão zero no ponto) e inclui a **resposta transitória** – a carga do capacitor ou a reação do indutor. Por isso a curva de um componente reativo **começa no centro e não fecha**: forma uma **espiral**. O sentido de giro identifica o componente: **capacitor no sentido horário** (a corrente se adianta à tensão) e **indutor no sentido anti-horário** (a corrente se atrasa).

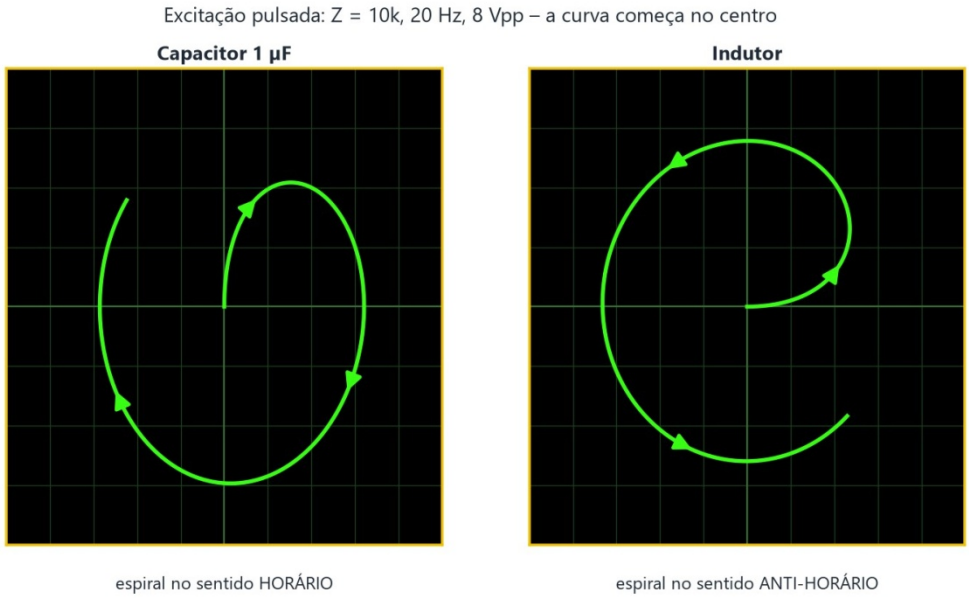


Figura 5 – Sentido de giro da espiral no Mini+: capacitor (horário) e indutor (anti-horário)

Característica	Excitação contínua	Excitação pulsada (Mini+)
Início da captura	Qualquer ponto, circuito já estabilizado	Sempre no início da senoide, a partir do repouso
Uso do transiente	Não (descartado)	Sim – é fonte de informação
Forma típica de C e L	Elipse fechada	Espiral (sentido indica C ou L)

Característica	Excitação contínua	Excitação pulsada (Mini+)
Energia aplicada ao circuito	Contínua	Somente durante o pulso – mais segura para circuitos sensíveis

A tela usa **escala cheia**: a largura total corresponde à tensão máxima do gerador e a altura total à corrente máxima (tensão toda sobre Z). Por isso um curto é sempre uma reta vertical e um aberto sempre uma reta horizontal, **qualquer que seja o ajuste**.

2.5 A impedância interna: o "zoom" do Mini+

Esta é a grande diferença do Mini+. Nos modelos de bancada a impedância é fixa em 10 kΩ; no Mini+ você escolhe Z – e **a mesma peça muda de desenho conforme Z**. Com resistores isso fica bem claro: o resistor de valor **igual a Z** fica a 45°; valores menores ficam mais verticais; valores maiores, mais horizontais.

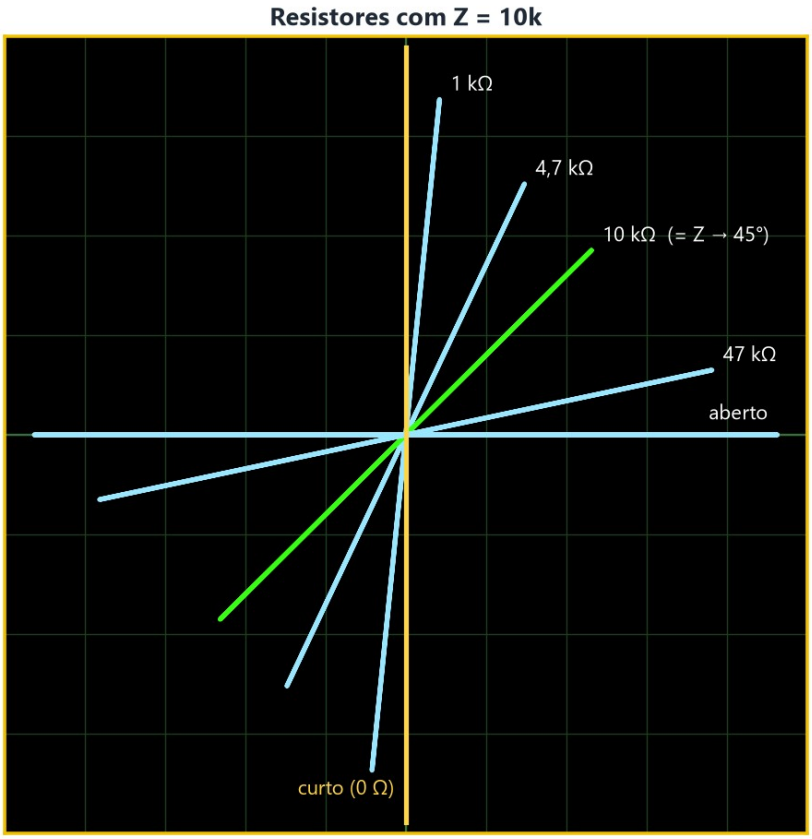


Figura 6 – Família de resistores com Z = 10k: do curto (vertical) ao aberto (horizontal)

Veja agora os mesmos três componentes com Z = 1k, 10k e 100k (100 Hz, 8 Vpp):

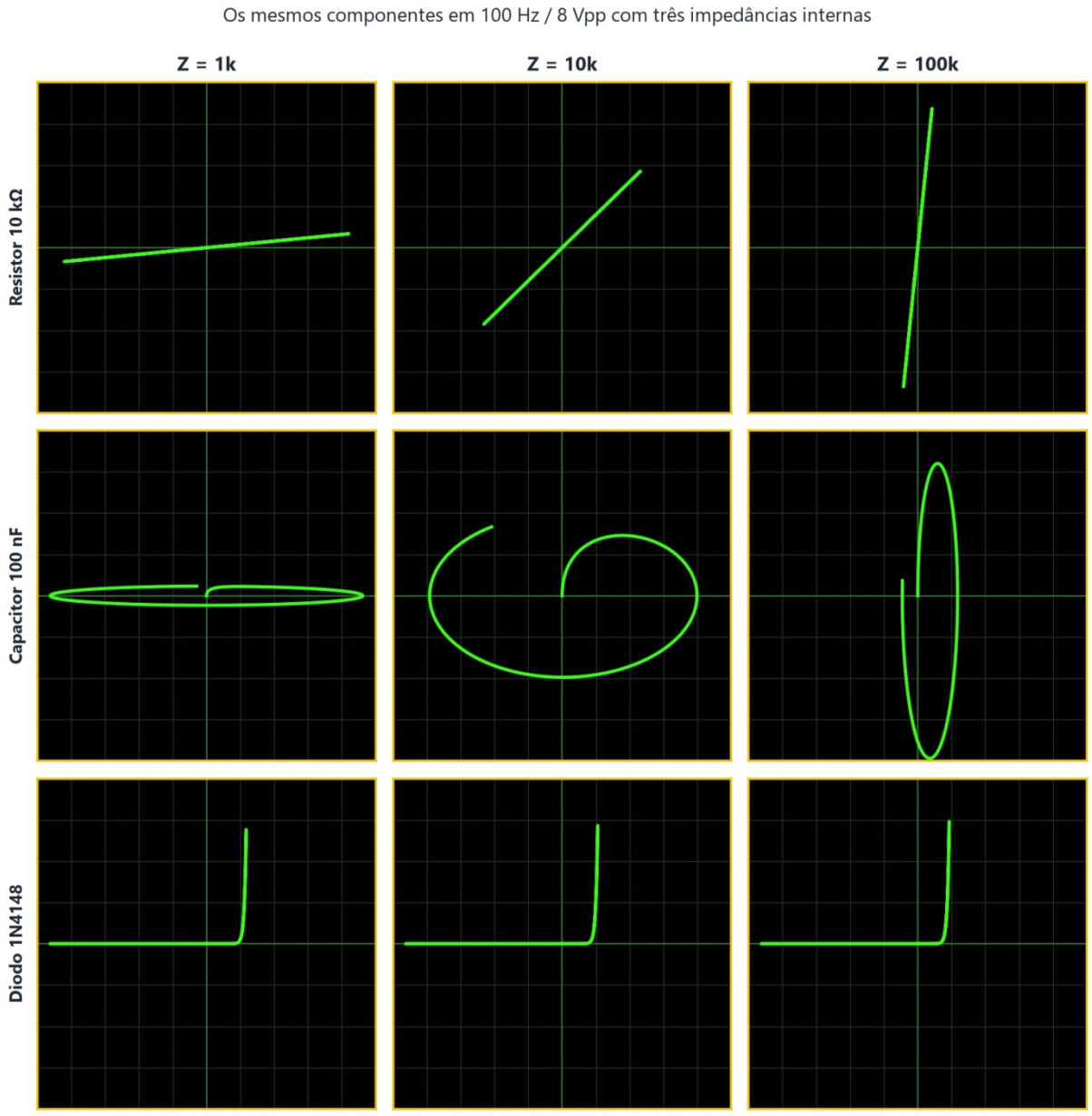


Figura 7 – Resistor de 10 kΩ, capacitor de 100 nF e diodo 1N4148 vistos com três impedâncias internas

- **Resistor de 10 kΩ**: com Z = 1k parece quase “aberto” (horizontal); com Z = 10k fica a 45°; com Z = 100k parece quase “curto” (vertical).
- **Capacitor de 100 nF** (Xc ≈ 16 kΩ em 100 Hz): com Z = 1k quase não aparece; com Z = 10k forma uma espiral bem aberta – a **melhor leitura**; com Z = 100k domina o ponto e fica vertical.
- **Diodo**: o joelho aparece em todos, porque a junção muda de “aberta” para “curto” em torno de 0,6 V; o que muda é a inclinação da parte em condução.

DICA

Regra de ouro: a curva mostra mais detalhes quando a impedância do ponto é **parecida com Z**. Pontos de baixa impedância (fontes, potência, bobinas) pedem Z baixa (1k–5k); pontos de alta impedância (entradas CMOS, sensores, circuitos de baixíssimo consumo) pedem Z alta (20k–200k). A tabela completa está no **capítulo 12**.

Impedância e corrente de teste

Z também define a **corrente máxima** que o Mini+ pode fazer circular no ponto (ponto em curto, pico da senoide): **Imáx ≈ (Vpp / 2) / Z**.

Z	1k	2k	5k	10k	20k	50k	100k	200k
Imáx com 8 Vpp	4 mA	2 mA	0,8 mA	0,4 mA	0,2 mA	80 µA	40 µA	20 µA
Imáx com 2 Vpp	1 mA	0,5 mA	0,2 mA	0,1 mA	50 µA	20 µA	10 µA	5 µA

ATENÇÃO

Com impedâncias **abaixo de 10k** a corrente de teste é maior. Em circuitos **ultra low-power** (microcontroladores de baixíssimo consumo, sensores, relógios, circuitos com bateria de backup), prefira **Z ≥ 10k** para não danificar o circuito medido.

2.6 A frequência: capacitores e indutores

Capacitores e indutores **armazenam energia**, e a oposição que oferecem à corrente – a **reatância** – depende da frequência:

NOTA

Capacitor: **Xc = 1 / (2 × π × f × C)** – diminui quando a frequência aumenta.
Indutor: **XL = 2 × π × f × L** – aumenta quando a frequência aumenta.

Por isso o mesmo capacitor muda de desenho quando você muda a frequência no Mini+: em frequência baixa a reatância é alta e a espiral fica “deitada” (perto do aberto); em frequência alta a reatância cai e a espiral fica “em pé” (perto do curto).

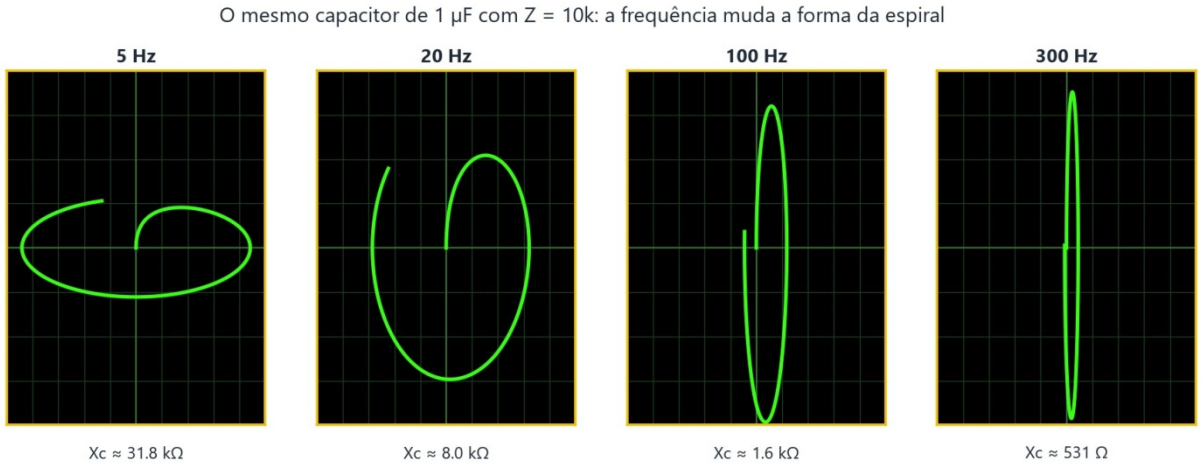


Figura 8 – Capacitor de 1 µF com Z = 10k em 5, 20, 100 e 300 Hz

Capacitor	5 Hz	20 Hz	50 Hz	100 Hz	300 Hz
100 nF	318 kΩ	80 kΩ	32 kΩ	16 kΩ	5,3 kΩ
1 µF	32 kΩ	8,0 kΩ	3,2 kΩ	1,6 kΩ	531 Ω
10 µF	3,2 kΩ	796 Ω	318 Ω	159 Ω	53 Ω
100 µF	318 Ω	80 Ω	32 Ω	16 Ω	5,3 Ω

Juntando as duas ideias (frequência e impedância): a espiral fica mais “aberta” – e a leitura mais sensível – quando **Xc ≈ Z**. O gráfico abaixo mostra, para cada impedância, qual capacitância forma essa elipse ideal em cada frequência. Quanto maior a impedância escolhida, **menores** os capacitores que ela enxerga bem; capacitores muito maiores do que a faixa “derrubam” o sinal e viram quase uma reta vertical.

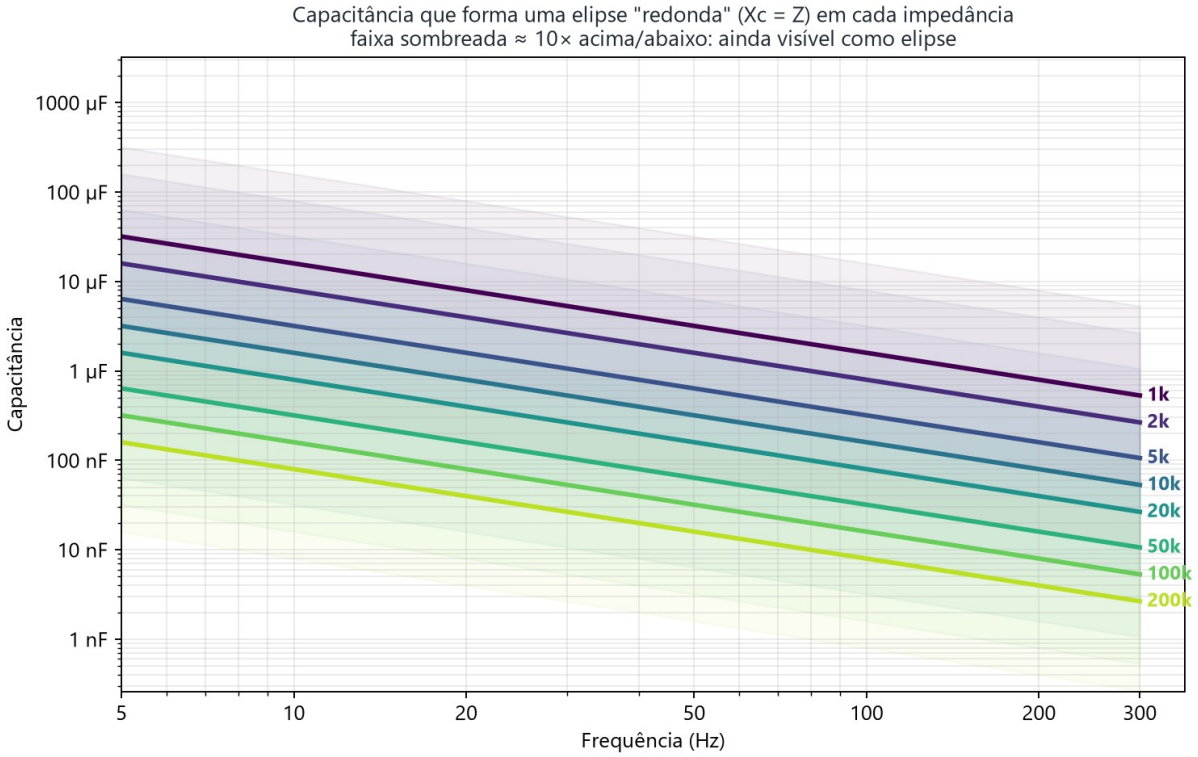


Figura 9 – Capacitância que forma a curva mais aberta (Xc = Z) para cada impedância e frequência

> **DICA**
>
> Placa com **eletrolíticos grandes** em paralelo com o ponto? Use **frequência baixa** (5–20 Hz) e **impedância baixa** (1k–2k). Quer ver **capacitores pequenos** (nF)? Suba a frequência e/ou a impedância.

2.7 A tensão: explorando as junções

A tensão (2, 4, 6 ou 8 Vpp) define até onde as junções semicondutoras são “exploradas”. Um diodo de silício conduz a partir de cerca de 0,6 V; um **LED** vermelho, só a partir de ~1,8 V; um **Zener**, na tensão de ruptura inversa. Se a tensão de pico do sinal (metade do Vpp) não chega a esse valor, o componente parece **aberto**.

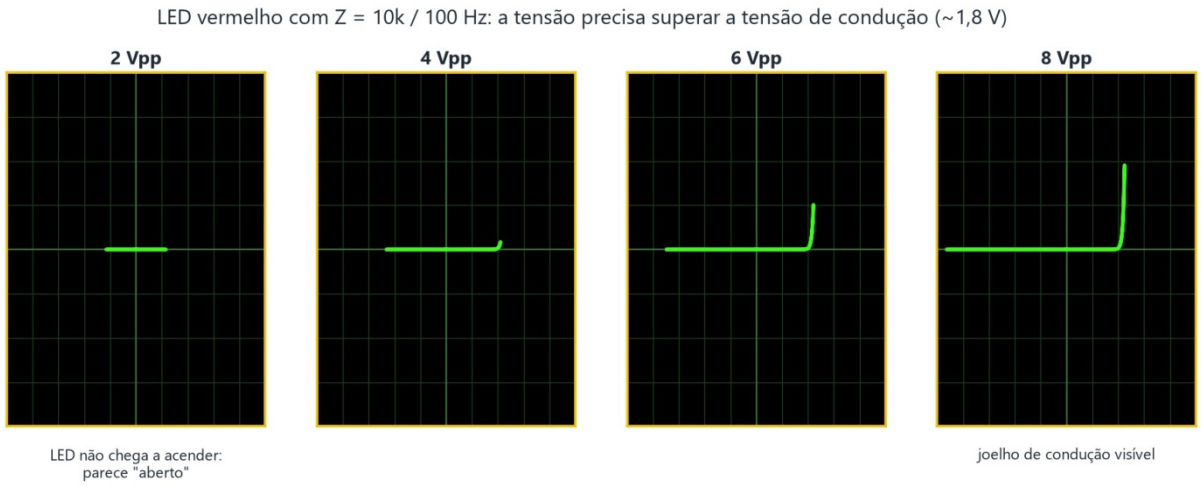


Figura 10 – LED vermelho com Z = 10k / 100 Hz em 2, 4, 6 e 8 Vpp

- **2–4 Vpp**: circuitos de baixa tensão e sensíveis (lógica de 1,8 V / 3,3 V, CIs delicados).
- **6–8 Vpp**: diodos, LEDs, zeners de baixa tensão, junções de transistores e comparação geral (padrão de fábrica: 8 Vpp).

2.8 Semicondutores e curvas típicas

Uma **junção PN** (diodo, base-emissor ou base-coletor de um transistor) praticamente não conduz na polarização reversa e passa a conduzir fortemente após o joelho. O resultado é uma curva horizontal de um lado e vertical do outro. Pinos de CIs normalmente mostram dois joelhos (diodos de proteção para o VCC e para o GND). A folha abaixo reúne as assinaturas mais comuns:

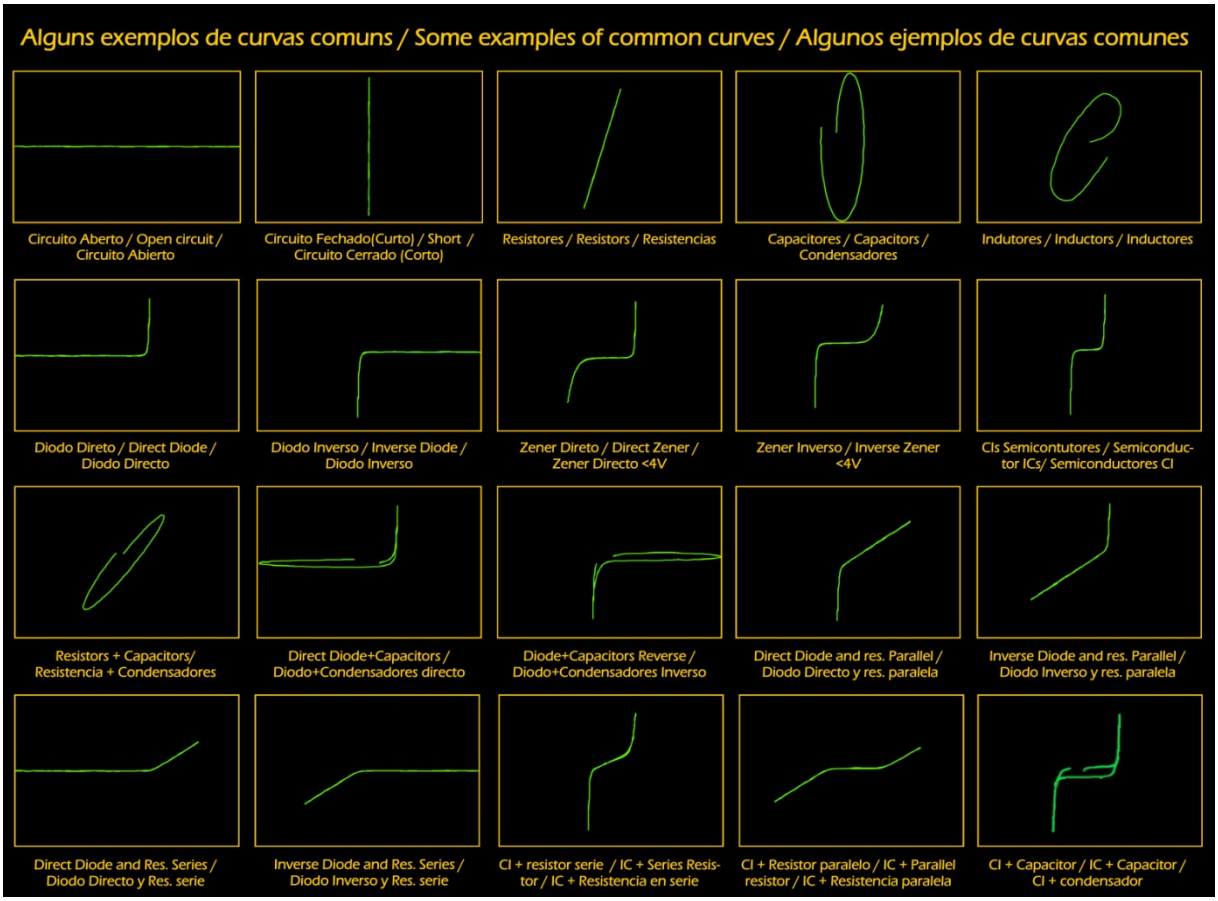


Figura 11 – Exemplos de curvas comuns (folha de referência RastreCurve)

2.9 A curva é da malha, não do componente

Com os componentes soldados, o Mini+ mede **tudo o que está ligado ao ponto**. A curva é a soma dos comportamentos: um diodo sozinho mostra o joelho típico; com um resistor em paralelo, a parte "aberta" se inclina; com um capacitor em paralelo, surge uma espiral que pode esconder o diodo.



Figura 12 – O mesmo diodo com componentes diferentes ligados em paralelo

- Por isso o **mesmo componente em circuitos diferentes** tem curvas diferentes – compare sempre o **mesmo ponto**, em placas iguais e **com o mesmo ajuste** de F, V e Z.
- Um curto em um capacitor faz **todos os pontos da mesma linha** mostrarem curto. Para achar o culpado, isole trechos e meça de novo.

2.10 Modo Multi: quatro assinaturas de uma vez

Como cada combinação de frequência e impedância destaca uma parte diferente da malha, o **Modo Multi** mostra o mesmo ponto com **4 sinais** ao mesmo tempo (padrão: 60 Hz/1k, 100 Hz/5k, 200 Hz/10k e 300 Hz/50k). Um defeito que passa despercebido em um ajuste costuma aparecer em outro:

Modo Multi: um mesmo ponto (diodo + 2,2 kΩ + 1 µF) visto por 4 sinais

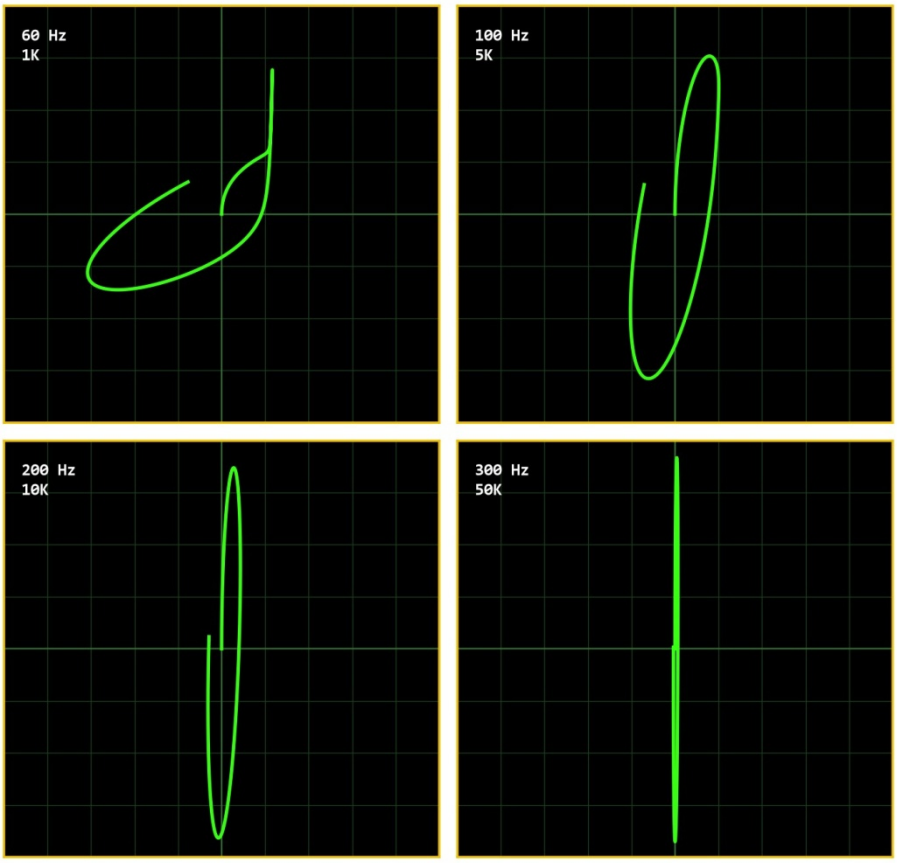


Figura 13 – Um mesmo ponto (diodo + 2,2 kΩ + 1 µF) visto pelos 4 sinais do Modo Multi

- Em **60 Hz / 1k** aparece o diodo e o resistor; o capacitor quase não interfere.
- Em **300 Hz / 50k** o capacitor domina e a curva vira quase uma reta vertical.
- Se a diferença entre as placas **cresce nos quadrantes de frequência alta**, suspeite de capacitores; se é igual em todos, o defeito é resistivo ou em junções.

2.11 Como o Mini+ calcula a diferença

Quando os dois canais estão ligados (ou quando uma curva da memória é comparada com a medição), o Mini+ compara as **65 amostras** das duas curvas, uma a uma, calcula a diferença relativa em cada amostra e soma tudo em um **índice percentual**. Diferenças muito pequenas (até 0,2%) são consideradas zero.

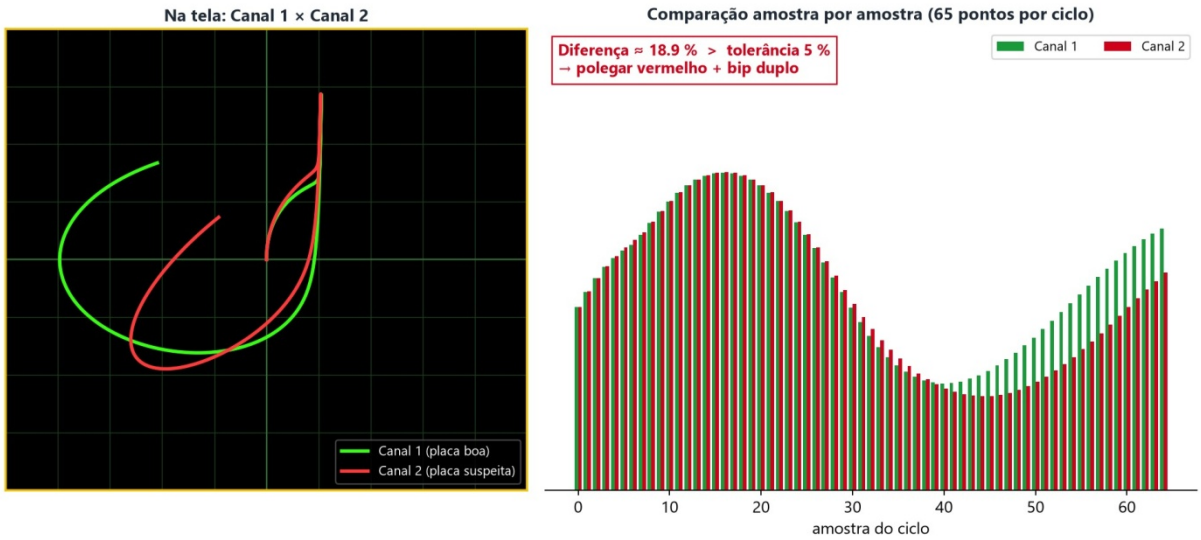


Figura 14 – Canal 1 × Canal 2 e a comparação amostra por amostra

Resultado	Na tela	Som (se S:ON)
Diferença abaixo da tolerância P	Polegar **verde** para cima e % em verde	Bip curto
Diferença acima da tolerância P	Polegar **vermelho/laranja** para baixo e % em destaque	Bip duplo

DICA

O formato da curva é a informação mais importante; o número é apoio. Diferenças pequenas **na parte central** da curva merecem atenção; diferenças apenas em uma das extremidades costumam ser toleráveis. Componentes de fabricantes diferentes podem dar alguns pontos de diferença.

2.12 Terra, GND e massa

Os bornes **COM** (verdes) são a referência do Mini+. Ligue o cabo verde ao negativo, à massa ou ao GND da placa. Se a placa tiver **terras separados** (por exemplo, primário e secundário de uma fonte), meça cada setor com o GND correspondente. Para comparar duas placas, use **um cabo verde para cada placa**.

2.13 Limitações do método

- O teste é feito **com a placa desligada**; ele não substitui a verificação funcional com o circuito energizado.
- Componentes **em paralelo** somam suas curvas – às vezes é preciso isolar trechos para achar o culpado.
- Componentes programáveis e CIs com **charge pump** podem apresentar curvas variáveis ou instáveis.
- Defeitos internos de lógica (memória corrompida, firmware) não aparecem na curva.

3. Segurança e cuidados

ATENÇÃO

Todos os testes devem ser feitos com a placa ou módulo **totalmente desligado** da rede elétrica e **sem baterias**.

Descarregue todos os capacitores antes de iniciar – principalmente os eletrolíticos de filtro de fontes. Se o circuito foi alimentado recentemente, os capacitores podem guardar tensões perigosas. Confirme a descarga com um multímetro.

Nunca conecte o Mini+ a um circuito energizado.

- **Impedância abaixo de 10k**: atenção em circuitos ultra low-power; prefira **Z ≥ 10k** para não danificar o circuito medido (seção 2.5). O aviso também está impresso na etiqueta do aparelho, em português, espanhol e inglês.
- Use pulseira ou manta antiestática ao manusear placas e componentes sensíveis.
- Não toque na placa nem nas pontas de prova com os dedos durante a medição – isso insere ruído e altera a curva.
- Não insira sinais externos na placa durante o teste.
- Se você interligar (“jumpear”) terras separados para facilitar o teste, **remova os jumpers** antes de ligar a placa novamente.
- **Bateria Li-ion**: recarregue apenas pela USB (porta do computador ou carregador USB de 5 V). Não deixe o aparelho em locais quentes, úmidos ou expostos ao sol, não perfure nem aqueça a bateria e não use o aparelho se ela estiver estufada.
- Durante a **atualização de firmware**, não desligue o aparelho nem desconecte o cabo USB (seção 21.3).

4. Conhecendo o equipamento

4.1 Conteúdo da caixa

- 1 dispositivo portátil RastreCurve Mini+;
- 1 bateria Li-ion de 3,7 V / 2600 mAh recarregável (já instalada, cortesia);
- 1 fonte / carregador USB de 5 V;
- 1 cabo USB de dados (tipo impressora) para ligar o Mini+ ao computador;
- 1 ponta de prova agulha **vermelha** (Canal 1) e 1 ponta de prova agulha **preta** (Canal 2);
- 2 cabos de referência GND **verdes** com garra jacaré.

O software **RastreCurve Mini** para Windows acompanha o produto e também pode ser baixado no site **rastrecurve.com** (capítulo 14).

4.2 Painel frontal

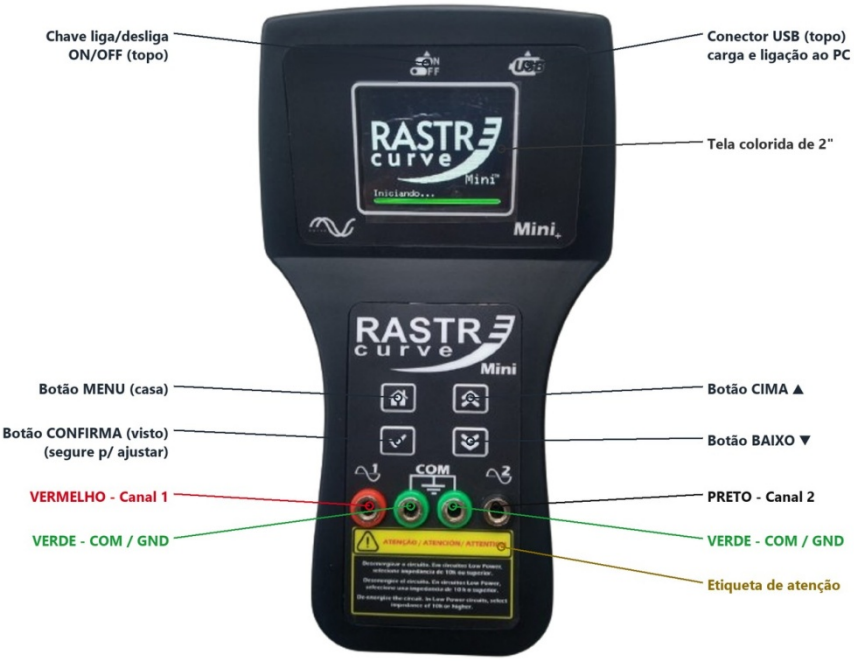


Figura 15 – Painel do RastreCurve Mini+

Item	Função
Chave liga/desliga (ON/OFF, topo)	Liga e desliga o aparelho.
Conector USB (topo)	Recarga da bateria e ligação ao computador.
Tela de 2”	Tela colorida 320 × 240 com curvas, parâmetros, bateria e resultado.
Botão **MENU** (casa)	Abre o menu principal. Nos modos Memorizar/Teste, abre os parâmetros ou volta à lista.
Botão **CIMA** (▲)	Navega para cima, aumenta valores (segurado, acelera). No Modo Gravar/Teste: pino anterior (segurar 2 s no Modo Gravar: apagar pino).
Botão **BAIXO** (▼)	Navega para baixo, diminui valores. No Modo Gravar/Teste: próximo pino.
Botão **CONFIRMA** (✓)	Seleciona/confirma. Na tela 2 Canais, **segure** para acessar F, V, Z, P e S. Grava ou testa o pino – também quando o Mini+ está ligado ao PC.

Item	Função
Borne **vermelho** (Canal 1)	Ponta de prova principal: placa boa na comparação; canal usado ao memorizar e testar.
Bornes **verdes** (COM)	Referência GND. Um borne para cada canal/placa.
Borne **preto** (Canal 2)	Segunda ponta de prova: placa suspeita na comparação de 2 canais.

Os quatro botões ficam em um bloco 2 × 2: **Menu** e ▲ em cima, ✓ e ▼ embaixo.

4.3 Combinações de botões (atalhos)

Onde	Combinação	O que faz
Tela 2 Canais	Segurar ✓ (~1 s)	Entra na seleção dos parâmetros (F, V, Z, P, S)
Tela 2 Canais	Segurar ✓ (~2 s) sobre o item	Edita o valor do item selecionado
Tela 2 Canais	Segurar ▲ + ▼ (~1 s)	Congela a curva do Canal 1 na tela (trabalhar só com o Canal 1); repita para liberar
Tela 2 Canais / Multi	▲ + ▼ + ✓ juntos	Liga/desliga a cruz central (eixos) na tela
Modo Gravar	Segurar ▲ (2 s)	Apagar um pino (“Del. pino?”)
Modo Gravar / Teste	▲ + ▼ juntos	Ir diretamente a um pino (“Ir ao pino:”)

4.4 Bateria e carga pela USB

O Mini+ usa uma **bateria Li-ion de 3,7 V / 2600 mAh**. Com a carga completa, a autonomia é de cerca de **6 horas** de uso. A recarga é feita pela **USB** – no carregador de 5 V que acompanha o aparelho ou em uma porta USB do computador.

- O ícone no canto superior direito da tela mostra a carga em **5 níveis** (verde, amarelo, vermelho) e fica animado durante a recarga.
- Quando a bateria chega ao limite, o Mini+ **desliga o gerador** e mostra **“Por Favor / Me Carregue”**. Conecte a USB para recarregar.



Figura 16 – Aviso de bateria descarregada

4.5 Ao conectar a USB: Carregar ou Conexão

Sempre que o cabo USB é conectado com o aparelho ligado, o Mini+ pergunta “**Selecione como deseja Usar**”. Escolha com ▲/▼ e confirme com ✓:



Figura 17 – Escolha do modo de uso ao conectar a USB

Opção	O que acontece
Carregar	O Mini+ continua funcionando normalmente como portátil enquanto a bateria é recarregada. Use esta opção com o carregador ou quando quiser apenas carregar pelo PC.
Conexão	O Mini+ passa a trabalhar com o **software do PC**: a tela mostra o logotipo USB e o aparelho é controlado pelo computador. Os botões ✓, ▲ e ▼ continuam úteis (gravar/testar e navegar entre pinos). Ao desconectar a USB, o aparelho volta ao modo portátil.

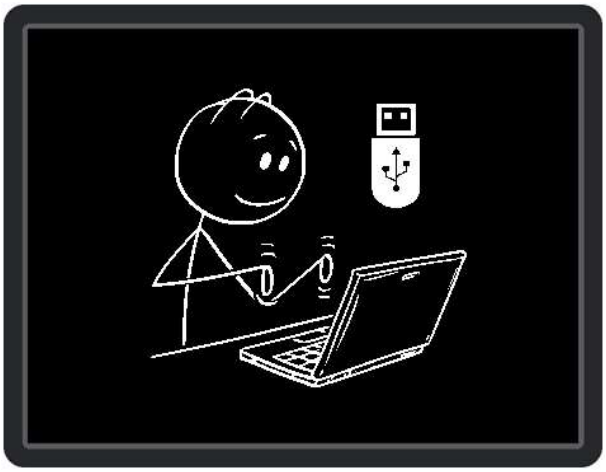


Figura 18 – Mini+ no modo Conexão com o PC (ilustração)

4.6 Ligando o Mini+

Ligue pela **chave ON/OFF** no topo. O Mini+ mostra o logotipo e **"Iniciando..."**. No **primeiro uso** ele pergunta o idioma (Português, English, Español). Depois abre na tela inicial escolhida em Configurar (4-Ini) – de fábrica, a tela **2 Canais (Modo 1 x 2)**.

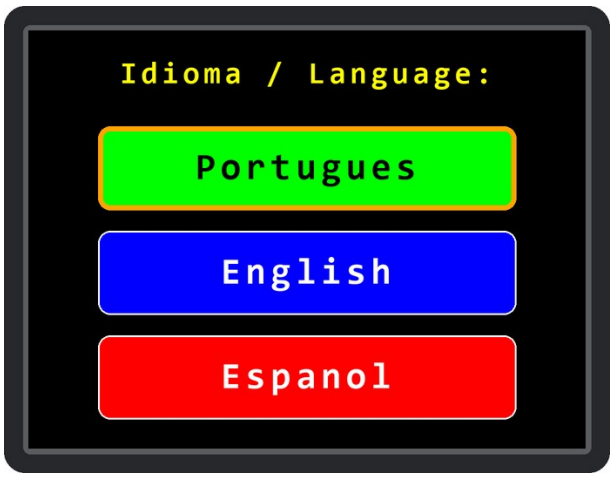


Figura 19 – Escolha do idioma no primeiro uso



Figura 20 – Mini+ pronto para comparar duas placas iguais

5. Especificações técnicas

Parâmetro	Valor
Canais	2 (comparação e memorização) + 2 bornes COM (GND)
Tensão de teste	2, 4, 6 ou 8 Vpp (padrão 8 Vpp)
Frequência	5 Hz a 300 Hz, em passos de 5 Hz (padrão 100 Hz)
Impedância interna	1k, 2k, 5k, 10k, 20k, 50k, 100k e 200k (padrão 5k)
Corrente máxima	10 mA
Excitação	Pulsada: cada captura começa no início da senoide (tempo de teste 1,5 ms)
Aquisição	3 ciclos monitoráveis (referência, Canal 1, Canal 2); 65 amostras por ciclo
Tolerância de comparação (P)	2% a 20% (padrão 5%)
Modo Multi	4 sinais simultâneos com frequência e impedância próprias; tensão comum
Memória interna	50 componentes × 100 pinos, com ajuste próprio por pino
Tela	Colorida de 2” (320 × 240)
Controles	4 botões (Menu, ▲, ▼, Confirma ✓), chave ON/OFF, aviso sonoro liga/desliga
Bateria	Li-ion 3,7 V / 2600 mAh – autonomia de ~6 h com carga total
Alimentação / carga	USB 5 V (carregador incluso ou porta USB do PC, com o cabo USB incluso)
Conexão com PC	USB (porta serial virtual) – software RastreCurve Mini para Windows
Idiomas	Aparelho: português, inglês e espanhol; software: português, inglês, espanhol e idiomas editáveis
Nuvem de curvas	Disponível pelo software para PC
Garantia	3 meses contra defeitos de fabricação

6. Navegação e menu principal

O Mini+ é todo controlado pelos **4 botões** abaixo da tela. A lógica é sempre a mesma: **▲/▼ escolhem**, **✓ confirma** e **Menu (casa)** volta.

6.1 Menu principal

Pressione **Menu** para abrir "**Selecione o que deseja:**". O item em laranja é o selecionado; use ▲/▼ para mudar e ✓ para entrar.

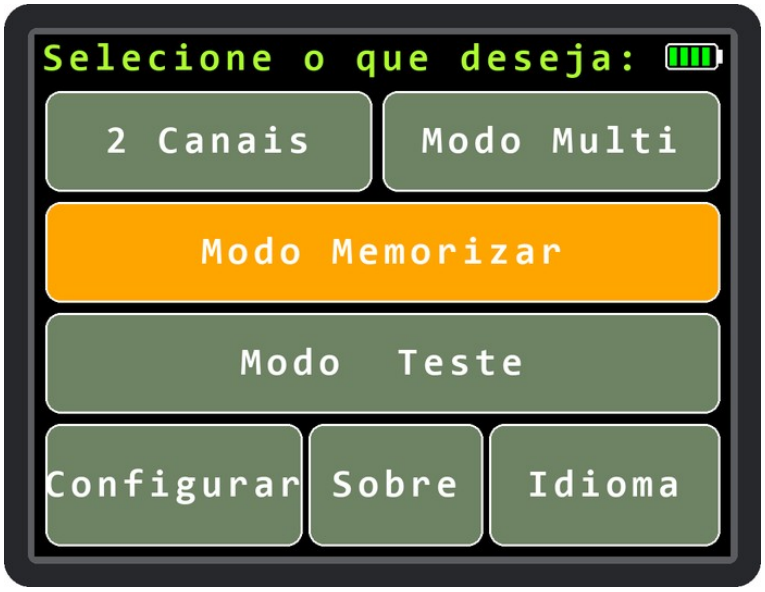


Figura 21 – Menu principal

Opção	Para que serve	Capítulo
2 Canais	Tela principal (Modo 1 x 2): curvas do Canal 1 e Canal 2, ajustes F/V/Z/P/S e comparação	7
Modo Multi	O mesmo ponto visto por 4 sinais diferentes ao mesmo tempo	8
Modo Memorizar	Gravar as curvas de um componente/placa boa na memória interna	10
Modo Teste	Testar uma placa comparando pino a pino com a memória	11
Configurar	Valores padrão, tela inicial, banco de memória, tolerância, idioma e som	9
Sobre	Versão do firmware, número de série e faixas do aparelho	13
Idioma	Português, English ou Español	13

7. Modo 2 Canais (1 x 2)

É a tela principal do Mini+ e a mais usada: mostra ao mesmo tempo a curva do **Canal 1 (verde)** e a do **Canal 2 (vermelho)**, com a porcentagem de diferença entre elas.



Figura 22 – Tela 2 Canais: curvas do Canal 1 (verde) e Canal 2 (vermelho) iguais – 2,1% com polegar verde

Indicação	Significado
Modo 1 x 2	Modo atual (2 canais)
F:100HZ	Frequência do sinal (5–300 Hz)
V:8VPP	Tensão pico a pico (2, 4, 6 ou 8 Vpp)
Z:5K	Impedância interna (1k a 200k)
P:5%	Tolerância de comparação (2% a 20%)
S:ON / OFF	Som ligado ou desligado
Ícone de bateria	Nível de carga (animado durante a recarga)
Polegar e % (canto inferior direito)	Resultado da comparação Canal 1 × Canal 2

7.1 Primeiro teste

1. Com a placa **desligada** e os capacitores descarregados, ligue o cabo **verde** (COM) ao GND/negativo da placa.
2. Ligue a ponta **vermelha** ao borne do Canal 1 e toque em um ponto da placa.
3. Observe a curva verde. Com a ponta solta (nada conectado), a curva é uma **reta horizontal** (aberto); encostando a ponta no GND, uma **reta vertical** (curto).
4. Toque em diodos, resistores e capacitores conhecidos para se familiarizar com as formas (seção 2.8).

7.2 Ajustando F, V, Z, P e S na tela

Os parâmetros podem ser mudados **durante o teste**, sem sair da tela:

1. **Segure** ✓ por cerca de 1 segundo: aparece a seta **<<-** ao lado de F (modo de seleção).
2. Use ▲/▼ para escolher o item: F, V, Z, P ou S.

3. **Segure** ✓ por cerca de 2 segundos sobre o item: ele muda de cor (modo de edição).
4. Use ▲ para aumentar e ▼ para diminuir. A frequência muda de 5 em 5 Hz; a tensão entre 2, 4, 6 e 8 Vpp; a impedância entre 1k, 2k, 5k, 10k, 20k, 50k, 100k e 200k; a tolerância de 1 em 1% (2% a 20%); o som alterna ON/OFF.
5. Pressione ✓ para aplicar e gravar o novo valor. Se nenhum botão for pressionado por alguns segundos, o Mini+ sai da seleção automaticamente.



Figura 23 – Modo de seleção: seta <<- ao lado do item



Figura 24 – Modo de edição: o item muda de cor (aqui, Z alterado para 10K)

> **NOTA**
> Os valores aplicados ficam salvos e são usados da próxima vez que o Mini+ for ligado. Para definir os valores padrão também é possível usar **Configurar** (capítulo 9).

7.3 Comparando placa boa × placa suspeita

1. Ligue um cabo verde ao GND da **placa boa** e o outro ao GND da **placa suspeita** (ou, se as placas estiverem juntas no mesmo referencial, um só).
2. Ponta **vermelha** (Canal 1) na placa boa; ponta **preta** (Canal 2) no **mesmo ponto** da placa suspeita.
3. Compare as curvas verde e vermelha e observe a porcentagem: polegar **verde** = dentro da tolerância; polegar **vermelho** = diferença acima de P.

4. Percorra os pontos (pinos de CIs, terminais de transistores, conectores) sempre na mesma ordem nas duas placas.

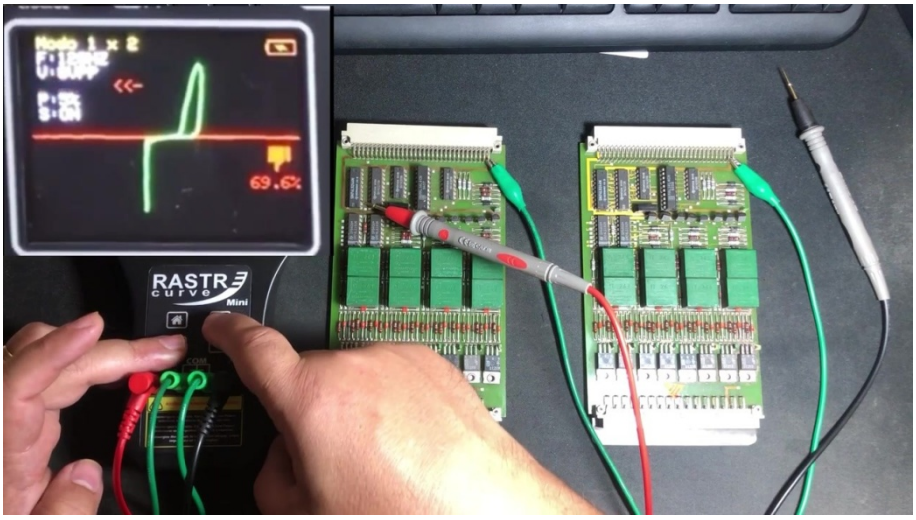


Figura 25 – Comparando duas placas iguais com o Canal 1 e o Canal 2



Figura 26 – Curvas diferentes: 38,5% com polegar vermelho

> **DICA**
> Em placas com **blocos idênticos** (por exemplo, canais de um amplificador, fases de um inversor, saídas de um CLP), compare um bloco bom com um ruim **na mesma placa** – sem precisar de uma placa de referência extra.

7.4 Trabalhando só com o Canal 1 (congelar a curva)

Quer comparar usando **uma mão só**? Encoste a ponta vermelha no ponto da placa boa e **segure ▲ + ▼ ao mesmo tempo** por cerca de 1 segundo: a curva do Canal 1 fica **memorizada na tela**. Agora leve a mesma ponta vermelha ao ponto correspondente da placa suspeita e compare com a curva congelada. Para voltar a comparar Canal 1 × Canal 2, **segure ▲ + ▼ novamente**.

7.5 Cruz central

Pressionando ▲ + ▼ + ✓ juntos, o Mini+ liga ou desliga a **cruz central** (eixos X e Y), útil para avaliar a simetria da curva e o ponto de joelho das junções.

8. Modo Multi

O **Modo Multi** divide a tela em **4 quadrantes** e aplica **4 sinais** diferentes ao mesmo ponto, cada um com sua frequência e impedância (a tensão é comum aos quatro). Em cada quadrante aparece a combinação usada, a porcentagem de diferença entre o Canal 1 e o Canal 2 e o polegar verde/vermelho. A explicação teórica está na seção 2.10.



Figura 27 – Modo Multi com os 4 sinais padrão (Canal 1 verde, Canal 2 vermelho)

Quadrante	Frequência	Impedância	Destaca
Curva 1 (superior esquerdo)	60 Hz	1k	Junções, resistores baixos, capacitores grandes
Curva 2 (superior direito)	100 Hz	5k	Uso geral
Curva 3 (inferior esquerdo)	200 Hz	10k	CIs, sinais lógicos, capacitores médios
Curva 4 (inferior direito)	300 Hz	50k	Alta impedância, capacitores pequenos, fugas

8.1 Configurando os 4 sinais

Dentro do Modo Multi, pressione **Menu** para abrir “**Configuracao dos sinais:**”.



Figura 28 – Configuração dos sinais do Modo Multi

1. Use ▲/▼ para ir ao campo desejado: frequência ou impedância de cada curva, **VPP** (tensão comum), **Aplicar**, **Padrao** ou **FIM**.
2. Pressione ✓ para editar o campo (ele fica em destaque) e use ▲/▼ para mudar o valor; pressione ✓ para confirmar.
3. Selecione **Aplicar** e pressione ✓ para usar os novos sinais.
4. **Padrao** restaura os 4 sinais de fábrica (60 Hz/1k, 100 Hz/5k, 200 Hz/10k, 300 Hz/50k).
5. **FIM** (ou o botão Menu) volta para a tela do Modo Multi.

DICA

Monte o Modo Multi de acordo com a placa: por exemplo, para uma placa de fonte, use frequências baixas e impedâncias de 1k a 5k; para uma placa lógica, 10k a 50k. Veja o **capítulo 12**.

9. Configurar

Em **Menu → Configurar** ficam os valores padrão do aparelho. Use ▲/▼ para escolher o item, ✓ para entrar na edição (o valor fica destacado), ▲/▼ para mudar e ✓ para confirmar. A faixa permitida aparece em destaque amarelo à direita. **Menu** sai da configuração.

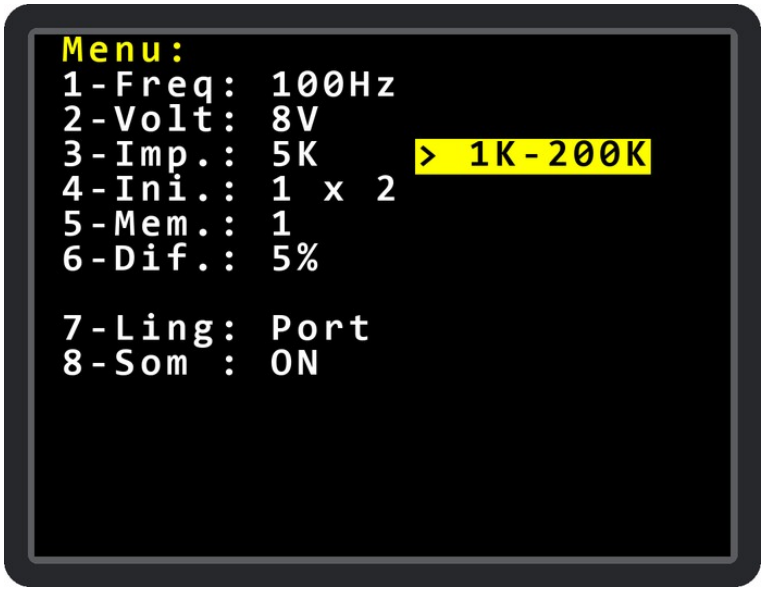


Figura 29 – Tela Configurar

Item	Faixa	Função
1-Freq	5–300 Hz	Frequência padrão do sinal
2-Volt	2–8 V	Tensão pico a pico padrão (2, 4, 6 ou 8 Vpp)
3-Imp.	1K–200K	Impedância interna padrão
4-Ini.	1 x 2 / Menu / Multi	Tela que abre quando o Mini+ é ligado
5-Mem.	1–50	Banco de memória selecionado (posição usada no Modo Memorizar/Teste)
6-Dif.	1–20%	Tolerância de comparação (P)
7-Ling	Port / Esp / Eng	Idioma
8-Som	ON / OFF	Liga ou desliga o aviso sonoro

NOTA

As configurações ficam gravadas na memória interna e permanecem mesmo com a bateria descarregada.

10. Modo Memorizar

O **Modo Memorizar** grava na memória interna as curvas de um **componente ou placa boa**, pino a pino, para testar depois placas com defeito **sem precisar ter a placa boa por perto**. Cabem **50 componentes** (bancos 1 a 50) com até **100 pinos** cada. Junto com as curvas, o Mini+ guarda o nome do componente e, **para cada pino**, o ajuste usado (frequência, tensão e impedância).

10.1 Lista de curvas

Em **Menu → Modo Memorizar**, o Mini+ procura as curvas gravadas ("Procurando...") e mostra a lista "**Curvas:**" com os componentes já memorizados. Use ▲/▼ para escolher a opção e ✓ para confirmar:

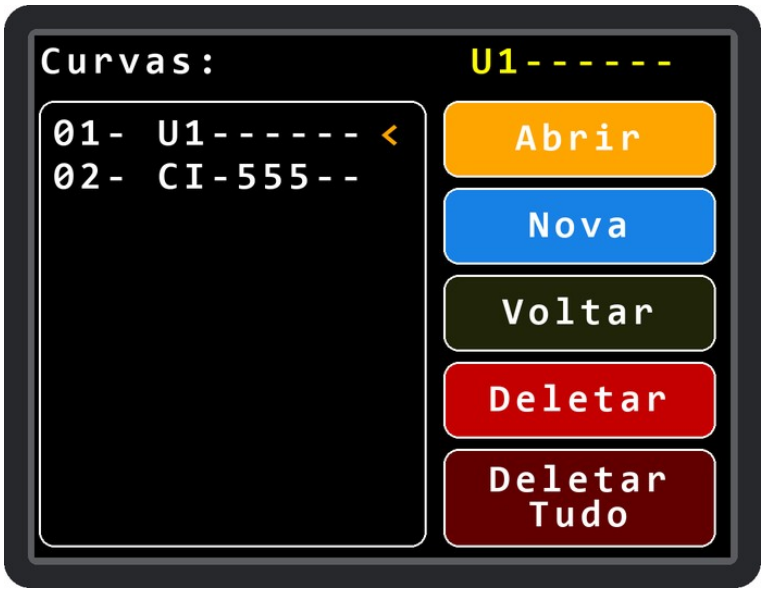


Figura 30 – Lista de curvas do Modo Memorizar

Botão	Função
Lista (quadro à esquerda)	Selecionada (borda laranja), ✓ percorre os componentes gravados (01, 02, ...)
Abrir	Abre o componente selecionado para continuar ou refazer a gravação
Nova	Cria um novo componente
Voltar	Retorna
Deletar	Apaga o componente selecionado (pede confirmação)
Deletar Tudo	Apaga todos os componentes da memória (pede confirmação)

10.2 Criando um novo componente

1. Na lista, selecione **Nova** e pressione ✓.
2. Em "**Banco Dados Escolhido:**" aparece a posição da memória (1 a 50). Para trocar, selecione o quadro e ajuste com ▲/▼.
3. Em "**Insira o Nome:**", selecione o campo e pressione ✓: a letra atual fica marcada com **^**. Use ▲ para trocar o caractere (A–Z, "-", 0–9) e ✓ para passar ao próximo. O nome tem até **8 caracteres** (exemplo: **U1**, **CI555**, **ECU-01**).
4. Selecione **OK! vamos!** e pressione ✓ para iniciar a gravação.



Figura 31 – Digitando o nome do componente



Figura 32 – Nome pronto (U1): selecione OK! vamos!

Nessa tela, **Voltar** retorna à lista e **Apagar** apaga o componente do banco escolhido. O quadro **Mem:** mostra quanto da memória interna já está ocupado.

10.3 Gravando os pinos

A tela muda para o **Modo Gravar**: aparecem os ajustes (F, V, Z), o número do **pino** a gravar (canto superior direito), o nome do **projeto** e a curva do Canal 1.



Figura 33 – Modo Gravar: pronto para gravar o pino 1

1. Ligue o cabo **verde** ao GND/negativo da placa boa.
2. Encoste a ponta **vermelha** (Canal 1) no **pino 1** do componente.
3. Com a curva estável, pressione ✓ **(Grava)**: o Mini+ grava o pino (bip) e já pede o próximo.
4. Repita para todos os pinos, sempre na mesma ordem (pino 1, 2, 3...).
5. Ao terminar, pressione **Menu** e saia pelo ícone de saída para voltar à lista.

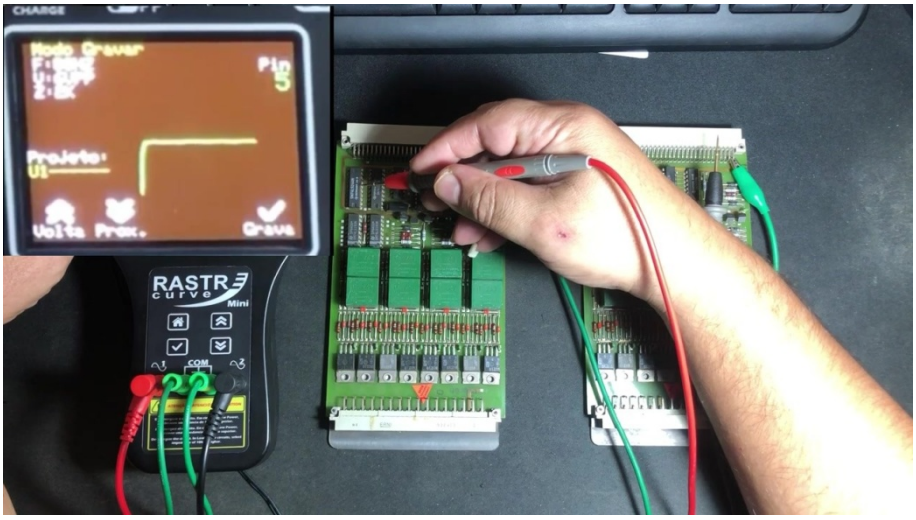


Figura 34 – Memorizando um CI: cabo verde no negativo da placa e ponta vermelha no pino

> **DICA**
> Os ajustes F, V e Z podem ser alterados **durante a gravação** (Menu → Parâmetros → Aplicar) e ficam gravados **pino a pino**: por exemplo, pinos 1 a 3 em 8 Vpp/100 Hz/5k e, a partir do pino 4, 6 Vpp/80 Hz/2k. No Modo Teste, o Mini+ troca o ajuste sozinho a cada pino.

10.4 Parâmetros e Auto-Gravar

No Modo Gravar, pressione **Menu** para abrir "**Parametros:**". Com ▲/▼ escolha o item e com ✓ edite:



Figura 35 – Parâmetros do Modo Gravar

Item	Função
V	Tensão (2, 4, 6 ou 8 V-P-P)
F	Frequência (5–300 Hz)
Z	Impedância (1K–200K OHM)
Auto-Gravar	OFF ou 1 a 6 s: grava o pino automaticamente quando a ponta fica em contato, com a curva estável, pelo tempo escolhido
Aplicar / Voltar	Aplica os valores e volta à gravação

Com o **Auto-Gravar em 2 s**, por exemplo, basta tocar pino após pino: o Mini+ conta 2 segundos em cada um, grava e passa ao próximo – as duas mãos ficam livres para segurar a placa e a ponta.

10.5 Corrigindo pinos

Ação	Como fazer
Voltar ao pino anterior	▲ (Volta)
Ir ao próximo pino já gravado	▼ (Prox.)
Regravar um pino	Navegue até ele e pressione ✓
Apagar o pino atual	**Segure ▲ por 2 s** → “Del. pino?” → confirme
Ir direto a um pino	**▲ + ▼ juntos** → “Ir ao pino:” → escolha com ▲/▼ e confirme com ✓

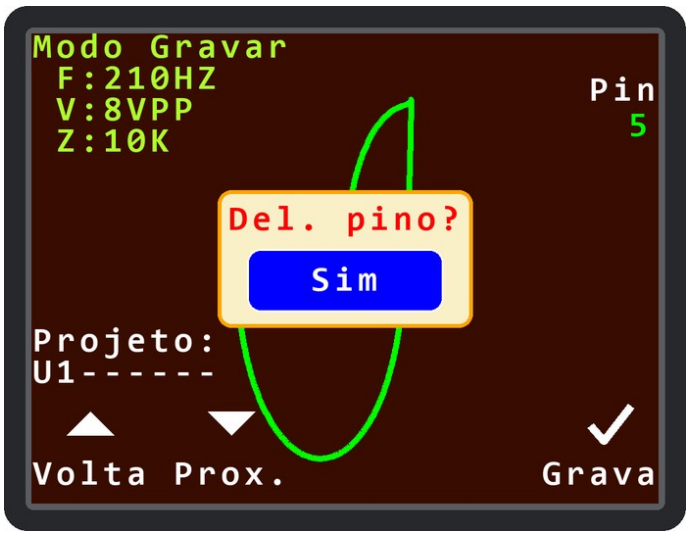


Figura 36 – Apagando um pino gravado

10.6 Apagando componentes

Na lista de curvas, selecione o componente e escolha **Deletar**; para limpar toda a memória, **Deletar Tudo**. O Mini+ pede confirmação ("**Tem certeza que deseja deletar?**" – **Sim!** / **Nao!**).



Figura 37 – Confirmação antes de apagar

> **ATENÇÃO**
>
> Componentes apagados **não podem ser recuperados**. Para guardar uma cópia, faça o **download** das curvas para o PC pela aba Transferência do software (capítulo 20).

11. Modo Teste

O **Modo Teste** compara, pino a pino, a placa em teste com as curvas gravadas no Modo Memorizar. O Mini+ carrega automaticamente os ajustes (F, V, Z) usados na gravação de **cada pino**, mostra a curva da memória e a curva real e indica a diferença.

11.1 Abrindo um componente para teste

1. Em **Menu → Modo Teste**, selecione o componente na lista e pressione **Abrir** (ou **Novo Test**).
2. Na tela seguinte aparecem o banco e o **nome do projeto**.
3. Escolha **OK! vamos!** para iniciar o teste a partir do pino 1.

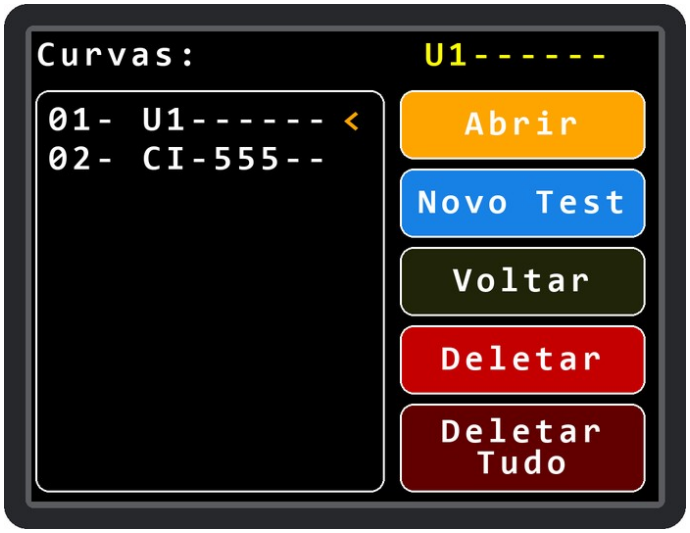


Figura 38 – Lista de curvas no Modo Teste



Figura 39 – Tela de abertura do teste

Botão	Função
OK! vamos!	Inicia um novo teste (pino 1)
Ultima Lista Erros	Mostra o relatório de erros do último teste realizado
AUTO TEST OFF / ON	Liga o avanço automático: quando a curva fica igual à memória pelo tempo escolhido, o Mini+ passa sozinho ao próximo pino
Mem:	Ocupação da memória interna

> **NOTA**
>
> Se o banco escolhido estiver vazio, aparece “**Banco Vazio!**”. Se não houver teste anterior para mostrar, aparece “**Nao Existe!**”.

11.2 Testando pino a pino



Figura 40 – Modo Teste: pino 4 igual à memória (0,8%)

1. Ligue o cabo **verde** ao GND da placa em teste.
2. Encoste a ponta **vermelha** no pino indicado no canto superior direito (Pin).
3. Compare a curva real com a da memória. Com o avanço automático ligado, o Mini+ **passa sozinho** ao próximo pino quando as curvas coincidem.
4. Se a curva **não bate**, o Mini+ **não avança**: pressione ✓ **(Testa)** para confirmar – o pino é registrado como **falha** junto com a porcentagem – e o teste segue para o próximo pino.
5. Continue até o último pino gravado.

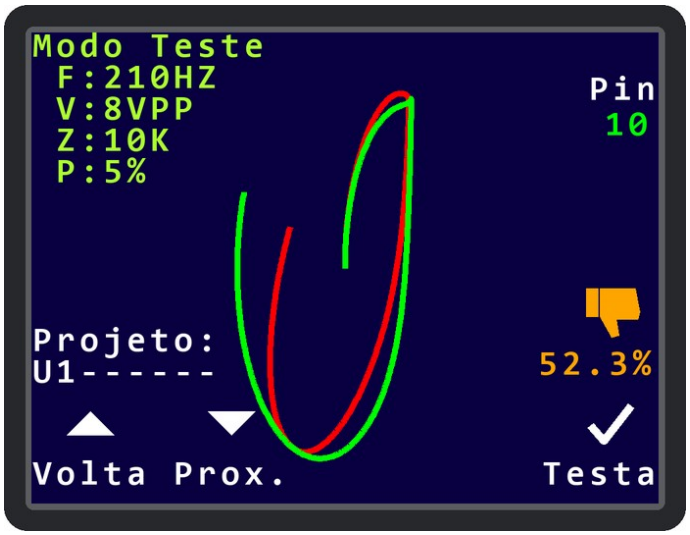


Figura 41 – Pino 10 diferente da memória (52,3%)

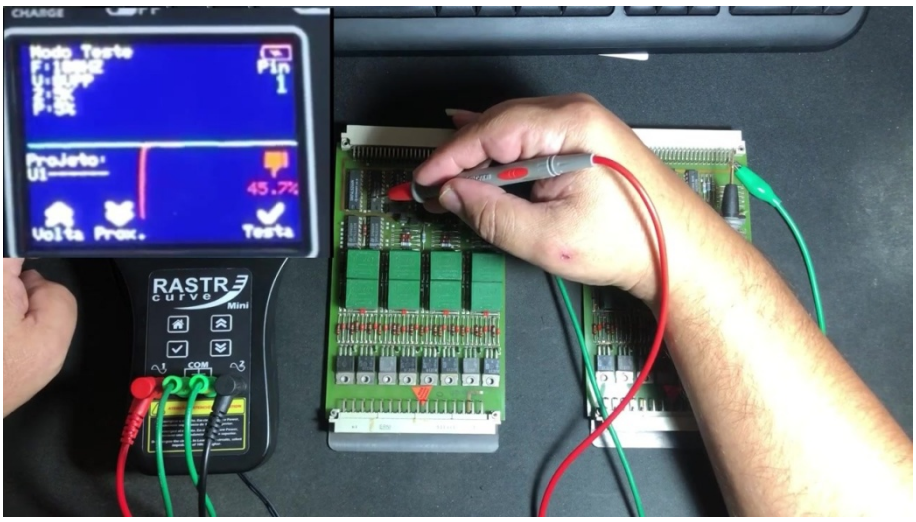


Figura 42 – Testando a placa suspeita com as curvas gravadas

11.3 Pulando para um pino

Para começar ou continuar de um pino específico (por exemplo, do pino 10), pressione **▲ + ▼ ao mesmo tempo**: aparece "**Ir ao pino:**". Escolha o número com ▲/▼ e confirme com ✓. ▲ (Volta) e ▼ (Prox.) também navegam entre os pinos.

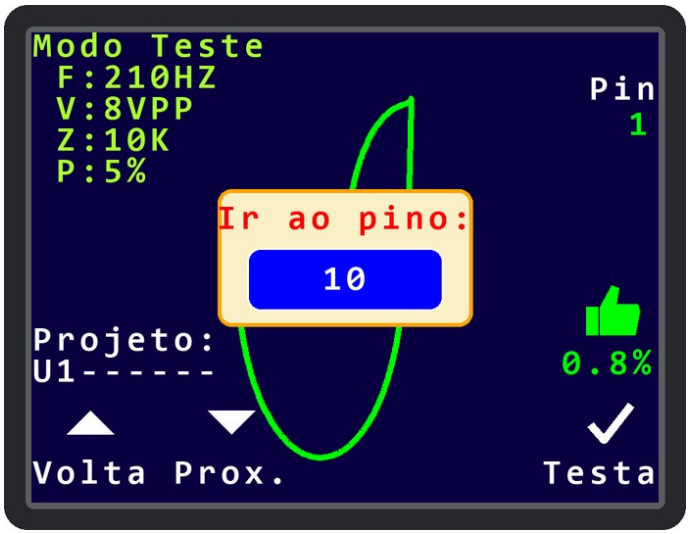


Figura 43 – Atalho Ir ao pino

11.4 Relatório final

Ao terminar, o Mini+ mostra o **Relatório Final** com "**Erros Achados!**" e a lista **Falhas/Erro** com cada pino que falhou e a sua porcentagem. O relatório fica guardado e pode ser consultado depois em **Ultima Lista Erros**.

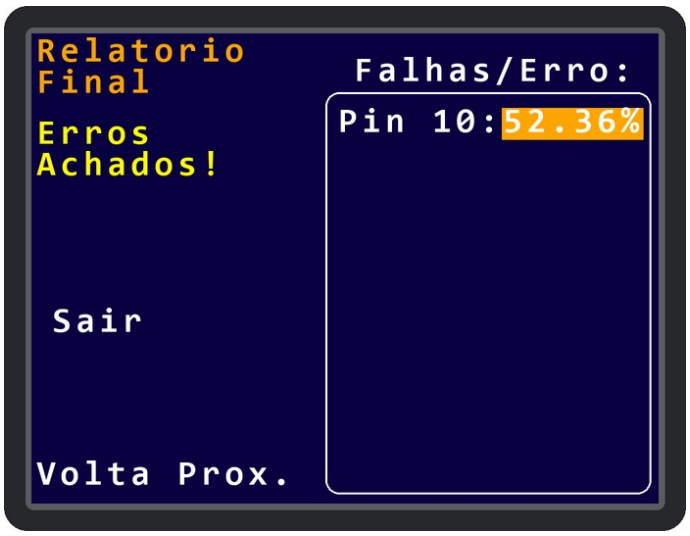


Figura 44 – Relatório final: pino 10 com 52,36%

DICA

Um pino com falha indica que **a malha ligada a ele** está diferente – não necessariamente o próprio componente. Verifique os componentes ligados àquele pino (seção 2.9).

12. Escolhendo impedância, frequência e tensão

Este capítulo resume, em forma de guia rápido, como aplicar a teoria do capítulo 2 no dia a dia. Comece pelo padrão (**100 Hz, 8 Vpp, 5k**) e ajuste conforme o circuito.

12.1 Impedância por tipo de circuito

Z	Aplicações típicas
1k	Circuitos de potência, MOSFETs de potência, relés, bobinas, drivers de motores
2k	MOSFETs médios, LEDs, diodos retificadores
5k	Transistores de uso geral (BC548, 2N3904), diodos de sinal (1N4148) – **padrão**
10k	Amplificadores operacionais, lógica TTL, sensores analógicos
20k	Circuitos CMOS, microcontroladores, ADCs
50k	JFETs, gates de MOSFET, circuitos de instrumentação
100k	Sensores piezoelétricos, cristais, circuitos de toque, ultra low-power
200k	Circuitos biomédicos, detectores de radiação, sensores Hall de alta impedância

12.2 Faixas de frequência

Faixa	Uso
Baixa (5–20 Hz)	Capacitores eletrolíticos grandes, circuitos com muita capacitância, fontes
Média (50–100 Hz)	Uso geral, componentes discretos, CIs
Alta (200–300 Hz)	Capacitores pequenos, cerâmicos, detecção de fugas e diferenças sutis

12.3 Capacitores: combinação de impedância e frequência

Quanto maior a impedância, mais a capacitância “derruba” o sinal (a curva vira quase uma reta vertical). Use a tabela para escolher o ajuste em pontos com capacitores (veja também a figura da seção 2.6):

Z	Frequências indicadas	Evite / observação
1k	5–300 Hz	Capacitores até ~100 µF
2k	5–300 Hz até ~47 µF	Acima disso, use ≤ 50 Hz
5k	20–100 Hz	Evite 300 Hz com capacitores > 10 µF
10k	10–50 Hz	Evite 300 Hz com capacitores > 4,7 µF
20k	5–20 Hz	Capacitores > 2,2 µF derrubam o sinal
50k	5–10 Hz	Capacitores > 1 µF derrubam o sinal
100k	5 Hz	Capacitores > 470 nF derrubam o sinal
200k	5 Hz	Capacitores > 220 nF derrubam o sinal em qualquer frequência

12.4 Tensão

- **8 Vpp** (padrão): comparação geral, diodos, LEDs, junções de transistores.

- **4–6 Vpp**: CIs de 3,3 V e 5 V quando se quer aplicar menos tensão.
- **2 Vpp**: circuitos muito sensíveis e de baixa tensão (lembre-se de que LEDs e zeners podem parecer abertos – seção 2.7).

12.5 Roteiro sugerido

1. Comece com **100 Hz / 8 Vpp / 5k** e compare os pontos.
2. Se tudo parece “curto” (retas verticais), **aumente Z** ou **diminua a frequência** (capacitores grandes).
3. Se tudo parece “aberto” (retas horizontais), **diminua Z**.
4. Circuito sensível ou de baixo consumo? Use **Z ≥ 10k** e tensão menor.
5. Na dúvida, use o **Modo Multi** para ver o ponto com 4 ajustes de uma vez.
6. Ao memorizar, anote (ou padronize) o ajuste usado – ele fica gravado com as curvas e é reaplicado no teste.

13. Sobre e Idioma

Menu → Sobre mostra o nome do fabricante, a versão do firmware (**Mini v1.16**), o **número de série** do aparelho, as faixas de frequência, tensão e impedância e os contatos. Anote o número de série ao pedir suporte. **Voltar** retorna ao menu.



Figura 45 – Tela Sobre

Menu → Idioma permite escolher Português, English ou Español a qualquer momento (o idioma também pode ser trocado em Configurar → 7-Ling).

14. Software para PC: instalação e conexão

O **software RastreCurve Mini** para Windows amplia o Mini+: projetos com foto da placa, relatórios, nuvem de curvas e troca de curvas com o aparelho. Ele acompanha o produto e também está disponível no site **rastrecurve.com**.

14.1 Instalação

1. Execute o instalador e aceite o **contrato de utilização**.
2. Mantenha marcada a opção de criar o **ícone na área de trabalho**.
3. Quando o instalador pedir, clique em **Instalar** para instalar o **driver USB** e aguarde cerca de um minuto.
4. Clique em **Concluir** e abra o programa pelo ícone **RastreCurve Mini**.



Figura 46 – Tela de abertura do software

14.2 Conectando o Mini+

1. Ligue o Mini+ pela chave ON/OFF.
2. Conecte o cabo USB ao computador e, na tela do aparelho, escolha **Conexão** (seção 4.5).
3. No software, o quadro **Resume** mostra “Buscando...” e, ao encontrar o aparelho, fica verde com **Encontrado**, a **porta** (COM), a **versão** do firmware e o **serial**.

> **DICA**
> Se o aparelho não for encontrado, confira se escolheu **Conexão** (e não Carregar) na tela do Mini+, troque o cabo ou a porta USB e reinstale o driver. Nas telas de curva, o indicador verde **Conectado** confirma a comunicação.

14.3 Registro do software

Em **Ajuda → Serial Register**, informe o seu **nome** e o **serial** do produto, escolha o idioma e clique em **Confirmar**. O nome aparece em **Ajuda → Sobre** e na abertura do programa.



Figura 47 – Registro do software (nome, serial e idioma)

15. Tela principal do software

A janela principal tem o quadro **Resume** (porta, versão e serial do aparelho), o quadro **Status** (mensagens do programa) e cinco abas: **Principal**, **Projetos**, **Lixeira**, **Transferência** e **Configurações**.

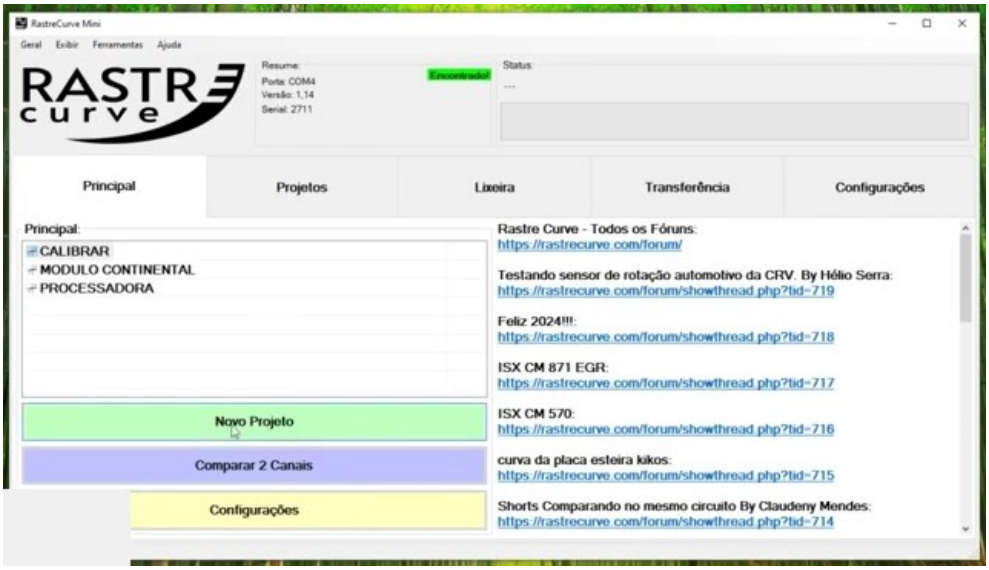


Figura 48 – Aba Principal

Aba	Conteúdo
Principal	Botões **Novo Projeto**, **Comparar 2 Canais** e **Multi**; acesso ao **Sistema Unificado de Compartilhamento de Curvas**; lista de projetos e notícias/links do fórum RastreCurve.
Projetos	**Projetos Locais** (no seu PC) e **Projetos na Nuvem**. Botões Testar Projeto, Abrir/Editar Projeto, Renomear Projeto e Deletar Projeto; setas para atualizar, enviar e baixar da nuvem; campo Buscar.
Lixeira	Projetos apagados: **Restaurar**, **Deletar** ou **Esvaziar**.
Transferência	Troca de curvas entre o PC e a memória interna do Mini+ (capítulo 20).
Configurações	Idioma, tolerância, pasta das curvas, atualizações e backup (capítulo 21).

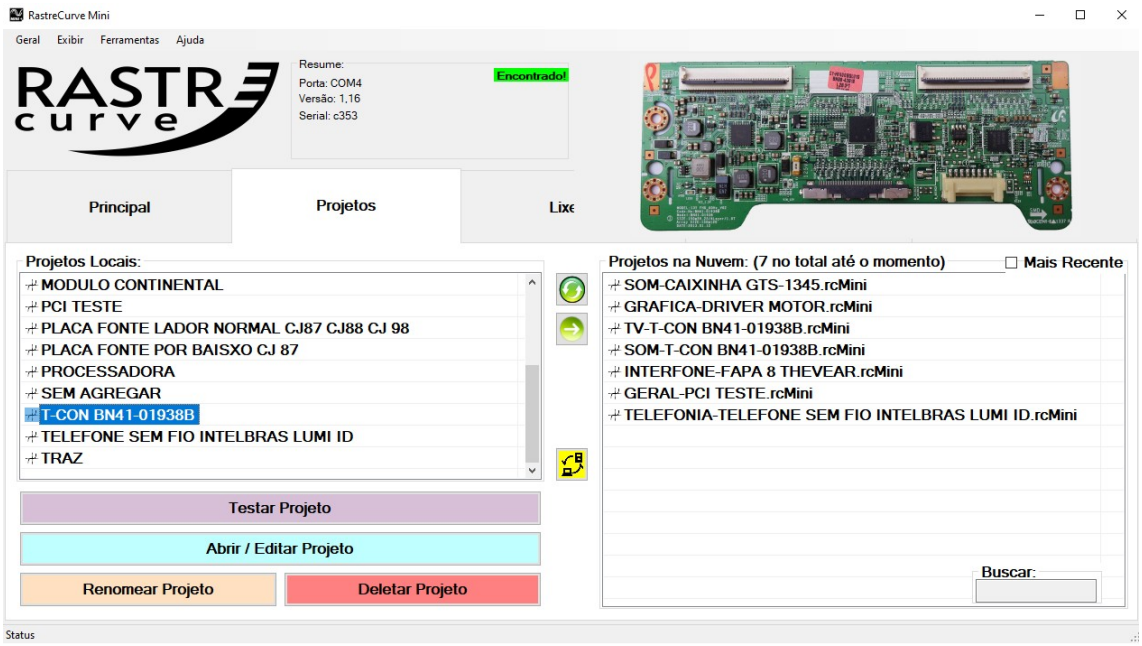


Figura 49 – Aba Projetos: projetos locais e projetos na nuvem

15.1 Menus

Menu	Itens
Geral	Novo Projeto, Comparar 2 Canais, Projetos, Lixeira, Sair
Exibir	Barra de Status
Ferramentas	Configurações, Editar e Criar Idiomas
Ajuda	Conteúdo, Version, Vídeos, Livro, Serial Register, Sobre

16. Comparar 2 Canais no PC

Tudo o que a tela 2 Canais do aparelho faz, agora em tela grande. Clique em **Comparar 2 Canais** na aba Principal.



Figura 50 – Comparar 2 Canais no software: CH1 (vermelho) × CH2 (preto), 130% de diferença

Controle	Função
Frequência	Barra de 5 a 300 Hz. Também é possível **clicar no valor** e digitar a frequência desejada.
Tensão	Barra de 2, 4, 6 ou 8 Vpp.
Impedância	Barra com os valores 1k, 2k, 5k, 10k, 20k, 50k, 100k e 200k.
Porcentagem	Tolerância de comparação (padrão 5%).
SOM	Liga/desliga o aviso sonoro: som **agudo** quando as curvas batem, som **grave** quando não batem.
Hold Off 1 / Hold Off 2	Congela (memoriza) a curva do canal na tela – o botão passa a **Hold On**. Assim você compara usando **uma só ponta**: memorize o ponto da placa boa e leve a mesma ponta à placa suspeita. Clique de novo para liberar.
Resultado	Porcentagem de diferença com polegar e o indicador **Conectado**; o triângulo de atenção aparece quando a diferença passa da tolerância.
Sair / Voltar	Fecha a comparação.

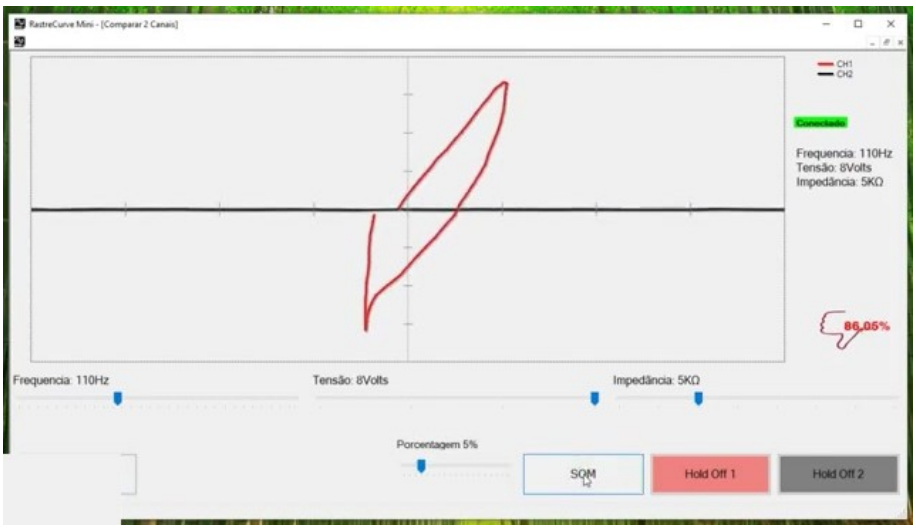


Figura 51 – Comparação ao vivo no software, com a curva do Canal 1 e o indicador Conectado

17. Modo Multi no PC

Clique em **Multi** na aba Principal. São quatro gráficos, cada um com a sua **frequência** e **impedância** (barras abaixo de cada gráfico), e uma **tensão** comum (2 a 8 Vpp). Cada gráfico mostra CH1 × CH2 e a sua porcentagem; a janela da direita mostra a curva em **3D**.

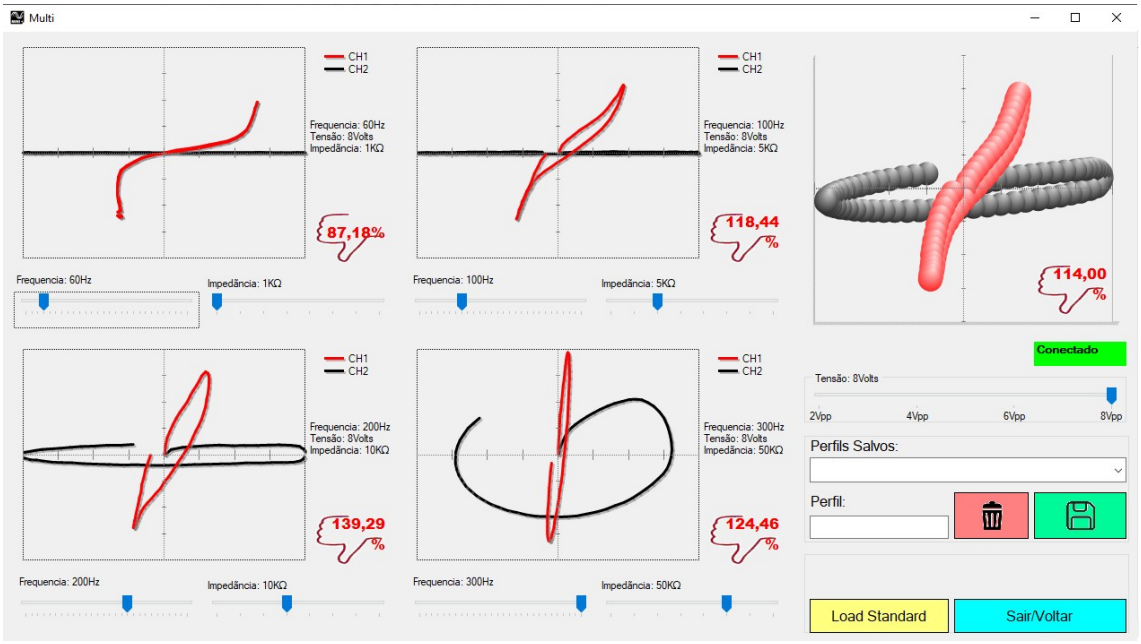


Figura 52 – Modo Multi no software: 4 sinais, tensão comum, vista 3D e perfis

Controle	Função
Frequência / Impedância (×4)	Ajuste individual de cada sinal (padrão 60 Hz/1k, 100 Hz/5k, 200 Hz/10k, 300 Hz/50k).
Tensão	Tensão comum aos 4 sinais (2, 4, 6 ou 8 Vpp).
Perfis Salvos / Perfil	Digite um nome e clique no disquete verde para **salvar** o conjunto de ajustes; escolha na lista para carregar; a lixeira vermelha apaga o perfil.
Load Standard	Volta aos 4 sinais padrão.
Sair/Voltar	Fecha o Modo Multi.

DICA

Crie perfis para os seus trabalhos mais comuns – por exemplo, um perfil “Capacitores” com o primeiro sinal em 5 Hz / 1k, ou um perfil “CKV painel” com um sinal em 300 Hz / 50k (capítulo 23).

18. Criando um projeto (placa virtual)

Um **projeto** guarda a foto da placa boa, a posição dos componentes e as curvas de cada pino. Depois, basta abrir o projeto e testar a placa com defeito, pino a pino, com o apoio visual da foto.

18.1 Foto da placa

1. Na aba Principal, clique em **Novo Projeto**.
2. Clique em **Adicionar Imagem** e escolha a foto da placa – ou use **Capturar Cam** para fotografar com uma webcam (escolha a câmera na lista).
3. Use **Girar Imagem** para deixar a foto na mesma posição da placa na bancada, **Zoom+ / Zoom-** para ajustar o tamanho e **Cortar Imagem** (clique, segure e arraste) para retirar as bordas.
4. Informe o **Nome Projeto** (modelo da placa) e uma **Obs** (observação) e clique em **Iniciar Captura**.



Figura 53 – Novo projeto: foto adicionada, nome e observação

Para montar uma imagem com **várias fotos** (por exemplo, frente e verso lado a lado), use a janela **Editar e Adicionar Imagens**: **Adicionar + Imagens**, arraste e redimensione cada foto, escolha a **Cor de Fundo**, e clique em **OK Salvar**. Com o botão direito é possível **Deletar** ou **Trazer para Frente** uma imagem.

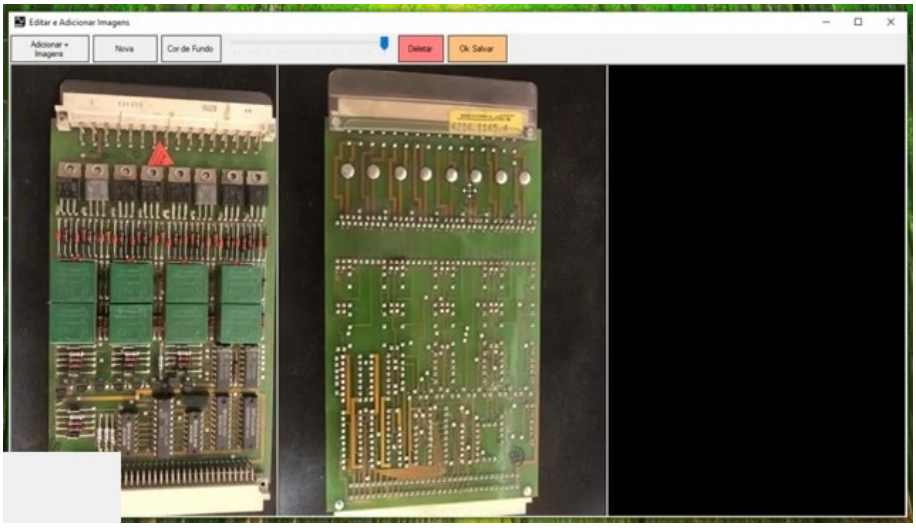


Figura 54 – Editar e Adicionar Imagens: duas fotos lado a lado

18.2 GND e componentes

1. Clique em **Adicionar GND** e clique na foto sobre o ponto de terra usado na medição. Placas com mais de um terra (primário/secundário de fontes) podem ter vários pontos GND.
2. Clique em **Manipular Componente** e desenhe um retângulo sobre cada componente que será gravado (clique, segure e arraste). Arraste a marca para movê-la; use o canto inferior direito para mudar o tamanho.
3. Clique em **Selecionar Componente** e clique no componente que deseja gravar.

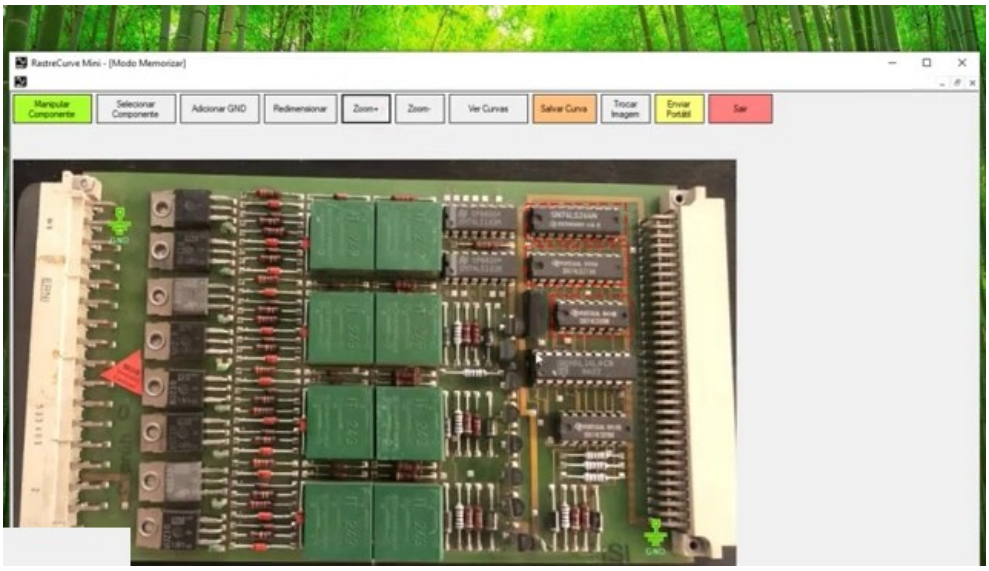


Figura 55 – Editor do projeto: GND (seta verde) e componentes marcados

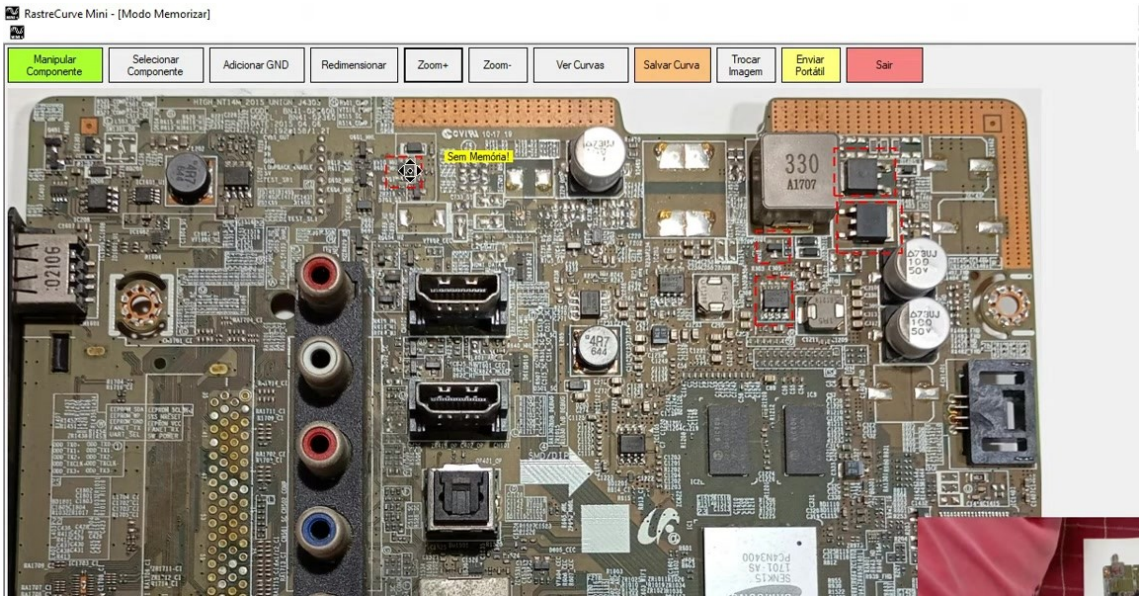


Figura 56 – Barra de ferramentas do editor: Manipular Componente, Selecionar Componente, Adicionar GND, Redimensionar, Zoom, Ver Curvas, Salvar Curva, Trocar Imagem, Enviar Portátil e Sair

18.3 Gravando as curvas do componente

Ao selecionar um componente, abre-se o painel de gravação com a foto ampliada do componente, a curva do Canal 1 e os controles:

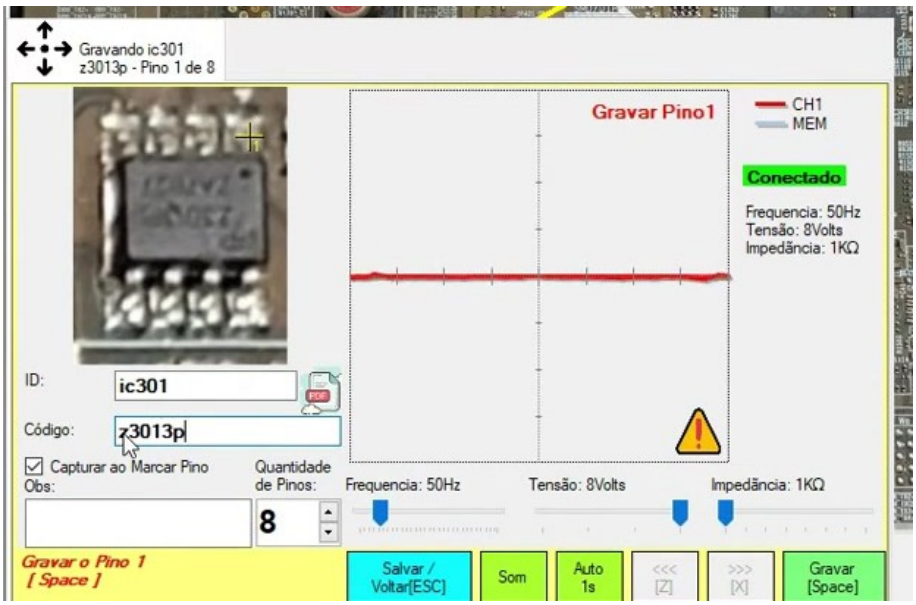


Figura 57 – Painel de gravação: ID, código, quantidade de pinos, ajustes e botões

1. Preencha o **ID** (referência na placa, por exemplo IC301) e o **Código** (por exemplo DM74LS193N), e a **Quantidade de Pinos**.
2. Marque o **pino 1** na janela **Marcar Pino** (clique na imagem sobre o pino 1 – ou marque todos os pinos, se desejar – e clique em **OK Salvar**). **Refazer** limpa as marcações.
3. Ajuste **Frequência**, **Tensão** e **Impedância** para o componente (capítulo 12). O ajuste pode ser mudado **a qualquer pino** e fica gravado com ele.
4. Encoste a ponta vermelha no pino indicado (“Gravar Pino1”) e pressione **Gravar [Space]** – ou a tecla **Espaço**, ou o botão ✓ **do próprio Mini+**.
5. Continue pino a pino. **<<< [Z]** volta um pino e **>>> [X]** avança (ou ▲/▼ no aparelho). Para regravar, volte ao pino e grave de novo.
6. Ao terminar, clique em **Salvar/Voltar [ESC]**. Repita para os outros componentes e salve o projeto.

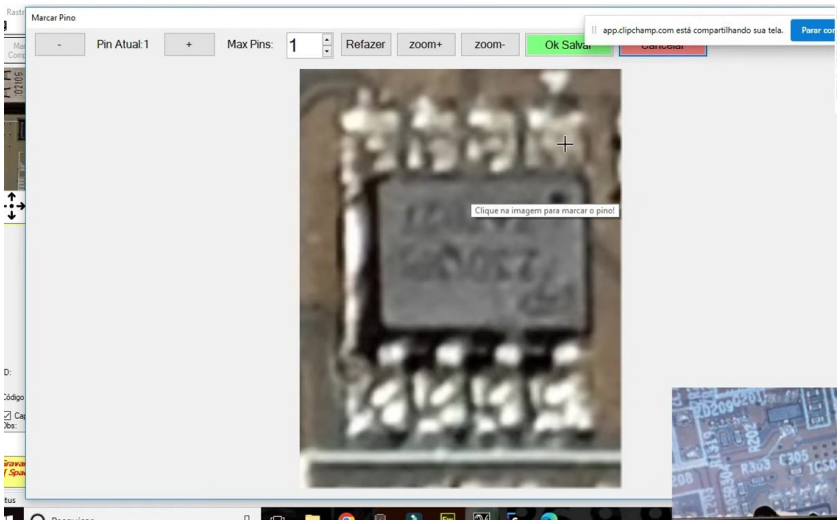


Figura 58 – Janela Marcar Pino: indique o pino 1 do componente

Opção	Função
Auto Gravar	Clique para escolher de 1 a 6 segundos: ao encostar a ponta no pino, a curva é gravada sozinha após o tempo escolhido e o próximo pino é pedido.
Capturar ao Marcar Pino	Grava a curva no momento em que você clica no pino na foto.
Som	Liga/desliga o aviso sonoro.

Opção	Função
Ver Curvas	Mostra todas as curvas gravadas do componente; **clique duplo** em um pino para regravá-lo (por exemplo, com outra frequência).
Trocar a marca	Se você gravou o componente errado, arraste a marca para o componente certo: a memória acompanha a marca.

18.4 Projetos com várias partes

Um projeto pode ter **várias partes** – por exemplo, o conector, a tampa com o código, a frente e o verso de uma ECU. Ao abrir um projeto assim, a janela "**Selecione Abaixo o Projeto:**" mostra as partes; escolha uma e clique em **Abrir Projeto**. Nessa janela também é possível **Adicionar**, **Duplicar**, **Renomear** e **Deletar** partes.

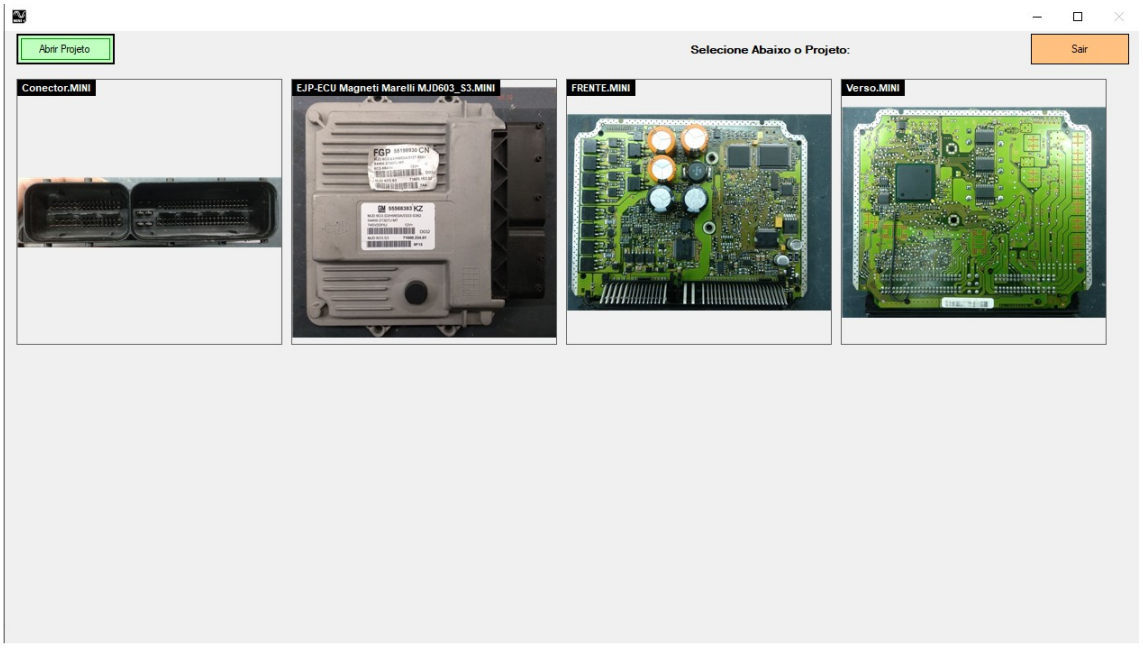


Figura 59 – Projeto com quatro partes: conector, ECU, frente e verso

19. Testando uma placa no PC

1. Na aba **Projetos**, selecione o projeto e clique em **Testar Projeto** (um novo teste recebe o nome do projeto com a data e a hora).
2. Ligue o GND da placa em teste no mesmo ponto usado na gravação (indicado na foto).
3. Clique em **Selecionar Componente** e clique no componente a testar. Abre-se o painel “Testar Pino N” com a curva da memória (**MEM**, azul) e a curva real (**CH1**, vermelho).
4. Encoste a ponta no pino indicado e clique em **Testar [Space]** (ou tecla Espaço, ou ✓ no Mini+). O resultado aparece na miniatura do pino, com a porcentagem.
5. Com **Auto Testar** ligado (1 a 6 s), o software passa sozinho ao próximo pino quando a curva bate; quando **não bate**, ele espera você confirmar com Testar – e o pino é marcado como falha.

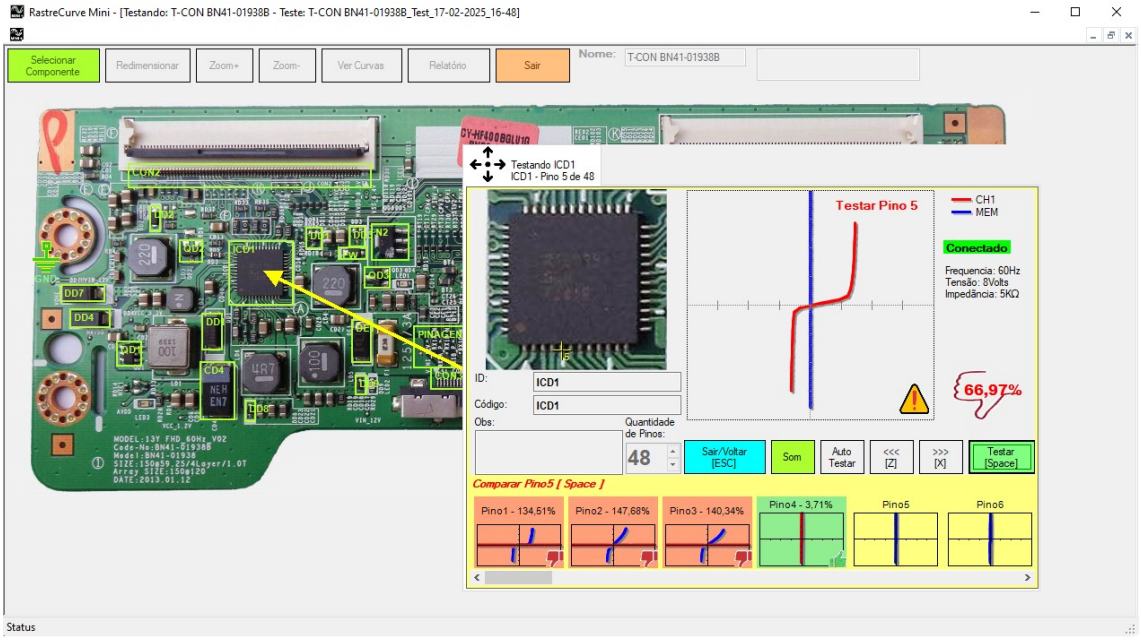


Figura 60 – Testando o pino 5 de ICD1: 66,97% de diferença; miniaturas dos pinos testados

> **NOTA**
> A frequência, a tensão e a impedância **mudam automaticamente** a cada pino, conforme o ajuste usado na gravação – no PC e também no aparelho.

19.1 Cores dos componentes

Cor	Significado
Verde	Componente testado e aprovado (todos os pinos dentro da tolerância).
Vermelho	Componente com pelo menos um pino reprovado.
Amarelo	Componente gravado, ainda não testado.

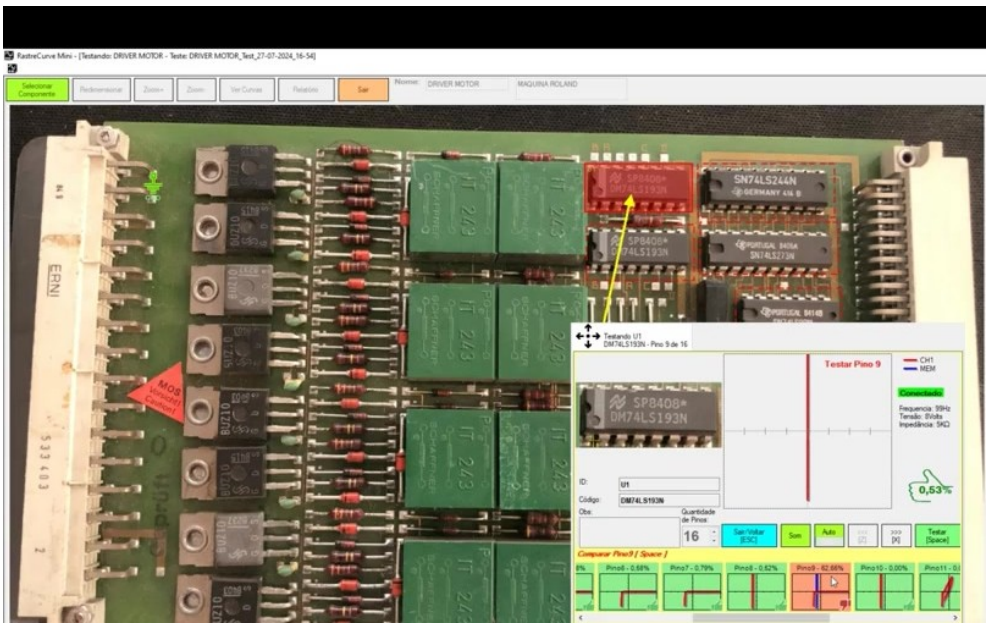


Figura 61 – Componente reprovado destacado em vermelho na foto da placa

Para retestar só um pino, clique na miniatura dele e teste novamente. **Redimensionar** e **Zoom** ajustam a foto; **Ver Curvas** mostra as curvas testadas.

19.2 Mapa de probabilidade de defeito

O botão **Probabilizar Defeito** cria sobre a foto um **mapa de calor** a partir dos componentes reprovados: quanto mais componentes com falha em uma região, mais "quente" ela fica – indicando onde concentrar a investigação. O mesmo botão oculta o mapa, e é possível **salvar a imagem da inspeção** (PNG/JPG).

19.3 Relatório em PDF

Clique em **Relatorio** para gerar o relatório de testes: nome do projeto, data, número de componentes memorizados, testados e ruins, e a lista de componentes e pinos que **não passaram**, com a indicação na foto. Use **Salvar em PDF** para arquivar ou imprimir e entregar ao cliente.



Figura 62 – Projeto aberto para teste com os componentes marcados

20. Nuvem de Curvas e transferência com o aparelho

20.1 Enviar um projeto para a nuvem

1. Na aba **Projetos**, selecione o projeto em **Projetos Locais**.
2. Clique na seta de envio e escolha a **categoria** do projeto (por exemplo Automotivo, Gráfica, TV, Som, Telefonia, Geral) – ou digite uma nova.
3. Clique em **Enviar**. O projeto passa a aparecer em **Projetos na Nuvem** para todos os usuários do software.



Figura 63 – Escolha da categoria antes de enviar para a nuvem

Compartilhar **não é obrigatório** – é uma forma de a comunidade trocar curvas. Para **baixar** um projeto, selecione-o em Projetos na Nuvem (use **Buscar** e **Mais Recente** para filtrar) e clique na seta de download: ele é descompactado e aparece em Projetos Locais. O botão **Sistema Unificado de Compartilhamento de Curvas** (aba Principal) dá acesso ao banco de curvas comum da RastreCurve.

> **NOTA**
>
> Projetos apagados vão para a **Lixeira**, de onde podem ser restaurados. Depois de esvaziar a lixeira, o projeto só pode ser recuperado se estiver na nuvem ou em um backup.

20.2 Transferência entre o PC e o Mini+

A aba **Transferência** tem duas listas: **Projetos Portátil Local** (curvas do aparelho guardadas no PC) e **Projetos Portátil no Dispositivo** (memória interna do Mini+). Com o aparelho em modo **Conexão**:



Figura 64 – Aba Transferência

Botão	Função
Ler curvas interna	Lê a lista de componentes gravados no Mini+.
Download para Local	Copia para o PC os componentes selecionados (marque os que deseja).
Abrir ou Editar	Abre as curvas no PC: é possível ver e **regravar** pinos (janela Editar Curva Portátil).
Enviar para Dispositivo	Envia para a memória do Mini+ os componentes selecionados – eles aparecem no Modo Teste do aparelho.
Deletar	Apaga os componentes selecionados.

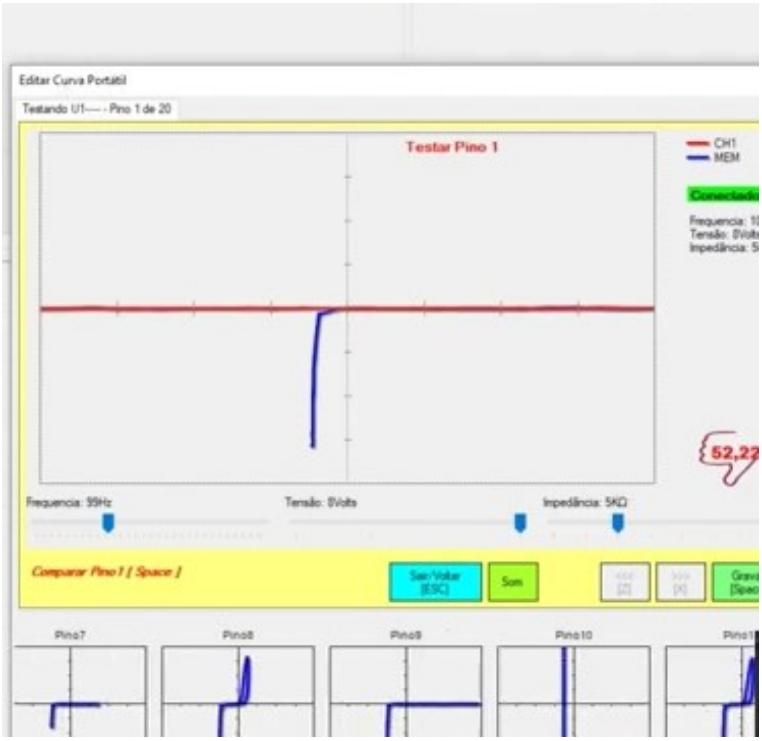


Figura 65 – Editando no PC uma curva gravada no aparelho

DICA

Um fluxo prático: grave as curvas no PC com calma, **envie para o dispositivo** e leve o Mini+ para testar no campo, sem computador. Ou o contrário: grave no campo e faça o **download** para guardar no PC.

21. Configurações, atualizações e backup



Figura 66 – Aba Configurações

21.1 Idioma

Escolha o idioma na lista (português, inglês, espanhol...). Outros idiomas disponíveis no servidor podem ser baixados em **Download**. Em **Editar e Criar Idiomas** você pode corrigir traduções ou criar um idioma novo.

21.2 Tolerância e pasta das curvas

- **Test %**: tolerância de comparação usada pelo software (padrão 5%).
- **Caminho das Curvas Salvas**: pasta onde ficam os projetos (padrão **C:\RastreCurve\Mini**). **Acessar Caminho** abre a pasta; **Restaurar Padrão** volta à pasta padrão; **Mudar Caminho** escolhe outra pasta.

21.3 Atualização do software e do firmware

Com internet, o software verifica o servidor e avisa quando há versão nova. Em **Atualização**, compare **Sua Versão** com **Disponível** e clique em **Atualizar**. A lista de novidades é mostrada antes de instalar.

Em **Atualização Firmware**, a versão do Mini+ é comparada com a disponível. Para atualizar:

1. Deixe o Mini+ **ligado**, com bateria carregada, e com o cabo USB conectado no modo **Conexão**.
2. Clique em **Atualizar** e aguarde até o final – o aparelho é reiniciado ao terminar.
3. Se a conexão cair durante o processo, **reinicie a atualização**.

> **ATENÇÃO**
> Não desligue o aparelho nem desconecte a USB durante a atualização do firmware.

21.4 Backup das curvas

Criar Backup de suas Curvas gera um arquivo compactado com todos os seus projetos – guarde-o em um pendrive ou na nuvem. Em um computador novo (ou após formatar), instale o software e use **Restaurar Backup de suas Curvas** apontando esse arquivo.

22. Fluxo de trabalho recomendado

Situação	Como fazer
Tenho uma placa boa e uma com defeito	Compare direto com os 2 canais (aparelho ou PC). Em placas com blocos iguais, compare um bloco com o outro na mesma placa.
Recebo sempre o mesmo modelo de placa	Crie um **projeto no PC** com a placa boa. Nas próximas, abra o projeto e teste; gere o relatório PDF.
Vou atender em campo	Grave no PC e **envie para o dispositivo**, ou memorize direto no aparelho (Modo Memorizar). Teste com o Modo Teste.
Não tenho placa boa	Procure o modelo na **Nuvem de Curvas**. Se a placa tem blocos iguais (canais de áudio, fases, lados do painel), compare-os entre si.
Ponto com muitos capacitores	Use frequência baixa e impedância baixa (ex.: 5 Hz / 1k), ou o Modo Multi.
Circuito sensível / ultra low-power	Use impedância ≥ 10k e tensão menor.

23. Exemplos de aplicação

Os casos abaixo foram mostrados por técnicos usuários do RastreCurve Mini/Mini+ em vídeos no YouTube. Eles ilustram técnicas que você pode aplicar no dia a dia.

23.1 Linhas CKV de painéis de TV

Em TVs **sem imagem**, os sinais de sincronismo do painel (CKV1 a CKV8, LC1/LC2, STV, CLR, VGH, VGL) passam pelos dois lados da placa do painel. Com um cabo verde no GND de cada lado, a ponta vermelha em um lado e a preta no **mesmo sinal** do outro lado, as linhas com **fuga** aparecem com diferenças de 30% a 80%, enquanto as boas ficam próximas de 0%. Em um dos casos, o técnico usou o **Modo Multi** e observou principalmente o quadrante de **300 Hz / 50k**, mais sensível às fugas dessas linhas de alta impedância.

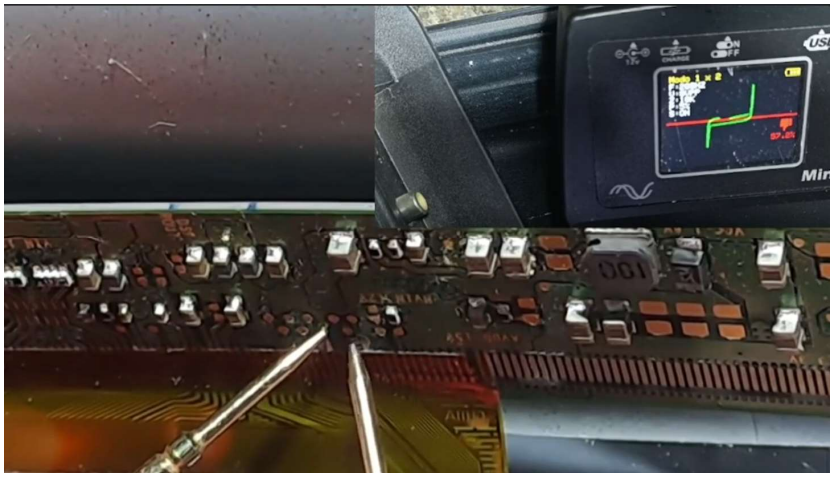


Figura 67 – Comparação de linhas CKV de um painel de TV (vídeo de usuário)

Medindo entre duas linhas

Uma técnica útil quando todas as linhas parecem normais em relação ao terra: ligue a ponta **preta** em um dos bornes **COM** (ela passa a ser uma ponta de referência móvel) e meça **de uma linha para a outra** – ponta preta em uma linha CKV e vermelha na vizinha. Uma reta quase vertical indica **curto ou fuga entre as duas linhas**, que depois pode ser confirmada com o multímetro.

23.2 Configurando para ler capacitores

Um técnico relatou que, em uma placa T-CON, todos os pontos com capacitores pareciam “em curto”. O problema era o ajuste: com frequência alta, os capacitores grandes viram quase uma reta vertical (seção 2.6). Ajustando o **primeiro sinal do Modo Multi para 5 Hz e 1k**, as curvas dos capacitores e das bobinas apareceram corretamente e ficou claro que a placa estava boa.



Figura 68 – Ajuste do Modo Multi para leitura de capacitores (vídeo de usuário)

23.3 Amplificadores de áudio multicanal

Amplificadores com vários canais iguais (por exemplo, 4 × 300 W) entram em proteção com uma pequena fuga em um único MOSFET. Comparando os **pinos de acionamento dos MOSFETs** de um canal com os do outro, as curvas se sobrepõem nos canais bons; o canal com defeito mostra uma curva diferente. No caso relatado, o MOSFET indicado era o defeituoso – conserto em poucos minutos. A mesma comparação entre canais serve para **conferir a etapa de saída** depois do reparo, antes de montar o aparelho.

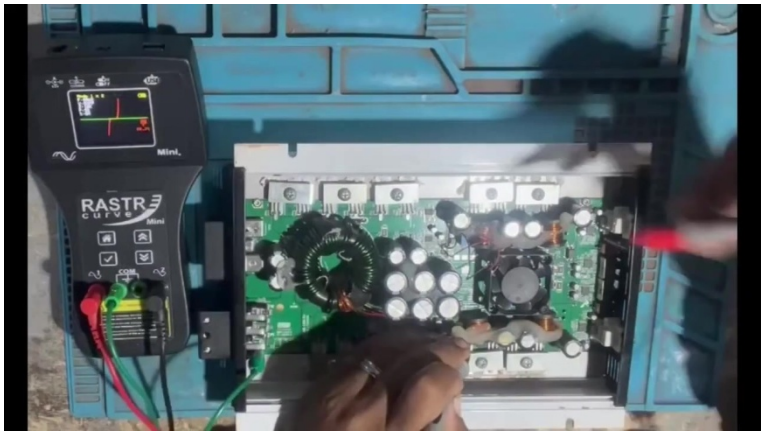


Figura 69 – Comparando os canais de um amplificador (vídeo de usuário)

23.4 Mapeando uma placa boa

Placa boa na bancada? Aproveite para **criar o projeto** dela no software (foto, componentes principais, curvas) ou memorizar no aparelho as linhas mais importantes. Quando chegar a mesma placa com defeito, a comparação já estará pronta – e, se quiser, compartilhe na **Nuvem de Curvas** para ajudar outros técnicos.



Figura 70 – Uso do Mini+ no reparo do painel de uma TV (vídeo de usuário)

24. Dicas e solução de problemas

Situação	O que fazer
Curva é sempre uma reta horizontal	Ponta sem contato ou GND não ligado. Verifique o cabo verde, limpe o ponto (verniz, oxidação) e confirme o borne usado.
Curva é sempre uma reta vertical	Ponto em curto com o GND – ou impedância/frequência altas demais para os capacitores da malha. Diminua Z ou a frequência.
Curva instável, “tremendo”	Mau contato da ponta, dedos na placa ou ruído. Firme a ponta e não toque na placa.
Tela atualiza devagar	Normal em frequências muito baixas (5–10 Hz): cada varredura leva 3 ciclos (seção 2.3).
Software não encontra o Mini+	Escolha **Conexão** no aparelho ao ligar a USB; troque o cabo/porta; reinstale o driver.
Não aparece a pergunta Carregar/Conexão	Ligue o aparelho pela chave ON/OFF antes de conectar a USB, ou desconecte e conecte o cabo novamente.
Diferença alta entre placas boas	Confirme que os pontos são equivalentes e que o ajuste é o mesmo; componentes de fabricantes diferentes podem dar alguns pontos de diferença.
No teste nada bate	Verifique se o GND está no mesmo ponto usado na gravação e se o componente/ordem dos pinos é o mesmo.
“Banco Vazio!” / “Sem Espaço...”	Banco sem curvas / memória cheia. Escolha outro banco ou apague (ou transfira para o PC) componentes que não usa.
“Por Favor / Me Carregue”	Bateria no limite. Conecte a USB para recarregar.
Atualização de firmware interrompida	Mantenha o aparelho ligado e conectado e clique em Atualizar novamente.

DICA

Descarregue os capacitores antes de cada teste e **compare sempre com o mesmo ajuste**. Essas duas regras evitam a maioria dos falsos resultados.

25. Referência rápida

25.1 Botões do aparelho

Tela	Menu	▲	▼	✓
Menu principal	—	Item anterior	Próximo item	Entrar
2 Canais	Menu principal	(na seleção) item acima / aumenta	(na seleção) item abaixo / diminui	Segurar: seleção/edição de F, V, Z, P, S; confirmar
Modo Multi	Configuração dos sinais	Campo acima / aumenta	Campo abaixo / diminui	Editar / confirmar
Configurar	Sair	Item acima / aumenta	Item abaixo / diminui	Editar / confirmar
Modo Gravar	Parâmetros	Pino anterior (segurar 2 s: apagar pino)	Próximo pino	Gravar pino
Modo Teste	Voltar à lista	Pino anterior	Próximo pino	Testar / confirmar falha
Ligado ao PC (Conexão)	—	Pino anterior	Próximo pino	Gravar / testar no software

25.2 Teclas do software

Tela	Teclas
Gravação (Modo Memorizar)	Espaço Gravar • Z Pino anterior • X Próximo pino • ESC Salvar/Voltar
Teste	Espaço Testar • Z Pino anterior • X Próximo pino • ESC Sair/Voltar

26. Garantia e suporte

O RastreCurve Mini+ tem garantia de **3 meses** contra defeitos de fabricação (arts. 24 e 26 da Lei nº 8.078/90), contada a partir da emissão da nota fiscal. Devoluções somente mediante acordo prévio e em até **7 dias** (art. 49 da Lei nº 8.078/90). O acesso ao suporte técnico, às atualizações do software e do firmware e à Nuvem de Curvas é gratuito.

Participe da comunidade RastreCurve: entre no **Grupo WhatsApp & Fórum** pelo +55 17 99118-0770 – somos uma família que se ajuda e aprende junto!

Canal	Contato
Site	www.rastrecurve.com
Vídeo passo a passo do Mini+	youtu.be/QjQ6a1BOru8
Vídeo do software	youtu.be/ID4vZpGw9u8
PlayList Youtube	youtu.be/watch?v=QjQ6a1BOru8&list=PLsJsd84JE3Os4-d6_mv6jrKmTKEb1A1Ne
Central de ajuda	https://rastrecurve.tawk.help
Comercial	comercial@rastrecurve.com • +55 17 99118-0770
Suporte / WhatsApp	+55 17 99118-0770 • ricardo@rastrecurve.com
YouTube	youtube.com/@Rastrecurve
Empresa	RastreCurve Indústria de Equipamentos Eletrônicos Ltda – CNPJ 48.044.677/0001-58 – Rua Silvio Caldas, 2049, Nato Vetorasso – CEP 15042-103 – São José do Rio Preto/SP

RASTRE curve

CNPJ : 48.044.677/0001-58
INSC. E.STADUAL 124.390.928.115
NIRE: 35.2.3996161-6
INSC. MUNICIPAL: 3965210
CREA-SP: 2769050

Obrigado por fazer parte desta família!!!