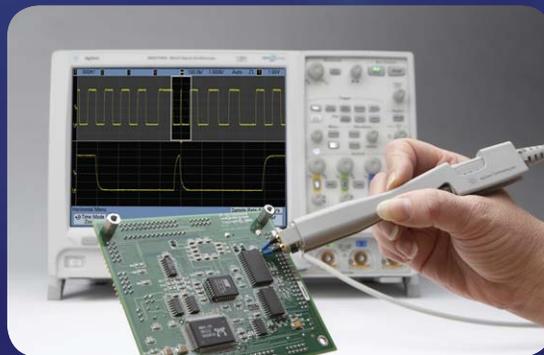


# Oito dicas

para melhorar a coleta de  
sinais do osciloscópio

Nota de aplicação 1603



## **8 dicas para melhorar a coleta de sinais do osciloscópio**

A coleta do sinal é um passo crítico para fazer medições de qualidade com os osciloscópios, e muitas vezes a ponta de prova é o primeiro elo da cadeia da medição do osciloscópio. Se você usar uma ponta de prova que não seja adequada para a sua aplicação, verá sinais distorcidos ou que o levem a conclusões erradas em seu osciloscópio. Escolher a ponta de prova certa para a sua aplicação é o primeiro passo para fazer medições confiáveis. O modo como você usa a ponta de prova também afeta a sua capacidade de fazer medições precisas e obter resultados de medição úteis. Nessa nota de aplicação, você encontrará oito dicas úteis para escolher a ponta de prova certa para o seu caso e melhorar a coleta de sinais de seu osciloscópio. As dicas abaixo irão ajudá-lo a evitar as armadilhas mais comuns na coleta de sinais.

**Dica 1 – Ponta de prova passiva ou ativa?**

**Dica 2 – Verifique o carregamento da ponta usando duas pontas de prova**

**Dica 3 – Faça a compensação da ponta de prova antes do uso**

**Dica 4 – Truques para a medição de correntes baixas**

**Dica 5 – Medições flutuantes seguras com uma ponta de prova diferencial**

**Dica 6 – Verifique a rejeição no modo comum**

**Dica 7 – Verifique o acoplamento da ponta de prova**

**Dica 8 – Amortecimento da ressonância**

# Dica

## Ponta de prova passiva ou ativa?



Figura 1.1. Comparação entre pontas de prova passiva e ativa na medição de um sinal que tem tempo de subida de 1 ns

Ponta de prova passiva Agilent 1165A de 600 MHz com condutor de aterramento tipo jacaré

- Sinal com carregamento, agora com borda de 1,9 ns
- A saída da ponta contém ressonância e mede uma borda de 1,85 ns

Ponta de prova ativa Agilent 1156A de 1,5 GHz com condutor de sinais de 5 cm

- O sinal não foi afetado pela ponta de prova, ainda com borda de 1 ns
- A saída da ponta é igual ao sinal, com borda de 1 ns

Para as medições de uso geral em frequências de médias a baixas (abaixo de 600 MHz), as pontas de prova passivas com divisor resistivo de alta impedância são boas opções. Essas ferramentas robustas e de baixo preço oferecem uma faixa dinâmica ampla (acima de 300 V) e alta resistência de entrada, para o casamento com a impedância de entrada do osciloscópio. Entretanto, elas impõem um carregamento capacitivo mais pesado e oferecem larguras de banda menores do que as pontas de prova passiva de baixa impedância ( $Z_0$ ) e as pontas de prova ativas. De maneira geral, as pontas de prova passivas de alta impedância são excelentes escolhas para o debug e eliminação de problemas de uso geral na maior parte dos circuitos analógicos ou digitais.

Em aplicações de alta frequência (acima de 600 MHz), que exigem precisão em uma ampla faixa de frequências, as pontas de prova ativas são o caminho a ser seguido. Elas têm um custo maior do que as pontas passivas e a sua tensão de entrada é limitada, mas com o seu carregamento capacitivo significativamente menor, dão a você uma visão mais precisa dos sinais rápidos.

Na Figura 1-1, vemos telas de um osciloscópio de 1 GHz (Agilent DS08104A) que mostram um sinal com tempo de subida de 1 ns. À esquerda, a ponta de prova passiva Agilent 1165A de 600 MHz foi usada para medir esse sinal. À direita, a ponta de prova ativa Agilent 1156A de 1,5 GHz com terminação simples foi usada para medir o mesmo sinal. A curva em azul mostra o sinal antes da colocação da ponta de prova, a mesma para os dois casos. A curva em amarelo mostra o sinal após a colocação da ponta de prova, ou seja, a entrada da ponta de prova. A curva em verde mostra o sinal medido, que é a saída da ponta de prova.

Uma ponta de prova passiva carrega e reduz o nível do sinal, com a sua indutância e capacitância de entrada (curva em amarelo). Provavelmente você imagina que a ponta de seu osciloscópio não afeta os sinais do dispositivo sob teste (DUT). Entretanto, nesse caso, a ponta de prova passiva afeta o DUT. O tempo de subida do sinal medido passa a ser 1,9 ns em vez do esperado 1 ns, parcialmente devido à impedância de entrada da ponta de prova, mas também devido à sua largura de banda de 600 MHz, que é limitada para a medição de um sinal de 350 MHz ( $0,35/1 \text{ ns} = 350 \text{ MHz}$ ). Os efeitos

indutivo e capacitivo da ponta de prova passiva também podem provocar efeitos de *overshoot* e *rippling* na saída da ponta (curva em verde). Devido a esses efeitos capacitivo e indutivo, o tempo de subida de 1,85 ns do sinal medido com uma ponta de prova passiva é, na verdade, mais rápido do que o observado na entrada da ponta de prova. Alguns projetistas não têm problemas com esse valor de erro de medição. Para outros, esse valor de erro de medição é inaceitável.

Podemos ver que o sinal praticamente não é afetado quando conectamos uma ponta ativa, como a ponta de prova ativa 1156A de 1,5 GHz da Agilent, ao DUT. As características do sinal após a colocação da ponta de prova (curva em amarelo) são quase idênticas às características presentes sem a ponta de prova (curva em azul). Além disso, o tempo de subida do sinal não é afetado pela ponta, sendo mantido em 1 ns, e saída da ponta ativa (curva em verde) é igual ao sinal coletado pela ponta (curva em amarelo), com o tempo de subida esperado de 1 ns. O uso da largura de banda de 1,5 GHz da ponta ativa 1156A (ou a largura de banda de sistema de 1 GHz, quando a ponta é usada com o osciloscópio DS08104A de 1 GHz) torna isso possível.

As principais diferenças entre as pontas de prova passiva e ativa estão resumidas abaixo, na figura 1-2.

	Ponta passiva de alta impedância	Ponta ativa
Exige alimentação	Não	Sim
Carregamento	Alto carregamento capacitivo e baixo carregamento resistivo	A melhor combinação global de carregamento resistivo e capacitivo
Largura de banda	Até 600 MHz	Até 13 GHz
Aplicações	Medições de uso geral em frequências de médias a baixas	Aplicações em altas frequências
Robustez	Muito robusta	Menos robusta
Tensão máxima de entrada	~ 300 V	~ 40 V
Ponta de prova	Leve e pequena	Pesada

Figura 1-2. Comparação entre pontas de prova passivas de alta impedância e ativas

## Dica

Verifique o carregamento da ponta usando duas pontas de prova

Antes de coletar sinais em um circuito, conecte o terminal de sua ponta de prova em um ponto do circuito e depois conecte a sua segunda ponta de prova no mesmo ponto. Em condições ideais, você não deveria ver nenhuma alteração em seu sinal. Se perceber alguma alteração, a causa é o carregamento da ponta de prova.

ou a um sinal degrau conhecido e a outra extremidade à entrada do osciloscópio. Observe a curva na tela do osciloscópio, salve essa curva e a recoloca na tela, para que ela permaneça na tela para a comparação. Em seguida, conecte outra ponta do mesmo tipo ao mesmo ponto e veja como a curva original é alterada com a conexão simultânea das duas pontas de prova.

Em um mundo ideal, a ponta do osciloscópio seria um fio não intrusivo (com resistência de entrada infinita e capacitância e indutância iguais a zero) no circuito de interesse e ofereceria uma réplica exata do sinal medido. Mas no mundo real, a ponta passa a ser parte da medição e introduz carregamento no circuito.

Para melhorar a sua medição, você pode fazer ajustes em sua ponta ou considerar o uso de uma ponta com carregamento menor. Por exemplo, no presente caso, o truque foi reduzir o comprimento do condutor de aterramento. Na Figura 2-2, a ligação da ponta com o terra do circuito é feito com um condutor de aterramento comprido, de 18 cm (7").

Para verificar o efeito do carregamento da ponta de prova, em primeiro lugar conecte uma ponta de prova ao circuito sob teste

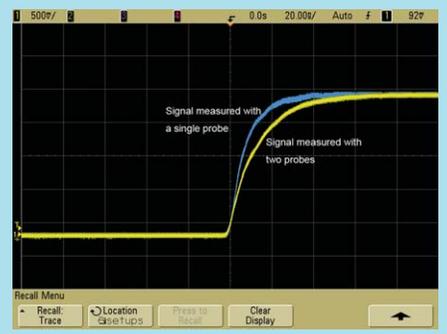
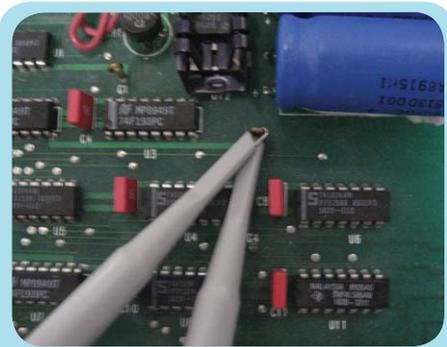


Fig 2-1. Verificação do carregamento da ponta usando duas pontas de prova

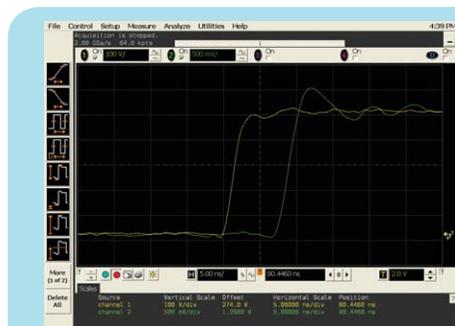


Figura 2-2. Carregamento da ponta provocado por condutor de aterramento comprido

Na figura 2-3, a ligação ao mesmo terra do sinal é feita com um condutor de pressão de menor comprimento. As oscilações parasitas (*ringing*) do sinal pesquisado (curva em roxo) desapareceram com o uso do condutor de aterramento mais curto.

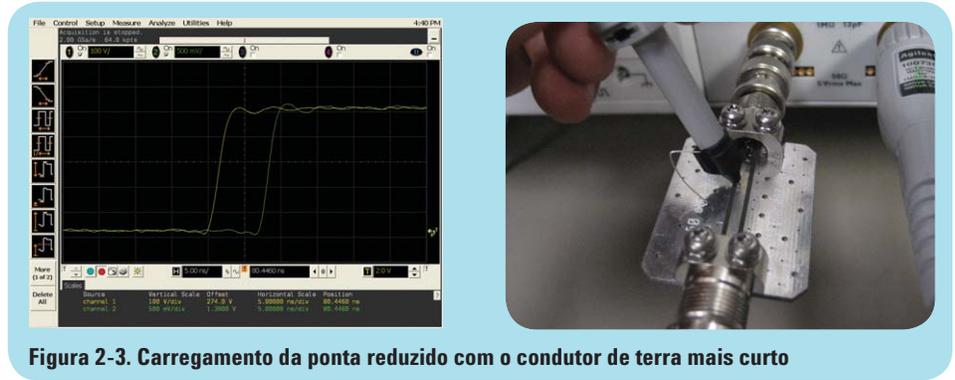


Figura 2-3. Carregamento da ponta reduzido com o condutor de terra mais curto

# Dica 3

## Faça a compensação da ponta de prova antes do uso

A maior parte das pontas de prova é projetada para casar com as entradas de modelos específicos de osciloscópios. Entretanto, há pequenas variações de um osciloscópio a outro e até mesmo entre os canais de entrada de um mesmo osciloscópio. Lembre-se de verificar a compensação da ponta de prova na primeira vez que for conectá-la na entrada de um osciloscópio, porque essa ponta pode ter sido ajustada anteriormente para uma entrada diferente. Para esse ajuste, a maior parte das pontas de prova passivas possui redes de compensação formadas por divisores RC. A compensação da ponta de prova é o processo de ajuste do divisor RC que mantém a relação de atenuação da ponta de prova por toda a sua largura de banda nominal.

Se o seu osciloscópio puder fazer a compensação automática da performance da ponta, usar esse recurso é uma boa ideia. Caso contrário, use a compensação manual para ajustar a capacitância variável da ponta.

A maior parte dos osciloscópios tem um sinal de onda quadrada de referência disponível no painel frontal para a compensação da ponta. Você pode colocar a ponta de sua ponta de prova no terminal de compensação e conectar a saída da ponta na entrada do osciloscópio. Observando o sinal de onda quadrada de referência na tela, faça o ajuste na ponta usando uma chave de fenda pequena, de forma que as ondas quadradas no osciloscópio fiquem o mais quadradas possível.



Figura 3-1. Use uma chave de fenda pequena para ajustar a capacitância variável da ponta de prova.

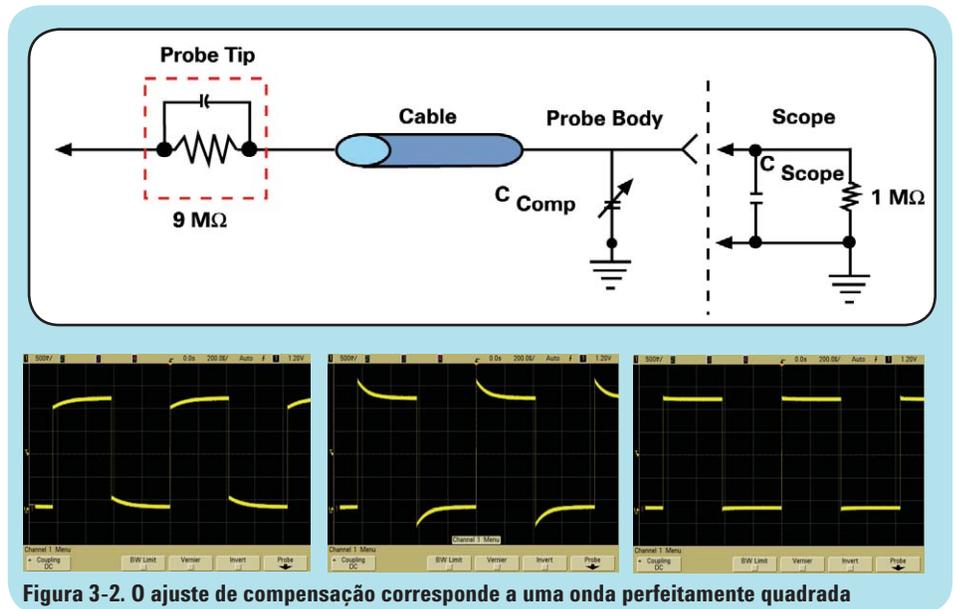


Figura 3-2. O ajuste de compensação corresponde a uma onda perfeitamente quadrada

O diagrama da parte de cima da Figura 3-2 mostra como ajustar corretamente o capacitor de compensação no receptáculo de terminação da extremidade da ponta de prova. Como podemos ver na figura, você pode ter picos nas tensões máxima ou mínima (*overshoot* ou *undershoot*) da onda

quadrada quando o ajuste de baixa frequência não for feito corretamente. Isso resultará em imprecisões nas frequências altas de suas medições. É muito importante certificar-se de que esse capacitor de compensação está ajustado corretamente.

# Dica

## Truques para a medição de correntes baixas



Nesses últimos anos, os engenheiros que trabalham em telefones móveis e outros dispositivos alimentados por bateria têm exigido uma maior sensibilidade em suas medições de corrente, para ajudá-los a garantir que o consumo de corrente de seus dispositivos está dentro dos limites aceitáveis. O uso de um alicate amperímetro com um osciloscópio é uma maneira fácil de fazer medições de corrente, que não exige interromper o circuito. Mas esse processo fica complicado quando os níveis de corrente caem abaixo da faixa de miliamperes ou ainda menos.

À medida que o nível de corrente é reduzido, o ruído próprio do osciloscópio passa a ser um problema. Todos os osciloscópios apresentam uma característica indesejável – o ruído vertical. Quando você está medindo sinais de níveis baixos, o ruído do sistema de medição pode prejudicar a precisão da medição do sinal.

Como os osciloscópios são instrumentos de medição em banda larga, quanto maior a largura de banda do osciloscópio, maior será o ruído vertical. Você precisa avaliar cuidadosamente as características de ruído do osciloscópio antes de fazer as medições. O ruído de fundo de um osciloscópio de largura de banda de 500 MHz típico em medições com o valor de V/div de maior sensibilidade é de aproximadamente 2 mV pico a pico. É importante também observar que ao fazer medições em níveis baixos, a memória de aquisição do osciloscópio pode afetar o ruído de fundo.

Por outro lado, uma ponta de corrente CA/CC moderna, como a ponta de corrente de 100 MHz modelo N2783A da Agilent, é capaz de medir 5 mA de corrente CA ou CC com uma precisão de aproximadamente 3%. A ponta de prova de corrente é projetada para fornecer uma saída de 0,1 A para cada 1 ampere de corrente de entrada. Em outras palavras, o ruído próprio do osciloscópio de 2 mVpp pode ser uma fonte significativa de erro se você estiver medindo uma corrente menor que 20 mA.

Então, como você minimiza o ruído próprio do osciloscópio? Nos osciloscópios digitais modernos, há algumas abordagens possíveis:

### 1. Filtro de limitação de largura de banda –

A maior parte dos osciloscópios digitais oferece filtros de limitação da largura de banda, o que pode melhorar a resolução vertical pelo bloqueio do ruído indesejado das formas de onda de entrada e pela redução da largura de banda do ruído. Os filtros de limitação da largura de banda são implementados por *hardware* ou *software* e a maior parte desses filtros pode ser habilitada e desabilitada ao seu critério.

### 2. Modo de aquisição em alta resolução.

A maior parte dos osciloscópios digitais oferece 8 bits de resolução vertical no modo de aquisição normal. O modo de alta resolução em alguns osciloscópios oferece uma resolução vertical muito maior, tipicamente de até 12-16 bits, o que reduz o ruído vertical e aumenta a resolução vertical. Normalmente, o modo de alta resolução exerce um grande efeito nos valores mais lentos de tempo/div, nos quais temos um grande número de pontos

capturados na tela. Como a aquisição no modo de alta resolução calcula a média entre pontos de dados adjacentes de um *trigger*, ele reduz as taxas de amostragem e a largura de banda do osciloscópio.

3. Modo de média – Quando o sinal é periódico ou CC, você pode usar o modo de média para reduzir o ruído vertical do osciloscópio. O modo de média coleta várias aquisições de uma forma de onda periódica e calcula médias móveis desse sinal para reduzir o ruído aleatório. Modo de alta resolução reduz as taxas de amostragem e a largura de banda do sinal, o que não é feito pela média normal. Entretanto, o modo de média compromete a taxa de atualização da forma de onda, pois coleta várias aquisições para calcular a média das formas de onda e colocar essa curva na tela. O efeito de redução de ruído é maior do que em qualquer um dos modos anteriores, pois você seleciona um número maior de médias.

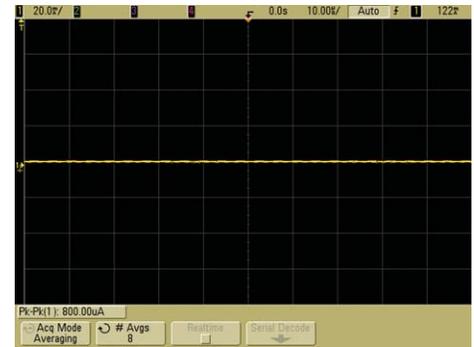
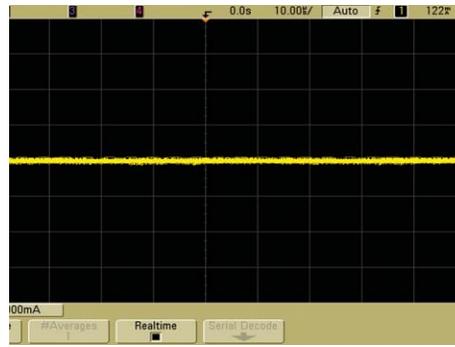
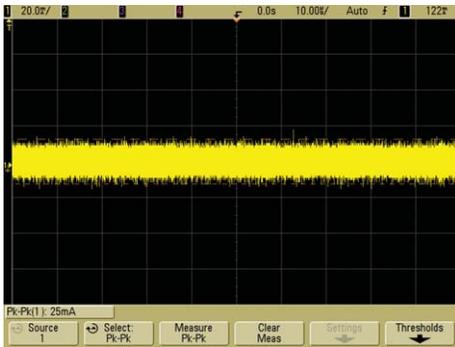


Figura 4-1. Há várias abordagens possíveis para reduzir o ruído vertical próprio do osciloscópio.

Agora que você sabe como reduzir o ruído vertical do osciloscópio, usando uma das técnicas acima, vamos ver como melhorar a precisão e a sensibilidade de uma ponta de prova de corrente. Há vários tipos diferentes de pontas de prova de corrente. Aquela que oferece a maior conveniência e performance é o alicate amperímetro CA/CC, que você pode fechar ao redor de um condutor de corrente para medir a corrente CA e CC, como por exemplo a ponta do tipo alicate amperímetro da série N2780A da Agilent.

Duas dicas úteis para usar esse tipo de ponta de corrente:

1. Remova o magnetismo (desmagnetização/ degauss) e o *offset* CC

Para garantir a medição precisa de uma corrente de nível baixo, você precisa eliminar o magnetismo residual, desmagnetizando o núcleo magnético. Da mesma forma que removemos o campo magnético indesejado acumulado em um monitor CRT para melhorar a qualidade



Figura 4-2. Para aumentar a precisão da ponta de corrente, elimine o magnetismo e o *offset* CC

das imagens, podemos desmagnetizar uma ponta de corrente para remover qualquer magnetização residual. Nas medições feitas com o núcleo da ponta magnetizado poderá ocorrer uma tensão de *offset* proporcional ao magnetismo residual, que provocará erros de medição. É especialmente importante desmagnetizar o núcleo magnético sempre que você for conectar a ponta de prova em um chaveamento “ligado/desligado” de alimentação ou se a corrente de entrada for excessiva. Além disso, você pode corrigir a presença indesejada de eventuais *offsets* de tensão ou desvios por temperatura na ponta de prova usando o controle de ajuste de zero dessa ponta.

2. Aumente a sensibilidade da ponta de prova

Uma ponta de corrente mede o campo magnético gerado pela corrente que flui pela garra da ponta da ponta de prova. As pontas de corrente geram em sua saída uma tensão proporcional à corrente na entrada. Se você estiver medindo sinais CC ou CA de baixa frequência e pequena amplitude, poderá aumentar a sensibilidade da medição na ponta enrolando algumas voltas do condutor sob teste ao redor da ponta. O sinal é multiplicado pelo número de voltas enroladas ao redor da ponta. Por exemplo, se um condutor for enrolado 5 vezes ao redor da ponta e o osciloscópio mostrará uma leitura de 25 mA e o fluxo de corrente real será 25 mA dividido por cinco, ou seja, 5 mA. Nesse caso, você poderá multiplicar por 5 a sensibilidade da ponta de corrente.



Figura 4-3. Aumente a sensibilidade da ponta enrolando algumas voltas do condutor sob teste ao redor da ponta

# Dica

## 5 Medições flutuantes seguras com uma ponta de prova diferencial

Os usuários de osciloscópios muitas vezes precisam fazer medições flutuantes, nas quais nenhum dos pontos de medição tem o potencial de um ponto de terra. Por exemplo, imagine que você esteja medindo a queda de tensão entre a entrada e a saída do regulador U1 de uma fonte de alimentação linear. Esses pinos de entrada e de saída do regulador não são referenciados ao terra.

Uma medição padrão de osciloscópio, na qual a ponta é colocada no ponto do sinal e o condutor de terra da ponta de prova é colocado no ponto de terra do circuito, é na verdade, a medição da diferença entre o ponto de teste e o ponto de terra. A maior parte dos osciloscópios tem os seus terminais de terra do sinal (ou o corpo externo da interface BNC) conectados ao sistema de terra de proteção; dessa forma, todos os sinais aplicados ao osciloscópio terão um ponto de conexão em comum. No fundo, todas as medições de osciloscópio são feitas com relação ao ponto de "terra". Assim, ao conectar o conector de aterramento em um dos pontos flutuantes, você estará abaixando o potencial do ponto conectado ao potencial de terra, o que muitas vezes provoca picos ou problemas de funcionamento no circuito. De que maneira você contorna esse problema das medições flutuantes?

Uma solução popular, ainda que indesejável para a medição flutuante, é a técnica

"A-B", que utiliza duas pontas de prova de terminação simples e uma função matemática do osciloscópio. A maior parte dos osciloscópios digitais possui um modo de subtração, no qual dois canais de entradas podem ser subtraídos eletricamente um do outro para apresentar a diferença em um sinal diferencial. Para obter resultados decentes, é necessário fazer o casamento e a compensação de cada ponta de prova antes do uso. Nesse método, a relação de rejeição no modo comum tipicamente é limitada a menos de 20 dB (10:1). Se os sinais no modo comum nas pontas tiverem um nível muito alto e o sinal diferencial for muito menor, qualquer diferença de ganho entre os dois lados irá alterar significativamente o seu

resultado "diferencial", ou "A-B". Uma boa verificação de sanidade aqui seria usar as duas pontas de prova no mesmo sinal e ver o que é mostrado em "A-B".

Usar uma ponta de prova diferencial, como a N2772A da Agilent, é uma solução muito melhor para fazer medições flutuantes seguras e precisas com qualquer osciloscópio. Tendo um amplificador diferencial na cabeça da ponta, a N2772A apresenta valores nominais de medição de tensão diferencial de até 1.200 VCC + pico CA com CMRR de 50 dB a 1 MHz. Para fazer medições flutuantes seguras e precisas, use uma ponta de prova diferencial que tenha faixa dinâmica e largura de banda suficientes para a sua aplicação.

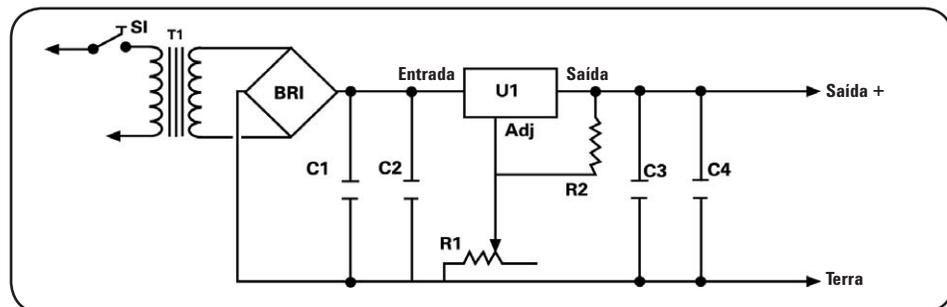


Figura 5-1. Quando a medição não é referenciada ao terra, é necessário usar uma solução de medição diferencial.



Figura 5-2. Como verificação de sanidade, use duas pontas de prova no mesmo sinal e veja o que é mostrado em "A-B".

# Dica

## Verifique a rejeição no modo comum



Figura 6-1. Conecte os dois terminais da ponta ao terra e veja se algum sinal é mostrado na tela.

Uma das questões mais mal compreendidas na coleta de sinais é que a rejeição no modo comum pode limitar a qualidade de uma medição. Seja com uma ponta de terminação simples ou diferencial, sempre vale a pena conectar os dois terminais da ponta ao terra do DUT e ver se algum sinal aparece na tela.

Se aparecer algum sinal, ele mostrará o nível de corrupção do sinal provocado por uma baixa rejeição no modo comum. Correntes de ruído no modo comum provocadas por outras fontes que não o sinal medido podem fluir do terra do DUT pelo terra da ponta de prova

até a blindagem do cabo da ponta. Fontes de ruído no modo comum podem ser internas do DUT ou externas a ele, como o ruído na linha de alimentação e correntes EMI ou ESD.

Um condutor de aterramento longo em uma ponta de prova de terminação simples pode tornar esse problema bastante significativo. Uma ponta de terminação simples sofre bastante com uma baixa rejeição no modo comum. Pontas de prova diferenciais ativas oferecem relações de rejeição no modo comum muito maiores, tipicamente de até 80 dB (10.000:1).

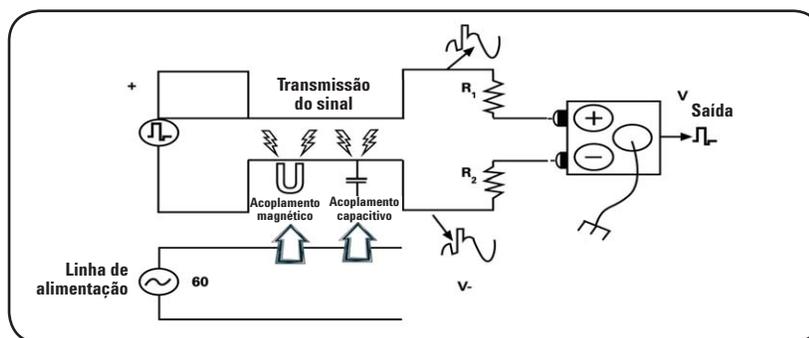


Figura 6-2. A ponta de prova diferencial ativa oferece uma relação de rejeição no modo comum muito maior, eliminando efetivamente a corrente de ruído no modo comum.

# Dica

## Verifique o acoplamento da ponta de prova

Tendo a sua ponta de prova conectada a um sinal, mude a posição do cabo da ponta e o segure em suas mãos. Se a forma de onda na tela apresentar alguma variação significativa, haverá um acoplamento de energia na blindagem da ponta que provoca essa variação. O uso de um núcleo de ferrita no cabo da ponta de prova pode ajudar a melhorar a precisão da coleta do sinal, pela

redução das correntes de ruído do modo comum na blindagem do cabo. O núcleo de ferrita no cabo da ponta de prova cria uma impedância em paralelo com um resistor no condutor. A inclusão do núcleo de ferrita no cabo da ponta de prova raramente afeta o sinal, porque esse sinal passa pelo condutor central e volta pela blindagem; dessa forma, nenhuma corrente do sinal flui pelo núcleo.

A posição do núcleo de ferrita no cabo é importante. Por conveniência, você poderia ficar tentado a colocar o núcleo na extremidade do cabo do lado do osciloscópio, o que deixa a cabeça da ponta de prova mais leve e fácil de ser manuseada. Entretanto, se o núcleo for colocado nessa extremidade, terá a sua eficiência muito reduzida.

A redução do comprimento do condutor de aterramento de uma ponta de terminação simples pode ajudar alguns. A troca por uma

ponta de prova diferencial normalmente ajuda a maioria. Muitos usuários não entendem que o ambiente do cabo da ponta de prova pode provocar variações em suas medições, especialmente em altas frequências, o que pode levar a frustrações com relação à repetibilidade e qualidade das medições.



Figura 7-1. O uso de um núcleo de ferrite no cabo da ponta de prova pode ajudar a melhorar a precisão da coleta do sinal

# Dica

## Amortecimento da ressonância

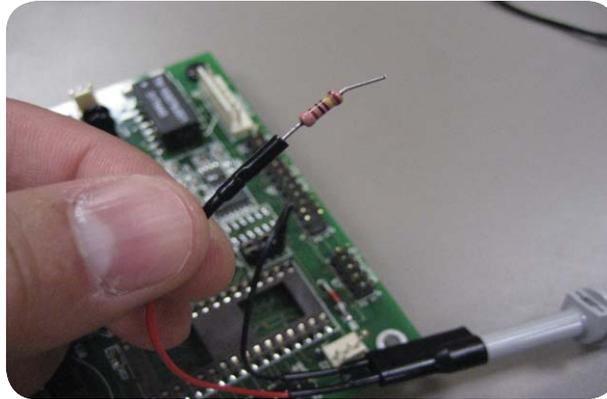


Figura 8-1. Coloque um resistor na ponta da ponta de prova para amortecer a ressonância do fio incluído no circuito.

A performance de uma ponta de prova é bastante afetada pela forma como ela é conectada. À medida que aumentam as velocidades em seu projeto, você poderá perceber mais *overshoot*, *ringing* e outras perturbações ao conectar uma ponta de prova no osciloscópio. As pontas de prova formam um circuito ressonante no ponto em que são conectadas ao dispositivo. Se essa ressonância estiver dentro da largura de banda da ponta de prova do osciloscópio que

você estiver usando, será difícil determinar se as perturbações medidas são devidas ao seu circuito ou à ponta de prova. Se você tiver de colocar um fio na ponta de sua ponta de prova para chegar a locais de difícil acesso, coloque um resistor nessa ponta para amortecer a ressonância do fio incluído.

Em uma ponta de prova de terminação simples, coloque a resistência apenas no condutor do sinal e tente manter o condutor

do terra o mais curto possível. Em uma ponta de prova diferencial, coloque resistores nas pontas dos dois condutores e mantenha esses condutores aproximadamente com o mesmo comprimento. Para determinar o valor desse resistor, primeiro use uma placa de acessório, como a Agilent E2655B, para introduzir um sinal degrau conhecido no canal do osciloscópio. Em seguida, capture o sinal com o fio que você quer usar, com um resistor na ponta de sua ponta de prova. Quando o valor da resistência estiver correto, você verá um degrau de uma forma muito parecida com o degrau de teste, exceto que este poderá ter uma filtragem passa-baixas. Se houver *ringing* em excesso, aumente o valor do resistor.

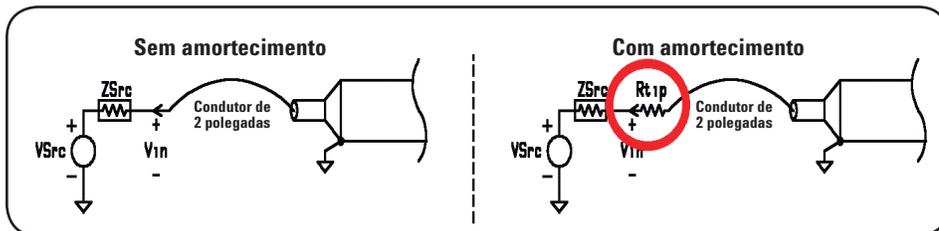


Figura 8-2. Tendo a entrada da ponta amortecida corretamente, o carregamento/a impedância de entrada nunca cairá abaixo do valor do resistor de amortecimento.

### Clock de 250 MHz, tempo de subida de 100 ps

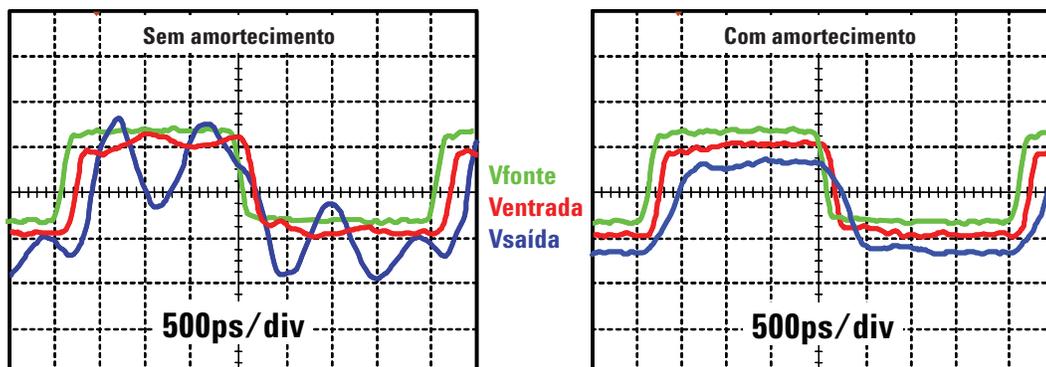
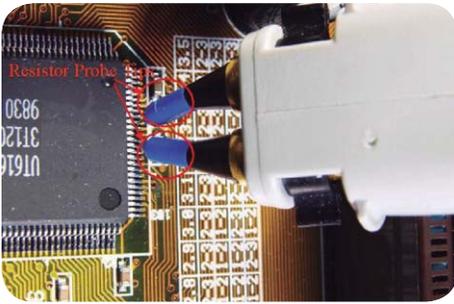


Figura 8-3. À medida que aumentam as velocidades em seu projeto, você poderá observar mais *overshoot*, *ringing* e outras perturbações. Evite a ressonância formada pela conexão da ponta de prova incluindo um resistor de amortecimento na ponta de sua ponta de prova.



**Figura 8-4. Todas as pontas de prova das séries 1156A/1157A/1158A e da série InfiniiMax 1130A usam essa tecnologia de acessórios com amortecimento para oferecer uma performance ótima, porém flexível.**

Os acessórios com amortecimento dessa ponta de prova oferecem um modelo de uso flexível, que mantém baixos valores de capacitância e indutância e uma resposta em frequência plana por toda a sua largura de banda especificada. Todas as pontas de prova das séries 1156A/1157A/1158A e da série InfiniiMax 1130A usam essa tecnologia de acessórios com amortecimento para oferecer uma performance ótima, porém flexível.

Medições confiáveis começam pela ponta de prova! Veja a literatura da Agilent a respeito.

<b>Título</b>	<b>Tipo de publicação</b>	<b>Número</b>
<i>Agilent Oscilloscope Probes and Accessories</i>	Guia de seleção	5989-6162EN
<i>Infiniium Oscilloscope probes and Accessories</i>	Folheto de dados	5968-7141EN
<i>5000, 6000 and 7000 Series Oscilloscope Probes and Accessories</i>	Folheto de dados	5968-8153EN

Para obter o máximo de seu osciloscópio, você precisa ter as pontas de prova e acessórios certos para a sua aplicação. Fale com os especialistas em medição da Agilent ou visite [www.agilent.com/find/scope\\_probes](http://www.agilent.com/find/scope_probes) para obter informações sobre nossa ampla linha de pontas de prova e acessórios para osciloscópios.



### Atualizações por e-mail da Agilent

[www.agilent.com/find/emailupdates](http://www.agilent.com/find/emailupdates)

Receba as informações mais recentes sobre os produtos e aplicações que escolher.



[www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)

O LXI é o sucessor do GPIB. Baseado em LAN, oferece uma conectividade mais rápida e mais eficiente. A Agilent é membro fundador do consórcio LXI.

### Parceiros da Agilent

[www.agilent.com/find/channelpartners](http://www.agilent.com/find/channelpartners)

Tenha o melhor dos dois mundos: A especialização em medição e a extensa linha de produtos da Agilent com a conveniência dos Parceiros.

### Agilent Technologies Brasil Ltda.

Al. Araguaia, 1.142  
Alphaville • Barueri  
CEP: 06455-940 • SP  
Tel.: (11) 4197-3500  
Fax.: (11) 4197-3800  
e-mail: [tmobrasil@agilent.com](mailto:tmobrasil@agilent.com)  
[www.agilent.com.br](http://www.agilent.com.br)



Os Serviços de Vantagens Agilent têm um compromisso com o seu sucesso por toda a vida útil de seu equipamento. Oferecemos a você os nossos conhecimentos técnicos em medições e serviços para ajudá-lo a criar os produtos que mudam o nosso mundo. Para manter a sua competitividade, fazemos investimentos contínuos em ferramentas e processos que aceleram a calibração e o reparo, reduzem o seu custo de propriedade e nos deixam prontos para a sua curva de desenvolvimento.

[www.agilent.com/find/advantageservices](http://www.agilent.com/find/advantageservices)



[www.agilent.com/quality](http://www.agilent.com/quality)

Para receber mais informações sobre os produtos, aplicações ou serviços da Agilent Technologies, entre em contato com a Agilent mais próxima de você. A lista completa de contatos está disponível em:

[www.agilent.com/find/contactus](http://www.agilent.com/find/contactus)

### Américas

Canada	(877) 894 4414
Brasil	(11) 4197 3500
América Latina	305 269 7500
México	01800 5064 800
Estados Unidos	(800) 829 4444

### Ásia-Pacífico

Austrália	1 800 629 485
China	800 810 0189
Hong Kong	800 938 693
Índia	1 800 112 929
Japão	0120 (421) 345
Coreia	080 769 0800
Malásia	1 800 888 848
Singapura	1 800 375 8100
Taiwan	0800 047 866
Tailândia	1 800 226 008

### Europa e Oriente Médio

Áustria	43 (0) 1 360 277 1571
Bélgica	32 (0) 2 404 93 40
Dinamarca	45 70 13 15 15
Finlândia	358 (0) 10 855 2100
França	0825 010 700*

\*0.125 /minute

Alemanha	49 (0) 7031 464 6333
Irlanda	1890 924 204
Israel	972-3-9288-504/544
Itália	39 02 92 60 8484
Países Baixos	31 (0) 20 547 2111
Espanha	34 (91) 631 3300
Suécia	0200-88 22 55
Suíça	0800 80 53 53
Reino Unido	44 (0) 118 9276201

Outros países europeus:

[www.agilent.com/find/contactus](http://www.agilent.com/find/contactus)

As especificações e descrições dos produtos neste documento estão sujeitas a alterações sem aviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2010  
Impresso no Brasil, Outubro de 2010  
5989-7894PTBR



**Agilent Technologies**