



# Tecnologia de geração de formas de onda Trueform

## Panorama técnico

A tecnologia de geração de formas de onda Trueform é exclusiva dos novos geradores de formas de onda da série 33500B da Agilent. A tecnologia Trueform oferece grandes vantagens em relação à síntese digital direta (DDS), a tecnologia atualmente empregada nos geradores de funções e formas de onda arbitrárias. Essas vantagens incluem *jitter* significativamente menor, maior precisão nos testes e uma representação verdadeira da forma de onda escolhida, não somente uma aproximação. Neste panorama, apresentaremos a tecnologia Trueform e faremos uma comparação com a tecnologia DDS.

Conceitualmente, a maneira mais simples de se gerar uma forma de onda é armazenar seus pontos na memória e, depois, ler esses pontos um após o outro e então inseri-los no *clock* de um DAC (conversor digital-analógico). Após a leitura do último ponto, o gerador retorna ao primeiro ponto novamente para iniciar

o próximo ciclo. Isto, às vezes, é chamado de geração PPC (*Point Per Clock*).

Embora esse método pareça ser o modo mais intuitivo de se criar formas de onda, ele apresenta duas grandes desvantagens. Em primeiro lugar, para alterar a frequência ou a taxa de amostragem da forma de onda, a frequência do *clock* tem que mudar e, para se obter um *clock* com frequência variável e baixo ruído, há um aumento do custo e da complexidade do instrumento. Em segundo lugar, já que a saída gradual do DAC é indesejável na maioria das aplicações, é necessária uma filtragem analógica complexa para suavizar a saída de cada passo. Devido à sua complexidade e ao seu custo, essa tecnologia geralmente é usada em geradores de formas de onda mais sofisticados.

A DDS utiliza um *clock* com frequência fixa e um esquema de filtragem mais simples, por isso é mais barata do que o método PPC. Na DDS, um acumulador de fases faz um ajuste na saída de cada ciclo do *clock* e a

saída do acumulador representa a fase da forma de onda. A frequência de saída é proporcional ao ajuste, então, é fácil alterar a frequência, embora ela seja fixa. Os dados de fase da saída do acumulador geralmente são convertidos em dados de amplitude, através de algum tipo de tabela de consulta.

O design do acumulador de fases possibilita que a DDS use um *clock* fixo, mas ainda assim execute formas de onda com taxas de amostragem mais rápidas do que a do *clock*. Com a DDS, nem todos os pontos individuais estão expressos na forma de onda resultante. Em outras palavras, a DDS não utiliza todos os pontos da memória da forma de onda, mas cria uma aproximação muito boa. Porém, sendo uma aproximação, os dados da forma de onda são diferentes, de algum modo. A DDS pode pular e/ou repetir aspectos da forma de onda de maneira imprevisível. Nos melhores casos, isso ocasiona *jitter* adicional; nos piores casos, uma distorção severa. Características sutis da forma de onda podem ser parcial ou completamente ignoradas.



A nova tecnologia Trueform da Agilent representa o próximo avanço na geração de funções e formas de onda arbitrárias. Ela tem o melhor dos dois mundos: gera formas de onda previsíveis com baixo ruído, sem pular pontos da forma de onda, assim como a tecnologia PPC, e tem o preço da tecnologia DDS. A tecnologia Trueform emprega um *clock* virtual variável patenteado com técnicas avançadas de filtragem que acompanham a taxa de amostragem da forma de onda. Nos tópicos a seguir, veremos algumas das vantagens que a tecnologia Trueform oferece em comparação à DDS.

### Melhor integridade do sinal

Um dos principais benefícios da tecnologia Trueform é a melhoria na integridade do sinal. Podemos notar a diferença no domínio da frequência comparando espectros e, no domínio do tempo, com uma medição comparada de *jitter*. A figura 1 mostra o domínio da frequência de uma onda senoidal de 10 MHz usando a tecnologia Trueform. A figura 2 mostra o domínio da frequência da mesma onda com a tecnologia DDS.

Idealmente, uma onda senoidal consiste da frequência fundamental sem harmônicas, mas no mundo real isso não acontece. Portanto, as harmônicas têm que ser minimizadas o máximo possível. Nas figuras 2 e 3, podemos ver, circulado em vermelho, quantos dB a segunda harmônica está da frequência fundamental. A segunda harmônica da Trueform é > 5 dB menor do que a segunda harmônica da DDS. Além disso, na figura com a tecnologia DDS, podemos claramente ver a quarta e a quinta harmônicas elevando-se do piso de ruído, além de um espúrio não harmônico entre elas.

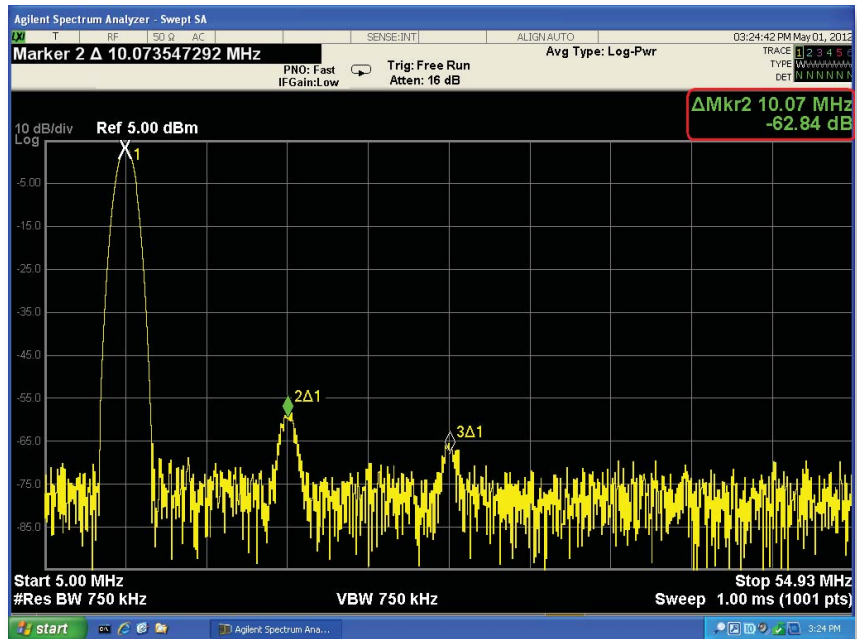


Figura 1: Harmônicas com a tecnologia Trueform.

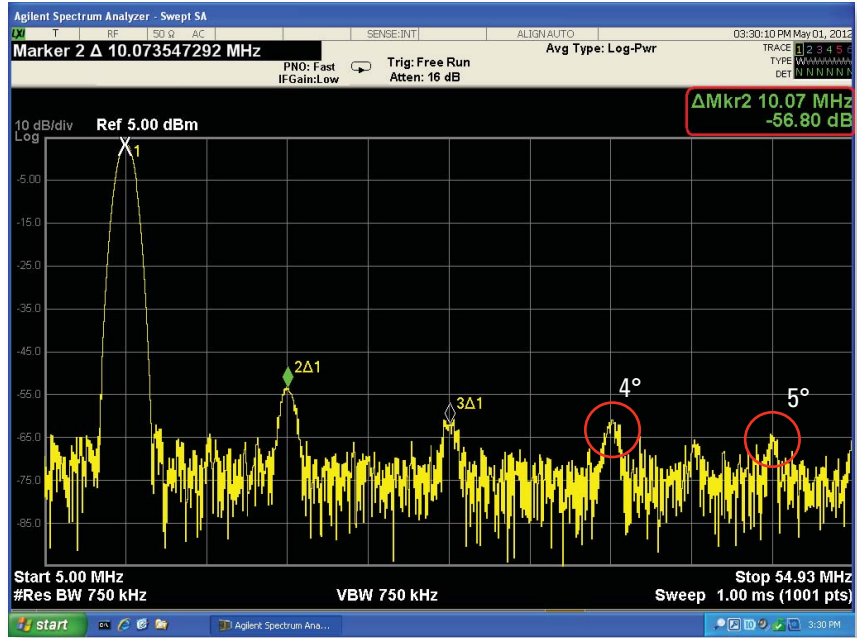


Figura 2: Harmônicas com a tecnologia DDS.

Ao compararmos as duas ondas, da perspectiva de medição de *jitter*, a vantagem da tecnologia Trueform fica ainda mais evidente. As figuras a seguir mostram a medição de *jitter* feita em um pulso de 10 MHz com um osciloscópio de alta performance. A imagem está ampliada na borda ascendente do sinal, com o modo de congelamento ativado. A função de histograma do osciloscópio é utilizada para medir o período de *jitter* dos sinais. A medição de desvio padrão em cada figura está circulada em vermelho e representa o *jitter* RMS do sinal. A medição de *jitter* do pulso Trueform está na figura 3 e a do pulso DDS está na figura 4.

As escalas de amplitude e tempo são as mesmas em ambas as figuras, 3 e 4. A forma de onda Trueform apresenta 10 vezes menos *jitter* quando comparada à DDS.

A melhoria na integridade do sinal que a tecnologia Trueform oferece significa maior precisão nos seus testes, principalmente quando consideramos aplicações de tempo baseadas em borda, como a geração de sinais de *clock*, de disparo ou de comunicação. O *jitter* reduzido se traduz diretamente em maior precisão de tempo nos seus testes.



Figura 3: Medição de *jitter* no sinal Trueform.

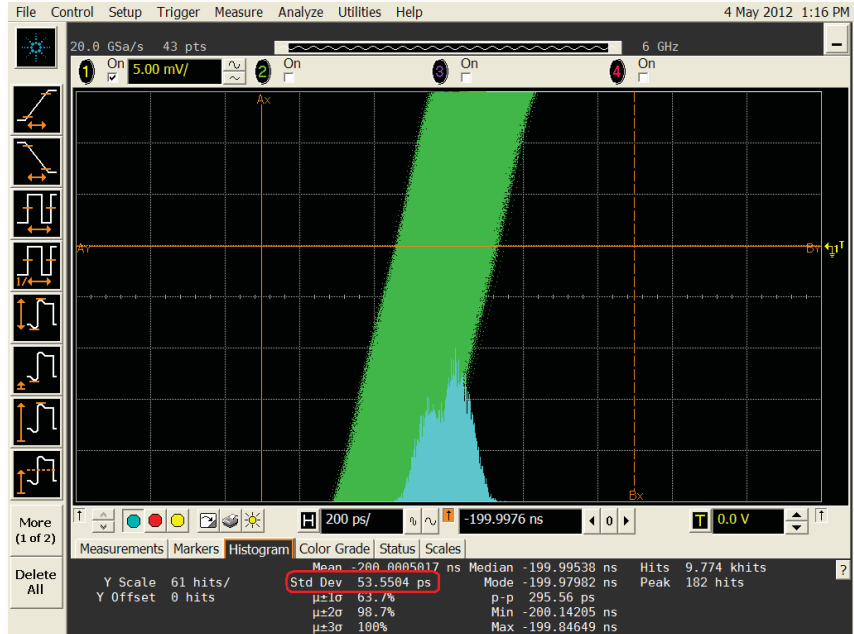


Figura 3: Medição de *jitter* no sinal Trueform.

### Obtenha exatamente a forma de onda que criou

Como mencionado antes, a DDS utiliza um *clock* fixo e um acumulador de fases e não pode garantir que todos os pontos ou características da forma de onda sejam reproduzidos. Quanto maior a frequência, mais discrepâncias haverá entre a forma de onda gerada e a ideal. A *Trueform*, por outro lado, reproduz todos os pontos da forma de onda, independentemente da frequência ou da taxa de amostragem configurada. Isto é muito importante quando lidamos com uma forma de onda que pode ter um detalhe essencial para o teste que está sendo realizado.

Para exemplificar, criamos uma forma de onda arbitrária composta por um pulso com sete picos de amplitude descendente no topo do pulso. Depois, a forma de onda foi carregada em um gerador com tecnologia *Trueform* e em outro com DDS. Primeiro a forma de onda foi reproduzida com uma frequência de 50 kHz em cada gerador. O resultado foi capturado por um osciloscópio, como mostra a figura 5. O traço amarelo é a forma de onda *Trueform* e o verde é a DDS.

Na figura 5, com 50 kHz, cada gerador foi capaz de reproduzir a forma de onda com sete picos no topo do pulso. Os picos da tecnologia *Trueform* têm maior amplitude. Na figura 6, as formas de onda foram reproduzidas novamente, mas dessa vez com 100 KHz.

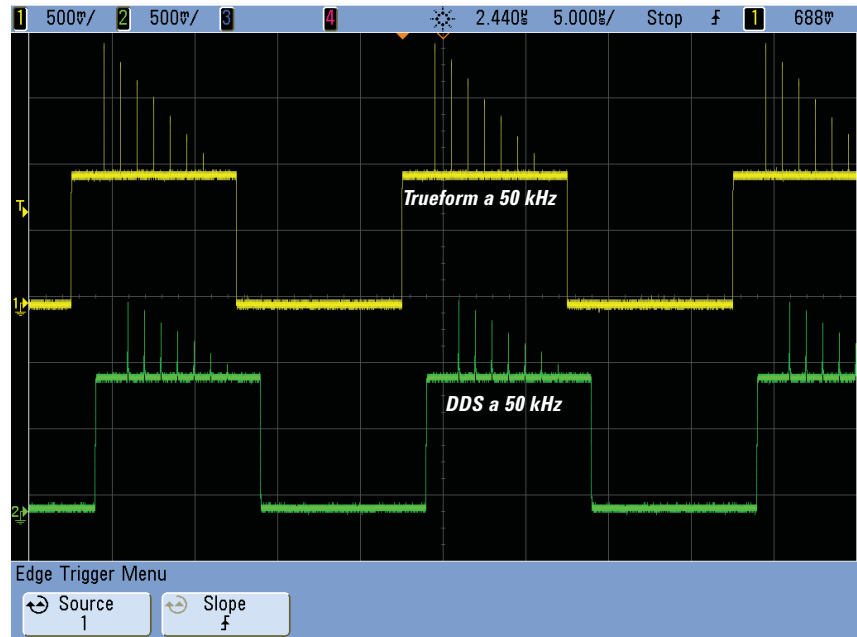


Figura 5: Comparação de formas de onda com 50 KHz.

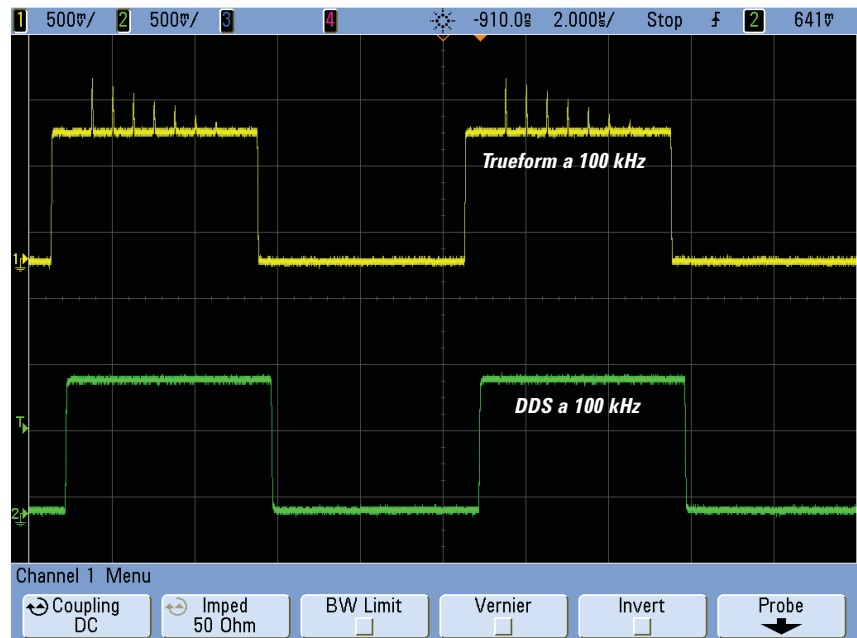


Figura 6: Comparação de formas de onda com 100 KHz.

Com 100 KHz, o gerador de formas de onda Trueform reproduziu todos os sete picos e o gerador DDS não reproduziu nenhum. Na tela do osciloscópio da figura 7, as formas de onda foram reproduzidas novamente, mas a frequência foi dobrada para 200 KHz.

Com 200 KHz, o gerador de formas de onda Trueform reproduziu todos os sete picos novamente e o gerador DDS reproduziu três picos. Perceba que os três picos da forma de onda de 200 KHz não correspondem ao tempo correto de nenhum dos sete picos da forma de onda verdadeira. Esses exemplos demonstram que a DDS não é confiável quando trabalhamos com formas de onda que têm muitos detalhes.

A tecnologia DDS tem sido utilizada por décadas nos geradores de funções e formas de onda arbitrárias porque ela é uma alternativa de baixo custo para a tecnologia de ponta PPC. As principais desvantagens no uso da tecnologia DDS são a pobre qualidade do sinal, representada na forma de *jitter* e ruído harmônico, e o fato de ela pular pontos da forma de onda, ocasionando uma representação infiel da forma de onda programada. A tecnologia Trueform patenteada da Agilent representa o próximo salto tecnológico na geração de formas de onda, pois ela oferece o desempenho do PPC pelo preço da DDS. Isto significa que você obtém exatamente as formas de onda que quer, com baixo *jitter*.

A tecnologia Trueform da Agilent é uma nova alternativa, que mescla o melhor da DDS e das arquiteturas ponto a ponto, propiciando-lhe os benefícios de ambas sem as limitações de cada uma. A tecnologia Trueform usa uma técnica de amostragem digital exclusiva que proporciona um desempenho incomparável pelo mesmo preço baixo ao qual você está acostumado a pagar pela DDS.

A tabela ao lado destaca os recursos revolucionários da tecnologia Trueform.

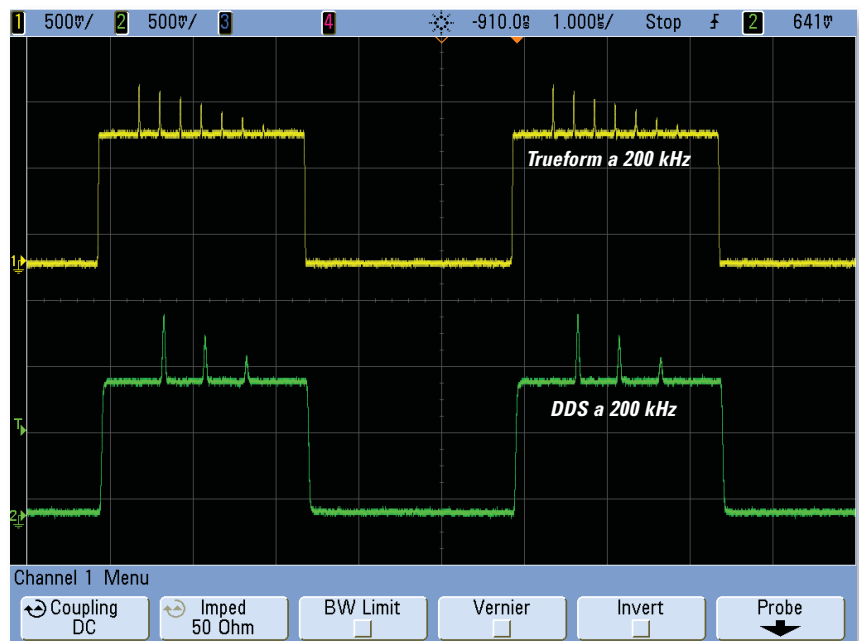


Figura 7: Comparação de formas de onda com 200 KHz.

	DDS: gerador de formas de onda de 25 MHz tradicional	Trueform: gerador de formas de onda de 30 MHz 33511B da Agilent	Melhorias
Jitter de borda	500 ps	40 ps	12x melhor
Réplica personalizada de formas de onda	Pula pontos da forma de onda	Reproduz 100% dos pontos	Réplica exata da forma de onda
Distorção harmônica total	0,2%	0,04%	5x melhor
Filtro <i>anti-aliasing</i>	Suporte externo	Já vem embutido e sempre é usado	Sem dispositivos <i>anti-aliasing</i>
Formas de onda arbitrárias sequenciais	Não disponível	Padrão	Crie seqüências complexas facilmente

Para mais informações sobre a tecnologia Trueform da Agilent, acesse:

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



### 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 aplicativos que você escolher.



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

AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) é um padrão aberto que estende o AdvancedTCA para testes de uso geral e de semicondutores. A Agilent é um membro fundador do consórcio AXIe.



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

LAN eXtensions for Instruments agrega o poder da Ethernet e da Web aos seus sistemas de teste. A Agilent é um membro fundador do consórcio LXI.



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

A instrumentação modular do PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) oferece um sistema de medição e automação robusto e de excelente desempenho baseado em PC.

### Canal de parceria da Agilent

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

Tenha o melhor dos dois mundos: o conhecimento em medição e a extensa linha de produtos da Agilent com a conveniência do canal de parceria.

### Agilent Technologies Brasil Ltda.

Avenida Marcos Penteado de Ulhoa Rodrigues, 939 - 6º andar  
Castelo Branco Office Park  
Torre Jacarandá - Tamboré  
Barueri, São Paulo  
CEP: 06460-040 • SP  
Tel.: (11) 4197-3600  
Fax.: (11) 4197-3800  
e-mail: [tmobrasil@agilent.com](mailto:tmobrasil@agilent.com)  
[www.agilent.com.br](http://www.agilent.com.br)

### Serviços de vantagens da Agilent



Os serviços de vantagens da Agilent têm um compromisso com o seu sucesso por toda a vida útil do seu equipamento. Para mantê-lo competitivo, investimos continuamente em ferramentas e processos que aceleram a calibração e o reparo e reduzem o seu custo de propriedade. Você também pode usar os serviços *online* para gerenciar equipamentos e serviços com mais eficiência. Compartilhamos nossos conhecimentos técnicos e serviços de medição para ajudá-lo a criar os produtos que mudam nosso mundo.

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



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

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

Para maiores informações sobre os produtos, aplicações ou serviços da Agilent Technologies, contate o escritório local da Agilent. A lista completa está disponível em:

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

### Américas

Canadá	(877) 894 4414
Brasil	(11) 4197 3600
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
Cingapura	1 800 375 8100
Taiwan	0800 047 866
Outros Países	(65) 375 8100

### Europa & Oriente Médio

Bélgica	32 (0) 2 404 93 40
Dinamarca	45 45 80 12 15
Finlândia	358 (0) 10 855 2100
França	0825 010 700*
	*0.125 €/minuto
Alemanha	49 (0) 7031 464 6333
Irlanda	1890 924 204
Israel	972-3-9288-504/544
Itália	39 02 92 60 8484
Holanda	31 (0) 20 547 2111
Espanha	34 (91) 631 3300
Suécia	0200-88 22 55
Reino Unido	44 (0) 118 927 6201

Para países não listados:

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

Revisado: 6 de janeiro de 2012

Especificações e descrições dos produtos nesse documento estão sujeitas a alteração sem aviso prévio.

© Agilent Technologies, Inc. 2012

Impresso no Brasil, 2 de agosto de 2012

5991-0852PTBR



**Agilent Technologies**