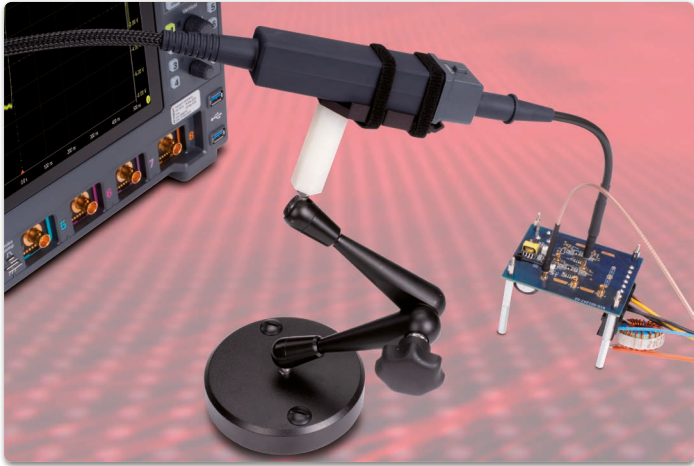


Isolierter Tastkopf aus der Keysight-PS0004/6/8A-Serie

Aufbau und Vorteile optisch isolierter Tastköpfe

Diese Aspekte erläutert der Beitrag am Beispiel der Keysight-PS0004/6/8A-Serie.



Die Preise für ein hochwertiges Oszilloskop mit hohen Bandbreiten, Sample-Raten und einer umfangreichen Ausstattung können schnell in den fünfstelligen Bereich gehen. Allerdings handelt es sich hier um absolute Profigeräte für recht anspruchsvolle Anwendungen in Forschung und Entwicklung. Preisgünstige und dabei für einfachere Anwendungen durchaus gut geeignete Oszilloskope sind heute schon zu Preisen ab einigen hundert Euro bis in den vierstelligen Euro-Bereich erhältlich – je nachdem, ob es sich um ein Tischgerät mit Bildschirm oder ein USB-Oszilloskop handelt, das PC-Ressourcen nutzt.

Blickpunkt Tastkopf

Umso mehr mag mancher Anwender verwundert sein, wenn er Preise für Tastköpfe (Probes) sieht, die im Bereich mehrerer tausend Euro liegen können. Gerade Anwender in anspruchsvollen Einsatzbereichen wissen aber, dass es nicht sinnvoll ist, viel Geld für ein Oszilloskop auszugeben und dann bei den Tastköpfen zu sparen.

Tastköpfe sind ein wichtiger Aspekt und bestimmender Faktor für die Genauigkeit, wenn es um das Messen mit Oszilloskopen geht. Wenn Tastköpfe zum sprichwörtlich „schwächsten Glieder der Kette“ werden, hilft selbst die präziseste Genauigkeit eines Oszilloskops nichts mehr. Praktisch alle Hersteller bieten daher für ihre Geräte passende Tastköpfe in verschiedenen Anwendungs- und Leistungsklassen an. Ja nach Anwendungsbereich gehören dazu passive und aktive Tastköpfe, differenzielle Tastköpfe, Hochspannungs-Tastköpfe und Stromtastköpfe/Stromsensorik. Meistens können diese dank einheitlicher BNC-Anschlüsse auch mit Geräten anderer Hersteller eingesetzt werden.

Eine Ausnahme bilden Tastköpfe mit einer codierten

Tastkopferkennung. Deren Erkennungsfunktion arbeitet nur mit den Geräten des gleichen Herstellers oder kompatiblen Geräten. Über Kontaktstifte sind solche Tastköpfe in der Lage, dem Oszilloskop zu übermitteln, welcher Tastkopf mit welcher Teilung angeschlossen ist. So gestaltet sich die Adaption des Tastkopfes an das Oszilloskop für den Anwender wesentlich bequemer und einfacher.

Warum überhaupt Tastköpfe beim Messen mit dem Oszilloskop?

Der erste und offensichtliche Grund ist rein mechanisch: Tastköpfe werden verwendet, um ein Signal von einem Prüfling aufzunehmen und zur BNC-Buchse eines Oszilloskop-Eingangskanals zu führen.

Mit der vorne am Tastkopf liegenden mehr oder weniger feinen Prüfspitze/Nadel (zum Teil alternativ auch Haken, Clip, Anschluss oder lötbare Varianten) sind selbst kleine Messpunkte auf Platinen gut und zuverlässig erreichbar.

Ein weiterer, messtechnisch wichtiger Grund ist die Anpassung an die Eingänge des Oszilloskops. Viele Oszilloskope haben Kanäle mit 1 MOhm Eingangswiderstand und 20 bis 50 pF Eingangskapazität. Oszilloskope mit größeren Bandbreiten haben oft 50 Ohm Eingangswiderstand bzw. zuschaltbare Terminierung. Da bei einem Eingangswiderstand von 1 MOhm die Eingangsspannung oft auf ca. 300 V (Spitze) beschränkt ist, wird je nach Anwendung eine Signalanpassung durch Tastköpfe erforderlich, zum Beispiel für hohe Frequenzen, für hohe Spannungen oder für Ströme.

Dementsprechend sind die genannten verschiedenen Tastkopf-Arten erhältlich.

Passiv vs. aktiv

Passive Tastköpfe, wie sie heute bei vielen Oszilloskopen zum mitgelieferten Standardzubehör gehören, enthalten nur einen kompensierten Spannungsteiler. Da hier keine aktiven Bauelemente und keine Stromversorgung benötigt werden, sind sie preisgünstig, robust und mit Oszilloskopen verschiedener Hersteller verwendbar. Allerdings haben sie eine hohe Eingangskapazität, und ihre Bandbreite ist relativ gering. Daher sind sie nicht für alle Messungen geeignet. Kleine Spannungen zum Beispiel sind wegen des Teilerfaktors oft schwer zu messen.

Am gängigsten ist der passive 10:1-Spannungsteiler. Dieser reduziert die Amplitude des Messsignals um Faktor 10, erhöht aber die Eingangsimpedanz nicht entsprechend, da die Kapazität infolge des Kabels auch im zweistelligen pF-Bereich liegt. Was ebenfalls nicht übersehen werden darf, ist die Güte der Kapazität. Die Güte einer Kapazität nimmt im Gegensatz zur Güte einer Luftspule mit der Frequenz ab, sodass Scope-Eingang wie Tastkopfeneingang mit der Frequenz auch reell niederohmiger werden. Dieser Abfall ist recht dramatisch und wird von den meisten Herstellern nicht dokumentiert.

Eine weitere Einschränkung ist hier, dass Messungen immer relativ zu GND (Ground/Masse) durchgeführt werden müssen.

Aktive und differenzielle Tastköpfe beinhalten eine Verstärkungsschaltung. Diese begrenzt allerdings die maximale Signalamplitude.

Meilhaus Electronic GmbH
www.meilhaus.com

nach Informationen
von Keysight

Aktive Tastköpfe haben einen höheren Eingangswiderstand, eine geringere Eingangskapazität, eine höhere Bandbreite und sie benötigen eine eigene Energieversorgung. Für präzise Messungen sind sie unumgänglich, wobei die Auswahl passend zu den Signalen und Messbedingungen erfolgen muss.

Am Rande erwähnt: Stromtastköpfe arbeiten vom Prinzip her wie Strommesszangen. Sie nutzen das Transformatorprinzip bei Wechselgrößen bzw. ein Hall-Element bei Gleichstrom. Im Vergleich zu Stromzangen sind sie hochempfindlich und üblicherweise für kleinere Leitungsquerschnitte/Einzeldrähte konzipiert.

Neue Technologien erfordern optoisolierte Tastköpfe

In der Hochleistungselektronik sind derzeit Galliumnitrid (GaN) und Siliziumkarbid-Transistoren (SiC) in aller Munde. Auf der einen Seite bieten sie hohe Effizienz, Schaltgeschwindigkeiten und Leistungsdichte. Auf der anderen Seite stellen sie bei ihrer Charakterisierung besondere Anforderungen an die Messtechnik durch ihre hohen Spannungen, schnellen Schaltflanken und ihre Anfälligkeit für elektromagnetische Störungen (EMI). Für diese und ähnliche Anwendungen ergibt sich eine Liste an Anforderungen für die Messtechnik:

- **Gleichtakt-Unterdrückung (CMR/Common-Mode Rejection)**

Eliminieren der Auswirkungen von Gleichtaktspannungen bei hohen Frequenzen und Spannungen

- **Bandbreite und Signalintegrität**

Bessere Signalintegrität von schnell schaltenden Signalen und Transienten in verrauschten Umgebungen mit hohem Gleichtaktanteil

- **Sicherheit**

Isolierung des Prüfgeräts/Oszilloskops vom Prüfling bei Hochspannungs- und schwerenden Systemen

- **elektrische Isolierung**

Echte galvanische Trennung verhindert Gleichtaktstörungen in Hochspannungsumgebungen und das Risiko von Schäden durch Erdschleifen.

- **Störfestigkeit**

sauberere, genauere Messungen durch erhöhte EMI- und Hochfrequenz-Störfestigkeit

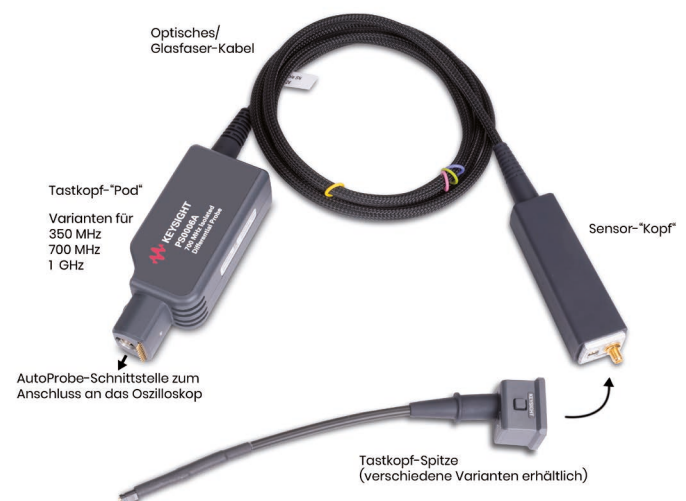
- **Messbereich**

Unterstützung für Messungen von kleinen Signalen, die auf ultrahohen Gleichtaktspannungen mit großen Spannungs-Offsets liegen

Für derartige spezielle Einsatzbereiche bieten sich optische Tastköpfe an. Das Prinzip ist einfach zu verstehen, s. Bild.

Solche Tastköpfe bestehen aus einer meist austauschbaren Spitze, die den Kontakt auf dem Prüfling herstellt. Die Spitzen sind üblicherweise separat erhältlich, da sie sich in der Spannungsleistung und im Anschlusstyp unterscheiden. Die Spitze wird an den Kopf angeschlossen, der im Prinzip einen „ausgelagerten“ Digitizer-Kanal eines Oszilloskops enthält, mit Signalanpassung und A/D-Wandlung. Zudem erfolgt hier auch die Wandlung der Daten von einem elektrischen in ein optisches Signal. Da aus Sicherheits- und allgemeinen Sicherheitsgründen der Tastkopf nicht in der Hand gehalten wird, gehören üblicherweise kleine Dreibeinstative oder Halterungen zum Zubehör, mit denen zuverlässige Messaufbauten eingerichtet werden können.

Dank der Datenübertragung per Glasfasertechnik entsteht eine vollständige galvanische Trennung (d.h. auch keine gemeinsame Masse) zwischen Prüfling/Tastkopf und dem Oszilloskop. Ein weiterer Bestandteil eines optischen Tastkopfes auf Oszilloskopseite ist eine Rückwandlung des optischen in ein elektrisches, analoges Signal für den Oszilloskopeingang.



Aufbau eines isolierten Tastkopfs der Keysight-PS0004/6/8A-Serie

Optische Tastköpfe kann man damit im weitesten Sinne in die Kategorie der aktiven Tastköpfe einordnen. Auch sie benötigen eine Stromversorgung, die entweder in Form eines Netzteiles oder einer Batterie erfolgt oder vom Oszilloskop geliefert wird.

Die optischen Tastköpfe der Keysight PS000xA-Serie sind genau nach diesem Prinzip aufgebaut: Ein fest verbundenes 2-m-Glasfaserkabel verbindet den Sensorkopf und den „Probe-Pod“. Der Sensorkopf bietet die Anschlussmöglichkeit für die Tastkopfspitze, erhältlich in verschiedenen Ausführungen von ± 10 V bis ± 2500 V mit

maximalem Offset von ± 250 bis ± 2500 V. Der „Probe-Pod“ wird an das Oszilloskop angeschlossen. Dabei unterstützt er die Keysight-AutoProbe-Technik, also eine automatische Tastkopfserkennung. Die Bandbreiten der optischen Tastköpfe liegen bei 350, 700 oder 1 GHz. Die CMRR (Common-Mode Rejection Rate) liegt bei typisch 160 dB (DC), > 85 dB (100 MHz) und 80 dB (1 GHz). Die Tastköpfe sind selbstkalibrierend. Unterstützt werden die Tastköpfe von den aktuellen Keysight-Oszilloskopen der EXR- und der HD3-Serie (Eckdaten s. Tabelle) – weitere sind in Vorbereitung. ◀

Wichtigste Eckdaten der HD3/EXR-Oszilloskope

Analoge Kanäle: 2, 4/4, 8

Digitale Kanäle (MSO): 16/16 (Option)

Bandbreite: 200, 350, 500 MHz, 1 GHz/500 MHz, 1, 2, 2,5, 4, 6 GHz

Sample-Rate: 3,2 GS/s/16 GS/s

Auflösung: 14 Bit/10 Bit

Erfassungsrates: 1.300.000 Wfms/s, uneingeschränkt/ 200.000 Wfms/s, uneingeschränkt

Speichertiefe: 20 MPts, Option bis 100 MPts/100 MPts/Kanal, optional 400 MPts/Kanal, 1,6 Gpts flexibel

Signalgenerator: Option/Option

Anzeige: 10,1“/25,7 cm Touch/15,6“/39,6 cm Touch

Schnittstellen: USB, LAN/USB, LAN