

HAMEG Zubehör

Der Tastkopf – die Verbindung zwischen Signal und Oszilloskop

Beim Einsatz von Oszilloskopen wird oftmals die Bedeutung der Tastköpfe für die originalgetreue Darstellung des zu messenden Signales unterschätzt. Dies gilt insbesondere beim Einsatz von, meist standardmäßig mitgelieferten, passiven Tastköpfen. Passive Tastköpfe haben dabei Vor- und Nachteile, nur wenn man diese kennt, erzielt man das Optimum bezüglich der Signalintegrität. Was oft verkannt wird ist, dass jeder Tastkopf das zu messende Signal mehr oder minder belastet und es somit verändert. Streng genommen entspricht damit das Signal, welches man mit dem Oszilloskop analysiert, nicht wirklich der Realität entspricht.

Um diese Beeinflussungen so gering wie möglich zu halten, muss sich der Anwender vor der Messung eines Signals klar werden, welche Randbedingungen am DUT (Device under Test) vorherrschen. Bei einer Vielzahl von Messungen reicht der Standard Tastkopf völlig aus, in anderen Fällen muss aber die Wahl des Tastkopfes der Applikation angepasst werden. Bei dem Überprüfen einer Betriebsspannung spielen Bandbreite und Eingangskapazität des Tastkopfes eine untergeordnete Rolle, wenn man hingegen CMOS Bausteine mit z.B. Signalanstiegszeiten von wenigen ns betrachtet, kann der Standard Tastkopf schnell an seine Grenzen stoßen.

Bei den meisten Oszilloskopen der Klasse bis zu 500MHz werden standardmäßig passive Tastköpfe mit folgenden Eigenschaften mitgeliefert:

- Bandbreite passend zur Bandbreite des Oszilloskops
- Teilung 10:1
- Eingangswiderstand 10M Ω m
- Eingangskapazität 10...20pF

Neben dem Vorteil, dass diese Tastköpfe günstig und robust sind, haben sie bereits eine akzeptable Impedanz und belasten das DUT nur mäßig. Dieser Sachverhalt ist aber nur bei langsamen Signalen im untersten MHz Bereich gültig. Ein wesentlicher Nachteil von passiven Tastköpfen liegt bei höherfrequenten Anwendungen in Ihrer Kapazität, mit der sie den Prüfling belasten. In der Regel handelt es sich hier um Kapazitäten zwischen 10 und 20pF. Bei Standard TTL Logik sollten die Ausgänge nicht mit mehr als 100pF belastet werden, womit bereits durch den Tastkopf 10-20% der maximal zulässigen Last erreicht werden.

Allgemein betrachtet stellt ein Tastkopf mit seiner Eingangskapazität und der Standardmasseleitung einen

Schwingkreis dar. Dieser wird durch das zu messende Signal angeregt. Um die Resonanzfrequenz dieses Schwingkreises in höhere Frequenzbereiche jenseits der gemessenen Signalfrequenz zu „verschieben“, muss man die Kapazität und/oder Induktivität verringern. Da die Eingangskapazität eines gegebenen Tastkopfes nicht änderbar ist, kann man nur die Induktivität vermindern, indem man die Masseleitung kürzt. Das ist der Grund, warum in fast allen Bedienungsanleitungen der Hinweis steht, die Masse der zu messenden Schaltung so kurz wie möglich mit dem Tastkopf zu verbinden.

Manche Tastköpfe, wie zum Beispiel der HZ355 (Bild 1), verfügen standardmäßig über umfangreiches Zubehör unter anderem auch über eine kleine Massefeder, die max. 1cm lang ist und damit eine deutlich kleinere Induktivität als das 10cm Massekabel mit Krokodilklemme aufweist.

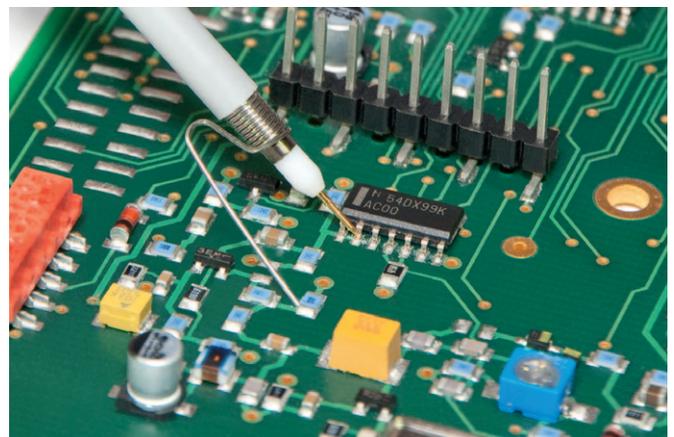


Bild 1: passiver Tastkopf HZ355 mit kurzer Massefeder

Zusätzlich verfügt dieser Tastkopf über Zubehör, um auch Fine Pitch Bauelemente sicher zu kontaktieren und die Gefahr von Kurzschlüssen zu minimieren. Im Bild 2 ist dieses Prinzip abgebildet. Die grüne Kappe auf der Tastkopfspitze hat zwei Plastikfähnchen zwischen denen die federnde Spitze heraustritt. Die Plastikfähnchen grenzen die Spitze von den benachbarten Pins derartig ab, dass ein Abrutschen und möglicher Kurzschluss vermieden wird. Auf den zu untersuchenden Chip kann eine Kupferfolie, die möglichst kurz auf der Leiterplatte mit der Masse zu verbinden ist, geklebt werden. Eine kurze Feder am Tastkopf stellt schließlich die Verbindung zur Masse her. So lassen sich mit ein wenig Zubehör, einfache und präzise Messungen durchführen.

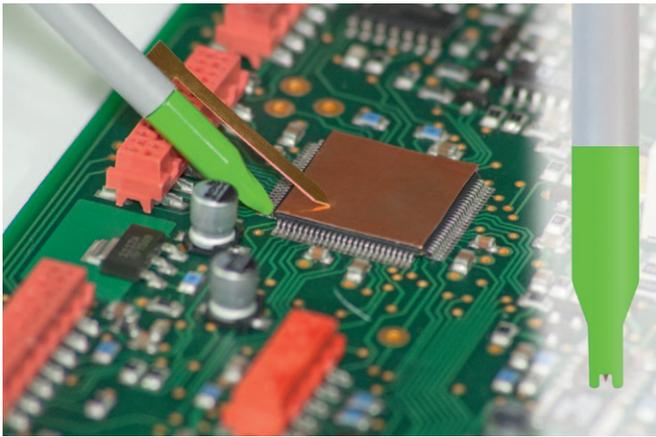


Bild 2: Tastkopf HZ355 mit dem Zubehör für Fine Pitch Komponenten

Auch wenn bei einfachen Tastköpfen solches Zubehör fehlt, kann man die Feder im Bild 1 durch eine selbstgefertigte Nachbildung aus passendem Draht verwenden und diese mit eingeschränktem Aktionsradius mit einem Massepunkt sehr nah am DUT verlöten. Damit werden verblüffende Verbesserungen der Signalqualität erzielt.

Ist der Messpunkt nicht ausreichend niederohmig und duldet dieser die gegebene Tastkopfkapazität von 10...20pF nicht, ist ein aktiver Tastkopf die richtige Wahl: Dieser weist typisch ca. 1pF Eingangskapazität auf, verfügt über 1M Ω Eingangswiderstand (bei DC) und eine höhere Bandbreite. Beim HZO30 wird außerdem reichhaltiges Zubehör mitgeliefert, um auch mit diesem Tastkopf möglichst alle Kontaktierungsanforderungen erfüllen zu können.



Bild 3: aktiver 1GHz Tastkopf HZO30 mit vielfältigem Zubehör

In vielen aktuellen Schaltungsdesigns kommen heutzutage auch differentielle Signale zum Einsatz. Beispiele hierfür sind LVDS Ausgänge eines AD Wandlers oder der sehr

verbreitete CAN Bus. Um diese Signale korrekt mit dem Oszilloskop abzubilden, sind aktive differentielle Tastköpfe notwendig. Diese dritte Gruppe von Tastköpfen verfügen ebenfalls über eine geringe Eingangskapazität (im Bereich von 1-3pF) und einen hohen Eingangswiderstand (im Bereich 200k Ω bis 1M Ω). Der Plus- und Minuseingang wird dabei auf einen Differenzverstärker geführt. Der unsymmetrische Ausgang wird mit einem üblichen Koaxialkabel zum Eingang des Oszilloskops geführt, so dass in der Anzeige das Differenzsignal dargestellt wird. Damit können zum einen Rückkopplungseffekte z.B. durch Masseschleifen ausgeschlossen werden und zum anderen sind damit auch Untersuchungen im Gnd System möglich, da der differentielle Tastkopf von der gemeinsamen (Messgerät und Messobjekt) Masse entkoppelt ist.



Bild 4: aktiver 200MHz differentieller Tastkopf HZO40

Natürlich kann der Minus Eingang eines differentiellen Tastkopfes auch immer mit der gemeinsamen Masse und der Plus Eingang mit einem einzelnen Signal verbunden werden. In diesem Fall verhält sich der differentielle Tastkopf sehr ähnlich zu einem Single Ended aktiven Tastkopf wie dem HZO30. Wird für eine Applikation ein aktiver Tastkopf benötigt, kann somit der teurere differentielle Tastkopf wie z.B. der HZO40 die bessere Wahl sein.

Zusammenfassung:

Der Einfluss von passiven Standardtastköpfen auf das zu messende Signal kann mit wenigen einfachen Maßnahmen wie einer kurzen Massefeder deutlich verringert werden. Für Schaltungen die empfindlich auf kapazitive Lasten reagieren, muss auf aktive Tastköpfe zurückgegriffen werden. Spielen Masseprobleme und/oder differentielle Signale eine Rolle, ist der Einsatz von Differenztastköpfen unabdingbar. Einen Tastkopf für alle Anwendungen gibt es nicht, um bestmögliche Messergebnisse zu erzielen muss der jeweils Passende ausgewählt werden.