

Tastkopf an elektronischen Messgeräten.

Oft taucht bei Beratungen via „www“ diese Frage auf:

**Welchen Zweck hat ein am Eingang von Messgeräten, wie Voltmeter oder Oszillograph, angeschlossener Teiler -Tastkopf, von meistens 10:1 Und gleich danach:
Warum muss überhaupt ein Tastkopf verwendet werden, der auch noch individuell angepasst, sprich „kompensiert“ sein muss?**

Hier die Hintergründe dazu.

Abschirmkabel haben pro Meter Länge eine Kapazität von ca. 75 bis 150pF. Voltmeter und Oszillographen eine Eingangskapazität von typisch 35 bis 45pF parallel dazu einen ohmschen Anteil von 1Megohm.

Bei grösseren Abweichungen von C und oder R braucht es einen anderen Tastkopf als den hier beschriebenen

Ebenfalls und weit notwendiger, bei Frequenzen oberhalb 10 oder 20 MHz.

Bei vernünftigen Beschreibungen der Tastköpfe, ist die jeweilige Bandbreite und die zulässigen Eingangswerte des Messgerätes angegeben.

Bei hochwertigen Messgeräten, haben die Tastköpfe eigene Bezeichnungen und sind damit klar einem Gerat zugeordnet und nur dafür geeignet.

Wozu das alles?

Um das Messobjekt nicht mit einer Kapazität von typisch (100+35 pF) 135 pF zu belasten, was zu völlig falschen Ergebnissen führt, greift man zu einem Trick.

Wie geht das?

Man schaltet einen ohmschen Teiler von meist 10:1 oder 20:1 bis 100:1 vor das Messkabel. Damit werden die 135 pF theoretisch und auch praktisch, auf 13,5pF reduziert. Misst man damit bei DC oder 100 bis 400 Hz, geht das noch!

Warum?

Der Tastkopf als Spannungsteiler setzt sich zusammen aus: dem Eingangswiderstand von 1Megohm des Messgerätes und einem Vorwiderstand von 9Megohm. Bei DC ergibt das eine Teilung von 10:1. Am Messgerät erscheint also 1/10 der Spannung wie sie am Objekt vorhanden ist, welches daher zunächst nur mit 10Megohm belastet wird.

Die Eingangskapazität hat damit einen extrem kleinen Wert von wenigen pF. Sollen mit dieser Anordnung Frequenzen höher als die 400Hz gemessen werden, kommt es zu erheblichen Messfehlern.

Der Grund?

Die Kabel und Eingangskapazität von wie oben gezeigt von 135pF liegt parallel zum unteren Teilerwiderstand (Eingang des Messgerätes) von 1Megohm.

Der Teiler angenommen sind 10:1 wird damit aber stark frequenzabhängig. Um das zu umgehen, greift man wieder zu einem Trick.

Parallel zum oberen Teilerwiderstand schaltet man eine Kapazität die sich dort umgekehrt wie die Widerstände verhält. (kleine Kapazität, hoher Wechselstromwiderstand)

Wenn wie angenommen die Kapazität im unteren Teil 135pF beträgt, muss im oberen Teil eine Kapazität liegen, die 9mal kleiner als 135pF sein muss, also 15pF.

Damit besteht der Tastkopf aus einem Widerstand von 9Megohm, dazu parallel 15pF. Das ergibt dann einen Teiler, der die Spannung 10:1 teilt, den reellen Widerstand auf 10Megohm heraufsetzt und die Kapazität auf 15pF herabsetzt.

Mit so einer Einrichtung kann man schon vieles machen, ohne die Quelle zu stark zu belasten.

Leider stimmt das alles nur, wenn sowohl der Eingangswiderstand und die Eingangskapazität des Messgerätes normiert ist, das heisst: immer gleich ist! Beim DC -Wert ist das machbar, beim AC -Wert aber nicht.

Um das aber zu erreichen, legt man parallel zum Eingang des Messgerätes eine veränderliche Kapazität (Trimmer), mit deren Hilfe das Messgerät auf den richtigen (normierten) C -Wert abgeglichen wird.

In der Mehrzahl findet man aber heute eine andere Technik bei den Tastköpfen vor. Der untere C -Wert wird nicht im Messgerät, sondern im Tastkopf abgeglichen. Dazu sitzt vorne im Tastkopf, oder hinten am Kabelende, am Steckerteil, eine abgleichbare Kapazität (C-Trimmer)

Mit Hilfe dieses Trimmers wird das Teilverhältnis bei hohen Frequenzen an das bei tiefen (nahe null Hertz) angepasst. Am einfachsten geschieht das bei Oszillographen, mit einer Rechteckspannung, indem (*man die Dachschräge auf einen waagrechten Verlauf einstellt*)

Nach Einwände aus dem Forum zu obiger Anweisung, habe ich den Vorgang als Anweisung hier besser (professioneller) dargestellt.

Als Anlage eine professionelle Darstellung der Kompensation eines Spannungsteilers.

Entnommen dem „Elektronik Ingenieur“ einer Beilage der Funktechnik Nr. 6 von 1955 Seiten 117 und 118.

Bei Eichspannungen mit einem Rechteck mit steilen Anstiegs -Flanken, wird besser auf das richtige „einschwingen“ des Rechtecks abgeglichen.

Die Anstiegsflanke soll weder überschwingen, noch abgerundet sein.

Im ersten Fall spricht man von Überkompensation, im zweiten von Unterkompensation.

Praktischerweise ist bei vielen Typen diese Möglichkeit eingebaut.

Bei Voltmetern geht das leider nicht immer. Es gibt dort oft zwei eingebaute Quellen mit „high“ und „Low“. Dort werden zwei differente

Frequenzen bereitgestellt mit deren Hilfe der Abgleich gemacht werden kann.

Hat man das nicht, muss mit einem HF- oder NF-Generator die Eichung bei tiefen und hohen Frequenzen gemacht werden. Das dieser Generator „linear“ sein muss, versteht sich selbst!

Ende

Hans M. Knoll

Gewidmet: meinem Freund Christian.