

Detektieren von Alphastrahlung mit dem PIN-Dioden Zähler

Bernd Laquai 6.6.12

Es geht so das Gerücht um ein PIN-Dioden Zähler kann keine Alpha-Strahlung detektieren. Dieses Gerücht ist zwar falsch aber man kann nachvollziehen warum es entstanden ist. Deswegen hier ein Versuch der Klarstellung.

Zunächst mal sind Alpha-Strahlen wesentlich energiereicher als Gamma-Strahlung, deswegen ist zu erwarten, dass der Detektor auch wesentlich weniger empfindlich sein muss um auf Alpha-Strahlung zu reagieren. Das lässt sich auch nachweisen, nur gibt es da ein anderes Problem. Alpha Strahlen sind langsam genug und mit relativ viel Masse verbunden (geladene Heliumkerne) so dass sie sofort mit jeder Materie wechselwirken und dabei schnell völlig absorbiert werden selbst von nur zehntel mm dicken Folien oder gar der Luft.

Das bedeutet, dass man braucht keinen besonderen Detektor braucht also nicht mal eine besondere PIN Diode, eine normale PN-Photodiode, wie beispielsweise die BPW21R von Vishay tut es da. Aber es darf sich nichts im Strahlengang befinden und man muss in Luft näher als 4cm ran an die Probe. Dann sieht man auch die starken Alpha-Pulse am Messverstärker.

Nun taucht ein weiteres Problem auf, dass man nämlich eine Photodiode (oder einen Transistor) benötigt, deren Gehäuse man so öffnen kann, dass der möglichst großflächige PN-Übergang mit der Oberfläche ganz frei liegt. Dieser PN-Übergang darf auch nicht besonders passiviert sein (höchstens mit einer einige Mikrometer dünnen SiO_2 Schicht). Der einfachste Weg dafür ist, sich eine Photodiode im TO-5 Gehäuse mit Glasfenster zu besorgen. Mit einem kleinen Schleifgerät und einer Trennscheibe kann man das Gehäuse vorsichtig aufschleifen und das Glas abnehmen. Vorsicht: Ein Anschluß der Diode ist meist das Gehäuse und der andere ist über einen ganz feinen Bonddraht gemacht, der am Rand der Oberfläche auf ein kleines Alupad gebondet ist. Auf diesen Draht ist zu achten, er reißt leicht ab und damit ist die Diode zerstört.

Nun bring man den Messverstärker am besten zusammen mit der Probe in ein Metallgehäuse zur Schirmung (z.B. eine große Blechschachtel) und führt den Ausgang lichtdicht nach außen. Im Innenraum rückt man die geöffnete Photodiode bis auf wenige Zentimeter an die Probe heran. Sobald man die Reichweite der Alphastrahlen erreicht hat, sieht man wie plötzlich die Impulsstärke des Messverstärkers einen massiven Sprung macht. Der Messverstärker des „Stuttgarter Geigerle“ z.B. geht dann völlig an den Anschlag während man bei größeren Abständen deutlich geringere Amplituden ($<1\text{V}$, je nach Photodiode) der Beta-bzw. Gammastrahlung sieht.

Eine Probe die vorwiegend Alphastrahlung aussendet ist natürlich von Vorteil aber auch sie darf nicht durch ein Glas (z.B. das Glas einer alten Uhr) abgedeckt sein. Die Am-241 Strahlungsquelle eines alten Rauchmelders erzeugt fast ausschließlich Alphastrahlung und nur ganz wenig Gammastrahlung, hier ist der Effekt besonders deutlich zu erkennen. Aber man sollte besondere Vorsicht mit solchen Proben walten lassen und sicher stellen, dass keine Krümel abfallen, die man verschlucken oder einatmen könnte.

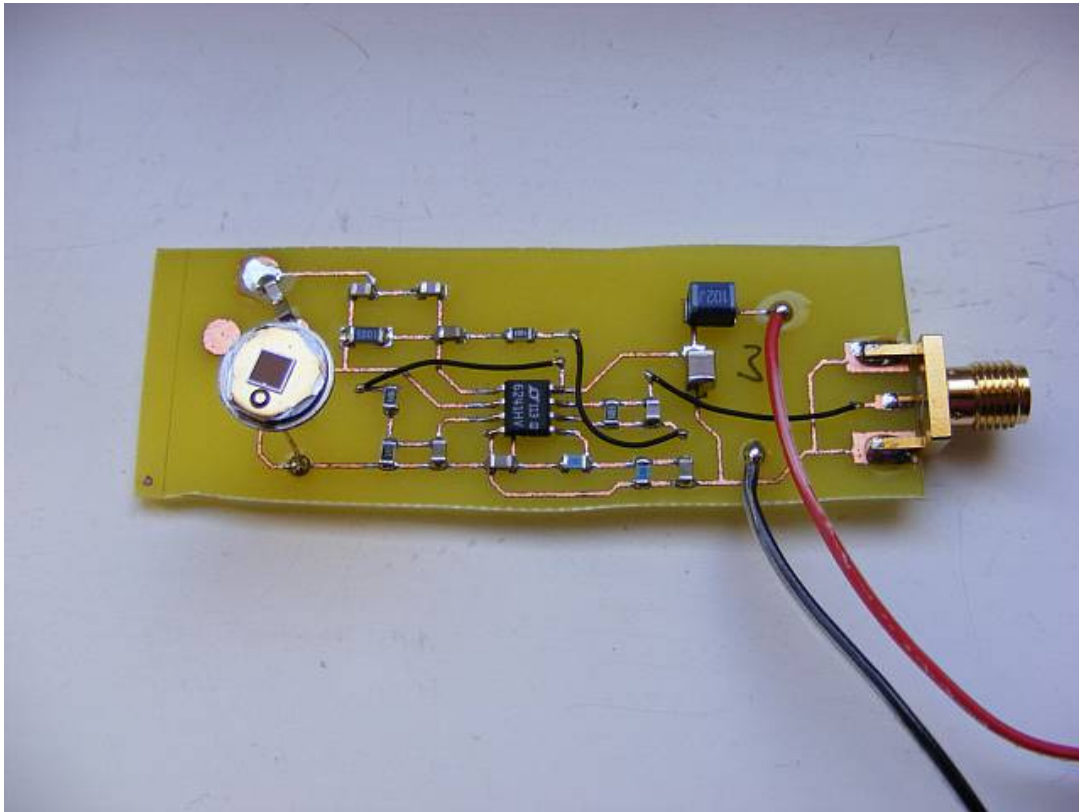


Abb. 1: Testplatine mit Messverstärker (Geigerle Schaltung mit LTC6241HV als OP) und BPW21R im geöffneten TO-5 Gehäuse (Trimmkondensator ersetzt durch 100pF Festwert)

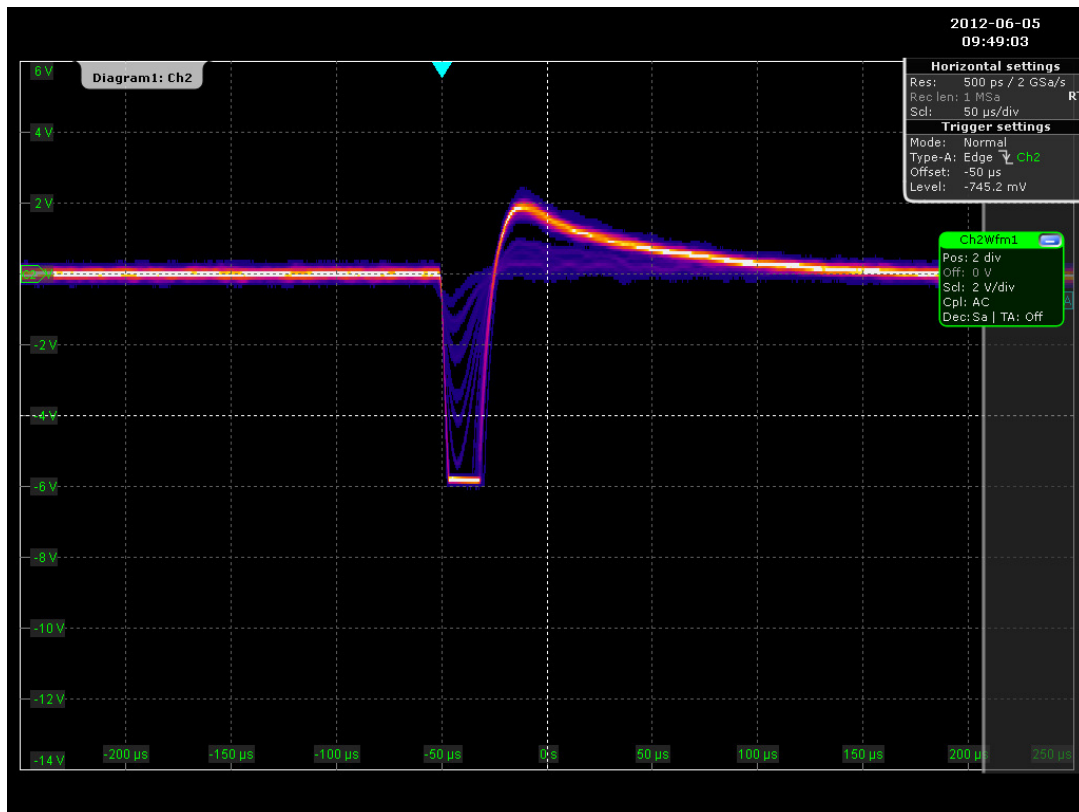


Abb. 2: Signal am Ausgang des Messverstärkers bei Bestrahlung der geöffneten Photodiode mit der Am-241 Quelle eines Rauchmelders (AC-Kopplung). Man sieht, dass die meisten Pulse (weiße Färbung) den Verstärker bei -6V völlig in die Übersteuerung treiben.

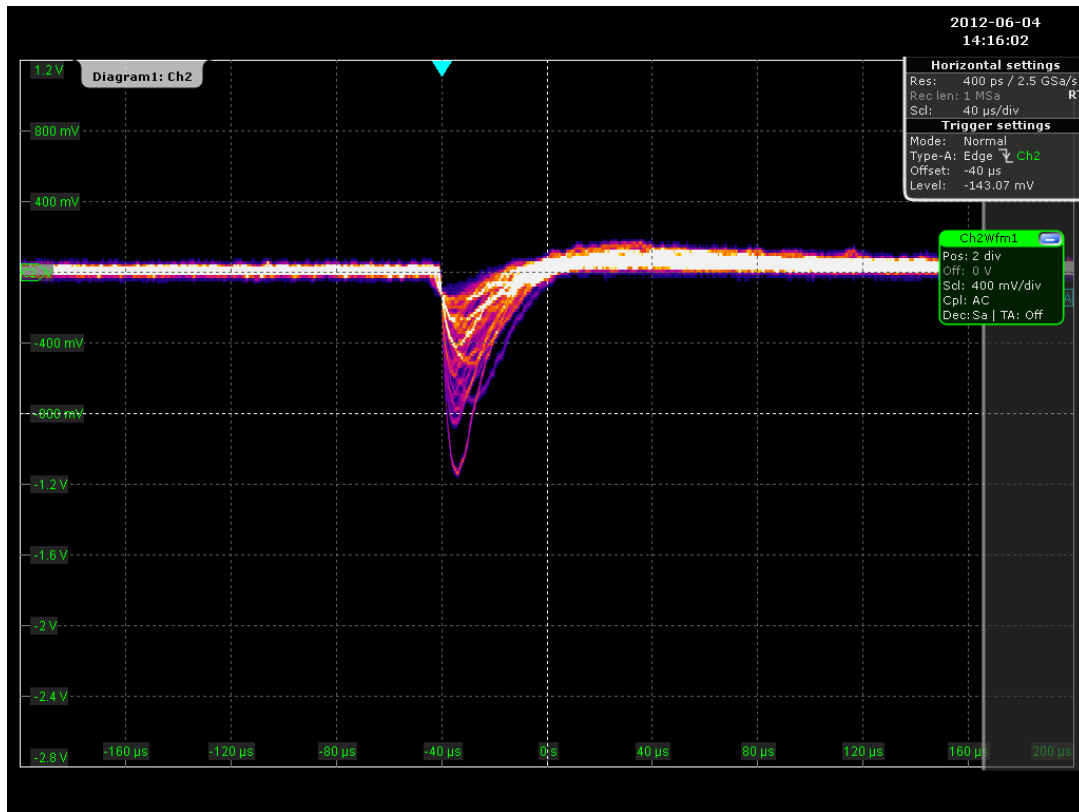


Abb. 3: Signal am Ausgang des selben Messverstärkers bei Bestrahlung mit einem thoriumhaltigen Glühstrumpf, der in einer Papiertüte verpackt ist. Man beachte die andere Skalierung. Die deutlich schwächeren Pulse können nur von der Beta-/Gammastrahlung aus der entsprechenden Zerfallskette des Thorium herrühren.