

Untersuchungen am Photomultiplier R594 und Spannungsteiler von Hamamatsu

Kay Wittenburg
MKI
MKI-Note-17-02-98

1) Einleitung

Der Photomultiplier R 594 (PM; Fig. 1) ist verbunden mit einem Bleiglaszähler und stammt aus dem ehemaligen PETRA Experiment Jade. Dieser Zähler soll als Bremsstrahlungsdetektor für die wire-scanner im TTF dienen. Um im Pulsbetrieb linear zu messen, schlägt HAMAMATSU einen entsprechenden Spannungsteiler vor (siehe Fig. 2):

In den alten DESY - Beständen haben wir einen Spannungsteiler gefunden (Divider 1), der den 'General Parameter' Teiler von HAMAMATSU entspricht. Dieser wurde verglichen mit einem leicht umgebauten Teiler, der dem 'Pulse Linearity Measurement' Teiler von Hamamatsu in etwa entspricht (Divider 2).

2) Messungen

2.1) Versuchsaufbau und Durchführung

Es wurde eine Leuchtdiode (LED) am Ende eines Bleiglaszählers befestigt und gegen äußeres Licht abgeschirmt. Mit kurzen positiven Signalen wurde die LED angesteuert und die Reaktion des PMs beobachtet. Die Amplitude der LED wurde mit einem 500 Hz sinusförmigen Signal moduliert um einen wire-scan Pulszug zu simulieren¹. Die Signale wurden mit einem analogen Oszilloskop und einem digitalem Oszilloskop beobachtet. Der digitale Scope wurde von einem PC ausgelesen und die Resultate mit Excel dargestellt.

2.1.1) Signallänge des PMs mit verschiedenen Spannungsteilern.

Alle Versuche wurden bei einer Hochspannung von $HV=1.86$ kV durchgeführt.

Fig. 3 zeigt Rauschsignale des PMs mit Teiler 2. Sie haben eine Länge von etwas mehr als 50 ns, was damit die gemessene Zeitkonstante des PMs ist. Fig. 4 und Fig. 5 zeigen die großen Signale auf einen hohen LED Puls mit den beiden Versionen des Teilers. Die Signallänge beträgt dabei mehr als 100 ns, was das Abklingverhalten der LED widerspiegelt. Es wurde festgestellt, daß der PM sich ab Frequenzen von mehr als 3 MHz nach hohen Signalen es nicht mehr vollständig erholt. Kleine Signale erholten sich noch bis ca. 6 MHz. Nach den Meßergebnissen der Rauschmessung und den technischen Daten ist jedoch mit einer möglichen Wiederholfrequenz von bis zu 10 MHz zu erwarten, daß keinerlei Einflüsse auf dem Signal zu sehen sein werden.

2.1.2) Sättigung des PMs bei modulierten Pulszügen.

Alle Versuche wurden bei einer Hochspannung von $HV=1.86$ kV durchgeführt

Fig. 6 zeigt das Sättigungsverhalten des Teilers 1 ab einer LED Signalthöhe von $>8V$. Die modulierte Kurve verzerrt bei PM - Amplituden $>500mV$. Der Teiler 2 läßt PM - Amplituden von >650 mV zu ohne zu verzerren (Fig. 7). Leider war es technisch nicht möglich, größere LED Signale als 9 V zu erzeugen, da der Pulser dazu nicht in der Lage war. Diese Experimente wurden bei einer Frequenz von $f=3$ MHz durchgeführt. Fig. 8 zeigt das Verhalten des PM Signals bei höheren Frequenzen; es geht deutlich nicht mehr zurück auf 0 V. Möglicherweise ist das jedoch ein Effekt der LED, die zu lange nachleuchtet.

¹ Modulationsfrequenzen zwischen 10 Hz und 10 kHz hatten keinen Einfluß auf die Resultate.

3) Zusammenfassung

Der kurze LED Puls simuliert das Bremsstrahlungs - Signal von einem Bunch im TTF. Da erst durch Monte – Carlo - Rechnungen abgeschätzt werden kann, wie groß die Effizienz des Zählers an seiner Position sein wird, können im Moment noch keine Vorhersagen über die Signalgröße des Zählers am TTF gemacht werden. Auf jeden Fall lassen die hier durchgeführten Experimente den Schluß zu, daß die PM - Signal - Amplitude nicht größer sein sollten als ca. **500 mV**, um Verzerrungen des Signals auszuschließen. Dabei sind mit dem Spannungsteiler 2 noch höhere Signale möglich, es sollten aber zur Sicherheit diese Grenze nicht überschritten werden. Eine Wiederholfrequenz von 10 MHz scheint möglich, bei diesen Experimenten war die Frequenz auf 3 MHz limitiert auf Grund der Nachleuchtzeit der LED.

4) Danksagung

Die Messungen und der Umbau des Spannungsteilers sind mit der hervorragenden Hilfe von Olof Gutofski im Rahmen seines Schülerpraktikums durchgeführt worden.

3 inch Dia. Types with Circular Faceplates

Type No.	Features	Spectral Response Range (nm) Curve Code	Outline No.	Dynode Structure No. of Stage	Maximum Ratings		Cathode Sensitivity			Anode to Cathode voltage (Vdc)
					Anode to Cathode Voltage (Vdc)	Average Anode Current (mA)	Q.E. Typ. (%)	Luminous Typ. ($\mu\text{A/lm}$)	Blue Min. Typ. ($\mu\text{A/lm-b}$)	

3 Inch (76 mm) Dia. Types

R594	Good stability	300 - 850A	③	Box/10	2000	0.1	28	95	10.0	11.5	1500
------	----------------	------------	---	--------	------	-----	----	----	------	------	------

Anode Sensitivity		Anode Dark Current		Typical Current Amplification	Typical Time Response			Typical Pulse Height Resolution (%)	Stability		Pulse Linearity		Type No.
Luminous Typ. (A/lm)	Blue Typ. (A/lm-b)	Typ. (nA)	Max. (nA)		Rise Time (ns)	Electron Transit Time (ns)	T.T.S. (ns)		Long Term (%)	Short Term (%)	2% Deviation (mA)	5% Deviation (mA)	
70	8.5	10	70	7.4×10^5	11	65	9.0	7.0 ^{NaI (2" x 3")}	0.5	0.5	13*	15*	R594

NOTES

- ① *...Newly listed in this catalog.
- ② See page 28.
- ③ Dynode structure
 Box : Box-and-grid
 M : Proximity mesh
 B + M : Box-and-grid plus mesh
- ④ Averaged over any interval of 30 seconds maximum.
- ⑤ The maximum ambient temperature range is -80 to +50°C.
- ⑥ Voltage distribution ratios are shown on page 24.
- ⑦ The radiation source is ¹³⁷Cs.
- ⑧ *Types are measured with special voltage distribution ratios shown in the table on page 25.

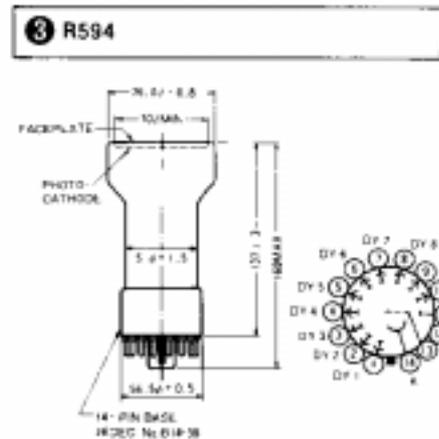


Fig. 1: Parameters of the Photomultiplier R 594. From the Catalogue: Photomultiplier Tubes, HAMAMATSU, Dec/86

Spannungsteiler fuer PM R594

Drehpotentiometer

R = 2,2 M OHM
R(1-13) = 89 k OHM

Widerstände

	Teiler 1	Teiler 2	
R1 - R6	56	56	k OHM
R7	56	94	k OHM
R8	56	151	k OHM
R9	56	168	k OHM
R10	56	66	k OHM
R11	10	10	k OHM
R12	10,1	10,1	M OHM

Kondensatoren

Teiler 1		Teiler 2	
C1	470 pF	C6	4,7 nF
C2	1 nF	C7	22 nF
C3	1 nF	C8	22 nF
C4	1 nF	C9	22 nF
C5	4,7 nF		

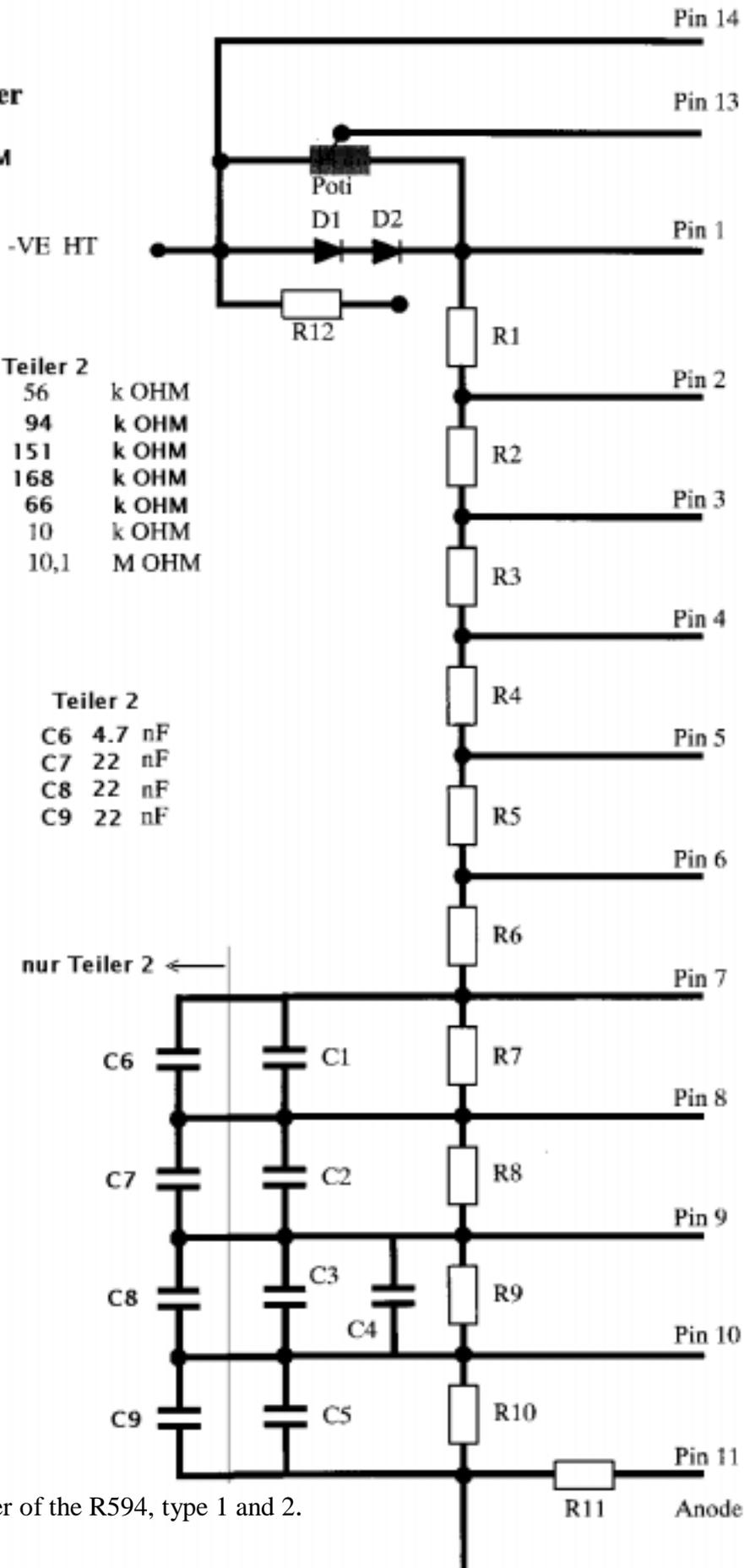


Fig. 2: Voltage divider of the R594, type 1 and 2.

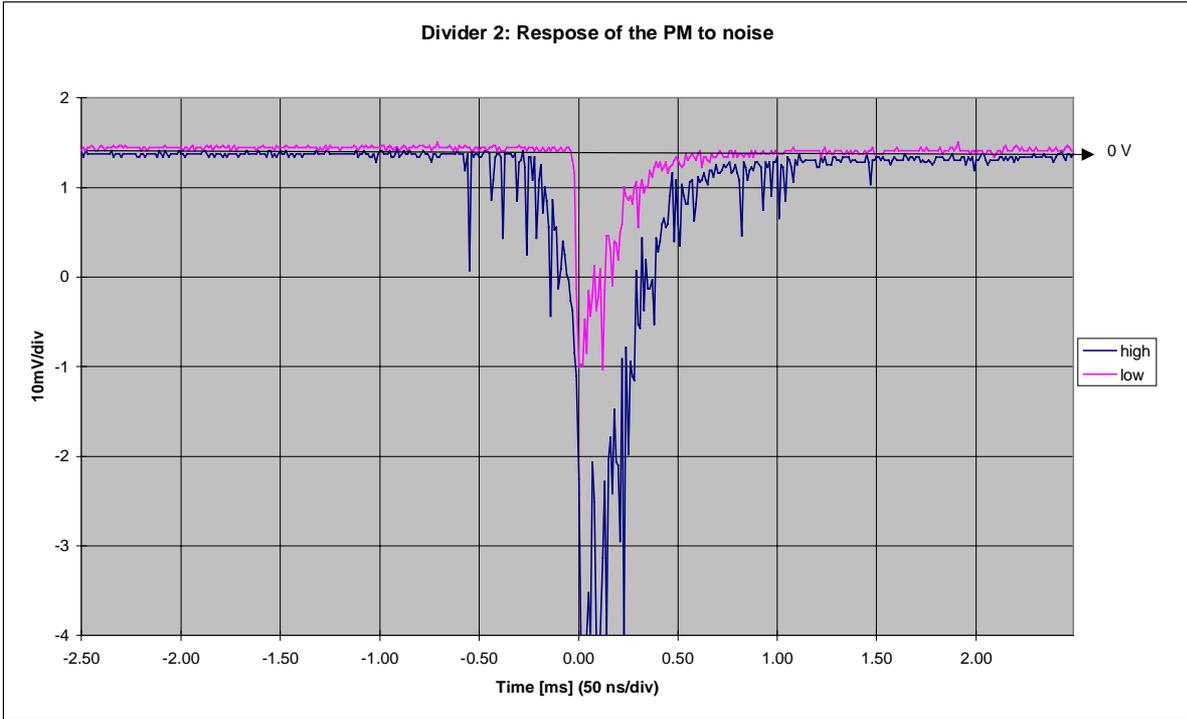


Fig. 3: The two traces are forming the envelope of the noise pattern of the R594. They show the intrinsic time constant of the PM and divider.

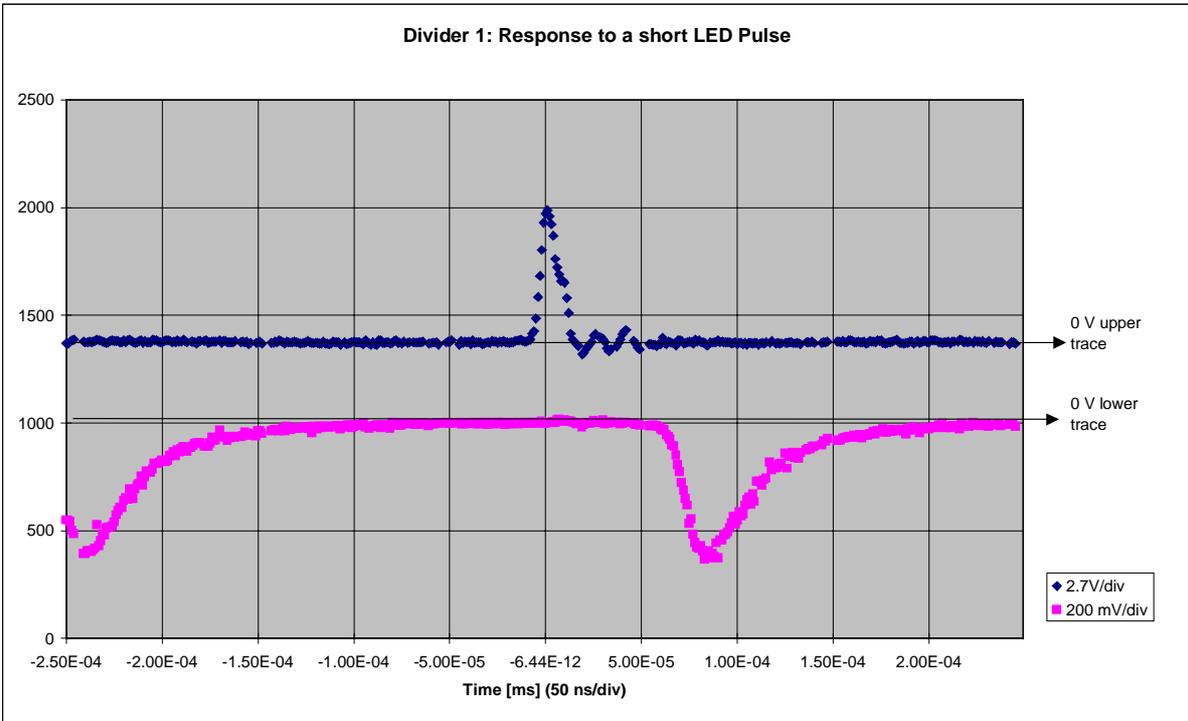


Fig. 4: The upper trace shows the pulse receiving the LED. The lower trace shows the response of the PM.

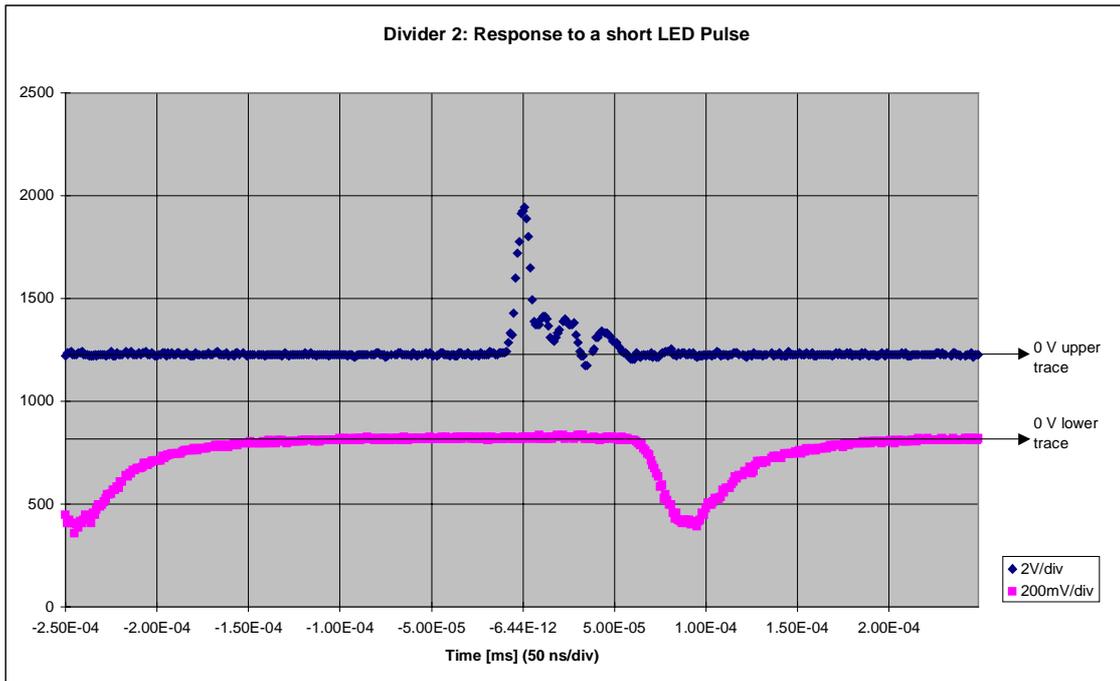


Fig. 5: The upper trace shows the pulse receiving the LED. The lower trace shows the response of the PM.

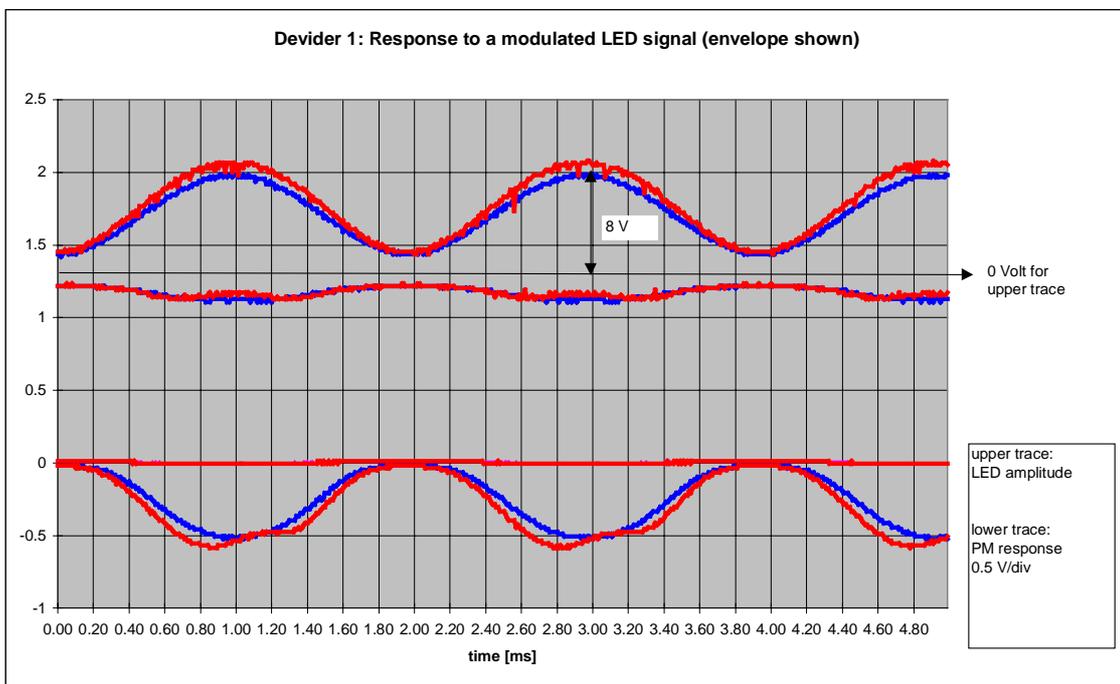


Fig. 6: Two slightly different Amplitudes of the pulse train at the LED (upper) and the response of the PM. It shows some saturation at the higher amplitude. The traces are the envelopes of the signals which contains the modulated spikes.

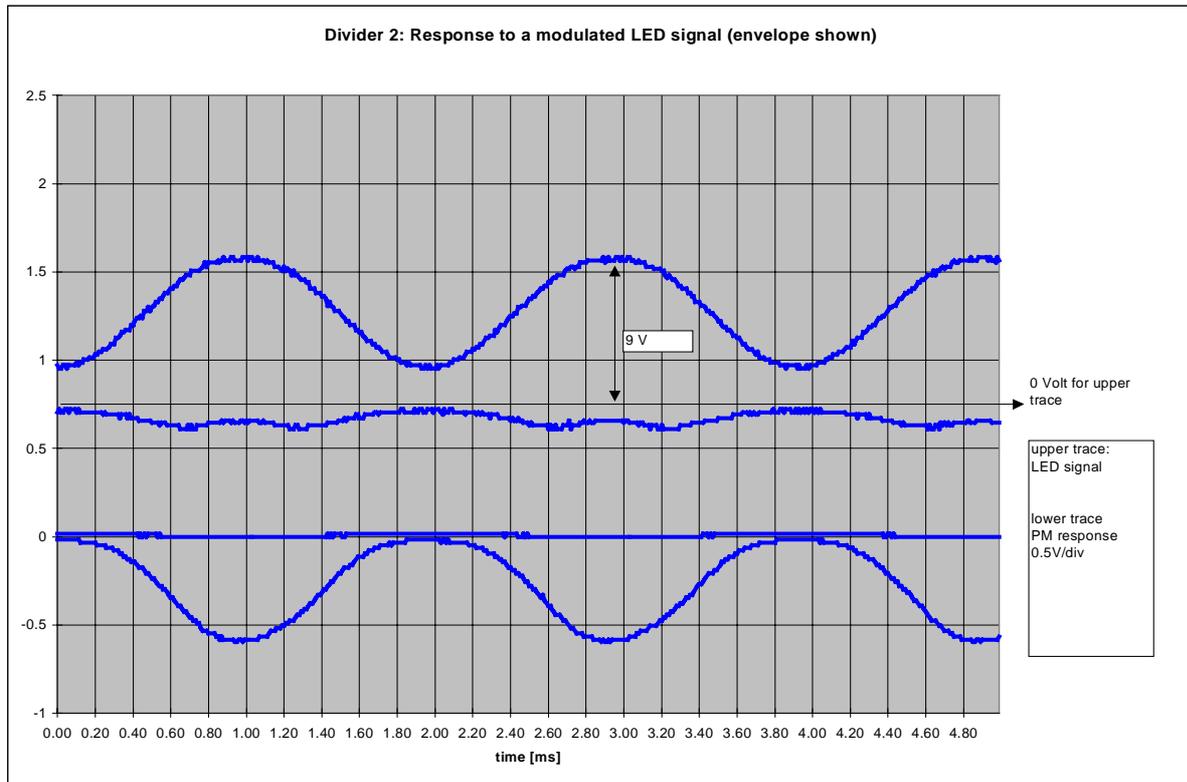


Fig. 7: The PM shows nearly no distortion at the highest possible LED amplitude. The traces are the envelopes of the signals which contains the modulated spikes.

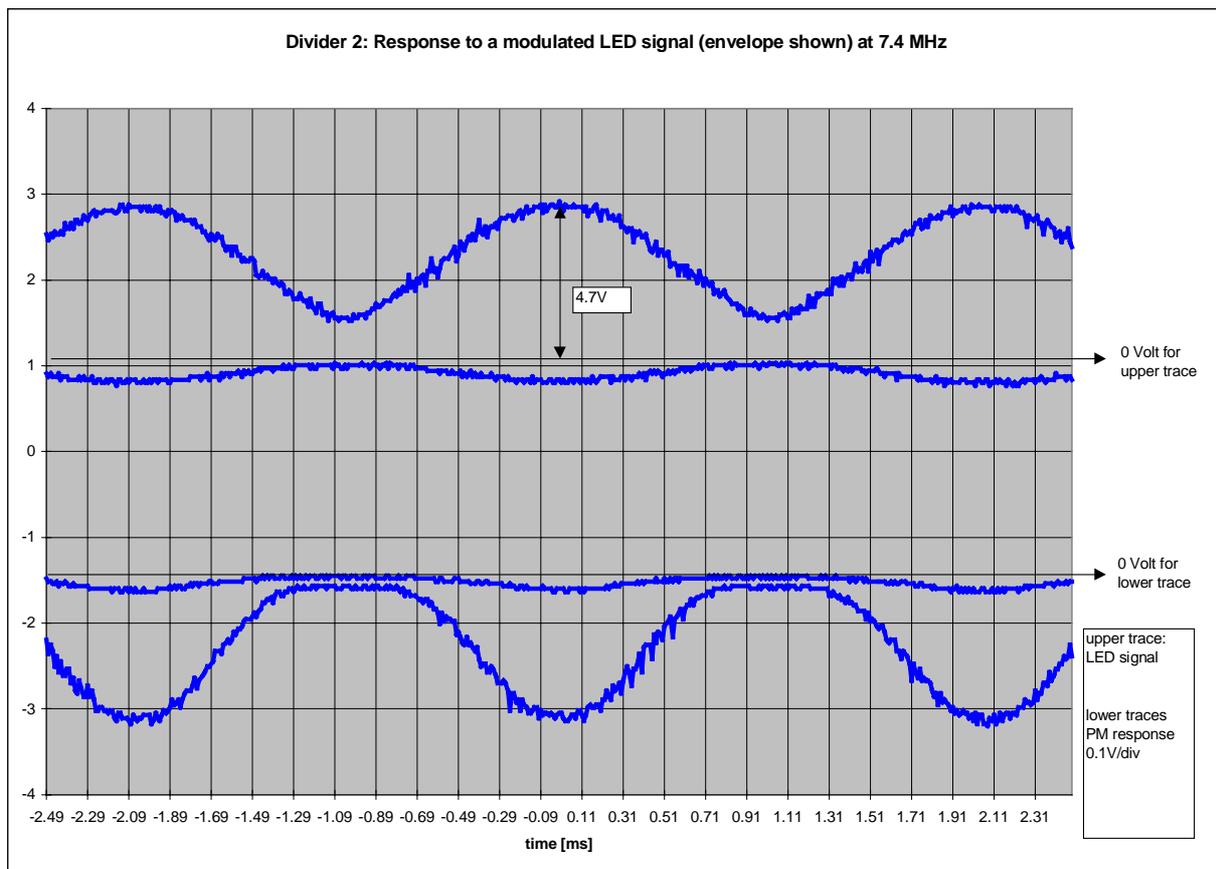


Fig. 8: At a repetition rate of 7.4 MHz the PM shows a distortion of the base line. The signal does not recover completely to 0V. It might be an effect of the afterglow of the LED.