

Kabelwahnsinn

Impedanz von koaxialen Wellenleitern

Allgemeines

Elektrische Signale breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus und benötigen für die Strecke von einem Meter etwa fünf Nanosekunden (5ns/m). Bei schnellen Signalen fehlt somit die unmittelbare Wechselwirkung zwischen Signalquelle und Lastimpedanz, es herrscht Wellenausbreitung. Daher gibt es Wellenleiter, die durch ihren Kapazitätsbelag und Induktivitätsbelag eine ihrer Leitungsimpedanz entsprechenden Leistung aufnehmen und weiterleiten. Damit die Lastimpedanz die gesamte transportierte Leistung aufnehmen kann müssen Leitung und Last die gleiche Impedanz aufweisen. Ansonsten wird die unverbrauchte Leistung zum Sender zurückreflektiert.

In der Funktechnik haben sich je nach Einsatzbereich verschiedene Impedanzwerte – insbesondere 50Ω und 75Ω – als Standard eingebürgert. Daher muss beim Aufbau entsprechender Anlagen auf die richtigen Kennwerte geachtet werden, da in den seltensten Fällen Reflexionen auf der Leitung erwünscht und vertretbar sind.

Testschaltung

Da Reflexionen im aufgebauten System nicht immer leicht messbar sind, dient die folgende Schaltung (Abb. 1) zur Untersuchung von Reflexionen. Zusätzlich sind ein Oszilloskop mit 50MHz Bandbreite oder mehr, ein passender Tastkopf und Abschlusswiderstände mit 50Ω und 75Ω erforderlich. Aufgrund von Überschwingern (Abb. 2) im erzeugten Signal lassen sich nur Kabellängen ab fünf Metern vernünftig untersuchen. Der Tastkopf misst direkt an Pin 11 von IC1.

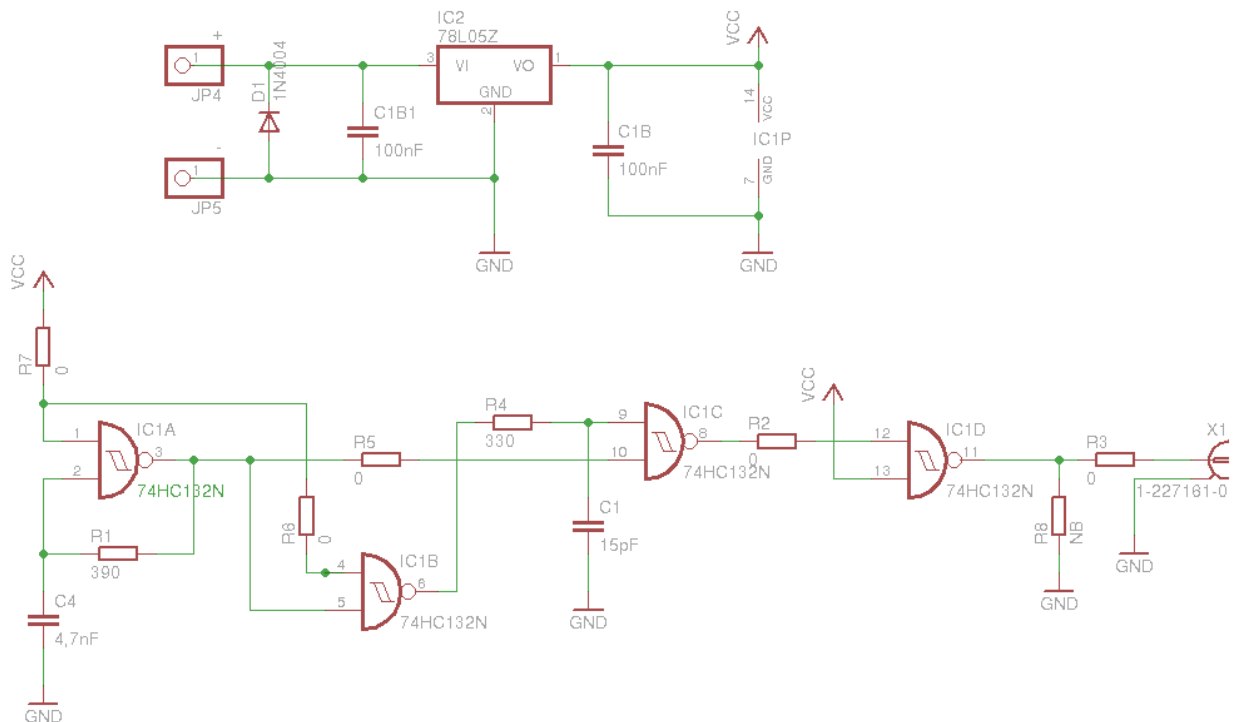


Abb. 1: Schaltbild Impulsgenerator

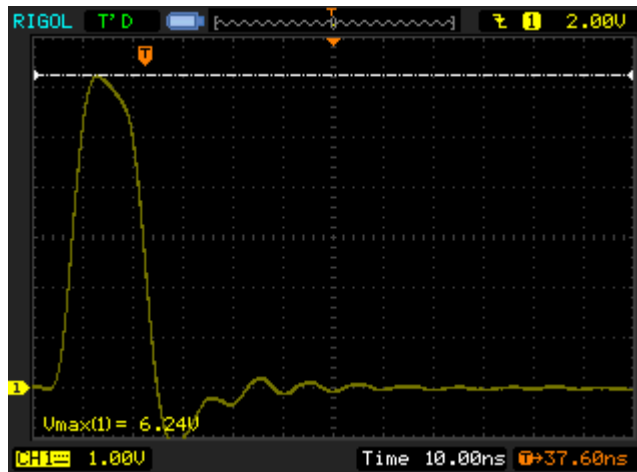


Abb. 2: Impulsgenerator ohne Kabel

Referenzmessung

Vor der Messung eines unbekanntes Kabels empfiehlt sich die Messung mit vertrauenswürdigen Material. Im gegebenen Fall ein 3,30 Meter langes 50Ω-Kabel aus dem Lager. Die Abschlusswiderstände sind mit dem Multimeter gleitstrommäßig geprüft. Abbildung 3 zeigt den Signalverlauf bei offenem Leitungsende mit Totalreflexion. Die Abbildung 4 und 5 bestätigen anhand der Reflexionen, dass es sich um ein 50Ω-Kabel handelt. Der Aufbau eignet sich somit zur Einschätzung von Leitungsimpedanzen.

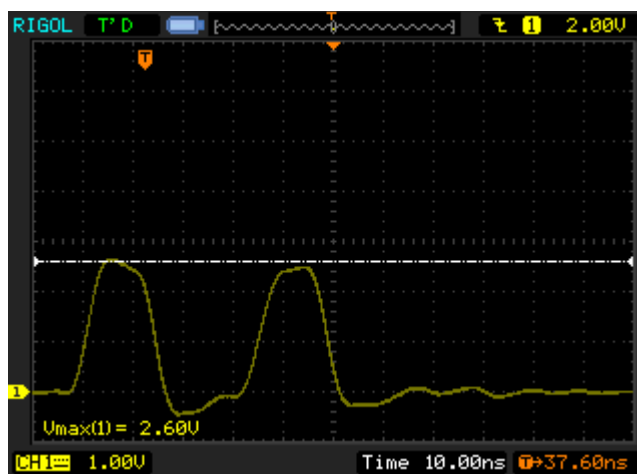


Abb. 3: Referenzkabel mit offenem Leitungsende

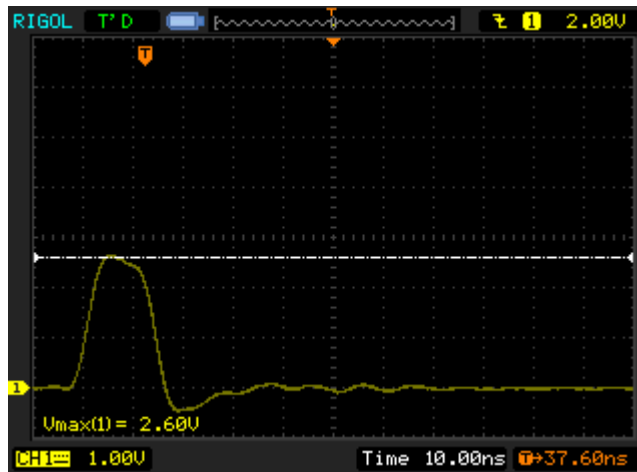


Abb. 4: Referenzkabel mit Abschluss 50Ω

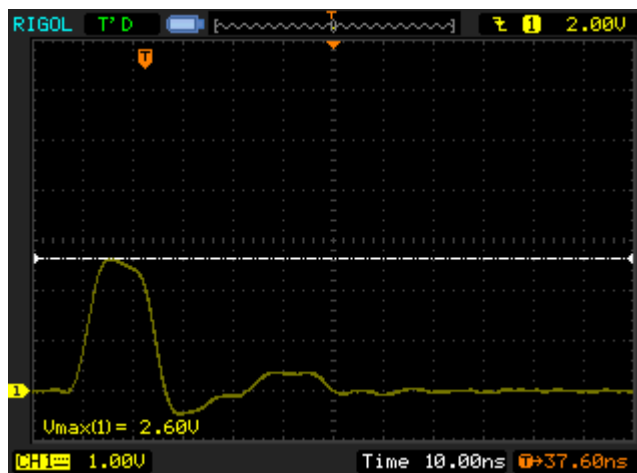


Abb. 5: Referenzkabel mit Abschluss 75Ω

Verdächtiges Kabel

Nach Unstimmigkeiten im Anlagenbetrieb ergab sich der Verdacht, dass ein Kabel nicht die korrekte Leitungsimpedanz aufweist. Die Messreihe erfolgt analog der Bestimmung des Referenzkabels. Schon die Messung mit offenem Leitungsende (Abb. 6) zeigt eine Abweichung von der Referenzmessung, die ein geändertes Verhältnis zwischen Generatorimpedanz und Leitungsimpedanz aufzeigt. Mit 50Ω-Abschluss sind deutlich erkennbare Reflexionen vorhanden (Abb. 7), bei 75Ω-Abschluss nicht (Abb. 8). Somit handelt es sich trotz anderer lautender Beschriftung wohl um ein 75Ω-Kabel.

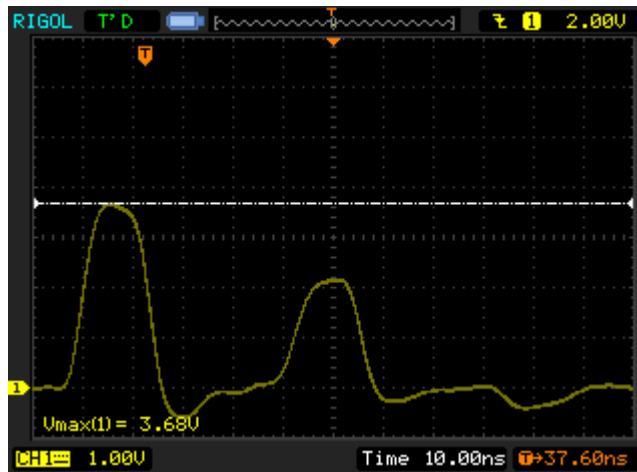


Abb. 6: Verdächtiges Kabel mit offenem Leitungsende

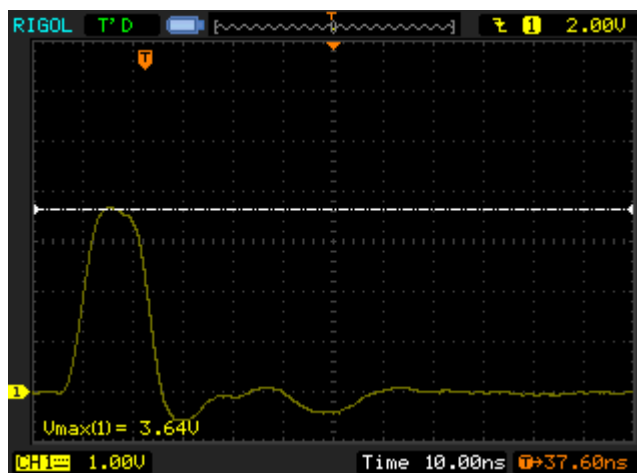


Abb. 7: Verdächtiges Kabel mit 50Ω

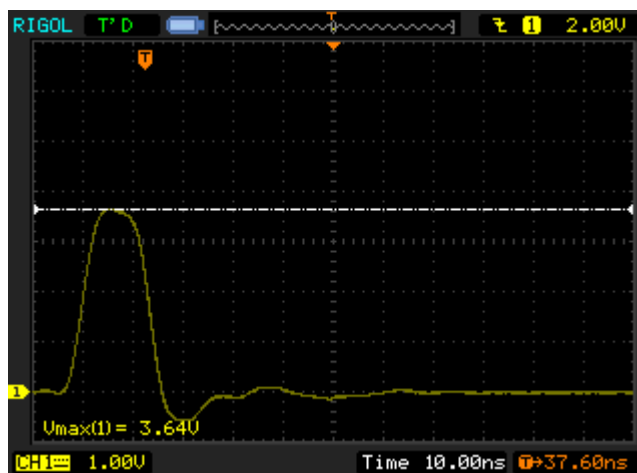


Abb. 8: Verdächtiges Kabel mit Abschluss 75Ω

Zusammenfassung

Der gezeigte Aufbau eignet sich zur Unterscheidung von 50Ω- und 75Ω-Kabeln. Das verdächtige Kabel hat eindeutig nicht die aufgedruckte Leitungsimpedanz. Irgendein Kabelhersteller hat fehlerhaft deklarierte Kabel ausgeliefert.