

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 92 (2001)

Heft: 15

Artikel: Neue Hochspannungsschalter

Autor: Weissberg, Leo

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855733>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Neue Hochspannungsschalter

Schnell, langlebig und reparierbar

Für den Einsatz in Geräten der Massenspektroskopie wurde ein schneller Hochspannungsschalter entwickelt, der in vielen anderen Anwendungen einsetzbar ist. Sein grosser Vorteil: Er ist schnell und kostengünstig reparierbar. Sein Hochspannungsteil ist kaskadierbar, so dass auch höhere Spannungen geschaltet werden können.

Schnelle Hochspannungsschalter sind zwar auf dem Markt erhältlich, aber sehr teuer. Sie haben alle den Nachteil, dass sie hermetisch vergossen und nicht reparierbar sind. Entsteht in der Hochspannungskette ein Überschlag, ist der ganze

Leo Weissberg

Schalter zerstört. Für den wechselnden Einsatz in Geräten der Massenspektroskopie im Forschungsumfeld ist dies nicht akzeptierbar.

Elektrische Überschläge entstehen in der Laborumgebung beispielsweise durch

- lecke Kabel und Stecker
- Alterung der Isolation
- schlechtes oder fehlendes Hochvakuum
- Materialermüdung durch Laserbeschuss
- Fehlmanipulation usw.

Die Laborerfahrung hat gezeigt, dass bei einem Überschlag fast immer nur die Ausgangstransistoren beschädigt werden. Diese wären schnell und einfach zu ersetzen.

Pflichtenheft

Deshalb wurde die Eigenentwicklung eines Hochspannungsschalters beschlossen, der universell (für verschiedenste Projekte einsetzbar) sein sollte, schnell, einfach und kostengünstig reparierbar ist und mindestens 30 000 V Isolation (galvanische Trennung zwischen Eingang und Ausgang) bei 5000 V Schaltspannung aufweist (z.B. Schalten von 20 000 V auf 25 000 V). Seine Ansprechverzögerung (Delay Time) soll höchstens 100 ns betragen bei einer Anstiegszeit

(Rise Time) am Ausgang von 20 ns. Er sollte mit einer Gleichspannung von +5 V betrieben werden (AC-MOS Input). Intern werden 12-V-Treiber zum Ansteuern

aller handelsüblichen Transistoren verwendet (beim Einschalten muss der Transistor kurzzeitig einen sehr hohen Strom liefern können). Der Schalter darf andere hochempfindliche Systeme wie die Ionenstrommessung nicht stören (z.B. durch geschaltete interne Netzteile).

Ausführung

Blockschaltbild

Nach Bild 1 besteht der Schalter im Wesentlichen aus zwei Teilen: der Eingangsstufe (Kleinspannungsseite) und dem Hochspannungsteil (Hochspannungsseite) am Ausgang. Dazwischen liegt die Isolation, die der galvanischen Trennung zum Schutz von Geräten und Personen dient.

Bild 1 Blockschaltbild

5-kV-Hochspannungsschalter mit 30-kV-Isolation

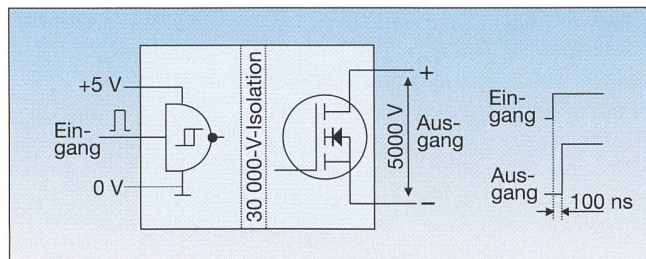


Bild 2 Speisung der Hochspannungsseite

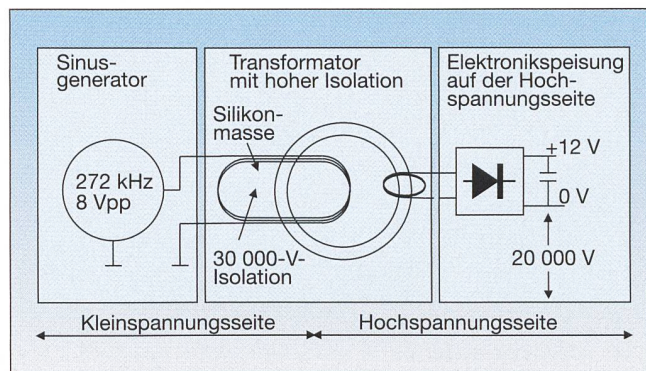
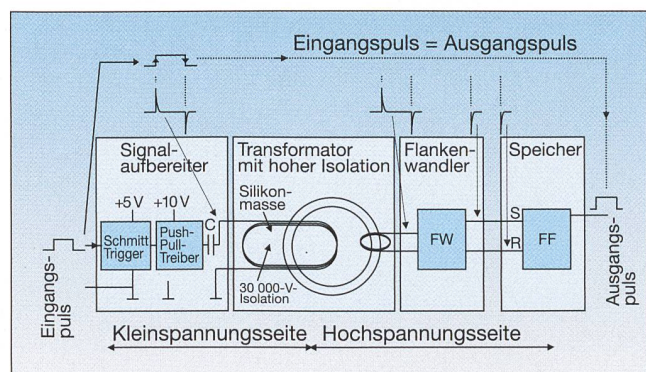


Bild 3 Blockschaltbild für Ein/Aus-Schalter



Elektronikspeisung auf der Hochspannungsseite

Die Hochspannung-Schalttransistoren benötigen einen Treiber und eine Ansteuerlektronik, die ihrerseits mit +12 V gespeist werden müssen. Diese Speisepannung muss mit hoher Isolation, kleiner Koppelkapazität und ausreichender Leistung auf die Hochspannungsseite übertragen werden, was mit Hilfe eines Transformators erreicht wird, der mit einer Sinusspannung von 272 kHz betrieben wird (Bild 2).

Ein/Aus-Schalt-Funktion

Verschiedene Verfahren zum Ein- und Ausschalten des Hochspannungsschalters wurden getestet. Es gelten dieselben Anforderungen: hohe Isolation, hohe Geschwindigkeit und geringe Koppelkapazität. Auch hier wurde das Übertragungsverfahren mit Transformatoren gewählt. Da Transformatoren Gleichstrompegel nicht transformieren können, werden nur die Impulsflanken übertragen.

Der Einschaltbefehl wird in einen sehr kurzen positiven Impuls verwandelt, der Ausschaltbefehl in einen sehr kurzen negativen Impuls (Bild 3). Diese Flankenimpulse können transformiert werden. Auf der Hochspannungsseite werden die beiden Pulse gewandelt und abgespeichert. Dadurch entsteht das genau gleiche Signal wie am Eingang.

Der Ausgangspuls wird nun einem mit +12 V betriebenen Puffer zugeführt, der

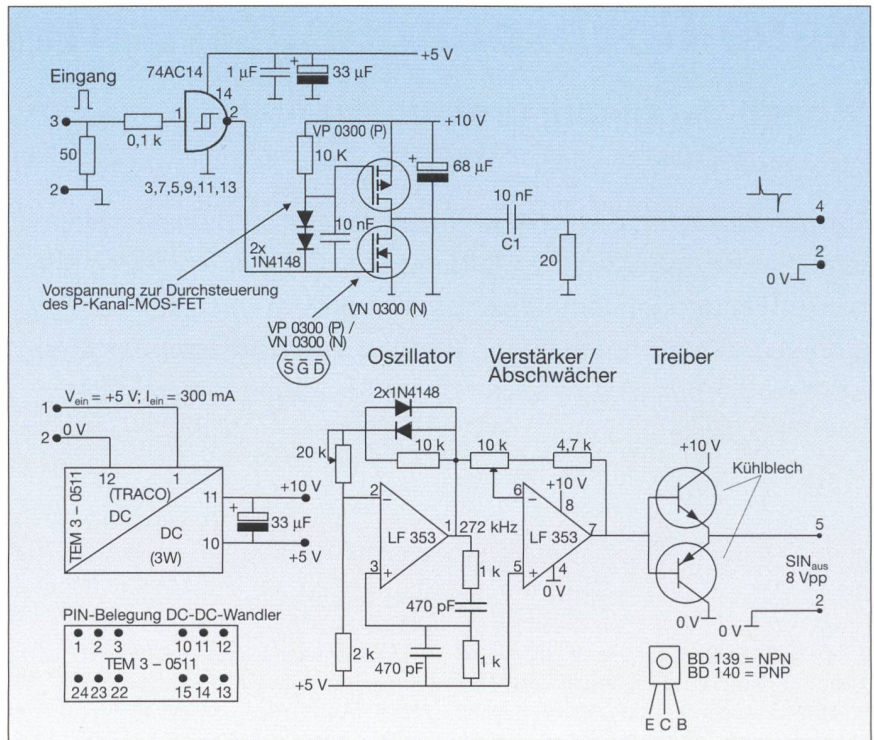


Bild 4 Detailschema Kleinspannungsseite

die verschiedensten Arten von Transistoren ansteuern kann. In diesem Beispiel wird ein Hochspannung-MOS-FET eingesetzt, der etwa 1000 V schalten kann. Sollen höhere Spannungen geschaltet werden, zum Beispiel 5000 V, können 5 solcher Hochspannungseinheiten kaskadiert werden. Dazu ist nur ein Signalauf-

bereiter und ein Sinus-Generator notwendig.

In den Bildern 4 und 5 ist das vollständige Schema eines 5000-V-Schalters dargestellt.

Bild 6 zeigt das typische Verhalten des Hochspannungsschalters (Eingang = 5 V, Ausgang = 5 kV).

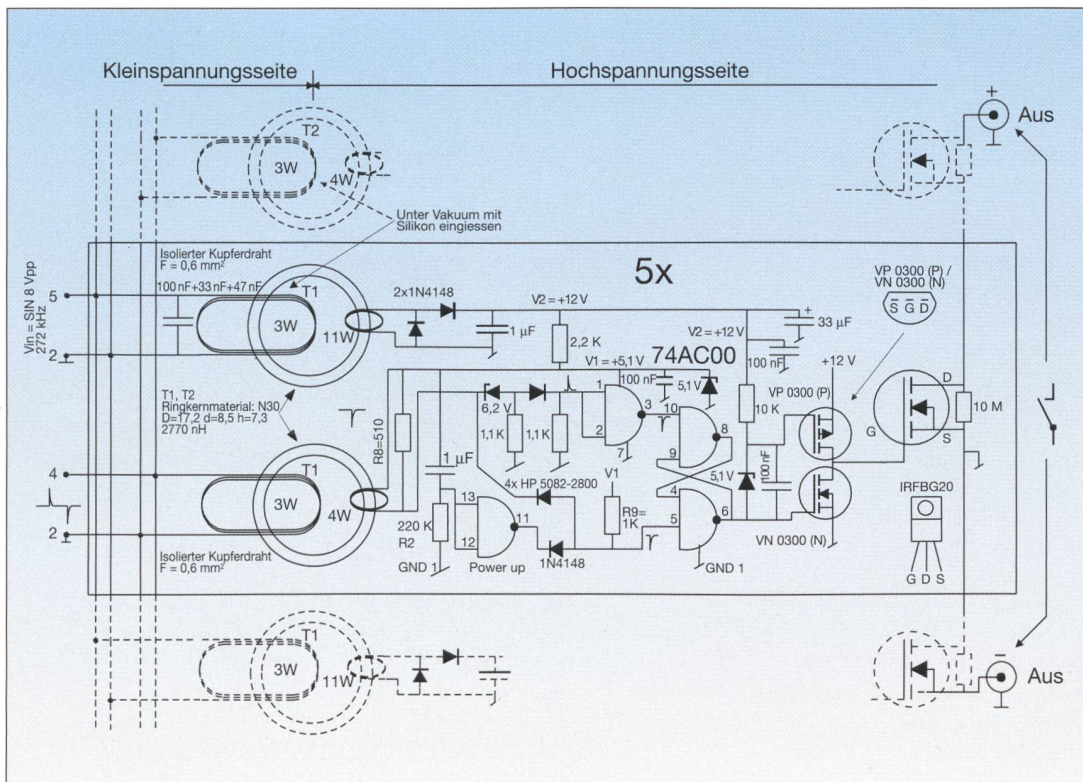


Bild 5 Detailschema Hochspannungsseite

