

Universeller digital gesteuerter dreifacher Analogschalter/Multiplexer 19"-AMX1500-3 für Spannungen bis 1500 V

Version 1.10



Bedienungsanleitung

Dokument-Version A, erstellt am 30.03.2015

Inhalt

Beschreibung.....	4
Abb. 1. Anschlüsse und Bedienungselemente an der Frontplatte.....	5
Technische Daten.....	6
Charakteristik	6
Steuereingang (Buchse In)	6
Schalter	6
Schaltzeiten (Buchse Com)	6
Kühlung	7
Stromversorgung.....	7
Allgemein	7
Lieferungsumfang	7
Funktion des Gerätes	8
Äquivalente Schaltung	8
Abb. 2. Äquivalente Schaltung eines Kanals.....	8
Anschlüsse.....	9
Innenaufbau des Gerätes	10
Abb. 3. Blick von oben in das geöffnete Gehäuse.....	10
Konfiguration der Steuereinheit der Schalter.....	11
Abb. 4. Konfigurationselemente der Steuereinheit der Schalter.....	11
Tab. 1. Kurzschlussbrücken der Steuereinheit der Schalter.	12
Tab. 2. Einstellung der Polarität der Steuersignale (Kurzschlussbrücken CN3-5).....	12
Tab. 3. Einstellung der internen Abschlusswiderstände (Kurzschlussbrücken JP2-4).....	12
Signalformen	13
Abb. 5. Typische Verläufe des Ausgangssignals.....	13
Abb. 6. Testschaltung (links) und Definition der Zeitverzögerungen (rechts).....	14
Lüftersteuerung	14
Stützen der Versorgungsspannungen	14
Abb. 7. Anschlüsse und Einstellungselemente auf der Leiterplatte der Lüftersteuerung.....	15

Inbetriebnahme und Betrieb	17
Inbetriebnahme	17
Betrieb	19
Abb. 8. Ersatzschaltung zur Berechnung der Verlustleistung. ...	20
Abb. 9. Spannungsabhängigkeit der effektiven internen Kapazität der Schalter.....	21
Abb. 10. Frequenzabhängigkeit der maximalen zulässigen Versorgungsspannung.....	22
Abb. 11. Messschaltung zur Bestimmung der Lastkapazität C_{ext} (links) und die Verläufe der Messsignale (rechts).....	23
Wartung und Abstimmung	25
Einstellung der Schaltverzögerung	25
Abb. 12. Typische Verläufe des Ausgangssignals in Abhängigkeit von der Schaltverzögerung der Schalter.	26
Einstellung der Lüftersteuerung	26
Ausfall der Lüfter	27
Schaltbeispiele	29
Abb. 13. Treiber von Piezo-Ventilen	29
Abb. 14. Treiber von elektromagnetischen Ventilen.....	30
Abb. 15. Treiber von geteilten Blenden zum Stoppen geladener Teilchen beider Polaritäten.	30
Abb. 16. Motortreiber.	31
Abb. 17. Treiber von digitalen Ionenfallen.	31
Abb. 18. Treiber von digitalen Teilchenfallen.....	32

Beschreibung

Das Gerät 19"-AMX1500-3 verfügt über drei baugleiche vollkommen unabhängige digital gesteuerte, galvanisch isolierte elektronische Analogschalter.

Die Schalter sind aus Leistungs-MOSFETs aufgebaut, welche schnelle Schaltflanken garantieren. Jeder der Schalter schaltet seinen Ausgang **Com** ähnlich wie ein klassisches Relais zwischen zwei extern angelegten Versorgungsspannungen **Pos** und **Neg** um.

Alle drei Schalter haben unabhängige Bezugspotentiale, die Ausgänge **Com** sowie die Eingänge **Pos** und **Neg** sind von der Gerätemasse (d. h. vom Schutzleiter) galvanisch getrennt und können somit an frei wählbare Potentiale angeschlossen werden. Die Schalter sind mit einer Übertemperatursicherung ausgestattet.

Die Schalter sind in ein 19"-Gehäuse eingebaut. Dieses ist mit einem passiven Kühlkörper an der Rückwand ausgestattet, welcher mit zwei 60 mm-Lüftern zusätzlich zwangsgekühlt wird. Die Regelung der Lüfter erfolgt temperaturabhängig, wodurch ein möglichst leiser Betrieb gewährleistet wird. Die Temperaturüberwachung erzwingt das Abschalten aller Schalter, wenn die Kühlkörpertemperatur die voreingestellte Schwelle überschreitet. Dieser Zustand wird durch grünes Blinken der Leuchtdiode an der Frontplatte signalisiert. Ein etwaiger Ausfall der Lüfter wird durch rotes Blinken der Leuchtdiode angezeigt.

Jeder Schalter wird extern durch eine digitale Spannung angesteuert. Die Steuerspannung wird an die jeweilige Buchse **In** angelegt, alle diese Buchsen sind galvanisch mit der Gerätemasse, d. h. mit dem Schutzleiter verbunden. Durch Kurzschlussbrücken im Gerät kann die Polarität der Steuersignale unabhängig für jeden Schalter umgeschaltet werden. Ferner können 50 Ω -Abschlusswiderstände zugeschaltet werden, um eine korrekte Terminierung der Zuleitungen zu erreichen.

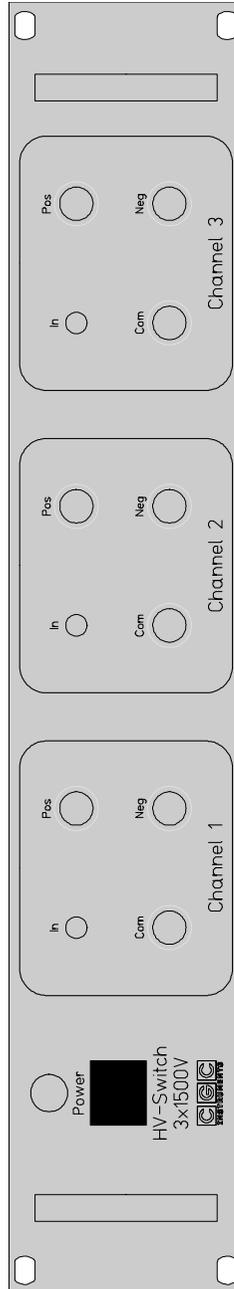


Abb. 1. Anschlüsse und Bedienelemente an der Frontplatte.

Technische Daten

Charakteristik

- drei unabhängige, digital gesteuerte, galvanisch isolierte elektronische Analogschalter
- temperaturgeregelte aktive Kühlung
- Übertemperatursicherung
- 19"-Gehäuse

Steuereingang (Buchse In)

- Anschluss: 50 Ω -LEMO-Buchse, Serie 00
- TTL-kompatibel:
logische 0: $V_L = 0 \dots 0,8 \text{ V}$, logische 1: $V_H = 2,0 \dots 5 \text{ V}$
- optional 5V-CMOS kompatibel:
logische 0: $V_L = 0 \dots 1,5 \text{ V}$, logische 1: $V_H = 3,5 \dots 5 \text{ V}$
- Eingangsimpedanz: $R_{in} = 47 \text{ k}\Omega$ (*pull-up* Widerstand)
zuschaltbar: 50 Ω (*pull-up* Widerstand)
- maximale Arbeitsfrequenz: $f_{max} > 200 \text{ kHz}$, 300 kHz typ.

Schalter

- schaltbare Spannung: $V_{Pos-Neg} \leq 1500 \text{ V}$, $|V_{Pos}|, |V_{Neg}| \leq 1000 \text{ V}$
- alle Potentiale bezüglich der Gerätemasse: $|V_{Xxx-Gnd}| \leq 1000 \text{ V}$
- Dauerstrom: $I_{Pos,DC}, I_{Neg,DC} \leq 0,2 \text{ A}$
- Spitzenschaltstrom: $I_{Com,P} \leq 10 \text{ A}$
- Schaltwiderstand: $R_{Com-Neg,on}, R_{Com-Pos,on} = 215 \Omega$ typ.
- Stützkapazität an den Anschlüssen **Pos** und **Neg**:
 $C_{bp}, C_{bn} = 800 \text{ nF} / 1 \text{ kV}$
- effektive interne Kapazität am Ausgang (Buchse **Com**):
 $C_{in,eff} = 170 \text{ pF}$ typ. bei $V_{Pos-Neg} = 1500 \text{ V}$
- maximal zulässige Verlustleistung pro Kanal: $P_{Diss} = 150 \text{ W}$
(auf Anfrage: Schalter für andere Spannungs- und Stromwerte)

Schaltzeiten (Buchse Com)

(siehe Abb. 6)

- steigende Flanke: $t_{LH} < 150 \text{ ns}$, 100 ns typ. bei $V_{Pos-Neg} = 1500 \text{ V}$
- fallende Flanke: $t_{HL} < 100 \text{ ns}$, 50 ns typ. bei $V_{Pos-Neg} = 1500 \text{ V}$
- Zeitverzögerung bei der optimalen Einstellung der Schalter
(siehe Abschnitt "Einstellung der Schaltverzögerung"):
 $t_{PLH}, t_{PHL} = 200 \dots 600 \text{ ns}$
(garantiert über den Temperaturbereich von -40 bis $+100^\circ\text{C}$)

- Jitter (kurzzeitige Stabilität): δf_{PLH} , $\delta f_{PHL} < 10 \text{ ns}$

Kühlung

- passive Kühlung: Strangkühlkörper an der Rückwand
- aktive Kühlung: zwei Lüfter (60 x 60 x 25,4 mm³, max. 6000 U/min)
- Lüftersteuerung:
 - proportionaler Regler, Regelverhalten: etwa 200 U/min/°C
 - Regelschwelle: 20-40°C, voreingestellter Wert: ca. 30°C
- Drehzahl bei niedrigen Temperaturen (<30°C): ca. 1000 U/min
- Temperaturüberwachung:
 - Abschaltschwelle 40-70°C, voreingestellter Wert: ca. 55°C
 - Hysterese: etwa 5°C

Stromversorgung

- Nennspannung: 230 V \pm 10%
- Nennfrequenz: 50 Hz
- Netzanschluss: Kaltgerätestecker mit integriertem Sicherungshalter
- Leistungsaufnahme: < 30 VA
- Sicherung: T 0,25 A

Allgemein

- Farbe:
 - Frontplatte: naturfarbig eloxiert, Seitenteile, Rückplatte, Deck- und Bodenblech: farblos chromatiert,
 - Beschriftung: Gravur schwarz eingefärbt
- Abmessungen:
 - 2 HE 19"-Einbaugehäuse zur Montage in einen 19"-Schrank (Höhe: 88 mm, Breite: 483 mm),
 - Einbautiefe mit Kühlkörper: 300 mm, Gesamttiefe: 340 mm
- Gewicht: 5,0 kg

Lieferungsumfang

- Analogschalter 19"-AMX1500-3
- Netzkabel
 - (Kaltgeräte-Anschlusskabel, Länge 1,8 m, Farbe: schwarz)
- Montagematerial zur Befestigung in einen 19"-Schrank
 - (4 Stk. M6 Schrauben mit Unterlegscheiben und Käfigmuttern)
- Ersatzsicherung 5x20 mm, T 0,25 A
 - (eingebaut im Sicherungshalter)
- Bedienungsanleitung (online)

Funktion des Gerätes

Äquivalente Schaltung

Jeder Kanal des Gerätes 19"-AMX1500-3 besteht aus einem digital gesteuerten, elektronischen Analogschalter, der von dem digitalen Steuersignal galvanisch isoliert ist. Die Funktion der Schaltung entspricht der eines gewöhnlichen Relais (siehe Abb. 2), d.h. in Abhängigkeit von der Steuerspannung (Buchse **In**) wird die Kontaktfeder (Buchse **Com**) entweder mit dem oberen (Buchse **Pos**) oder dem unteren

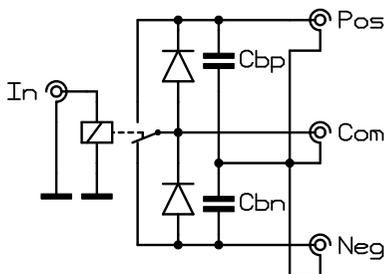


Abb. 2. Äquivalente Schaltung eines Kanals.

Kontakt (Buchse **Neg**) verbunden. Im Unterschied zu einem elektromagnetischen Relais liegen jedoch die Schaltzeiten des Gerätes 19"-AMX1500-3 im Nanosekunden-Bereich. Beim Betrieb der Schalter ist aufgrund der eingebauten Dioden darauf zu achten, dass die Spannungen an dem Schalter stets die auf den Buchsen angedeutete Polarität besitzen. Für die Spannungen muss daher die folgende Ungleichung gelten:

$$V_{\text{Neg}} \leq V_{\text{Com}} \leq V_{\text{Pos}}$$

! **Vorsicht:** Erfüllen die angelegten Spannungen diese Bedingung nicht, werden die eingebauten Dioden in Flussrichtung polarisiert und zwischen den entsprechenden Anschlüssen fließt Strom. Seine Größe ist nur durch die externe Schaltung und den Innenwiderstand des Schalters limitiert, also in den meisten Fällen durch die Stromsicherung der angeschlossenen Netzteile, welche die Spannungen an den Buchsen **Pos** und **Neg** erzeugen. Die Funktion des Schalters wird dabei zwar gestört, er wird aber nicht beschädigt, solange der Strom nicht die maximal zulässigen Werte (siehe Technische Daten) überschreitet.

Die Polarität der Steuerspannung kann jeweils durch eine Kurzschlussbrücke (Jumper) eingestellt werden (siehe Abschnitt "Konfiguration der Steuereinheit der Schalter"). Somit kann je nach der gewünschten Anwendung der elektronische Schalter so konfiguriert

werden, dass im Ruhezustand (d.h. bei einer niedrigen Steuerspannung), der einer logischen 0 auf dem Steuereingang entspricht, die Buchse **Com** wahlweise entweder mit der Buchse **Neg** (Voreinstellung, vgl. mit Abb. 2) oder mit der Buchse **Pos** verbunden ist (siehe Tab. 2).

Anschlüsse

An der Frontplatte befinden sich alle Signalsteckverbinder (siehe Abb. 1), der Netzanschluss ist an der Rückseite des Gerätes angebracht. Die Anschlüsse der Schalter (die Buchsen **Com**, **Pos** und **Neg**) sind vom Gehäuse galvanisch isoliert und können an beliebige Bezugspotentiale angeschlossen werden. Dabei müssen die spezifizierten Grenzwerte des Gerätes 19"-AMX1500-3 berücksichtigt werden.

! **Vorsicht:** Wird der gemeinsame Bezugspunkt, also die Abschirmung der Steckverbinder **Com**, **Pos** und **Neg** an ein anderes Bezugspotential als die Gerätemasse angeschlossen, ist dabei unbedingt die Sicherheit der Bedienung zu beachten. Die Steckverbinder sind nicht isoliert und können daher leicht berührt werden. Die angelegte Spannung darf daher nur eine geringe Größe besitzen oder muss durch andere Sicherheitsmaßnahmen gewährleistet werden, dass keine Berührung der Steckverbinder durch die Bedienung geschehen kann.

Die TTL-Steuereingänge (die Buchsen **In**) sind mit *pull-up* Widerständen abgeschlossen. Ist der jeweilige Steuereingang offen, wird durch den *pull-up* Widerstand am Eingang eine logische 1 eingestellt. Wird der Steuereingang kurzgeschlossen, erhält der Eingang eine logische 0. Somit kann für Testzwecke durch das Kurzschließen des Steuereingangs der entsprechende Kanal des Gerätes 19"-AMX1500-3 manuell gesteuert werden.[†] Ein solcher Kurzschluss soll in störungsreichen Umgebungen immer zum Abschließen un verwendeter Kanäle verwendet werden. Um mögliche Signalverzerrung und Nachschwingungen durch falsche Impedanzanpassung zu vermeiden, soll weiterhin jeder Steuereingang mit einem 50 Ω Abschlusswiderstand abge-

[†] Sind die internen Abschlusswiderstände nicht aktiv, reicht für das Kurzschließen des Steuereingangs ein BNC-Abschlusswiderstandsstecker aus. Falls die Abschlusswiderstände aber aktiviert wurden, würde ein externer 50 Ω Abschlusswiderstand bewirken, dass sich auf dem Steuereingang ein Pegel von etwa 2,5 V einstellt. Dies reicht keineswegs für eine logische 0, für Geräte mit der Option 5V-CMOS (siehe Technische Daten auf Seite 6) würde sich die Eingangsspannung sogar im verbotenen Bereich befinden.

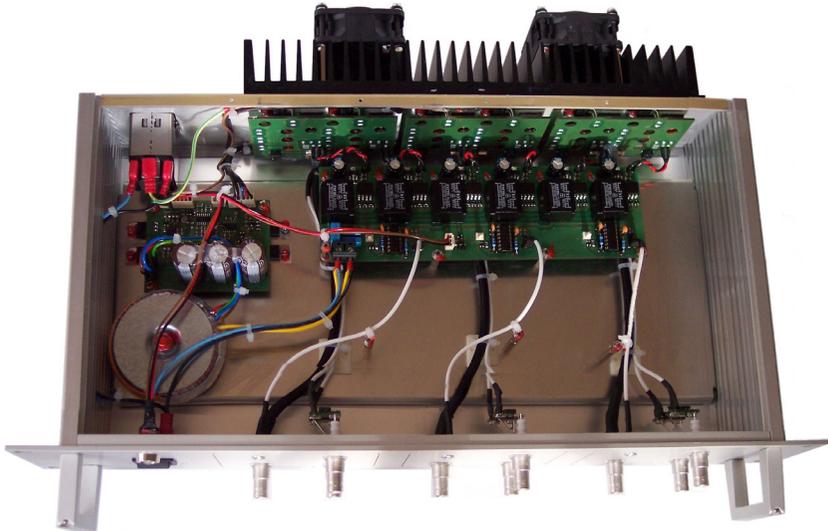


Abb. 3. Blick von oben in das geöffnete Gehäuse.
Für Details siehe Text.

geschlossen werden. Die Abschlusswiderstände sind intern eingebaut und können durch Kurzschlussbrücken aktiviert werden (siehe Abschnitt "Konfiguration der Steuereinheit der Schalter").

Innenaufbau des Gerätes

Das Gerät (siehe Abb. 3) besteht aus drei unabhängigen Hochspannungsschaltern, welche an der Rückwand mit dem Kühlkörper angebracht sind. Sie sind mit einer in der Mitte des Gerätes montierten Steuereinheit verbunden, diese sorgt für die galvanische Trennung zwischen den Schaltern und den Steuersignalen. Ferner enthält sie einige Kurzschlussbrücken zur Einstellung des Gerätes (siehe Abb. 4). Auf der linken Seite des Gerätes befindet sich die Lüftersteuerung mit dem Netztransformator. Die Lüftersteuerung regelt die Drehzahl der Lüfter am Kühlkörper anhand der Temperatur, welche durch einen Halbleitersensor an der Rückwand abgetastet wird. Die Lüftersteuerung besitzt zwei Potentiometer zur Einstellung der Temperaturregelung (siehe Abb. 7).

Konfiguration der Steuereinheit der Schalter

Zur Abstimmung des Gerätes stehen auf der Steuereinheit der Schalter mehrere Kurzschlussbrücken (Jumper) zur Verfügung (siehe Abb. 4 und Tab. 1).

Die aktive Polarität der digitalen Steuersignale an den Eingängen **In** kann mit den Kurzschlussbrücken CN3-5 eingestellt werden (siehe Tab. 2). Die Kontakte der Kurzschlussbrücken können auch als Steckverbinder ausgeführt werden und optional mit Schaltern an der Front- oder Rückplatte verbunden sein. Diese Schalter werden anstelle zu den Kurzschlussbrücken zur Wahl der aktiven Polarität der Steuersignale genutzt.

Weitere drei Konfigurationsschalter (JP2-4) dienen dem Zuschalten eines 50 Ω-Abschlusswiderstandes an den Steuereingängen **In** (siehe Tab. 3).

Der letzte Konfigurationsschalter JP1 kann verwendet werden, um alle drei Schalter zu deaktivieren. Wird er geschlossen, werden beide Schalter jedes Kanals ausgeschaltet, d.h. dass die Ausgangsbuchsen **Com** danach weder mit den Buchsen **Neg** noch mit den Buchsen **Pos** verbunden sind und daher kein Strom mehr durch die Schalter fließen kann. Dies ist äquivalent dem Deaktivieren der Schalter bei Über-temperatur, welches die Lüftersteuerung über eine Leitung am Steck-

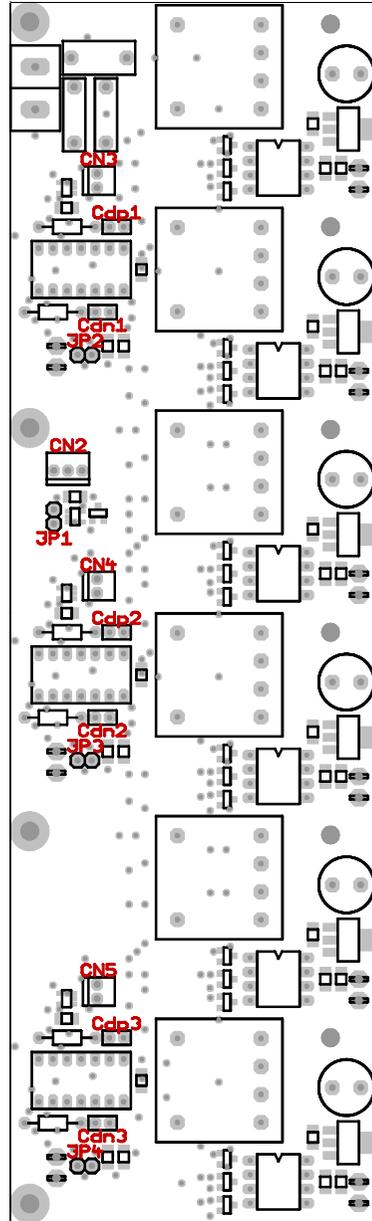


Abb. 4. Konfigurationselemente der Steuereinheit der Schalter.

verbinder CN2 auslöst. Dieser Steckverbinder dient weiterhin der Stromversorgung der Steuereinheit der Schalter.

- !** **Vorsicht:** Die Konfigurationsschalter sollten nicht bei eingeschalteter Stromversorgung des Gerätes 19"-AMX1500-3 umgeschaltet werden. Beim Umlegen der Konfigurationsschalter wird der jeweilige Kanal zufällig (um)geschaltet, dies kann den Kanal kurzzeitig überlasten oder negative Folgen für die angeschlossene Last haben.

Tab. 1. Kurzschlussbrücken der Steuereinheit der Schalter.
Für ihre Lage siehe Abb. 4.

Kurzschlussbrücke	Funktion
CN3	Polarität des Steuersignals, Kanal 1
CN4	Polarität des Steuersignals, Kanal 2
CN5	Polarität des Steuersignals, Kanal 3
JP1	Sperrung aller Schalter (siehe Text)
JP2	Interner Abschlusswiderstand, Kanal 1
JP3	Interner Abschlusswiderstand, Kanal 2
JP4	Interner Abschlusswiderstand, Kanal 3

Tab. 2. Einstellung der Polarität der Steuersignale (Kurzschlussbrücken CN3-5).

Kurzschlussbrücken CN3-5		Steuersignal (Buchse In)	
		logische 0	logische 1
Einstellung	offen (Voreinstellung)	Com-Neg	Com-Pos
	geschlossen	Com-Pos	Com-Neg

Tab. 3. Einstellung der internen Abschlusswiderstände (Kurzschlussbrücken JP2-4).

Kurzschlussbrücken JP2-4		Abschlusswiderstand
Einstellung	offen (Voreinstellung)	abgeschaltet
	geschlossen	eingeschaltet

Signalformen

Die Abb. 5 zeigt die typischen Signalformen bei verschiedenen Versorgungsspannungen. Die Unterschiede in den Signalformen bei unterschiedlichen Versorgungsspannungen sind auf die Änderungen der effektiven internen Kapazität zurückzuführen (siehe Abb. 9). Wird eine Last angeschlossen, ändern sich die Ausgangssignale entsprechend der kapazitiven Belastung.

Die Signalform kann geringfügig durch die Kapazitäten der Kondensatoren C_{dp} und C_{dn} beeinflusst werden. Insbesondere kann durch diese Kapazitäten die Zeitverzögerung zwischen mehreren Signalen fein abgestimmt werden (siehe Abschnitt "Einstellung der Schaltverzögerung").

Die Schaltvorgänge sind bei höheren Spannungen mit gedämpften

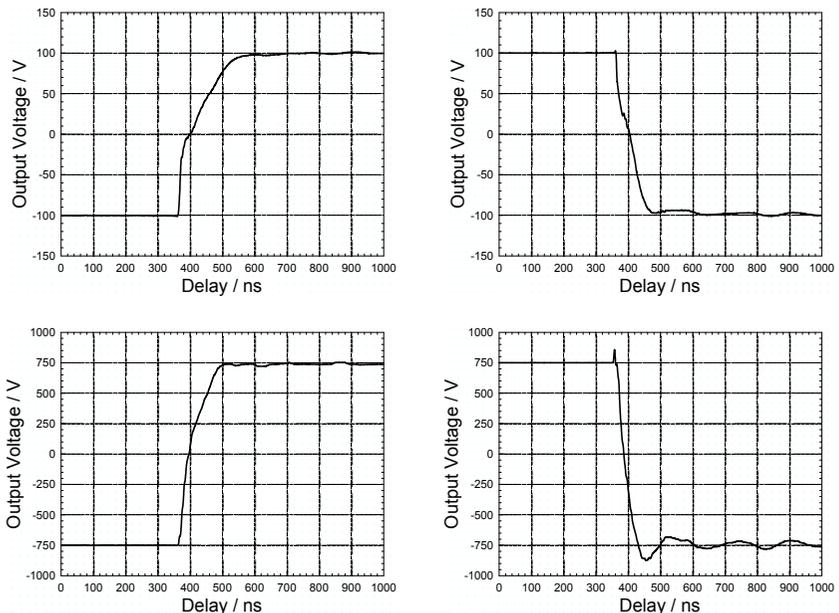


Abb. 5. Typische Verläufe des Ausgangssignals.

Dargestellt sind die Signalformen an der Buchse **Com**, sie wurden in der Testschaltung (siehe Abb. 6) mit folgenden Parametern aufgenommen: $V_{Pos} = V_{Neg} = 100\text{ V}$ (oben) und $V_{Pos} = V_{Neg} = 750\text{ V}$ (unten). Die Kondensatoren C_{dp} und C_{dn} wurden entfernt (Anschlüsse offen, $C_{dp} = C_{dn} = 0\text{ pF}$). Auf der Abszisse ist die Zeitverzögerung bezüglich der aktiven Flanke des Steuersignals an der Buchse **In** aufgetragen.

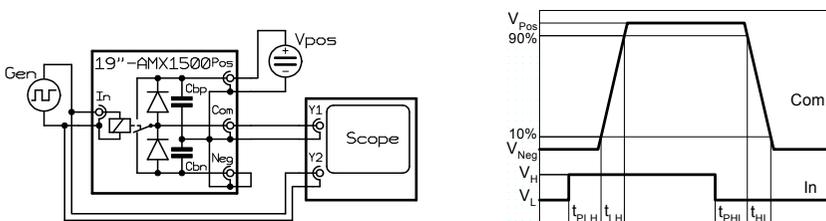


Abb. 6. Testschaltung (links) und Definition der Zeitverzögerungen (rechts).

Oszillationen (Nachschwingungen) des Ausgangssignals und der zugehörigen Versorgungsspannung verbunden (siehe auch Abb. 12). In sensitiven Anwendungen können diese teilweise durch zusätzliche Stützkondensatoren Cbp und Cbn unterdrückt werden (siehe Abschnitt "Stützen der Versorgungsspannungen").

Lüftersteuerung

Auf der linken Seite des Gerätes ist die Lüftersteuerung angebracht (siehe Abb. 7). Diese Baugruppe steuert und überwacht beide Lüfter, welche am Kühlkörper montiert sind. Weiterhin steuert sie die Leuchtdiode an der Frontplatte und sorgt für das Deaktivieren der Schalter bei Übertemperatur. Die zwei Temperatursensoren der Lüftersteuerung befinden sich an der Rückwand zwischen den Leiterplatten der Schalter.

Die Lüftersteuerung besitzt zwei Potentiometer zur Einstellung der Temperaturregelung. Sie wurden bereits werkseitig abgestimmt und benötigen keine weitere Einstellung vom Kunden. Diese sollte nur zu Wartungszwecken erfolgen, für die Instruktionen dafür siehe Abschnitt "Einstellung der Lüftersteuerung".

Stützen der Versorgungsspannungen

Zur Stützung der an den Buchsen **Pos** und **Neg** angelegten Spannungen sind Kondensatoren mit der Gesamtkapazität von 800 nF / 1 kV fest eingebaut (Kondensatoren Cbp und Cbn in Abb. 2). Auf Anfrage können neben diesen Kondensatoren weitere Kondensatoren eingebaut werden, um die Gesamtkapazität zu erhöhen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die zusätzlichen Kondensatoren extern zu beschalten. Dies lässt sich am besten durch ein spezielles An-

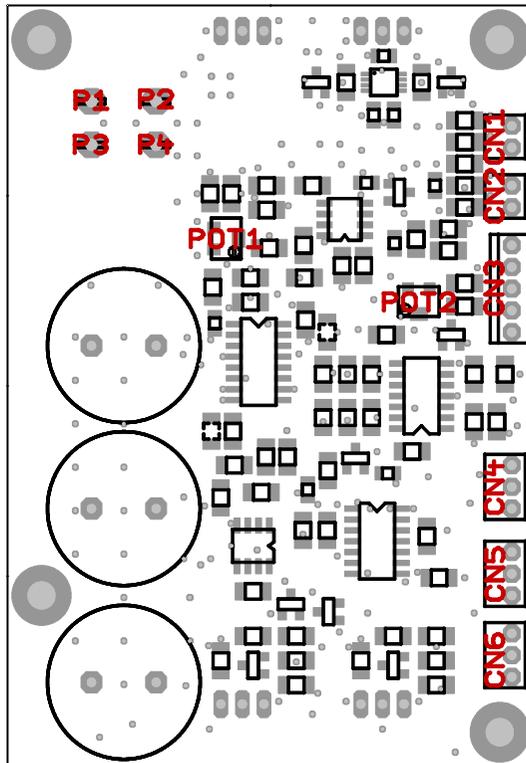


Abb. 7. Anschlüsse und Einstellungselemente auf der Leiterplatte der Lüftersteuerung. POT1: Einstellung der Temperaturschwelle der Regelung, POT2: Einstellung der Abschaltchwelle der Temperatursicherung, CN1, CN2: Temperatursensoren, CN3: Ausgang der Temperatursicherung und der Stromversorgung, CN4: Leuchtdiode, CN5, CN6: Lüfter, P1-4: Stromeingang.

schlusskabel realisieren, das die zusätzlichen Stützkondensatoren enthält.

Die zusätzlichen Kondensatoren müssen auf die in der jeweiligen Anwendung benutzte Versorgungsspannung dimensioniert werden. Bei elektrolytischen Kondensatoren ist zusätzlich die Polarität zu beachten. Bei der Wahl der Kondensatoren sind weiterhin deren Innenwiderstände (ESR) und Resonanzfrequenzen zu berücksichtigen. Grundsätzlich sollen nur Hochfrequenz-Kondensatoren verwendet werden, die auch bei Frequenzen von über 10 MHz eine kleine Impedanz aufweisen. Geeignet sind beispielsweise Keramik- oder Polyes-

ter-Kondensatoren der Baureihe MKT, die bei Bedarf mit einem extern angebrachten elektrolytischen Kondensator kombiniert werden können. Eine Parallelschaltung von Kondensatoren verschiedener Kapazitäten und Dielektrika ist empfehlenswert, um einen niedrigen Innenwiderstand im breiten Frequenzbereich zu erreichen.

Inbetriebnahme und Betrieb

Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät visuell auf eventuelle Transportschäden kontrolliert werden.

! **Vorsicht:** Bei Feststellung jeglicher Mängel muss das Gerät sofort eingeschickt werden. Auf keinen Fall weiter in Betrieb nehmen!

Die Netzleitung wird an den Kaltgeräte-Netzstecker an der Rückwand angeschlossen. Der Sicherungshalter ist in dem Kaltgerätestecker an der Rückplatte integriert.

Beim Einbau des Gerätes ist auf eine gute Kühlung zu achten. Der an der Rückplatte angebrachte Kühlkörper darf nicht abgedeckt werden und die Lüfter müssen hinreichend kalte Luft einsaugen können.

! **Vorsicht:** Sowohl die Inbetriebnahme als auch die weitere Bedienung des Gerätes darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

- Eine falsche Bedienung oder Einstellung kann zur Zerstörung des Gerätes führen.
- Das Gerät arbeitet mit hohen Spannungen. Die Manipulation mit den Anschlüssen oder mit dem Gerät bei geöffnetem Gehäuse ist lebensgefährlich.

Nach dem Einschalten des Gerätes leuchtet die Leuchtdiode an der Frontplatte grün auf. Dies zeigt die Anwesenheit der Netzspannung an. Blinkt die Leuchtdiode grün, ist der Kühlkörper zu heiß geworden, die Temperatursicherung wurde ausgelöst und die Schalter deaktiviert. Um den normalen Betriebszustand wiederherzustellen, muss der Kühlkörper wieder abkühlen. Dazu soll das Gerät eingeschaltet bleiben, die Lüfter am Kühlkörper sorgen für die erforderliche Zwangskühlung. Wird die zulässige Betriebstemperatur wieder erreicht, leuchtet die Leuchtdiode erneut dauerhaft grün und die Schalter werden aktiviert. Das Auslösen der Temperatursicherung deutet darauf hin, dass das Gerät überlastet wurde oder dass die Kühlung nicht ausreichend war. Ein weiterer Grund kann eine zu niedrig eingestellte Abschalt-schwelle der Temperatursicherung sein (siehe Abschnitt "Einstellung der Lüftersteuerung").

Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte rot, funktioniert einer der Lüfter am Kühlkörper nicht. Ein weiterer Betrieb ist möglich, eine Überhitzung kann dabei aber deutlich früher als unter normalen Bedingungen

eintreten. Um dies zu verhindern, soll der defekte Lüfter so schnell wie möglich repariert werden (siehe Abschnitt "Ausfall der Lüfter").

- ! **Vorsicht:** Funktioniert einer der Lüfter nicht, wird das Aktivieren der Temperatursicherung nicht angezeigt. Die Leuchtdiode blinkt rot unabhängig von der Kühlkörpertemperatur, die Funktion der Temperatursicherung wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt, die Schalter werden wie sonst bei einer Übertemperatur deaktiviert.

Kann das Gerät ohne eine Fehlanzeige eingeschaltet werden, darf die Inbetriebnahme fortgesetzt werden: Entfernen Sie alle Anschlüsse von den Buchsen **In** und schließen Versorgungsspannungen an zwei geeigneten Netzteilen an die Buchsen **Pos** und **Neg** eines Kanals an. Alternativ dazu kann auch nur eine Versorgungsspannung für einen der beiden Anschlüsse **Pos** oder **Neg** benutzt werden, der andere Anschluss wird kurzgeschlossen, um eine Spannung von 0 V zu erreichen. Beachten Sie dabei unbedingt die Polarität der Spannungen (siehe Abschnitt "Äquivalente Schaltung") und stellen die Stromsicherung der Netzteile so ein, dass der maximal zulässige Strom durch die Schalter nicht überschritten werden kann. Schließen Sie an den Ausgang (Buchse **Com**) ein Voltmeter oder ein Oszilloskop an und messen die Ausgangsspannung. Da der Steuereingang **In** durch den internen *pull-up* Widerstand den Pegel einer logischen 1 erhält, soll der Ausgang **Com** je nach der Einstellung der Polarität des Kanals einer der Versorgungsspannung gleichen (mehr dazu in den Abschnitten "Äquivalente Schaltung" und "Konfiguration der Steuereinheit der Schalter"). Schließen Sie jetzt den Steuereingang **In** kurz, der Ausgang **Com** muss auf die andere Versorgungsspannung umschalten.

Das Gerät ist jetzt betriebsbereit. Vor dem eigentlichen Einsatz wird empfohlen, die Konfiguration des Gerätes zu überprüfen (siehe Abschnitt "Konfiguration der Steuereinheit der Schalter").

Verbinden Sie zum Schluss die erforderlichen Signalleitungen mit den Buchsen **In** und schließen Sie die Versorgungsspannungen an die Buchsen **Pos** und **Neg** an, beachten Sie dabei wieder die Polarität der Spannungen (siehe Abschnitt "Äquivalente Schaltung").

- ! **Vorsicht:** Im ausgeschalteten Zustand soll kein Steuersignal an die Buchsen **In** angelegt werden. Durch die Missachtung dieser Regel wird unter normalen Bedingungen der Schalter zwar nicht zerstört, eine dauerhafte Überbelastung der Steuereingänge (Buchsen **In**) kann jedoch eine Verkürzung der Lebensdauer des Gerätes zur Folge haben. Im Gegensatz dazu ist die Trennung der Anschlüsse der Schalter

(Buchsen **Com**, **Pos** und **Neg**) während des Abschaltens nicht erforderlich. Durch das Abschalten des Gerätes werden lediglich die beiden Zweige der Schalter geöffnet, wodurch eine Überlastung des Gerätes ausgeschlossen ist. Es ist jedoch zu beachten, dass die angelegten Spannungen auch im ausgeschalteten Zustand des Gerätes die vorgeschriebenen Grenzen nicht übersteigen dürfen.

Kontrollieren Sie die Ausgangsspannung an der Buchse **Com** durch ein Oszilloskop, synchronisieren sie es dabei mit dem Steuersignal an der Buchse **In**. Überprüfen Sie die Zeitverzögerungen und die Form sowie die Länge der Schaltflanken (siehe Abb. 6). Bei Bedarf können die Schaltverzögerungen eingestellt werden (siehe Abschnitt "Einstellung der Schaltverzögerung"). Weiterhin können die Signalformen durch zusätzliche Stützkondensatoren verbessert werden (siehe Abschnitt "Stützen der Versorgungsspannungen").

Betrieb

! **Vorsicht:** Für einen sicheren Betrieb des Gerätes 19"–AMX1500–3 ist auf das Verhältnis zwischen der Lastkapazität an der Buchse **Com**, der Arbeitsspannung zwischen den Eingangsbuchsen **Pos** und **Neg** und der Arbeitsfrequenz zu achten. Diese drei Größen bestimmen die Verlustleistung der Schalter und somit ihre Arbeitstemperatur, dadurch beeinflussen sie die Betriebssicherheit des Gerätes. Die Arbeitstemperatur der Schalter kann aus technischen Gründen nicht einfach direkt gemessen werden. Das Gerät überwacht lediglich die Temperatur des Kühlkörpers und schaltet bei einer eingestellten Schwelle die Schalter komplett ab. Um eine Überhitzung der Schalter zu vermeiden, muss zusätzlich zu dieser Maßnahme noch die Verlustleistung vom Benutzer überwacht werden.

Die Verlustleistung der Schalter ist in den meisten Fällen durch das Umladen der Lastkapazität gegeben. Nur in den seltenen Fällen, bei denen hohe resistive Lasten geschaltet werden, kann eine signifikante Verlustleistung dadurch entstehen, dass die Schalter durch einen permanenten Strom durchflossen werden. Die Verlustleistung berechnet sich in diesem Falle nach der folgenden Formel:

$$P_{\text{Tot}} = R_{\text{on}} \cdot I_L^2, \quad (1)$$

wobei I_L den Ausgangsstrom, d.h. den Strom durch den Anschluss **Com** und R_{on} den Schaltwiderstand der Schalter ($R_{\text{Com-Neg,on}}$, bzw. $R_{\text{Com-Pos,on}}$, siehe Technische Daten) bezeichnen.

Die Verlustleistung der Schalter bei kapazitiven Lasten kann durch ein einfaches Model berechnet werden (siehe Abb. 8): Der Schalter wird durch eine Gesamtspannung $V_{\text{Pos-Neg}} = V_{\text{Pos}} - V_{\text{Neg}}$ aus externen Netzteilen versorgt. Der Schalter schaltet den Ausgang (Anschluss **Com**) zwischen den beiden Versorgungsspannungen um (Anschlüsse **Pos** und **Neg**). Er besitzt einen internen Widerstand R_i , der etwa dem Schaltwiderstand $R_{\text{Com-Neg,on}}$, bzw. $R_{\text{Com-Pos,on}}$ entspricht, und eine interne Kapazität C_{in} (siehe Technische Daten und Abb. 9). An den Ausgang wird die externe Last mit der Kapazität C_{ext} angeschlossen. Diese setzt sich aus der Kapazität des Anschlusskabels, der Steckverbinder und der tatsächlichen Last.

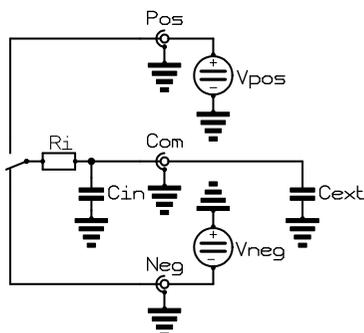


Abb. 8. Ersatzschaltung zur Berechnung der Verlustleistung.

Für die weitere Berechnung wird zur Vereinfachung angenommen, dass die negative Versorgungsspannung gleich null ist ($V_{\text{Neg}} = 0$), somit gleicht die Gesamtspannung der positiven Versorgungsspannung ($V_{\text{Pos-Neg}} = V_{\text{Pos}}$).[‡] Wird die gesamte Lastkapazität $C_L = C_{\text{in}} + C_{\text{ext}}$ auf die Spannung $V_{\text{Pos-Neg}}$ aufgeladen, akkumuliert sie die elektrostatische Energie

$$W_C = \frac{1}{2} C_L \cdot V_{\text{Pos-Neg}}^2 \quad (2)$$

Eine Analyse des Ladevorgangs in dem RC-Glied bestehend aus dem internen Widerstand R_i und der Lastkapazität C_L ergibt, dass dabei die Energie gleicher Größe in dem Widerstand in Wärme umgewandelt wird:

$$W_R = \frac{1}{2} C_L \cdot V_{\text{Pos-Neg}}^2 \quad (3)$$

Als Folge dessen muss das Netzteil die Summe beider Energien in den Schaltkreis einspeisen:

$$W_{\text{Tot}} = W_C + W_R = C_L \cdot V_{\text{Pos-Neg}}^2 \quad (4)$$

[‡] Durch diese Annahme vereinfacht sich die Berechnung. Durch eine detailliertere Analyse kann aber gezeigt werden, dass das Ergebnis nicht von den Beträgen beider Versorgungsspannungen, sondern nur von ihrer Differenz abhängt. Somit erhält man auch durch die oben aufgeführte einfachere Berechnung ein korrektes Ergebnis für den allgemeinen Fall.

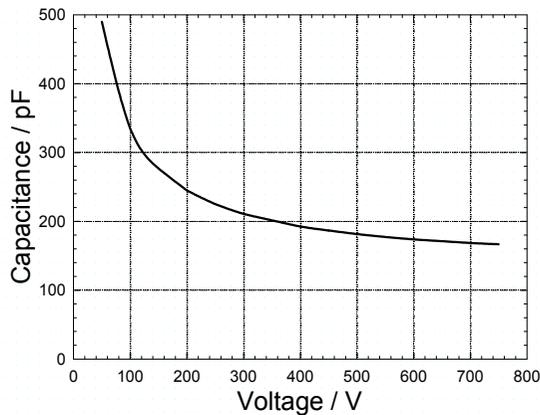


Abb. 9. Spannungsabhängigkeit der effektiven internen Kapazität der Schalter. Dargestellt ist die Abhängigkeit der effektiven internen Kapazität C_{in} am Ausgang der Schalter (Buchse **Com**) von den Versorgungsspannungen V_{Pos} und V_{Neg} . Werden asymmetrische Versorgungsspannungen angelegt, gleicht die dargestellte Spannung der Hälfte der Spannung $V_{Pos-Neg}$ zwischen den Anschlüssen **Pos** und **Neg**.

Wird die Lastkapazität wieder entladen, geschieht dies unter der o.g. Vereinfachung ohne die Einwirkung des Netzteils. Die im Kondensator gespeicherte Energie W_C wird in dem Widerstand in Wärme umgewandelt. Nach einem kompletten Auflade-/Entladezyklus wird also aus dem Netzteil in den Schaltkreis die Energie W_{Tot} eingespeist, diese wird schließlich in dem Widerstand in Wärme umgewandelt. Arbeitet der Schalter bei einer Frequenz f , muss das Netzteil eine Leistung

$$P_{Tot} = W_{Tot} \cdot f = f \cdot C_L \cdot V_{Pos-Neg}^2 \quad (5)$$

einspeisen und eine Leistung genau dieser Größe wird im Schalter als Verlustleistung dissipiert. Für praktische Berechnung eignet sich anstelle der Formel (5) besser der folgende Ausdruck:

$$(P_{Tot} / W) = (f / \text{MHz}) \cdot (C_L / \text{pF}) \cdot (V_{Pos-Neg} / \text{kV})^2, \quad (6)$$

weiterhin kann zur schnellen Abschätzung der Verlustleistung die Abb. 10 genutzt werden.

Wird beispielsweise an den Schalter mit der internen Kapazität $C_{in} = 170 \text{ pF}$ (siehe Technische Daten) eine externe Last $C_{ext} = 80 \text{ pF}$ angeschlossen, ergibt sich die gesamte Lastkapazität zu $C_L = C_{in} + C_{ext} = 170 \text{ pF} + 80 \text{ pF} = 250 \text{ pF}$. Die Verlustleistung bei der Arbeitsfrequenz $f = 100 \text{ kHz}$ und der Arbeitsspannung $V_{Pos-Neg} = 1 \text{ kV}$ be-

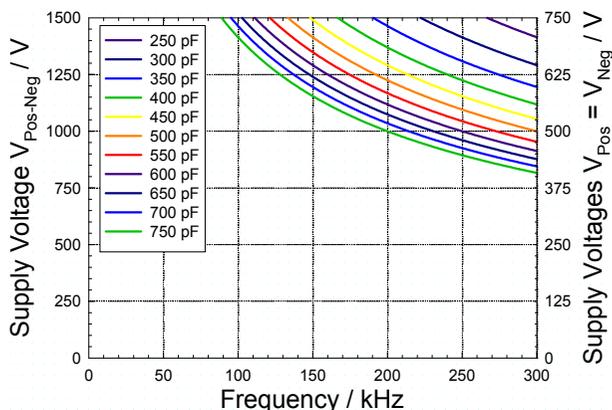


Abb. 10. Frequenzabhängigkeit der maximalen zulässigen Versorgungsspannung. Ausgegangen aus der maximalen zulässigen Verlustleistung von 150 W (siehe Technische Daten) wurde mit Hilfe der Formel (5) die maximale zulässige Versorgungsspannung $V_{\text{Pos-Neg}}$ zwischen den Anschlüssen **Pos** und **Neg** berechnet. Für symmetrische Versorgungsspannungen sind auf der rechten Ordinate die Größen der Versorgungsspannungen V_{Pos} und V_{Neg} dargestellt. Die verschiedenen Kurven entsprechen unterschiedlichen Lastkapazitäten C_L .

trägt $P_{\text{Tot}} = (0,1 \cdot 250 \cdot 1^2) \text{ W} = 25 \text{ W}$, bei $f = 300 \text{ kHz}$ und $V_{\text{Pos-Neg}} = 1,5 \text{ kV}$ würde sie auf $P_{\text{Tot}} = (0,3 \cdot 250 \cdot 1,5^2) \text{ W} \approx 169 \text{ W}$ ansteigen. Der letztere Wert liegt bereits deutlich oberhalb der maximalen zulässigen Verlustleistung von 150 W (siehe Technische Daten) und würde daher den Schalter beim Dauerbetrieb beschädigen können. Nach Abb. 10 darf bei den genannten Betriebsparametern tatsächlich nur etwa 1400 V angelegt werden.

Für die Bestimmung der Lastkapazität soll eine hinreichend genaue Messmethode verwendet werden. Werden durch das Gerät 19"-AMX1500-3 nur Elektroden angesteuert, beträgt die Lastkapazität inklusive Zuleitungen nur wenige 10 pF. In solchen Fällen können handelsübliche Kapazitätsmessgeräte meistens nur zu einer sehr ungenauen Bestimmung der Kapazität benutzt werden, da der Messfehler einige pF beträgt.

Eine meistens besser geeignete Methode zeigt Abb. 11: Ein Generator einer rechteckförmigen Spannung wird verwendet, um die Last C_{ext} über einen Widerstand R periodisch umzuladen. Die Ausgangsspannung des Generators sowie die Spannung an der Last wird durch ein Oszilloskop abgetastet. Unter der Annahme, dass die Ausgangsspan-

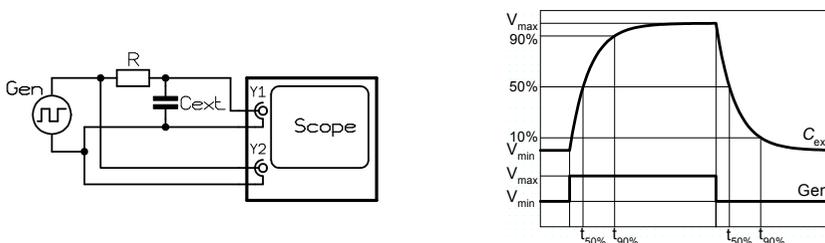


Abb. 11. Messschaltung zur Bestimmung der Lastkapazität C_{ext} (links) und die Verläufe der Messsignale (rechts).

nung des Generators einen ideal rechteckigen Verlauf hat, ändert sich die Spannung an der kapazitiven Last wie folgt:

$$V_{CL}(t) = V_{\infty} + (V_0 - V_{\infty}) \cdot e^{-t/R \cdot C_L}, \quad (7)$$

wobei V_0 die Anfangs- und V_{∞} die Endspannung an der Last bezeichnet ($V_{CL}(0) = V_0$, $V_{CL}(\infty) = V_{\infty}$). Der Verlauf ist in Abb. 11 dargestellt.

Aus dem zeitlichen Verlauf der Spannung an der Last kann auf die Zeitkonstante der Schaltung $\tau = R \cdot C_L$ geschlossen werden. Die beste Methode ist ohne Zweifel das Fitten der theoretischen Abhängigkeit (7) an die Messdaten, welche alle Datenpunkte nutzt und daher die beste Genauigkeit bei der Bestimmung der Zeitkonstante τ bietet. Für die praktische Nutzung reicht meistens jedoch die einfache Bestimmung der Anstiegszeiten auf 50% ($V_{CL}(t_{50\%}) = V_0 + 50\% (V_{\infty} - V_0)$) oder auf 90% ($V_{CL}(t_{90\%}) = V_0 + 90\% (V_{\infty} - V_0)$) beim Aufladen oder auf 10% beim Entladen. Aus der Gleichung (7) können für die Anstiegszeiten die folgenden Formeln hergeleitet werden:

$$t_{50\%} = \ln(2) \cdot R \cdot C_L = 0,693 \cdot R \cdot C_L, \quad (8)$$

$$t_{90\%} = \ln(10) \cdot R \cdot C_L = 2,30 \cdot R \cdot C_L. \quad (9)$$

Für die Messung muss ein Generator verwendet werden, dessen Ausgangssignal wesentlich steilere Schaltflanken als das erwartete Messsignal an der Last besitzt. Weiterhin muss das benutzte Oszilloskop ermöglichen, solche Schaltflanken zu messen. Um die Schaltung so wenig wie möglich zu beeinflussen, sollen Tastköpfe mit geringer Eingangskapazität eingesetzt werden. Ihre Eingangsimpedanz bestimmt den maximal möglichen Wert des seriellen Widerstandes R . Bei einem Tastkopf mit der Eingangsimpedanz von 10 M Ω soll der Widerstand keineswegs den Wert von 100 k Ω überschreiten, damit der Messfehler nicht über 1% liegt. Der empfohlene Wert des Wider-

standes beträgt 10 k Ω , jedes pF der Lastkapazität erhöht damit die Zeitkonstante der Schaltung um 10 ns. Es ist dabei zu beachten, dass ein Widerstand mit niedriger Induktivität verwendet wird, diese würde die Messung verfälschen. Völlig ungeeignet sind aus diesem Grund Drahtwiderstände, die besten Ergebnisse können mit Metallfolien-Widerständen erzielt werden.

Um unter o.g. Messbedingungen eine Genauigkeit bei der Bestimmung der Lastkapazität von 1 pF zu erreichen, dürfen die Schaltflanken des Generators nur wenige ns betragen und auch das Oszilloskop muss eine vergleichbare Genauigkeit besitzen. Damit die Messgenauigkeit nicht durch das Rauschen gemindert wird, soll das Ausgangssignal des Generators eine hinreichend hohe Amplitude haben. Bei Amplituden von wenigen Volts spielt das Rauschen meistens keine Rolle mehr. Weiterhin ist zu beachten, dass die Wiederholungsfrequenz des Signals klein genug gewählt wird, um zu gewährleisten, dass nach jeder Schaltflanke der Umladevorgang komplett abgeschlossen wird. Dies soll mit dem Oszilloskop kontrolliert werden, das Signal an der Last darf sich vor der nächsten Schaltflanke nicht mehr ändern. Die tatsächliche Messung der Anstiegszeiten wird aber üblicherweise mit einer wesentlich besseren Zeitauflösung durchgeführt, damit die erwünschte Genauigkeit erreicht werden kann.

Die Messung mit der Last inklusive Anschlusskabel soll um eine Referenzmessung ergänzt werden, bei welcher die Last von der Messschaltung entfernt wird. Die Referenzmessung ergibt den Gesamtwert der Streukapazitäten und der Kapazität des Tastkopfes am Kanal Y1, welcher parallel zu der Last geschaltet wird. Dieser Wert soll von dem im ersten Schritt bestimmten Kapazitätswert der Last abgezogen werden, um ein korrektes Ergebnis zu erhalten. Er ist ferner ratsam, die Messmethode an einer bekannten Kapazität zu überprüfen. Gut geeignet sind dazu BNC-Leitungen, sie besitzen eine Kapazität von etwa 100 pF pro Meter der Leitung.

Wartung und Abstimmung

Das Gerät wurde bereits werkseitig eingestellt, eine weitere Einstellung vom Kunden ist nicht erforderlich, sie sollte nur zu Wartungszwecken erfolgen.

! **Vorsicht:** Die Einstellung darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden:

- Eine falsche Einstellung kann zur Zerstörung des Gerätes führen.
- Die Manipulation mit dem Gerät bei geöffnetem Gehäuse ist lebensgefährlich. An den Kondensatoren der Schalter können auch nach dem Abschalten des Gerätes hohe Spannungen anliegen.

Um Wartung an dem Gerät vornehmen zu können, muss das Gehäuse geöffnet werden. Schalten Sie dazu zuerst das Gerät aus und trennen Sie das Netzkabel vom Gerätestecker. Lösen Sie die vier Schrauben hinten oben am Deckblech und ziehen Sie es heraus. Nach dem Abschluss der Wartung schieben Sie das Deckblech wieder in das Gehäuse rein und Schrauben Sie es fest.

Einstellung der Schaltverzögerung

Während des Umschaltens der elektronischen Schalter wird zuerst eine Hälfte des Schalters ausgeschaltet und erst dann die andere eingeschaltet. Die Schaltverzögerung bestimmt die Zeit zwischen dem Steuersignal zum Ausschalten der einen Hälfte des Schalters und dem Steuersignal zum Einschalten der anderen Hälfte. Zur Einstellung dieser Schaltverzögerung stehen Kondensatoren C_{dp} und C_{dn} zur Verfügung.

Die Schaltverzögerung kann separat für jede Flanke eingestellt werden. Mit den Kondensatoren C_{dp} kann die Verzögerung beim Einschalten der positiven Zweige der Schalter (Verbindung zwischen den Buchsen **Com** und **Pos**, steigende Flanke des Signals auf der Buchse **Com**) gesetzt werden, die Kondensatoren C_{dn} dienen der Einstellung der negativen Zweige (Verbindung zwischen den Buchsen **Com** und **Neg**, fallende Flanke des Signals auf der Buchse **Com**). Werkseitig werden sie nicht eingesetzt, d.h. dass ihre Kapazität nahezu 0 pF beträgt und die Schaltverzögerung den minimalen Wert besitzt.

Die Signalform ändert sich durch die Kapazitäten der Kondensatoren C_{dp} und C_{dn} nur geringfügig, die Signalform wird bei kapazitiven Lasten fast ausschließlich durch die effektive interne Kapazität $C_{in,eff}$ und

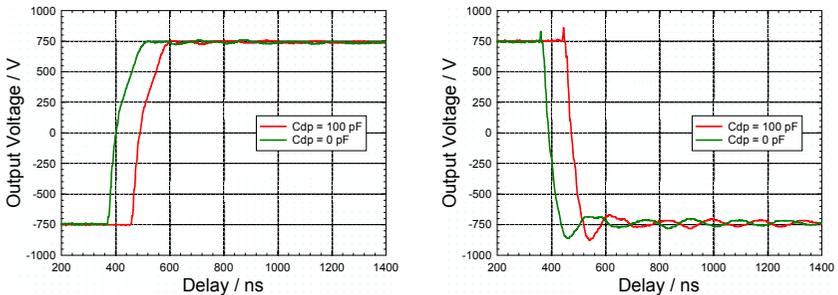


Abb. 12. Typische Verläufe des Ausgangssignals in Abhängigkeit von der Schaltverzögerung der Schalter.

Dargestellt sind die Signalformen an der Buchse **Com**, sie wurden in der Testschaltung (siehe Abb. 6) mit folgenden Parametern aufgenommen: $V_{pos} = V_{neg} = 750\text{ V}$. Das linke Bild zeigt die steigende und das rechte die fallende Flanke des Signals. Grüne Kurven stellen die Signale für $C_{dx} = 0\text{ pF}$ (C_{dp} , bzw. C_{dn} offen), rote Kurven für $C_{dx} = 100\text{ pF}$ dar. Auf der Abszisse ist die Zeitverzögerung bezüglich der aktiven Flanke des Steuersignals an der Buchse **In** aufgetragen.

durch die Schaltwiderstände $R_{Com-Neg,on}$, bzw. $R_{Com-Pos,on}$ bestimmt. Steuert der Schalter resistive Lasten an dem Anschluss **Com** an, kann durch die Kapazitäten der Kondensatoren C_{dp} und C_{dn} die Signalform unter Umständen optimiert werden.

Die Kondensatoren C_{dp} und C_{dn} haben immer Einfluss auf die Zeitverzögerung zwischen dem Ausgangssignal und dem Steuersignal (siehe Abb. 12). Durch Änderung der Kapazitäten C_{dp} und C_{dn} können beispielsweise Zeitverzögerungen zwischen mehreren Ausgangssignalen fein abgestimmt werden.

Wird eine lange Zeitverzögerung eingestellt, bleiben für eine kurze Zeit die beiden Hälften des Schalters ausgeschaltet und in das Signal an dem Anschluss **Com** können externe Störungen einkoppeln, welche die Signalform verzerren können.

Einstellung der Lüftersteuerung

Die Lüftersteuerung besitzt zwei Potentiometer zur Einstellung der Temperaturschwellen (siehe Abb. 7). Mit dem Potentiometer POT1 kann die Schwelle der Lüfterregelung eingestellt werden:

1. Belasten Sie das Netzteil oder erhitzen Sie den Kühlkörper durch andere angemessene Mittel, so dass die erwünschte Temperatur für das Einsetzen der Lüfterregelung erreicht wird. Soll das Gerät

von außen (beispielsweise durch ein Heißluftgebläse) erhitzt werden, muss unbedingt darauf geachtet werden, dass dabei die Lüfter und ihre Anschlüsse nicht beschädigt werden.

2. Ändern Sie die Einstellung vom Potentiometer POT1 so, dass die Drehzahl der Lüfter gerade über den Leerlauf erhöht wird. Dies kann am besten durch die Messung der Spannung an den Lüftern diagnostiziert werden, sie kann direkt an dem Stecker CN5 oder CN6 abgegriffen werden. Dabei muss der jeweilige Lüfter allerdings angeschlossen bleiben, denn die Regelschleife stabilisiert die Drehzahl des Lüfters und würde daher die Lüfterspannung verfälschen.

Mit dem Potentiometer POT2 kann die Abschaltsschwelle der Temperatursicherung eingestellt werden:

1. Belasten Sie das Netzteil oder erhitzen Sie den Kühlkörper durch andere Mittel, so dass die erwünschte Temperatur für das Abschalten der Netzteile erreicht wird.
2. Ändern Sie die Einstellung vom Potentiometer POT2 so, dass die Netzteile gerade abgeschaltet werden. Dies wird durch grünes Blinken der Leuchtdiode an der Frontplatte angezeigt.
3. Lassen Sie das Gerät abkühlen, so dass die Netzteile wieder eingeschaltet werden, d.h. dass die Leuchtdiode wieder dauerhaft grün leuchtet.
4. Wiederholen Sie die Schritte 2.-4. mehrmals, bis die richtige Einstellung erreicht wurde.

Werkseitig wird die Abschaltsschwelle auf etwa 55°C voreingestellt, ihre Änderung soll nur aus einem triftigen Grund erfolgen.

! Soll die Abschaltsschwelle der Temperatursicherung erhöht werden, ist dabei unter anderem die Sicherheit der Bedienung zu beachten. Der Betrieb des Gerätes unter hohen Gehäusetemperaturen wirkt sich weiterhin negativ auf die Lebensdauer der Bauelemente aus.

Ausfall der Lüfter

Die Lüftersteuerung regelt die Drehzahl der Lüfter und überwacht gleichzeitig ihre Funktion. Dazu wird das Tacho-Signal der Lüfter verwendet, das zwei Pulse pro Umdrehung des Lüfters produziert. Fällt einer der Lüfter aus, d. h. sind keine Pulse an dem Tacho-Signal vorhanden, blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte rot.

Beim Lüfterausfall wird empfohlen, zunächst den Lüfter selbst und dann die Anschlüsse an der Leiterplatte der Lüftersteuerung (CN4 und CN5 in Abb. 7) zu überprüfen. Es soll insbesondere kontrolliert werden, ob sich der betroffene Lüfter frei drehen kann und ob sich seine Anschlüsse nicht gelöst haben.

Um einen Fehler in der Lüftersteuerung auszuschließen, soll ein Ersatzlüfter anstelle des nicht funktionierenden angeschlossen werden. Der Lüfter muss auf 12V dimensioniert sein und einen Tacho-Ausgang besitzen. Gut geeignet sind die meisten Lüfter aus der PC-Technik, welche den passenden Stecker besitzen.

Stellt sich durch die o. g. Tests heraus, dass der Fehler durch einen defekten Lüfter verursacht wurde, muss dieser ausgewechselt werden. Dazu muss das Gerät teilweise demontiert werden, es wird daher empfohlen, das Gerät dazu einzuschicken. Entscheidet sich der Kunde dazu, den Austausch selbst durchzuführen, ist vor allem auf die richtige Wahl des Ersatzlüfters zu achten. Grundsätzlich sollen nur hochwertige kugelgelagerte Lüfter eingesetzt werden. Die Betriebsspannung muss 12 V betragen, der Stromverbrauch soll 0,3 A nicht überschreiten. Der Lüfter muss einen Tacho-Ausgang besitzen und zwei Pulse pro Umdrehung produzieren.

Schaltbeispiele

Die folgenden Abbildungen zeigen einige Anwendungen des Gerätes 19"-AMX1500-3 und die schematisch dargestellten Signalformen. Je nach der Anwendung sollen die Versorgungsspannungen der Geräte mit passenden Kondensatoren gestützt werden (siehe Abschnitt "Stützen der Versorgungsspannungen"). Weiterhin ist auf die zulässige Verlustleistung der Schalter zu achten (siehe Abschnitt "Betrieb").

Als Spannungsquellen in den aufgeführten Schaltungen eignen sich beispielsweise unsere Präzisionsnetzteile mit offener Bauform der Reihen OF-PSU bzw. OF-PSU-B. Ferner können für diverse Anwendungen ebenfalls die Verstärker der Reihe HV-AMP oder unsere Module der Reihe NIM-AMP als Spannungsquellen eingesetzt werden.

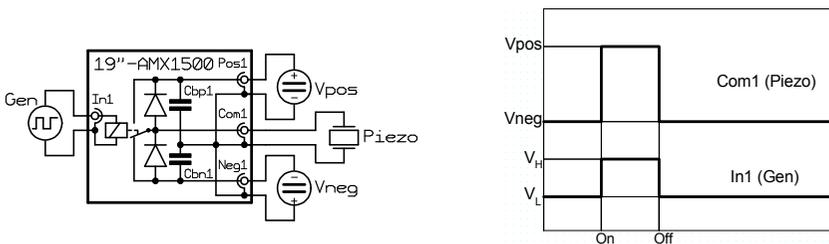


Abb. 13. Treiber von Piezo-Ventilen.

Die Kurzschlussbrücke CN3 ist offen. Die Spannungsquelle V_{pos} liefert die zum Öffnen des Ventils erforderliche positive Spannung (ab dem Zeitpunkt "On"), die Spannungsquelle V_{neg} die negative Spannung zum Schließen des Ventils (ab dem Zeitpunkt "Off").

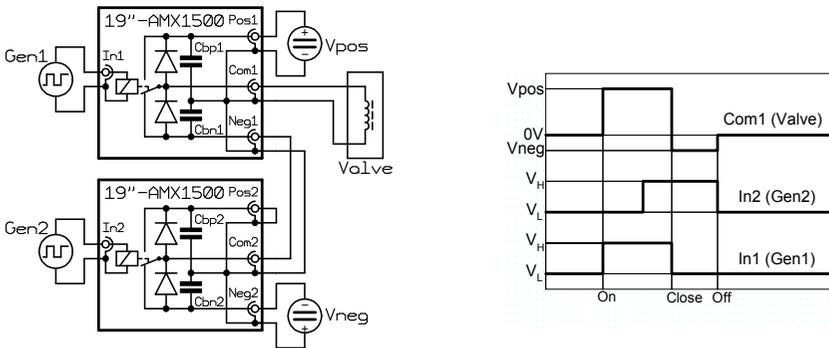


Abb. 14. Treiber von elektromagnetischen Ventilen.

Die Kurzschlussbrücke CN3 ist offen, CN4 geschlossen. Die Spannungsquelle V_{pos} liefert die positive Spannung erforderlich zum Öffnen des Ventils (ab dem Zeitpunkt "On"), die Spannungsquelle V_{neg} die negative Spannung zum Schließen des Ventils (ab dem Zeitpunkt "Close"). Der Steuereingang In1 (Signalsquelle Gen1) dient dem Öffnen des Ventils, der Steuereingang In2 (Signalsquelle Gen2) schließt das Ventil. Sind beide Eingänge inaktiv (ab dem Zeitpunkt "Off"), liegt keine Spannung am Ventil an. Da der Ausgang Com2 den Eingang Neg1 und somit die Stützkapazität Cbn1 treibt, sind hohe Ladeströme und daher auch lange Schaltzeiten und hohe Verlustleistungen zu berücksichtigen (siehe Abschnitt "Betrieb"). Damit sich die Spannung an dem Eingang Neg1 stabilisieren kann, soll die steigende Flanke des Signals In2 einen hinreichenden Vorlauf zur fallenden Flanke des Signals In1 besitzen. Für eine bessere Performance sollten die 3-Zustandsschalter 19"-AMX1500-1T+1 benutzt werden.

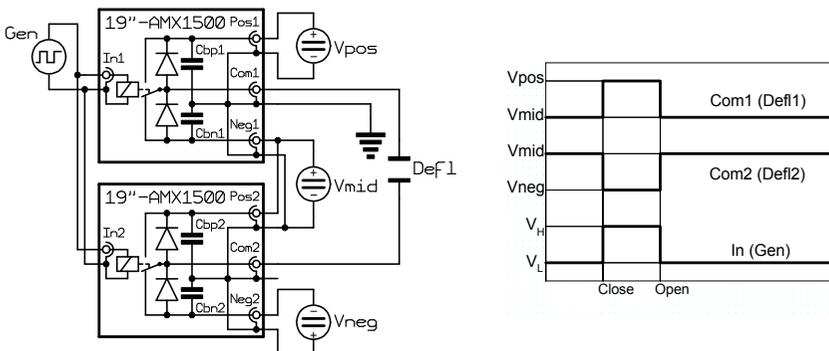


Abb. 15. Treiber von geteilten Blenden zum Stoppen geladener Teilchen beider Polaritäten.

Die Kurzschlussbrücke CN3 ist offen, CN4 geschlossen. Die Spannungsquelle V_{mid} liefert die Spannung zur Versorgung der beiden Platten des Blendensystems im geöffneten Zustand (ab dem Zeitpunkt "Open"), im geschlossenen Zustand (ab dem Zeitpunkt "Close") werden die Platten von den Spannungsquellen V_{pos} und V_{neg} versorgt. Die angelegten Spannungen müssen die folgende Bedingung erfüllen $V_{neg} \leq V_{mid} \leq V_{pos}$ (siehe Abschnitt "Äquivalente Schaltung").

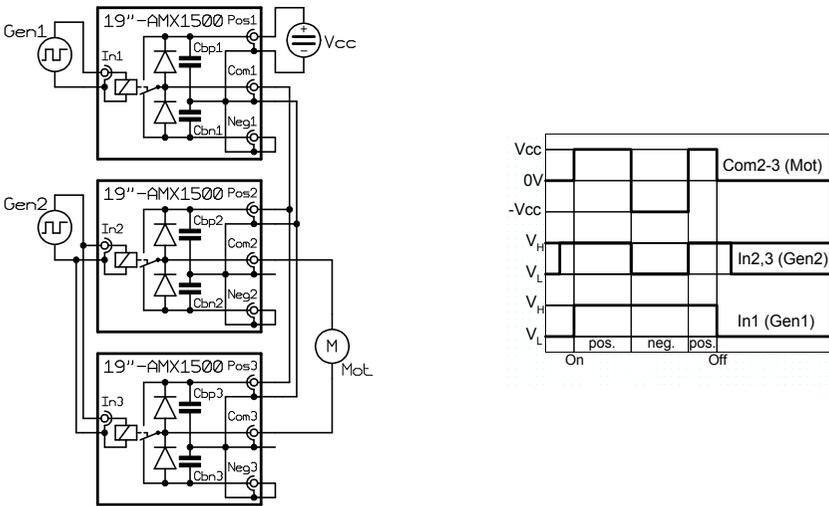


Abb. 16. Motortreiber.

Die Kurzschlussbrücken CN3 und CN4 sind offen, CN5 geschlossen. Die Spannungsquelle V_{cc} liefert die Spannung zur Versorgung des Motors. Der Steuereingang $In1$ (Signalsource Gen1) dient dem Einschalten des Motors, der Steuereingang $In2$ (Signalsource Gen2) ändert die Drehrichtung. Da der Ausgang $Com1$ die Eingänge Pos2, Pos3 und somit auch die Stützkapazitäten $Cbp2$ und $Cbp3$ treibt, sind hohe Ladeströme und daher auch lange Schaltzeiten und hohe Verlustleistungen zu berücksichtigen (siehe Abschnitt "Betrieb"). Für eine bessere Performance sollten die 3-Zustandsschalter 19"-AMX1500-1T+1 benutzt werden.

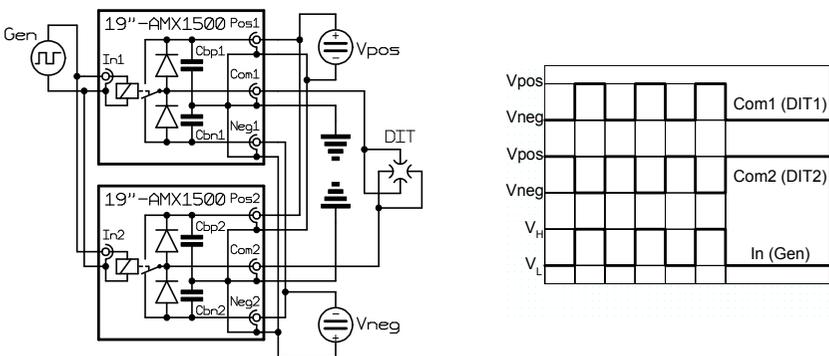


Abb. 17. Treiber von digitalen Ionenfallen.

Die Kurzschlussbrücke CN3 ist offen, CN4 geschlossen. Die Spannungsquellen V_{pos} und V_{neg} liefern die Spannungen zur Versorgung der Elektroden der Ionenfalle, welche durch die Schalter alternierend an eine der beiden Spannungen angeschlossen werden. Werden die Schalter bei hohen Spannungen und Frequenzen betrieben, sind hohe Verlustleistungen zu berücksichtigen (siehe Abschnitt "Betrieb").

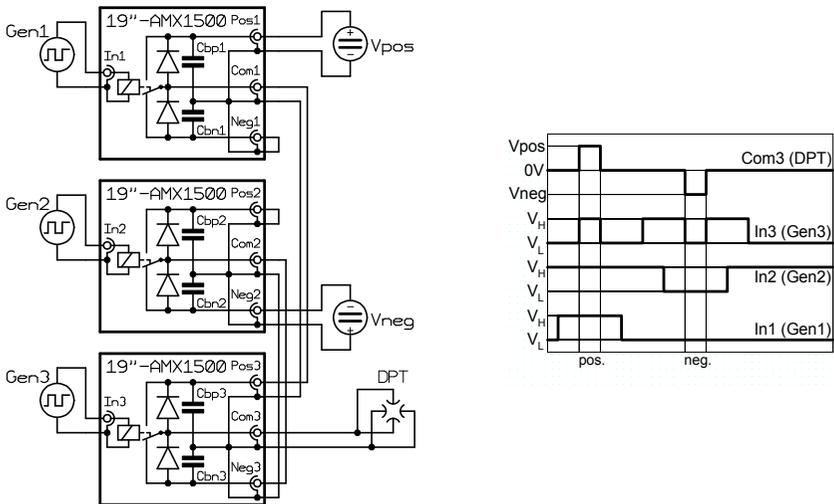


Abb. 18. Treiber von digitalen Teilchenfallen.

Die Kurzschlussbrücken CN3 und CN4 sind offen, CN5 geschlossen. Die Spannungsquellen V_{pos} und V_{neg} liefern die Spannungen zur Versorgung der Elektroden der Teilchenfalle, welche durch die Schalter alternierend an eine der beiden Spannungen angeschlossen werden, wobei dazwischen Zeiten mit Spannungen gleich null vorliegen. Die Steuereingänge In1-3 (Signalquellen Gen1-3) müssen durch einen speziellen Signalgenerator erzeugt werden, um die erforderlichen Verläufe zu garantieren. Da die Ausgänge Com1 und Com2 die Eingänge Pos3 und Neg3 und somit auch die Stützkapazitäten Cbp3 und Cbn3 treiben, sind dabei hohe Ladeströme und daher auch lange Schaltzeiten und hohe Verlustleistungen zu berücksichtigen (siehe Abschnitt "Betrieb"). Damit sich die Spannungen an den Eingängen Pos3 und Neg3 rechtzeitig stabilisieren können, sollen die Schaltflanken der Signale In1 und In2 einen hinreichenden Vorlauf zu den folgenden Flanken des Signals In3 besitzen. Für eine bessere Performance sollen die 3-Zustandsschalter 19"-AMX1500-1T+1 benutzt werden.