

Schutzschaltung für Endstufen (Flash Over Protection for PA's)

Hannes Fasching, OE5JFL

Von der Anode ausgehende Überschläge in Röhren können diese zerstören. Schmelzsicherungen sind nicht schnell genug, um die empfindlichen Gitter zu schützen. Selbst die im Glättungskondensator gespeicherte Energie kann noch schwere Schäden anrichten. Die folgende Schaltung (Bild1) trennt bei Auftreten von Überstrom im Anodenkreis mit Hilfe eines elektronischen Relais den HV-Transformator primärseitig vom Netz und entlädt den Glättungskondensator über einen Thyristor.

Funktionsweise:

1. Betrieb: Pin 3 (4011) ist '1', Pin 4 ist '0'. Trafo ist eingeschaltet und Thyristor sperrt.
2. Störung: Zu hoher Strom im Anodenkreis (Kurzschluß oder Flash Over) erzeugt Spannung (> 20 Volt bei 2 A) am 10 Ohm Widerstand. Das FF kippt (Pin 3 '0'), über Q3 wird der Trafo abgeschaltet und Q2 zündet den Thyristor.

Vor Wiederinbetriebnahme ist das Netzgerät abzuschalten. Die Induktivität (Luftspule mit 10 m Draht) dient zum Schutz des Thyristors. Der Abschaltstrom ist mit R_s regelbar.

Thyristoren für mehr als 1000 V Betriebsspannung sind teuer. Daher wird für höhere Spannungen eine Thyristorkaskade nach Bild 2 verwendet. Das Zünden erfolgt über Optokoppler.

Hints & Kinks: Flash Over Protection for PA's by OE5JEL

Bevor man einen Kurzschluß testweise erzeugt sind folgende Vortests angebracht:

1. TP 2 auf Masse legen, Netzschalter einschalten. Nach Kurzschluß von Pin 6 muß der Trafo abschalten.
2. Netzschalter einschalten. Wenn die Anodenspannung vorhanden ist TP 1 (Trafo aus) und dann Pin 6 auf Masse legen. Der Thyristor muß nun den Anodenspannungskondensator entladen, d.h. die Anodenspannung muß nun 0 Volt betragen.
3. Netzschalter einschalten, dann Pin 6 auf Masse: Der Trafo muß jetzt abgeschaltet und die Anodenspannung muß 0 Volt betragen.

Waren diese Tests erfolgreich, kann man mit einem dünnen Draht die Anodenspannung kurzschließen. Er sollte nicht durchbrennen und das Netzgerät ohne "Lärm" abschalten.

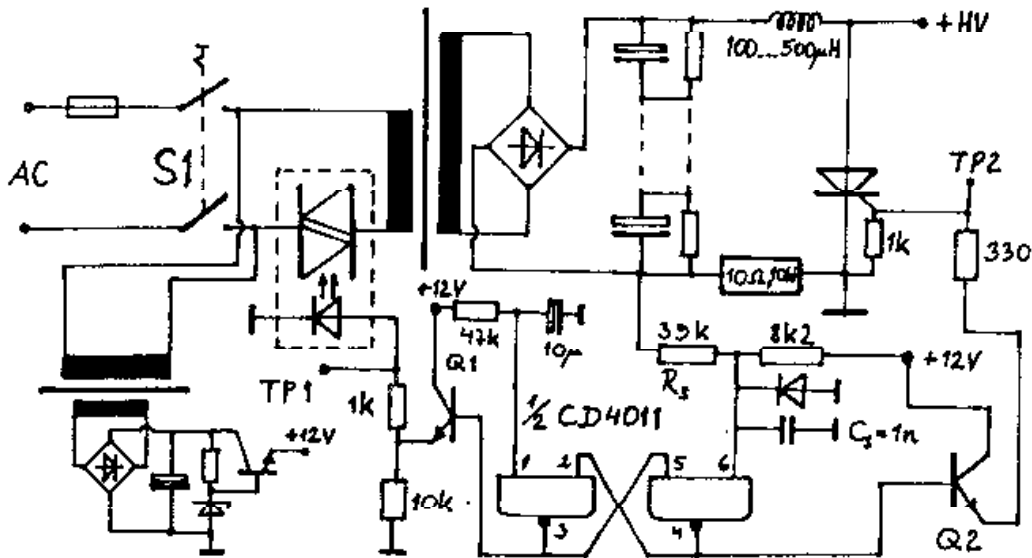


Bild 1/Figure 1: Anodenspannungsschnellabschaltung/Flash Over Protection Circuit

Abb. 3 zeigt die Schaltung, mit der bei fehlender Anodenspannung das Schirmgitter vor zu hohem Strom geschützt werden kann. Mit den eingetragenen Bauteilwerten kippt der Optokoppler bei einem Schirmgitterstrom von > 100 mA das Flip-Flop. Das nun abfallende Relais kann mit der Reset-Taste wieder eingeschaltet werden. Bei der üblichen Spannungserzeugung mit Zener-Dioden wird bis zum Abfallen des Relais das Schirmgitter nicht beschädigt.

Anmerkung der Redaktion:

Nach Einbau einer solchen Anoden- bzw. Schirmgitter-Schutzschaltung kann man die zulässigen Überströme wie folgt prüfen. Konservative Röhrenhersteller schreiben einen Prüfdraht mit einem bestimmten Durchmesser vor, der nicht durchbrennen darf, wenn er an Stelle der Röhrenelektrode angebracht ist. Z.B. gelten laut Röhrenbuch "Senderöhren 86/87" von Siemens folgende Prüfdraht-Vorschriften:

TYP	Stromquadrat-Integral [A sec]	Testdraht-Durchm. [mm]
YL-1050	12	0,12
RS-1064C=7651	5	0,1
RS1052C	20	0,13

E: Arcing from the plate can quickly destroy the PA-tube. Fuses or resistors are not fast enough and should be seen as a very rough means for protection only. The high energy in the anode voltage condenser can damage the grids and cathode of the tube. The circuit above (Figure 1) opens the primary

Hints & Kinks: Flash Over Protection for PA's by OE5JFL

of the HV-Transformer in case of overcurrent in the anode circuit. As a additional protection the high voltage condensator is shorted by a thyristor.

Function:

1. Normal operation: Pin 3 of 4011 is high, transformer on via electronic relays and SCR is off.
2. Overcurrent Trip: High current in anode circuit caused by arcing or short circuit generates voltage drop across 10 Ohm resistor. Flip-Flop toggles (Pin 3 low) and switches off transformer and fires SCR to short circuit the high voltage capacitor.

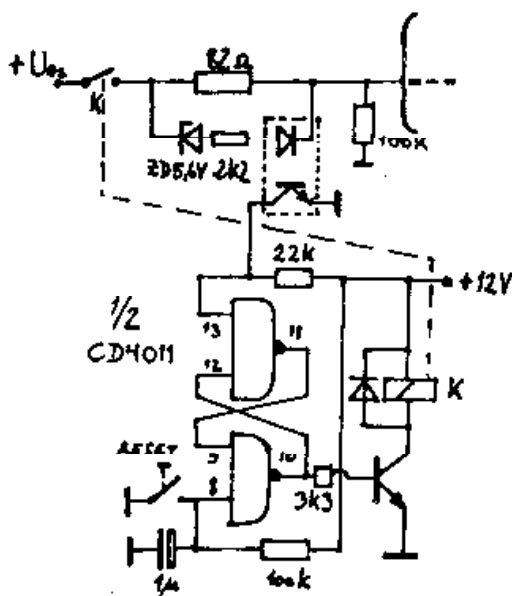
For restart after failure one has to switch off S1, the main power supply switch, and switch on again. The inductance for protection of the SCR is made from 10 m of enamelled copper wire. Trip current is set by the 10 Ohms resistor.

Thyristors for voltages higher than 1000 Volts are expensive. For higher voltages you can use a cascade shown in Figure 2. I use four thyristors in series, switched by optocouplers, in 3.5 kV supply.

Before you test the circuit by producing a short, you should follow the step by step procedure, which is outlined now:

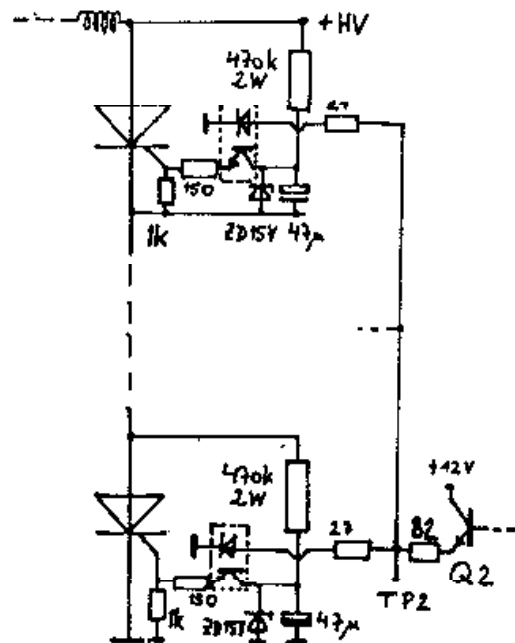
1. Ground TP2, switch S1 on and short Pin 6 (4011) to ground. Transformer must be off.
2. S1 on, after plate voltage coming up, ground TP1 (transformer down) and then Pin 6 of 4011. SCR must fire and ground high voltage.
3. S1 on, ground Pin 6. Transformer must be off and HV must be shorted.

Bild 3/Fig. 3: Schirmg.-Schutz/Screen-Prot.



CD4011: Pin 7 ↓, Pin 14 +12V

Bild 2/Figure 2: Thyristorkaskade



After successfully completing these tests you should short the HV output with a thin wire to ground (0.12 mm CuL with a length of 2 cm per 1 kV of voltage should be ok for a 8877). This wire must not be melted when the HV-supply is shut down by the overcurrent protection.

Figure 3 shows a circuit for protection of the screen grid in case of no anode voltage or overcurrent. Overcurrent of > 100 mA will toggle the Flip-Flop via the optocoupler. The relay goes off and disconnects the screen. Voltage comes back after pushing the reset key. Using the ordinary zener diode stabilisation overcurrent is limited to a harmless value during switching delay of the relay.

Remark of editor:

Tube manufacturer Siemens specifies values for safety wire diameter. See table on page before.