

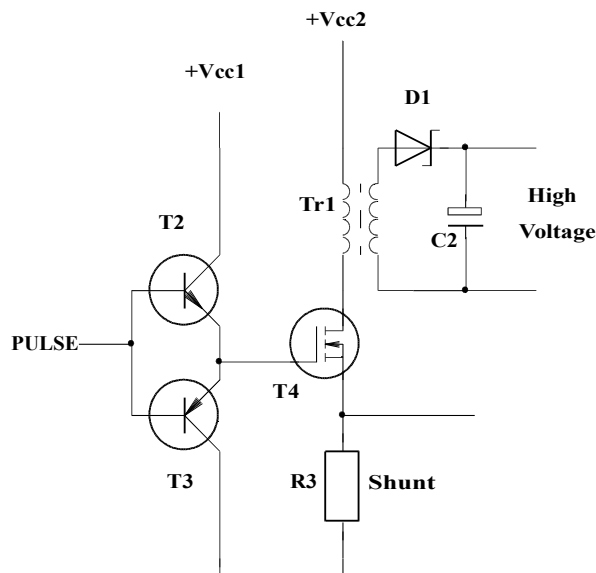
## Schaltnetzteile für Coil Guns oder Blitzgeräte

Schaltungsentwurf: Michel Feltes

Text: Michel + Jean-Claude Feltes

Bei diesen Anwendungen soll ein Kondensator in möglichst kurzer Zeit auf eine hohe Spannung geladen werden. Die Versorgung soll aus einem Akku erfolgen, mit Spannungen in der Größenordnung von z.B. 12V.

### Prinzipschaltung



Grundprinzip der Schaltung ist der Sperrwandler.

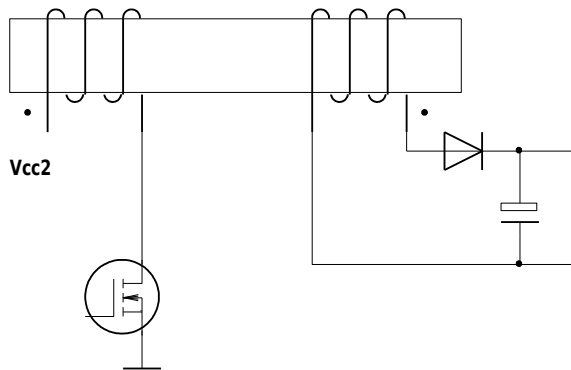
Der wichtigste Teil der Schaltung besteht aus T4, Tr1, D1 und C2. R3 ist ein Shunt-Widerstand, der eine Messung des Stromes erlaubt (siehe später).

Die Schaltung arbeitet in 2 Phasen, die sich wiederholen.

Während der ersten Phase ist T4 leitend. Es fließt ein (näherungsweise) linear ansteigender Strom durch die Primärwicklung. Die dabei von der Spannungsquelle aufgenommene Energie wird im Magnetfeld gespeichert.

In der zweiten Phase sperrt T4. Nun kann der Strom nicht mehr in der Primärwicklung fließen. Da der magnetische Fluss sich nicht sprunghaft ändern darf, muss nun in der Sekundärwicklung ein Strom fließen. Der einzig mögliche Weg ist über D1 und C2, so dass C2 geladen wird. Hierbei muss unbedingt auf die Polung der Wicklungen geachtet werden.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bei falscher Polung funktioniert die Schaltung wie ein schlechter Flusswandler. \*\*



Die Transistoren T2 und T3 bilden den Gate-Treiber. Die komplementäre Emitterfolger-Schaltung kann genügend Strom liefern, um die Gatekapazität schnell zu laden bzw. zu entladen. Dies kann Wirkungsgrad und Leistung der Schaltung drastisch beeinflussen.

Zur Ansteuerung von T2, T3, T4 wird ein Rechtecksignal benötigt.

Im einfachsten Fall hätte dieses eine konstante Puls- und Periodendauer.

Dies ist aber ungünstig. Der Grund dafür ist, dass der zu ladende Kondensator keine konstante Last darstellt.

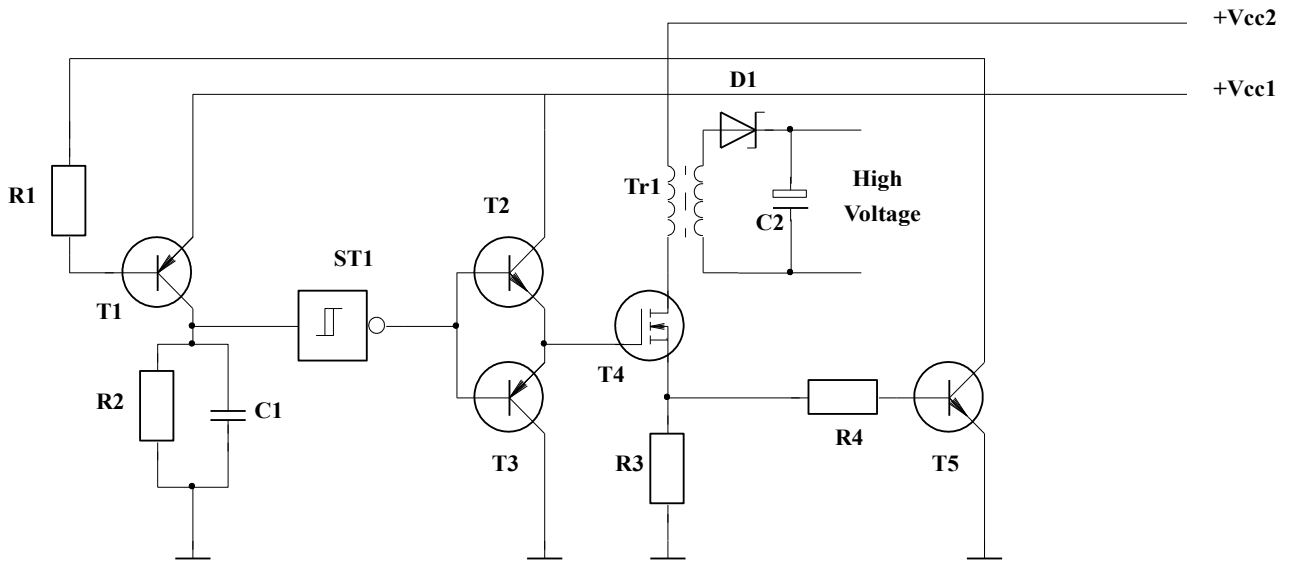
Wenn die Schaltung stabil funktionieren soll, muss die Spule in der Sperrphase so viel Energie abgeben wie sie in der leitenden Phase aufgenommen hat. Die abgegebene Energie berechnet sich als  $\int u_C i_C dt$ .

Zu Beginn ist der Kondensator praktisch leer,  $u_C$  ist also klein. Dies bedeutet, dass der Strom  $i_C$  relativ lange fließen muss, damit die Energie vollständig an den Kondensator abgegeben werden kann. Die Sperrphase muss also eine gewisse Mindestlänge haben. Ist die Sperrphase zu kurz, so schaukelt der Strom sich auf und die Spule kommt schnell in die Sättigung. \*\*

Mit fortschreitender Ladung steigt die Kondensatorspannung an, wodurch die benötigte Stromflusszeit von  $i_C$  kürzer wird. Bei konstanter Sperrdauer von T4 würden nun Lücken im Stromverlauf von  $i_C$  entstehen. Diese sind zwar an sich nicht problematisch, aber sie verlängern die Ladezeit des Kondensators.

Eine praktische Schaltung muss unbedingt ein Aufschaukeln des Stromes verhindern.

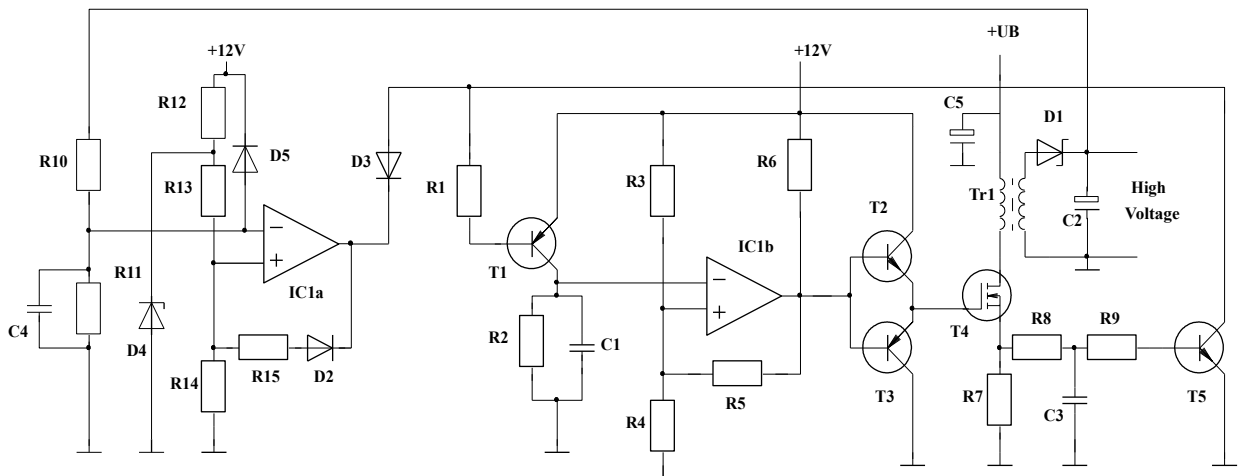
Die folgende Schaltung tut dies, indem sie bei der Einschaltphase von T4 den Strom abschaltet, sobald ein bestimmter Wert erreicht ist. Die Sperrzeit ist konstant und kann fast beliebig kurz gewählt werden, da ein Aufschaukeln des Stromes nicht vorkommen kann.



Im Ruhezustand ist C1 ungeladen, also  $u_{C1} = 0$ . Der Ausgang des Schmitt-Triggers ist auf High und T4 ist leitend. Der Strom durch Tr1 steigt linear an, bis die Spannung  $u_{R3} = i_{Tr1} R_3$  ausreicht um T5 durchzusteuern. Damit wird auch T1 leitend und C1 wird auf Vcc1 aufgeladen. Der Ausgang von ST1 geht auf Low, T4 sperrt. Wie oben beschrieben wird C2 geladen.

Da durch R3 kein Strom mehr fließt, sperren nun T5 und T1. Die Dauer der Sperrzeit ist durch die Zeitkonstante  $R_2 C_1$  und die Schaltschwelle des Schmitt-Triggers festgelegt.

### Praktische Schaltung mit Spannungsüberwachung



IC1 = LM393	R10=1M	C4=0.1u	
R1,R2,R12,R6,R9,R8=1k	R7=Shunt		
R3,R4,R5,R13,R14=10k	C1,C3=1,5n		

Bei dieser Schaltung wurden praktisch nur Standardbauteile verwendet.

Der rechte Teil entspricht praktisch der obigen Schaltung. Der Schmitt-Trigger wurde mit IC1b realisiert. R8 und C3 bilden ein Tiefpassfilter welches störende Spikes herausfiltert. Diese entstehen durch parasitäre Induktivitäten von R7.

Die Spannung am Elko C2 wird vom Komparator IC1a überwacht. C4 dient zur Glättung. D4 liefert die Referenzspannung.

D5 ist eine Sicherheitsdiode. Sie verhindert, dass ohne Betriebsspannung bei noch geladenem Elko C2 eine Spannung am Eingang des Komparators liegt.

D2 und D3 dienen zur Entkopplung.

Die Betriebsspannungen können von 2 einzelnen Akkus (eventuell mit unterschiedlicher Spannung) oder von einem gemeinsamen Akku geliefert werden. In diesem Fall ist eine Entkopplung über Dioden und getrennte Pufferelkos empfehlenswert.