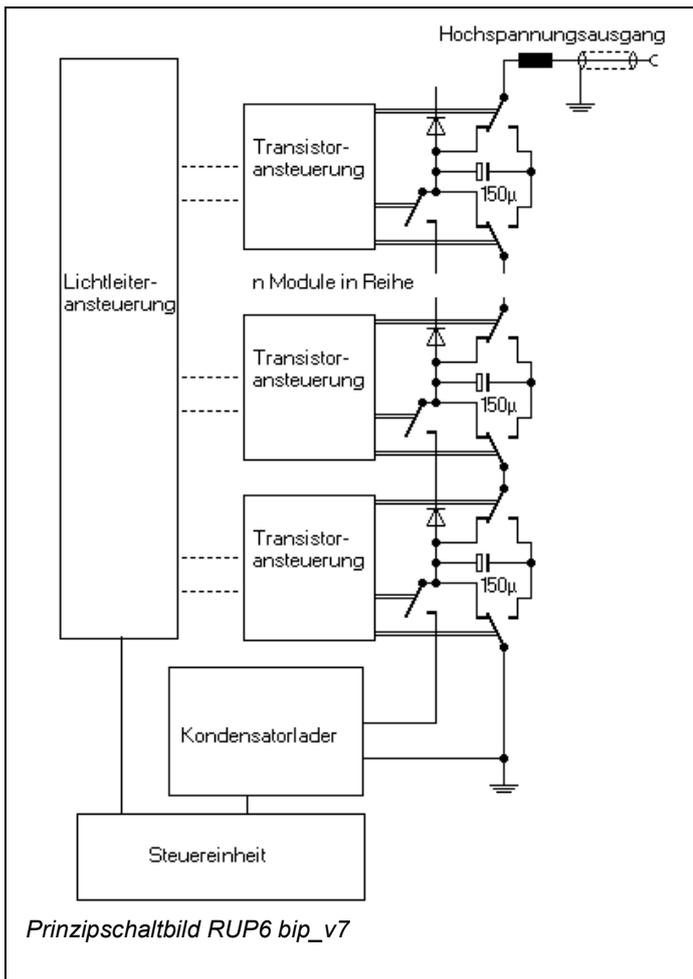


RUP6-18bip_{v7}

Bipolarer Hochspannungspulsgenerator mit variabler Anstiegs- und Abfallzeit

- Echte Rechteckpulse mit aktivem Abschalten und beiden Polaritäten
- Pulslänge fast völlig frei einstellbar
- Anstiegsflanken ab ca. 200ns bis 50µs einstellbar
- Frequenz bis zu 5 kHz
- Spannung bis zu +/-18 kV
- Pulsstrom bis zu 50 A
- kurzschlußfest
- Version V7 mit ultraschnellen und robusten SiC-MOSFETs



Der RUP6 ist ein universaler Hochspannungspuls generator, der sinnvoll für Spannungen von 2 kV bis 30 kV gebaut werden kann.

Die herausragenden Eigenschaften sind hoher Pulsstrom, sehr hoher Wirkungsgrad, individuelle Skalierbarkeit der Spannung und eine schnelle Arcabschaltung.

Der RUP6 besteht aus vielen 1 kV Pulseinheiten, die parallel geladen und für den Puls in Reihe geschaltet werden. Spannungs-versorgung und Modulator sind bei diesem Prinzip untrennbar ineinander integriert. Die Module des RUP6bip enthalten Vollbrücken anstatt Halbrücken und erlauben damit beide Polaritäten.

Absolut synchrones Schalten aller Stufen ist prinzipbedingt nicht notwendig. Sequentielles Schalten wird sogar extra dazu genutzt, um Anstiegs- und Abfallzeiten variabel zu gestalten.



Technische Daten

Ströme und Spannungen

- Ausgangsspitzenspannung +18 kV oder -18 kV; im Falle von Überschwüngen werden bis +/-30 kV toleriert.
- Maximale mittlere Ausgangsleistung 2 kW, abnehmend mit zunehmendem Tastverhältnis.

$$P_{out} = P_{max} \cdot (1 - \text{Frequenz} \cdot (\text{Pulsbreite} + 50\mu\text{s}))$$

- Mittlerer Ausgangsstrom bis zu 110mA max., entsprechend einem internen Netzteilstrom von 2A.
- Ausgangsimpedanz etwa 7 Ohm, entsprechend 0.4 Ohm pro Modul; in Reihe dazu befindet sich eine Ausgangsdrossel von ca. 35µH.

- Interne Pulskapazität etwa 8 μF , entsprechend 150 μF pro Modul.
- Spitzenstrom etwa bis 50 A, abhängig von der Dauer. Ein Arc (plötzlicher Spannungszusammenbruch während eines Pulses, und demzufolge ein Strom $>50\text{A}$) löst innerhalb von 200 ns die Kurzschlußabschaltung aus. Der Spitzenkurzschlußstrom wird auf ca. 90 A begrenzt.
- Die maximal tolerierbare Lastkapazität hängt stark von eingestellter Spannung und Anstiegszeit ab. Kapazitäten bis 200nF können angeschlossen werden, so lange das Produkt aus Spannungsanstiegsrate und Kapazität $dU/dt \cdot C$ 50A nicht überschreitet.
- Blindlast: Ein effektiver Ausgangsstrom von 6Arms darf nicht überschritten werden.

Stromüberwachung:

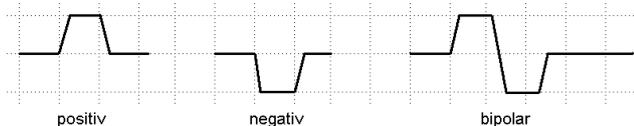
Der Pulsgenerator ist durchschlagsbeständig und geeignet für Lebensdauerprüfungen bis zum Durchschlag des Prüflings. Überströme (z.B. die Ströme, die infolge der Überschläge auftreten, Kriechströme ect.) verursachen keine Überlastung oder Schädigung des Generators.

Diese Überströme werden zuverlässig erkannt und abgeschaltet:

- Beim Überschreiten eines frei einstellbaren Strompegels des internen Netzteils wird die Hochspannung abgeschaltet. Eine LED zeigt den Betrieb nahe (90%) der Stromgrenze an.
- Gleichmaßen wird auch beim Überschreiten des Spitzenstromes von 50A und des RMS-Stromes von 5A abgeschaltet. Auch hier wird das Erreichen von 90% des Abschaltwertes durch eine LED angezeigt.
- Auch eine Fehlermeldung auf Modulebene (Überstrom, Übertemperatur) wird zurückgemeldet und führt zum Abschalten des Generators.

Pulsform und Frequenz

- Rechteckpuls beider Polaritäten mit variabler Pulsbreite, Anstiegszeit und Frequenz.
- Als Betriebsmoden sind einstellbar: Unipolar positiv, unipolar negativ und bipolar.



- Einstellbare Pulsbreite 0.5 μs - 100 μs .

Grundsätzlich sollte sich die interne Pulskapazität nicht um mehr als 10 % der Maximalspannung (hier also 2.5 kV) entladen.

- Maximalfrequenz 5 kHz.
- Das Tastverhältnis kann fast beliebig eingestellt werden, die Ausgangsleistung nimmt aber mit zunehmenden Tastverhältnis linear ab. Dies liegt daran, dass während eines Pulses und 50 μs danach das interne Netzteil nicht arbeitet.
- Der Generator kann auch mit einem externen trinären Logiksignal (0V, +5V, -5V) angesteuert werden. Dann sind mit etwas Vorsicht und Einschränkungen bei Last und Amplitude auch noch Frequenzen >5 kHz möglich.
- Anstiegs- und Abfallzeiten sind in 2 Bereichen von ca. 0 ...7 μs und 0...50 μs einstellbar. Die variablen Anstiegszeiten werden dadurch realisiert, daß die Pulsmodule zeitlich versetzt angesteuert werden, dadurch ergibt sich ein treppenförmiges Ausgangssignal. Die reale Ausgangsspannung hängt aber auch von der Last und eventueller Seriendrossel ab und kann durchaus auch signifikantes Überschwingen aufweisen. Durch Feinjustage der Anstiegszeit kann das Überschwingen aber immer auf einen Wert $<8\%$ begrenzt werden. Anstiegszeiten von $<0.8\mu\text{s}$ sind aber nicht bis zur vollen Spannung möglich, da die Anstiegsrate auf ca. 30 kV/ μs begrenzt ist, und Anstiegszeiten $<0.2\mu\text{s}$ sind sinnlos, da sie auch ohne Last nur zu internen Schwingungen führen.
- Steuerung von Spannung, Pulsbreite, Frequenz und Betriebsart über Schalter und Drehköpfe auf der Frontplatte.

Bauform, Lieferumfang

- 19" Schaltschrank, 550 * 800 * 1800 mm auf Rädern.
- Versorgungsspannung 230-240 V.
- Monitorausgänge für Spannung und Strom.
- Anzeigen für Modulspannung (0-1000V) und internen Netzteilstrom (0-2A).
- Rücksetzbarer Betriebsstundenzähler für „Hochspannung ein“.
- Interlockeingang.
- Hochspannungsausgangskabel 3m Typ 2243.
- Dokumentation
- Der Pulsgenerator entspricht Vorschriften über elektromagnetische Verträglichkeit.

19.4.2019 Jörg Brutscher (GBS-Elektronik GmbH)