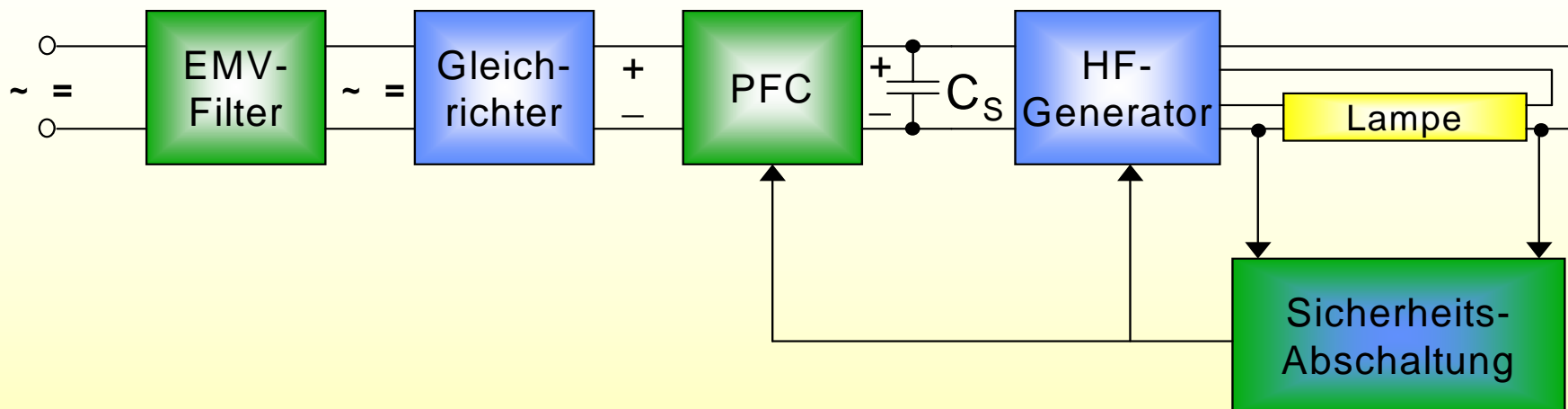


Komponenten eines Standard-EVG für LL



- EMV-Filter für HF-Störungen von 9 kHz bis 30 MHz
- Power Factor Correction: Korrektur der Netzstromoverschwingungen
- HF-Halbbrückengenerator (40kHz-50kHz) mit Resonanzkreis
- Sicherheitsabschaltung incl. „End of Life“-Detektion (bei Zündunwilligkeit und stärkerem Anstieg der Brennspannung z.B. durch deaktivierte Wendel)
- C_S : Speicherkondensator

Auslegung eines Standard-EVG

Für ein 230 V Netz und beispielsweise eine L 58W:

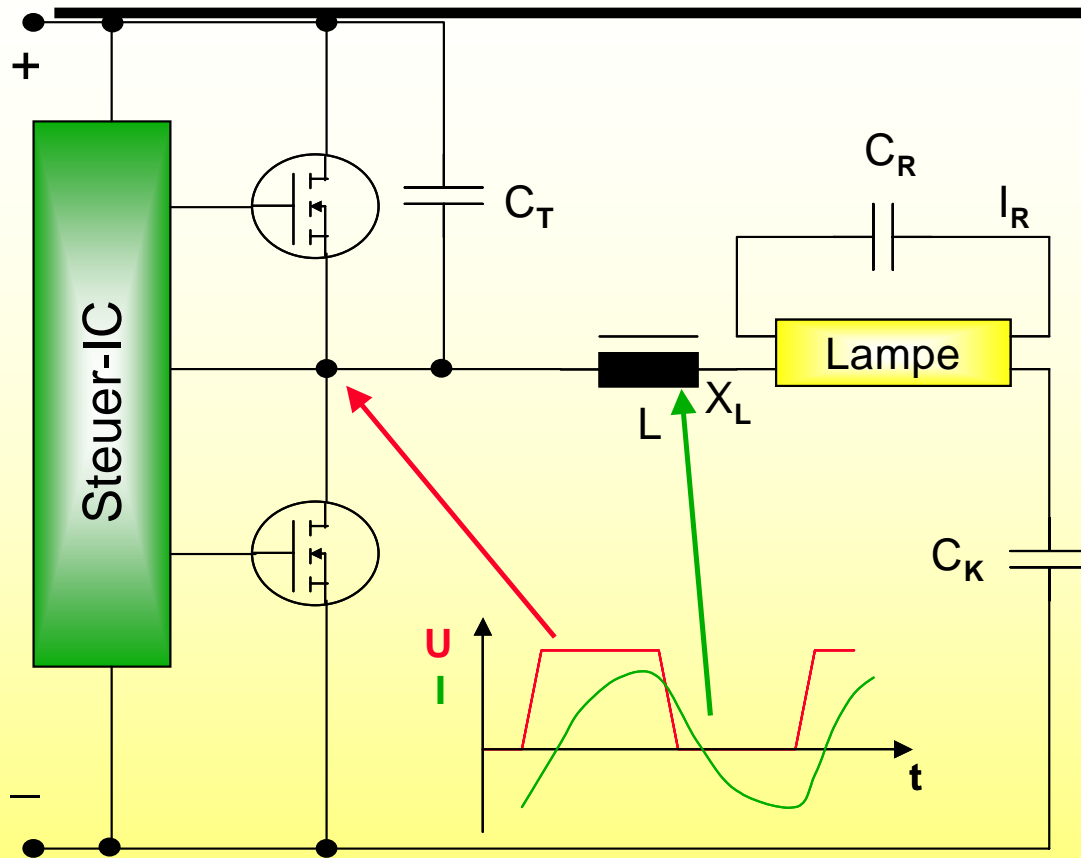
Für einen maximalen HF-Gewinn muss die **Zwischenkreisspannung** über dem Speicherkondensator C_S von 300 – 400 V – je nach Sinusstromregler -, auf etwa ± 20 V **konstant** sein. Dies wird erreicht mit $C_S \approx 15 \mu\text{F}$.

Zur Einhaltung der Funkstörspannung-Grenzwerts bei 50 kHz wird die **Betriebsfrequenz** des HF-Generators etwas **unterhalb von 50 kHz** gewählt.

Der **Lampenstrom** wird **durch eine HF-Drossel begrenzt**. Mit $R_L = 260 \Omega$ - der Plasmawiderstand ist für eine gegebene Zwischenkreisspannung konstant – und $L = 2 \text{ mH}$ ergibt sich ohne eine Kapazität C_R über der Lampe im Nennbetrieb eine aus Exponentialfunktionen $A(1 - \exp(-t/\tau))$ zusammengesetzte Lampenstromform; $\tau = L/R_L = 7,7 \mu\text{s}$ entsprechend ca. einer halben Lampenstromhalbwelle. C rundet etwas die Stromform, was die Funkstörstrahlung begrenzt

Zum **Starten** werden L und C_R **nahe der Resonanzfrequenz** angeregt. Frequenz und Schwingkreisdämpfung bestimmen die Zündspannung von ca. 1100 – 1800 V_{SS} .

Fremdgesteuerte Halbbrücke



Resonanzstrom:

$$I_R = U_{ip} \cdot 2\pi f C_R$$

Drosselwiderstand: $X_L = 2\pi f L$

C_T : Trapez-C begrenzt Spannungsanstieg über dem Transistor.

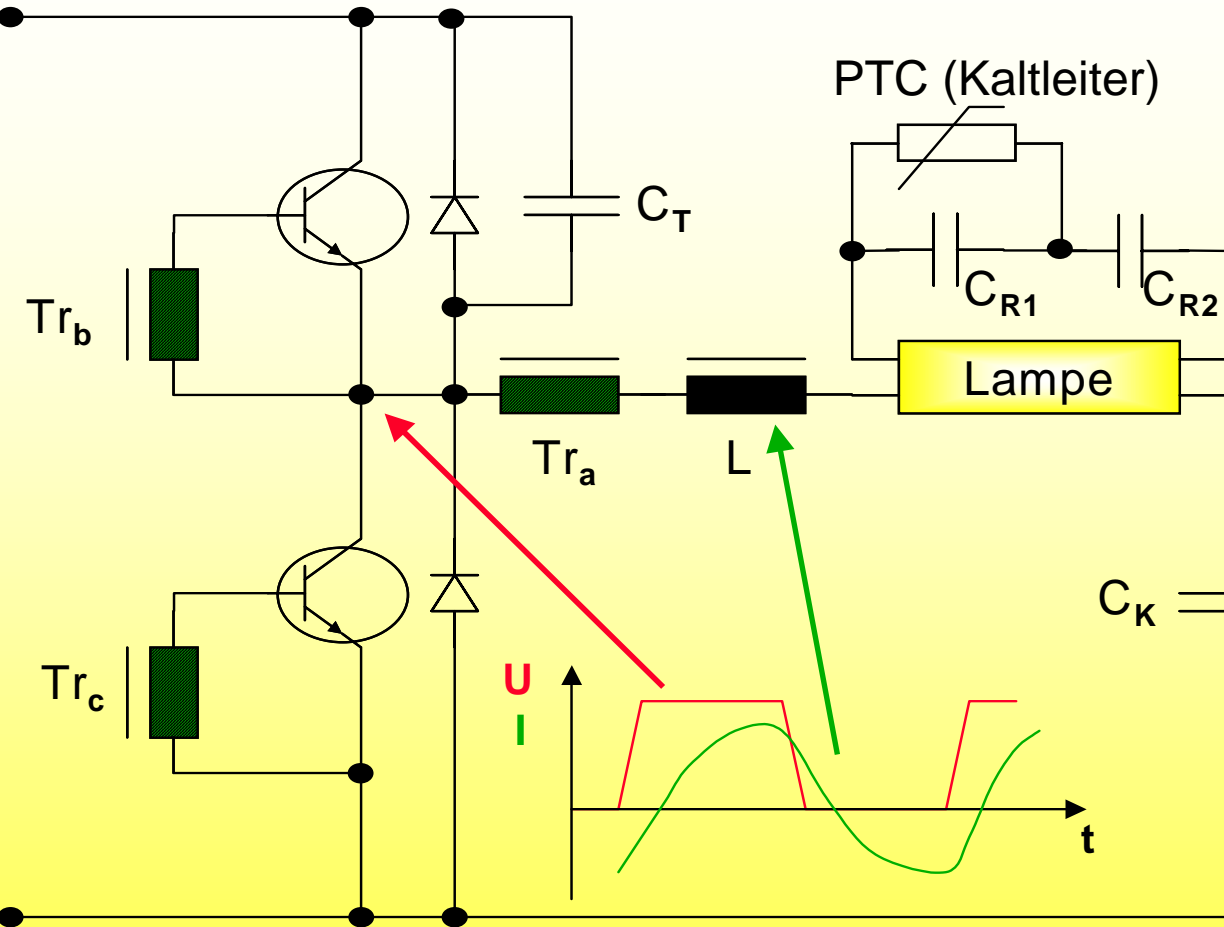
C_R : Resonanz-C erzeugt in Verbindung mit L bei $f = 1 / 2\pi \sqrt{L \cdot C}$ Zündspannung über der Lampe.

C_K : Koppel-C mit etwa halber Zwischenkreisspannung

L : Lampendrossel

Halbbrücke wird durch einen in der Frequenz stellbaren Oszillator gesteuert! Die unipolare Rechteckspannung über dem unteren Transistor wird durch den Trennkondensator C_K symmetrisiert. Mit zunehmender Frequenz verringert sich der Lampenstrom und erhöht sich der Vorheizstrom. Lampenkreis ist nach dem Zünden i.w. ein L-R – Kreis.

Freischwingende Halbbrücke



C_T : Trapez-C.

C_R : Resonanz-C.

C_K : Koppel-C.

L: Lampendrossel

Tr: Steuertrafo

ZVS-Schaltentlastung (zero-voltage switching) der Transistoren

durch Kondensatoren über den Schaltern.

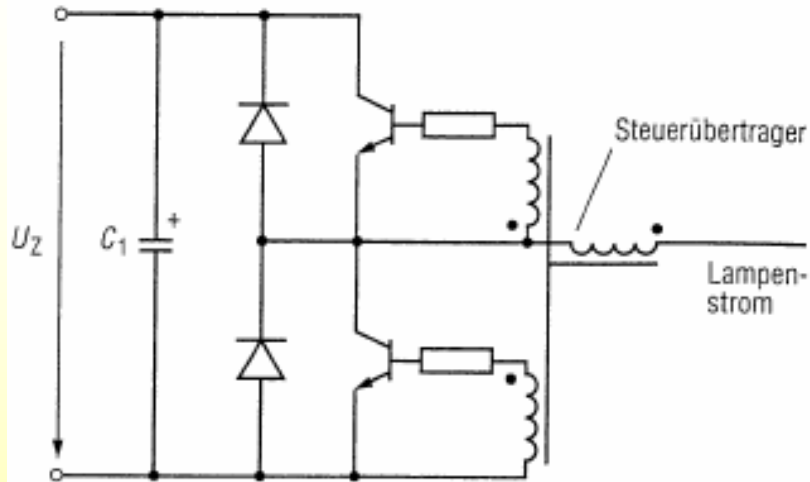
Trapezförmiger Spannungsanstieg über Transistor nach Ausschalten des Transistors

Einschalten des Transistors bei verschwindender Spannung über dem Transistor, erreicht durch resonanten Drosselstrom, der die zugehörige Inversdiode leitend macht.

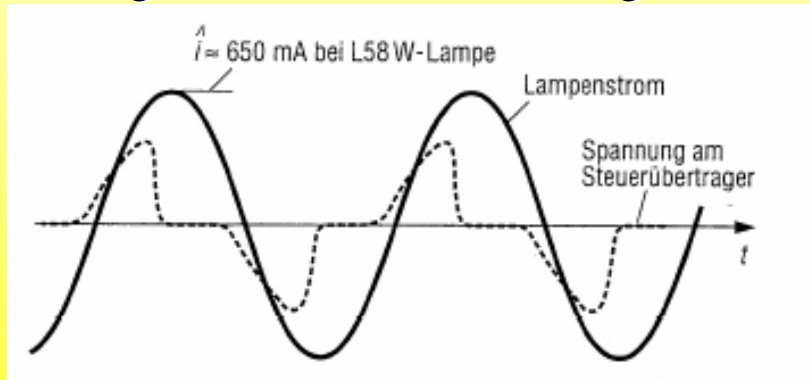
Während des Anstiegs und des Abfalls der Mittelpunktspannung U sind beide Transistoren idealerweise nicht leitend.

Leichter zu realisieren mit Tastlücke bei Fremdsteuerung

Sättigungsübertrager im frei schwingenden Wechselrichter



Ansteuerung der Halbbrücken-Transistoren mit magnetischem Steuerübertrager



Spannungsverlauf am Steuerübertrager

Sättigungsübertrager:

Primärwicklung ist vom Lampenstrom durchflossen.

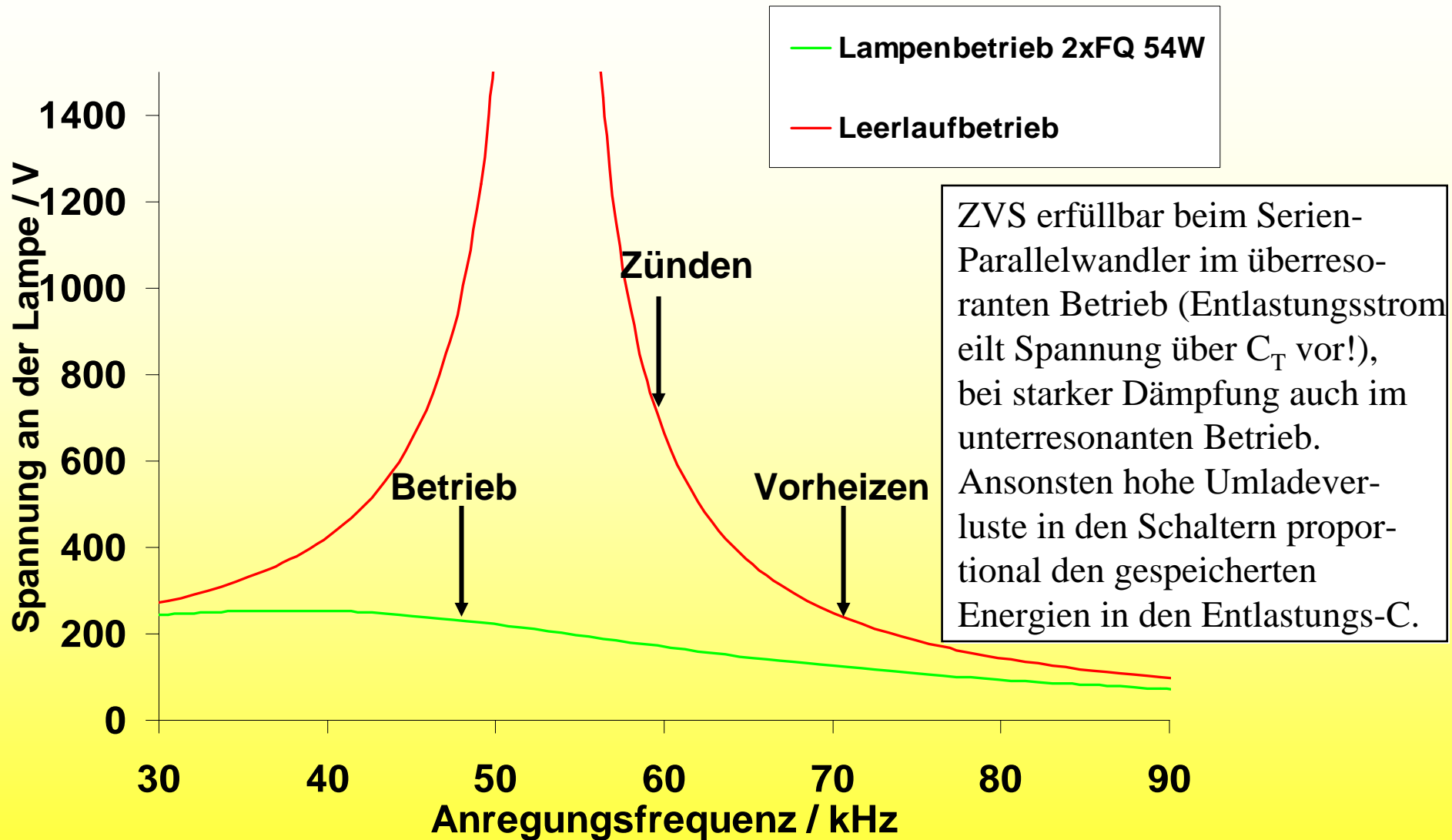
Sättigungsinduktion ist so bemessen, dass der Übertrager etwa beim Scheitelwert des Lampenstroms in Sättigung geht und damit die Transistoransteuerung endet.

Sekundärwicklungen mit entgegengesetztem Windungssinn steuern abwechselnd die Halbbrückentransistoren (Beachte Vorzeichen von di/dt !).

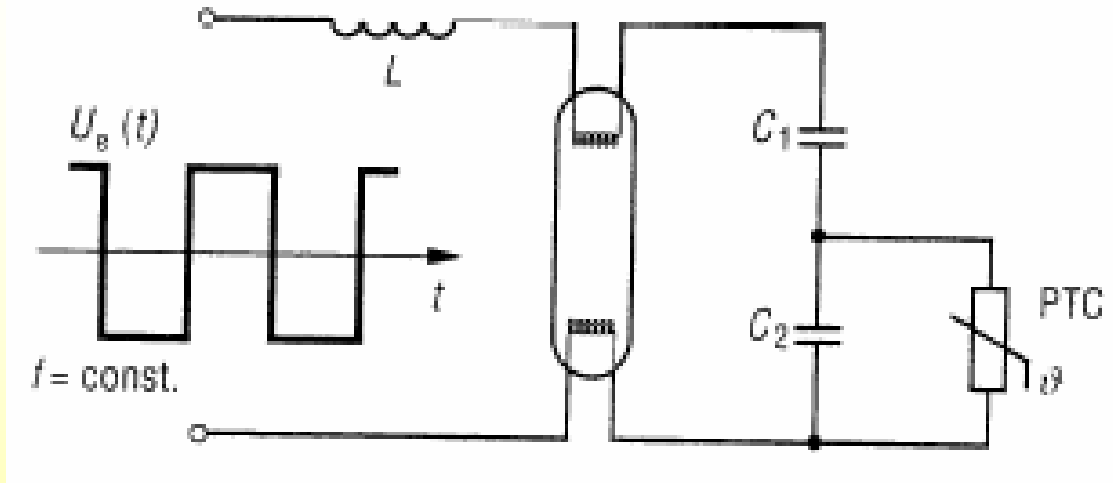
Nach Abschalten des zuletzt angesteuerten Transistors kehrt sich die Stromrichtung um. Der Kern entsättigt und erzeugt die Ansteuerung für den anderen Transistor.

Weit verbreitete Ansteuerung in Installationsgeräten.

Resonanzverhalten des Schwingkreises



Wendelvorheizung mit Kaltleiter als Schaltelement

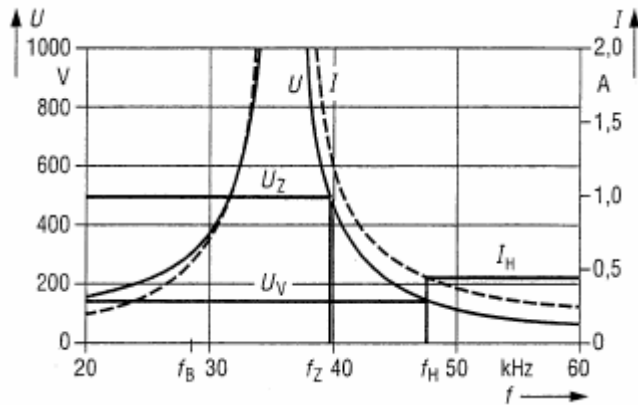
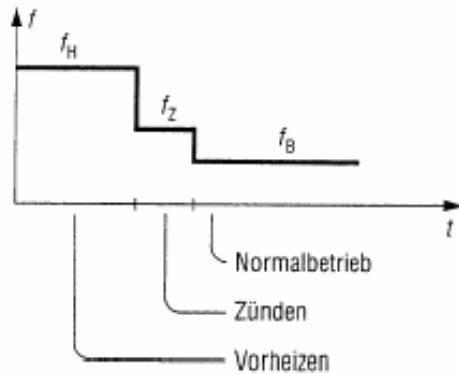
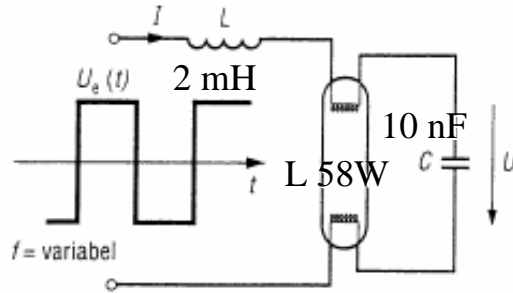


Die richtige Wendelvorheizung bei Leuchtstofflampen in Verbindung mit der richtigen Zündung ermöglicht mit dem EVG-Betrieb weit über 100 000 Schaltzyklen.

Durch Einstellen einer relativ niedrigen Impedanz parallel der Lampe über eine Zeit von etwa 1-2 s wird ein ausreichender Strom über die Wendeln zum Vorheizen ermöglicht. Zur Vermeidung einer vorzeitigen (Kalt-) Zündung muss dabei die Frequenz so hoch sein, dass man hinreichend weit von der Resonanz entfernt ist.

Wendelvorheizung mit Kaltleiter: Kalter PTC (50 – 100Ω) überbrückt C_2 (7 nF) und es fließt ein Strom über die Wendeln etwa der Größe des Lampennennstroms. Spannung über C_1 (10 nF) und PTC zündet sicher die Lampe nicht. Bei heißem PTC ist die Serienschaltung von C_1 und C_2 wirksam und erzeugt mit L eine Resonanz und so die Zündung mit heißen Wendeln. Der im Betrieb hochohmige PTC (80 – 120°C) erzeugt Verluste von 0,5 – 1 W.

Wendelvorheizung über Frequenzverschiebung am Beispiel einer L 58W



Vorheizen: $f = f_H = 47,5 \text{ kHz}$, $I_H = 0,425 \text{ A}$, $U < 150 \text{ V}$!

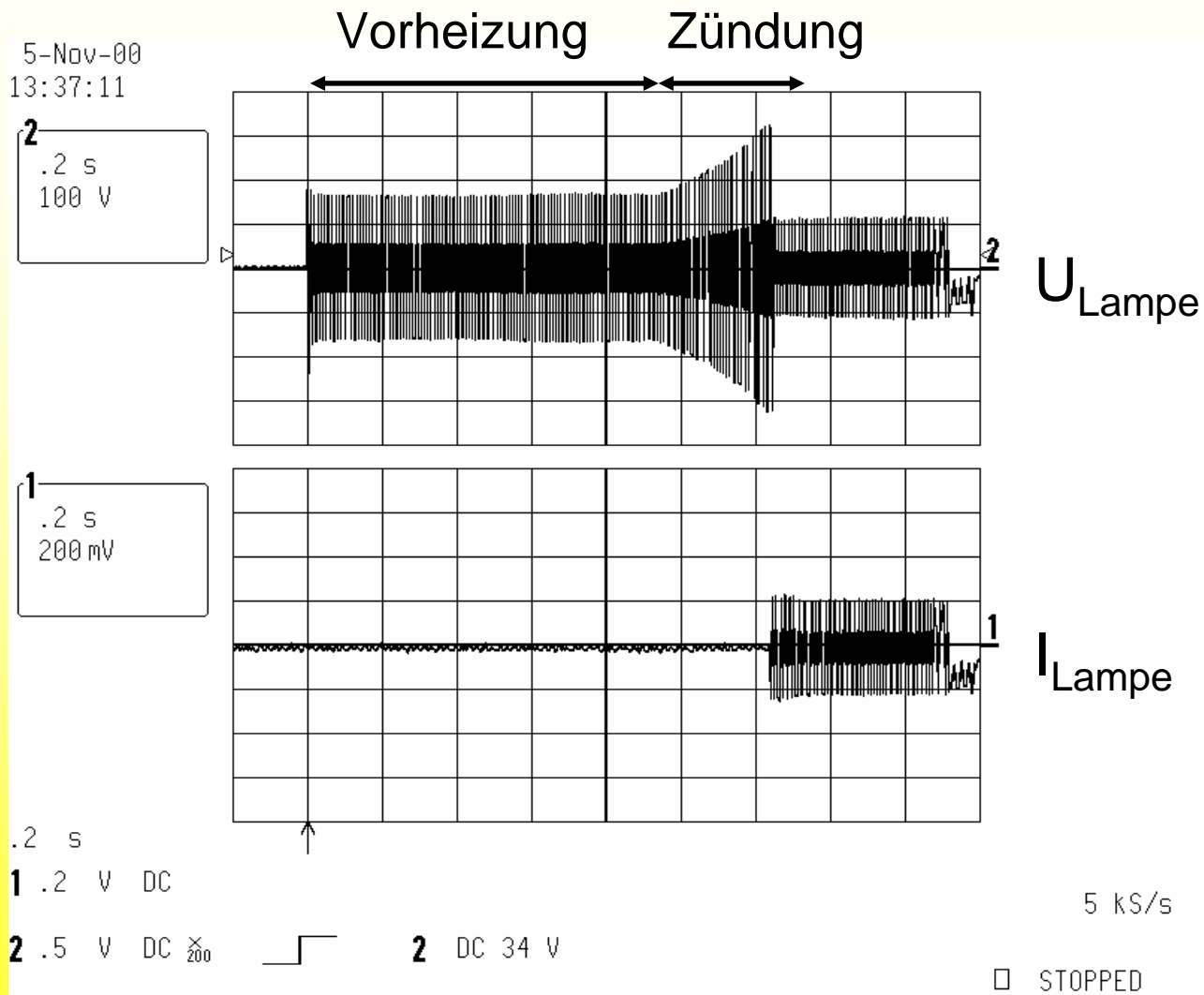
Zünden: $f = f_Z = 39,5 \text{ kHz}$, $U = U_Z \approx 500 \text{ V}$

Betrieb: $f = f_B = 28 \text{ kHz}$, Lampenkreis, nahezu ein L-R – Kreis, durch brennende Lampe stark bedämpft

Kürzere Heizzeiten als etwa 3 s nur mit größerem C erreichbar, aber dadurch merkliche Wendel(heiz)-verluste im Dauerbetrieb

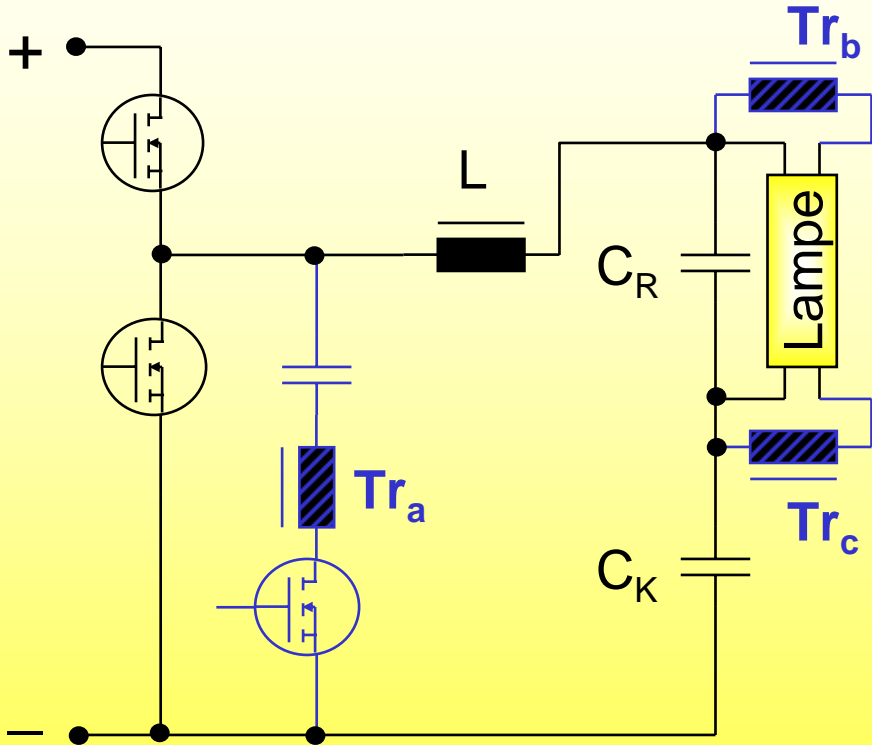
Besser Cut-off: Abschalten des Heizkreises

Vorheizung und Zündung einer T5 FH 14W

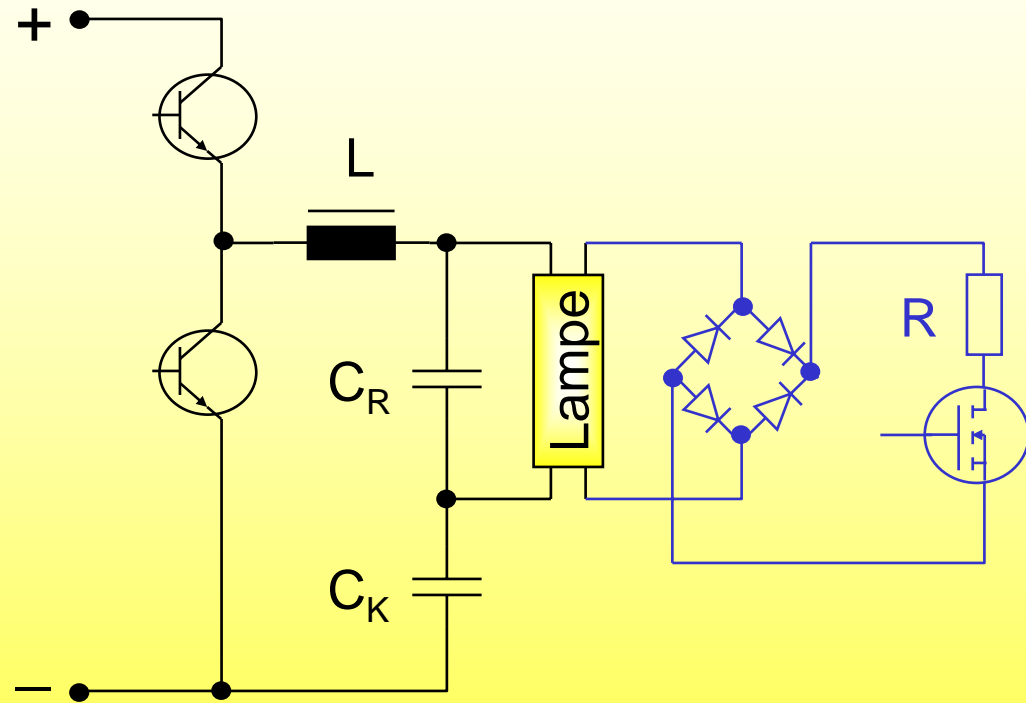


Cut Off - Schaltungsprinzip

Trafo-Vorheizung für fremdgesteuerte Halbbrücke



MOSFET-Vorheizung für freischwingende Halbbrücke



Abschaltung der Wendeldauerheizung im Lampenbetrieb

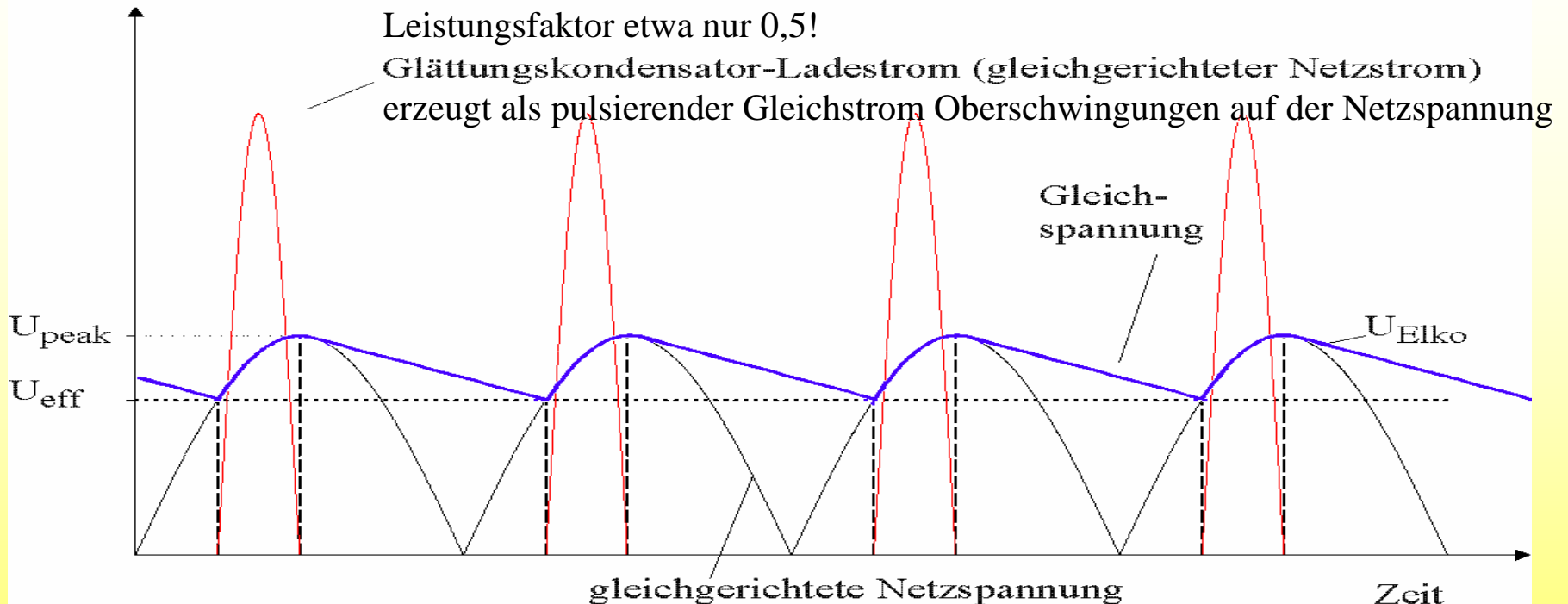
EVG-Betriebsdaten von T5-Lampen

Parameter	T5/35W	T5/28W	T5/14W
Preheat Frequency	60 kHz	60 kHz	60 kHz
Lamp Preheat Voltage	350 Vpp	350 Vpp	350 Vpp
Lamp Ignition Voltage	2KVpp	2KVpp	2KVpp
Run Frequency	42 kHz	42 kHz	42 kHz
Ballast PF	0.99	0.99	0.95
Lamp Running Voltage	720 Vpp	575 Vpp	265 Vpp
Ballast Input Power	35W	28W	14W

Netzoberschwingungsvorschriften - EN61000-3-2

Bei einfachem Brückengleichrichter mit folgendem Glättungskondensator:

Netzspannung (gleichgerichtet)

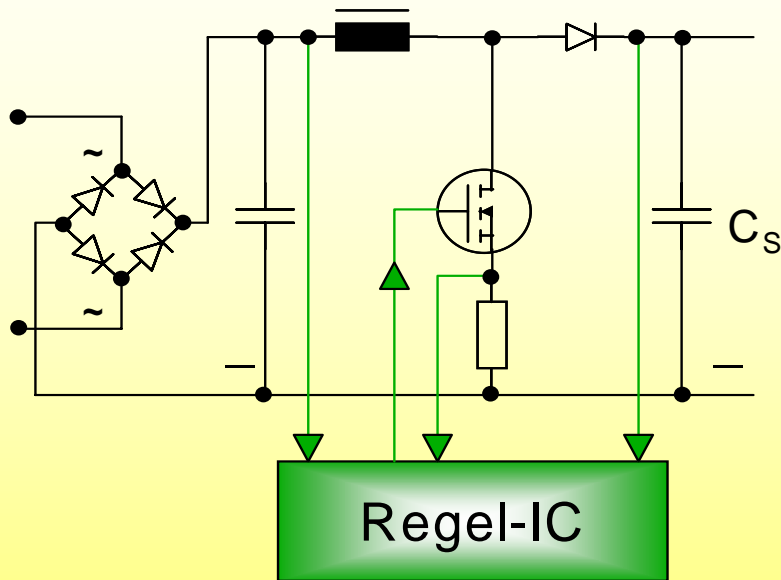


Oberschwingungsvorschriften:

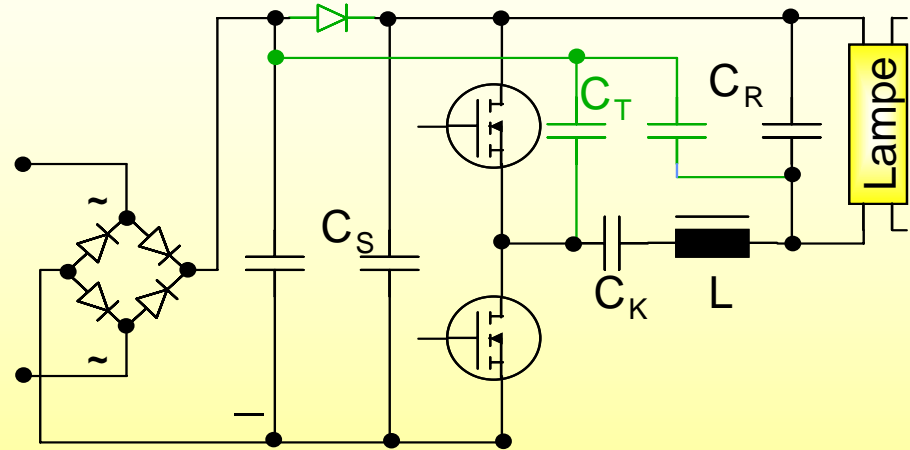
- Leuchtenleistung < 25W: ➤ Grenzwerttabelle der Klasse D
- Leuchtenleistung > 25W: ➤ Grenzwerte des Stromphasenwinkels
- Leuchtenleistung > 25W: ➤ Grenzwerttabelle der Klasse C

Oberschwingungskorrektur für Leistungen > 25 W

Aktive PFC: Hochsetzsteller



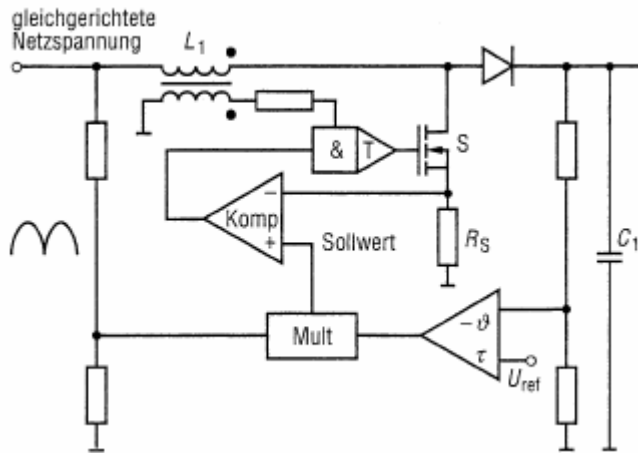
Passive PFC: Pumpschaltung



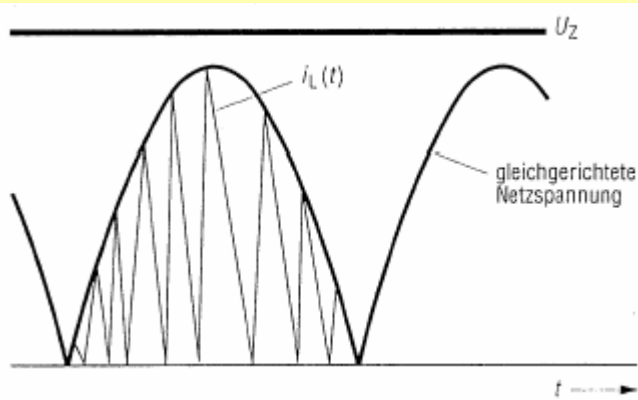
+ : geregelte Halbbrückenspannung
-- : hohe Kosten, hoher Platzbedarf

+ : kostengünstigste Lösung
-- : hoher FuE-Aufwand, keine Regelung

Hochsetzsteller-Regelung



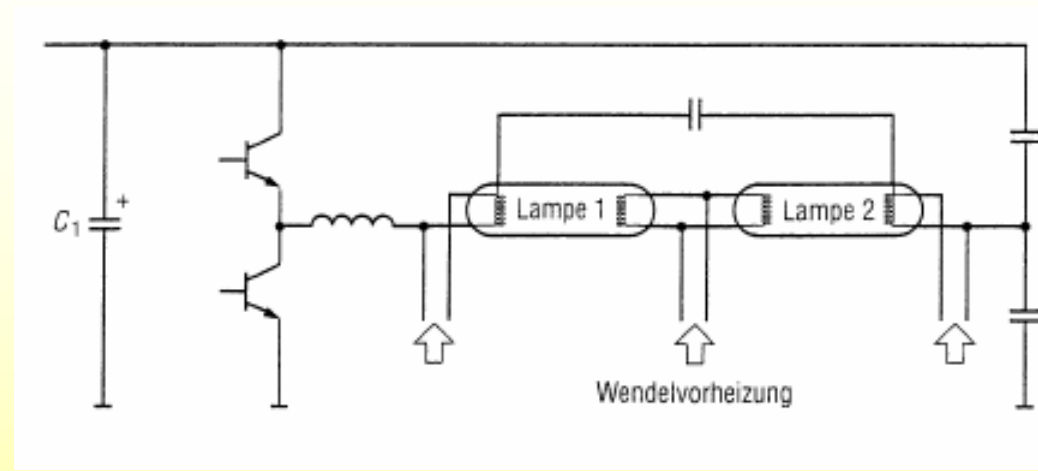
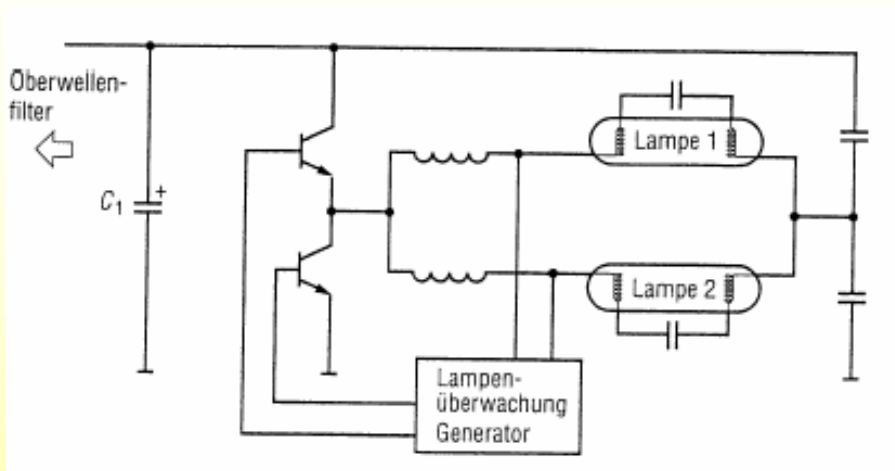
Prinzipschaltbild eines geregelten Hochsetzstellers



Drosselstrom bei nicht lückendem Hochsetzsteller

1. Höhe des Stroms durch L_1 und S bei geschlossenem Schalter S – Istwert über R_S gemessen - wird mit dem Sollwert verglichen, der aus Multiplikation der gleichgerichteten Netzwechselfspannung mit der Ausgangsspannung eines langsamen ($\tau \gg 10 \text{ ms}$) invertierenden Regelverstärkers resultiert.
2. Übersteigt der Istwert den Sollwert, öffnet der Komparator den Schalter und der sich abbauende Drosselstrom lädt C_1 .
3. Schalter wird nur wieder eingeschaltet, wenn der Sollwert kleiner als der Istwert und die Spannung an der Detektorwicklung von L_1 negativ ist.
4. Ist die Spannung über C_1 zu groß, verringert sich der Sollwert, was die dem Netz entnommene Leistung verkleinert.

Mehrlampengeräte



Aufgrund der Leitungsimpedanz dürfen die Lampen nur einen rel. geringen Abstand haben.

Gemeinsame Komponenten wie Halbbrücke – ausgelegt für höhere Ströme - und Ansteuerung bringen wirtschaftliche Vorteile. Nachteil: Wenn eine Lampe nicht zündet, muss der Wechselrichter angehalten werden; ansonsten fließt ein ständiger Heizstrom.

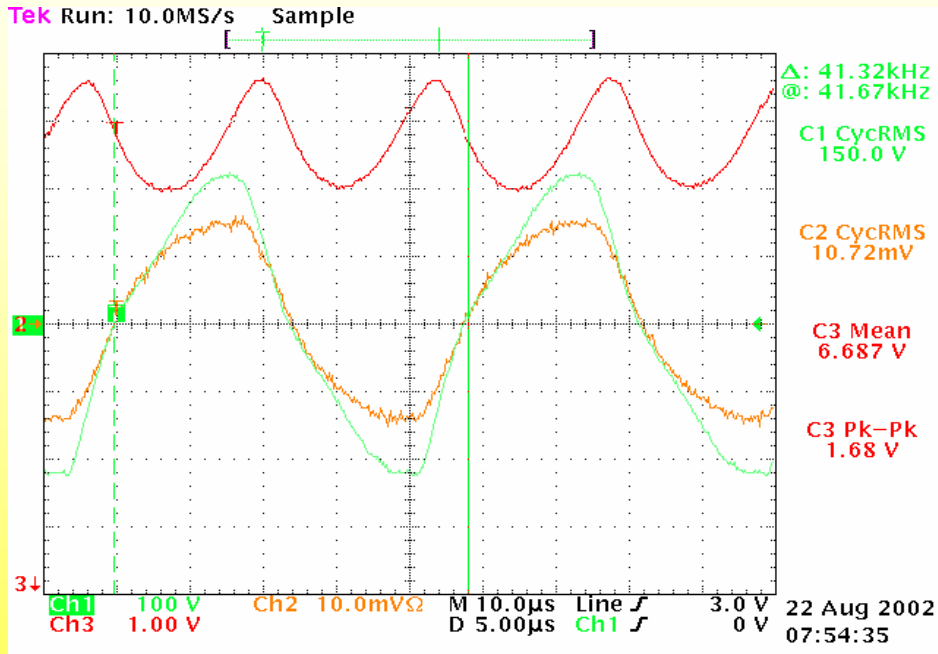
Bei kleineren Lampenbrennspannungen ist eine Reihenschaltung der Lampen möglich. Beide Gasstrecken müssen gleichzeitig durchzünden, was bei Wendelvorheizung funktioniert.

Dimmen von Leuchtstofflampen durch Frequenzverstellung

Beachte: Bei sehr kleinen Lampenströmen ist meist die Kennlinie Lampenstrom als Funktion der Frequenz steil abfallend und mehrdeutig – zu 1 Frequenzwert: 2 Stromwerte!

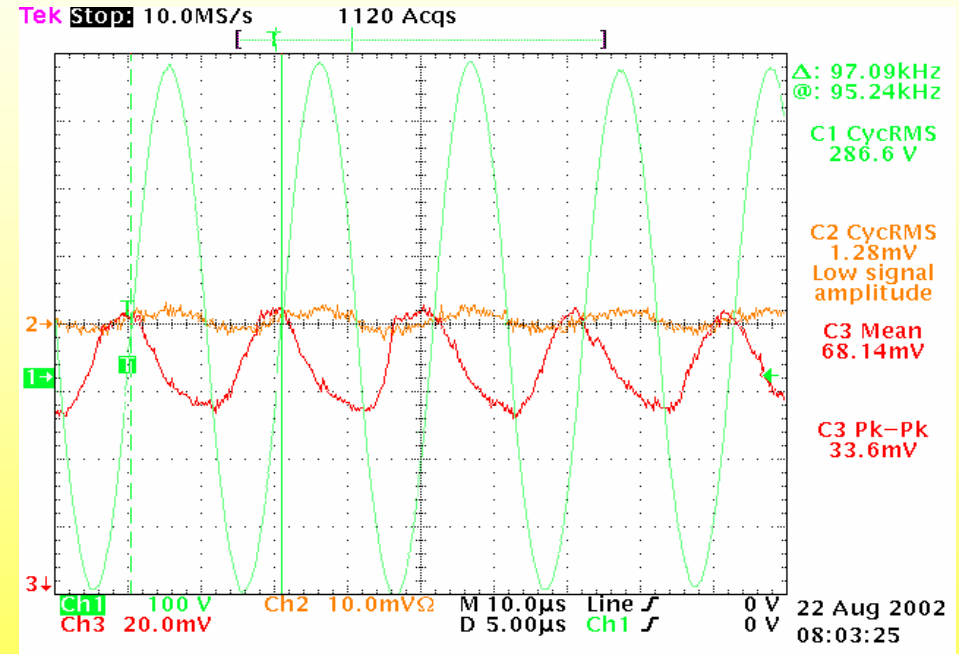
HF-Betrieb am elektronischen Vorschaltgerät OSRAM QT DALI FQ 1x80 DIM

$\Phi_{rel}: 100\%$



Ch1: $U(\text{Lampe}) = 150 \text{ V}$
 Ch2: $I(\text{Lampe}): 0,5\text{A/div} (536 \text{ mA})$
 Ch3: rel. Φ ; ripple: 16%

$\Phi_{rel}: 1\%$



Ch1: $U(\text{Lampe}) = 287 \text{ V}$
 Ch2: $I(\text{Lampe}): 0,05\text{A/div} (6 \text{ mA})$
 Ch3: rel. Φ ; ripple: 49%

EVG-Gehäuseaufdruck

thermische Eigenschaften

Energie-Klassifizierung

\approx
 230-
 240V

QUICKTRONIC®
QT-FQ 2x54/230-240

lamp	U_N (V)	f_N (Hz)	I_N (A)	λ	t_a (°C)
2xFQ 54W	230-240	0; 50-60	0,52	0,99	-20...50

EN 55015
 EN 60924
 EN 60928
 EN 60929
 EN 61000-3-2
 EN 61547

110

Temp.-Test
 $t_c = 70^\circ\text{C max}$

EEI = A2

cut off

CE Range of application: AC/DC 198V to 264V
 Range of battery voltage: 154V to 276V
 Can be used for luminaires protection class I and II
 Preheat time $\leq 0,5$ sec.

A 309 297 00 07
Made in Germany

OSRAM

$U_{out} = 310V$
 $U_{open} < 400V$
 Keep wires 5,6 short

Lampe

Netzversorgung

Normen

Prüfzeichen

Lampen-Verdrahtung

Zukünftige EVG-Entwicklungen

Reduzierung der EVG-Hardware auf eine gemeinsame Plattform für verschiedene Leistungsklassen und Gehäusebauformen

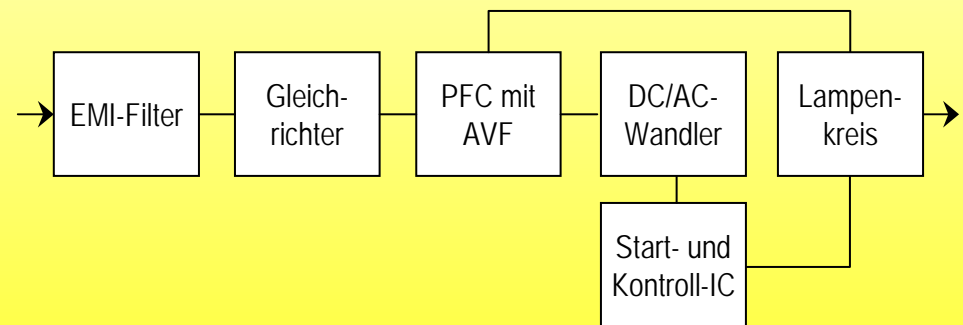
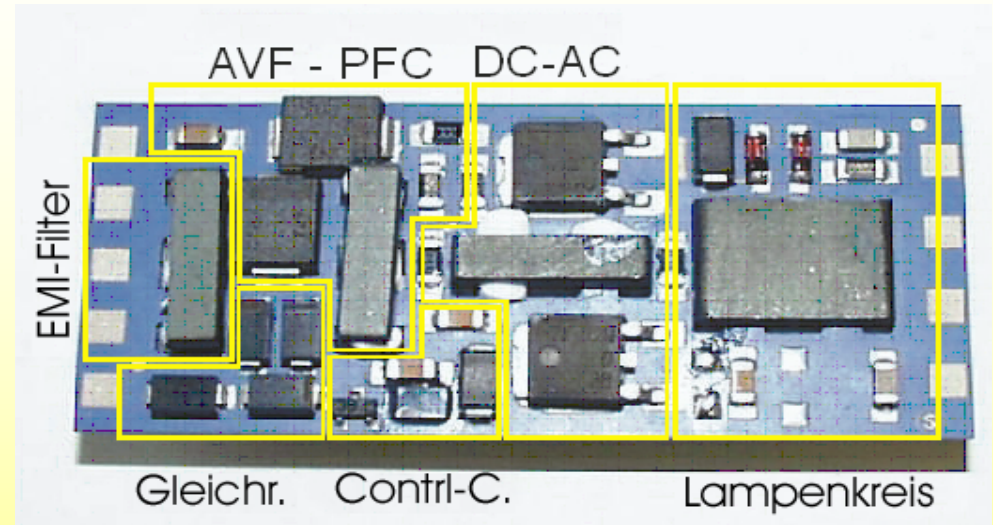
- μ Controller gesteuerter Programmablauf für
 - Startsequenz
 - Vorheizung
 - Zündung
 - Betrieb
 - „End of Life“-Überwachung und Sicherheitsabschaltung
- Programmierung des EVG-Typs durch Software-Änderung
- Automatische Erkennung von Lampen

Low Cost-Schaltungen mit reduzierten Marktanforderungen

- KVG-Verbot der Energieklasse D ab Mai 2002
- KVG-Verbot der Energieklasse C ab Nov. 2005

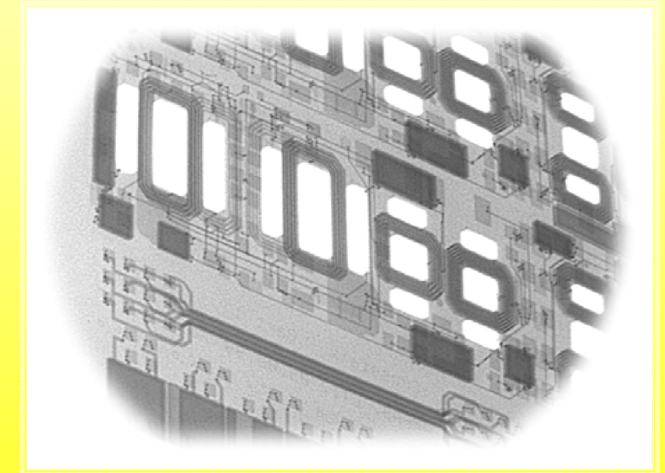
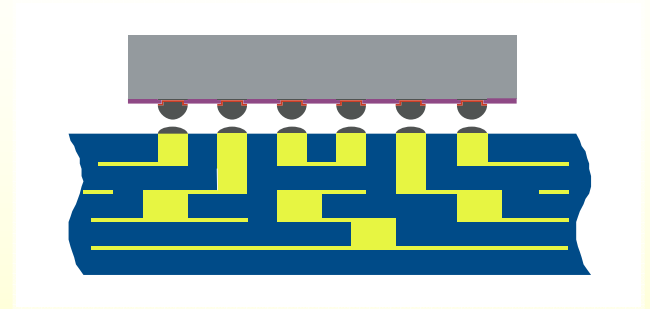
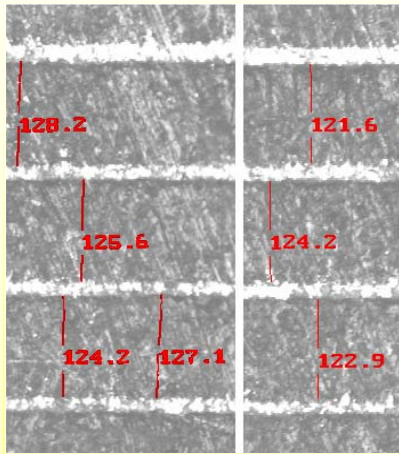
Höchstfrequenz-EVG für Kompaktleuchtstofflampen

- Lampenkreis mit 2.65 MHz
- Power Factor Correction
- Lampensteuerung
- Multilayer-LTCC
- Integrierte Kondensatoren
- Planardrosseln
- Gedruckte lasergetrimmte Widerstände
- Flip-Chip-Integration
- Höchsthfrequenz erlaubt kleine Kapazitäten und Induktivitäten ⇒ reduziertes Volumen

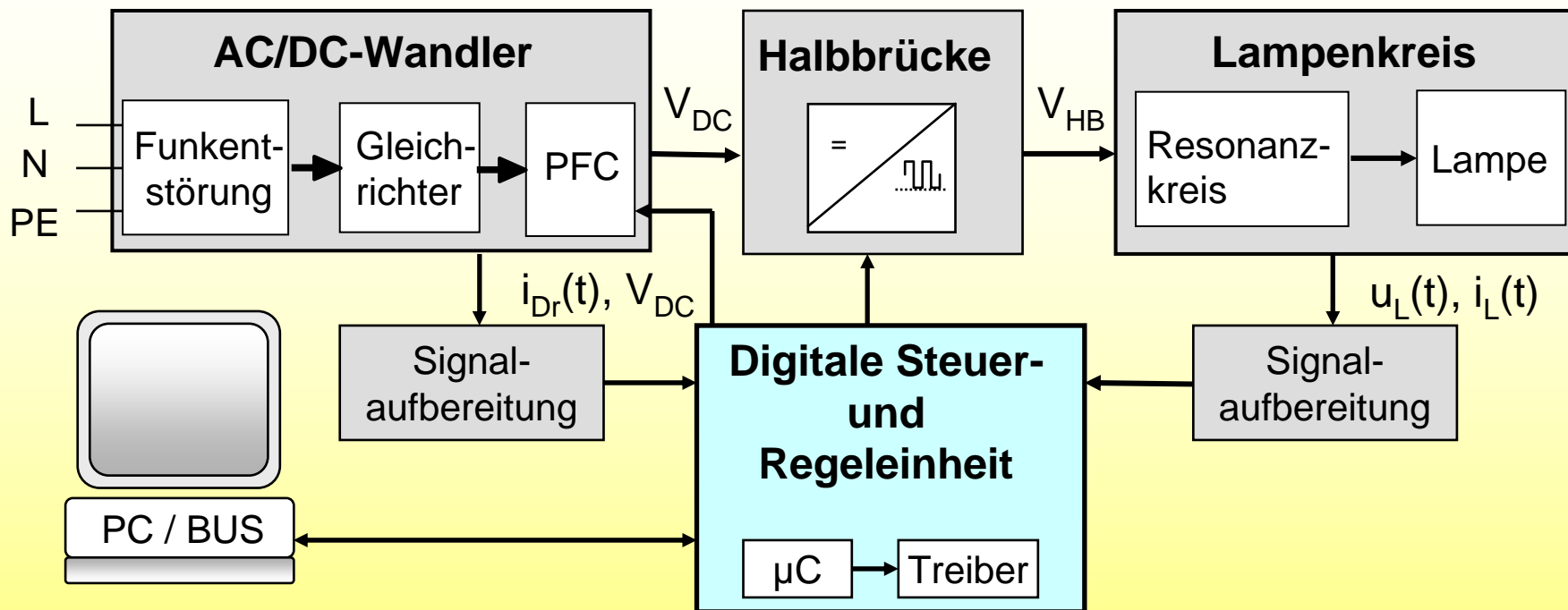


Neue Technologien im Höchstfrequenz-EVG

- Multilayer-Struktur
- Flipchip-Integration
- SMD-Bestückung
- Low Temperature Cofired Ceramic (LTCC)
- Layerdicke: 120-130 μm
- Mehr als 5 Lagen
- Integrierte Kapazitäten
- Planare Drosseln für Filter-, Steuer- und Lampeninduktivität
- Gedruckte Widerstände mit Lasertrimmung



Hochintegriertes, digitales EVG für Leuchtstofflampen



Vorteile der neuen, smarten EVG-Generation:

- Einsparung von Herstellungskosten und analogen Bauelementen
- Einfache Integration neuer Funktionen
- große Flexibilität durch programmierbare Betriebsparameter

Digitale Funktionen des Microcontrollers

