

Getaktete Speisungen

- Was sind getaktete Speisungen ?
- Welche Vorgaben müssen diese erfüllen ?
- Physikalische Grundlagen
- Technische Grundlagen
- Störphänomene
- Wie kommt die Störung in meinen Empfänger ?
- Wie kann ich das vermeiden ?

Was sind getaktete Speisungen ?

- (Leistungs-) Elektronische Geräte die elektrische Energie umwandeln.
 - Zum Beispiel:
 - Steckernetzteile (Handyladegeräte)
 - Elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtmittel (Leuchtstoffröhre, E-Sparlampe, LED-Lampe)
 - Stromversorgungen für Unterhaltungselektronik (PC, Fernseher, etc.)
 - Solarwechselrichter
 - Motorsteuerungen ('Drives')
 - Etc.

Welche Vorgaben müssen erfüllt werden ?

- Funktional:
 - Ausgangsspannung und Strom
 - Netztrennung
 - Hohen Wirkungsgrad !
 - Kompakt, Leichtes Gewicht, etc.
- Elektro Magnetische Verträglichkeit
 - Störfestigkeit
 - Störaussendung

Elektro-Magnetische Verträglichkeit

- EU-Richtlinie 2004/108/EC
 - Normen
 - Produktfamiliennormen
 - CISPR-xx,
 - IEC
 - EN
 - ETSI
 - NEBS
 - etc.)
 - Fachgrundnormen (z.B. IEC-61000-reihe)

EMV → Beispiel Schaltnetzteil

- 'HF'-Störaussendung
 - Leitungsgebunden → CISPR-22
 - Feldgebunden → CISPR 22
- 'NF'-Störaussendung
 - Harmonische im Speisenetz → IEC61000-3-2
 - Brumm am Ausgang → Anwenderspezifisch
- Störfestigkeit
 - HF-Einstrahlung, Einkopplung → IEC61000
 - ESD, kurzzeitige Netzüberspannung → IEC61000

Technische Grundlagen

- Topologien
 - Hard switching
 - Step-up (Boost)
 - Step-down (Buck)
 - Half /Full Bridge
 - Flyback
 - Forward
 - Soft switching
 - Half Bridge resonant converter
- Störungen
 - Arten von Störungen
 - Grenzwerte aus Normen

Topologien

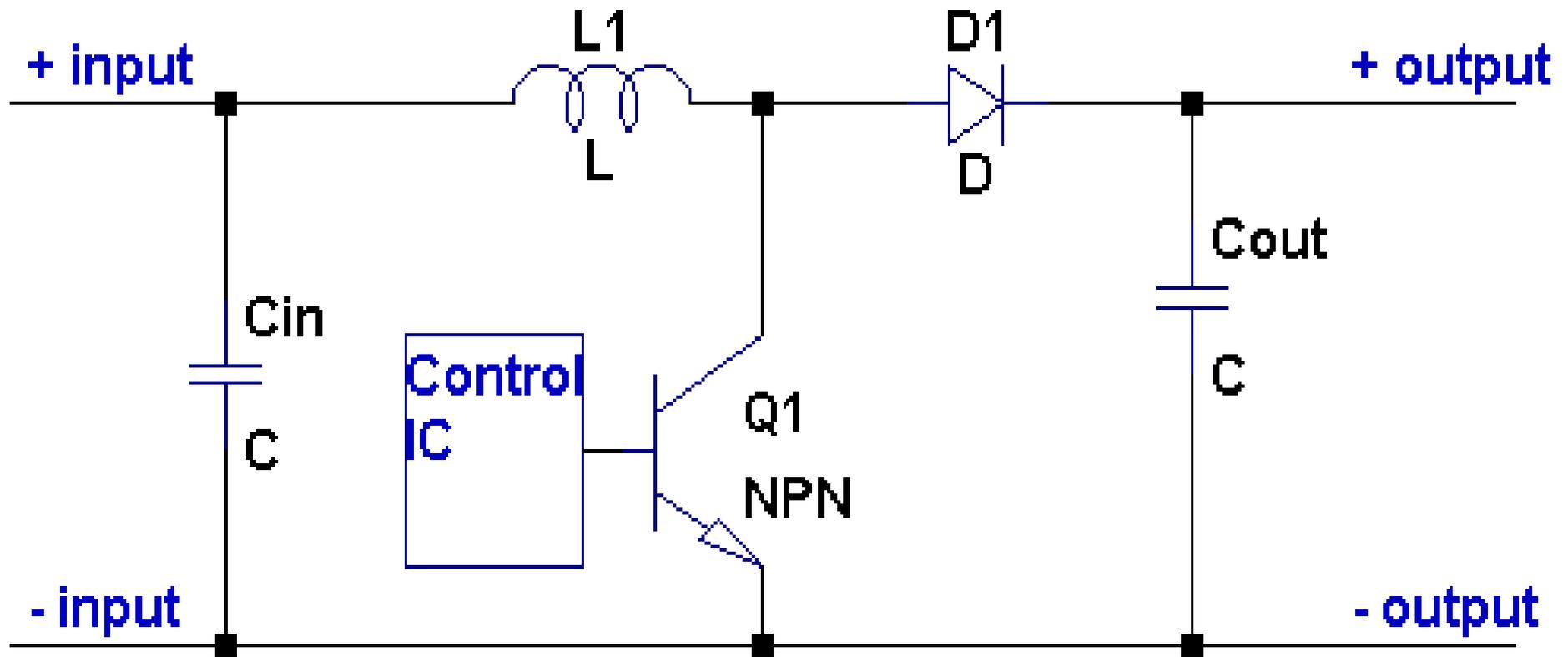
- **Hard Switching:**
 - Die Spannung und der Strom sind im Moment wo ein Halbleiter schaltet beide nicht (nahezu) Null.
- **Soft Switching:**
 - Eines der beiden (Spannung oder Strom) ist (nahezu) Null, wenn der Halbleiter schaltet.

Topologien

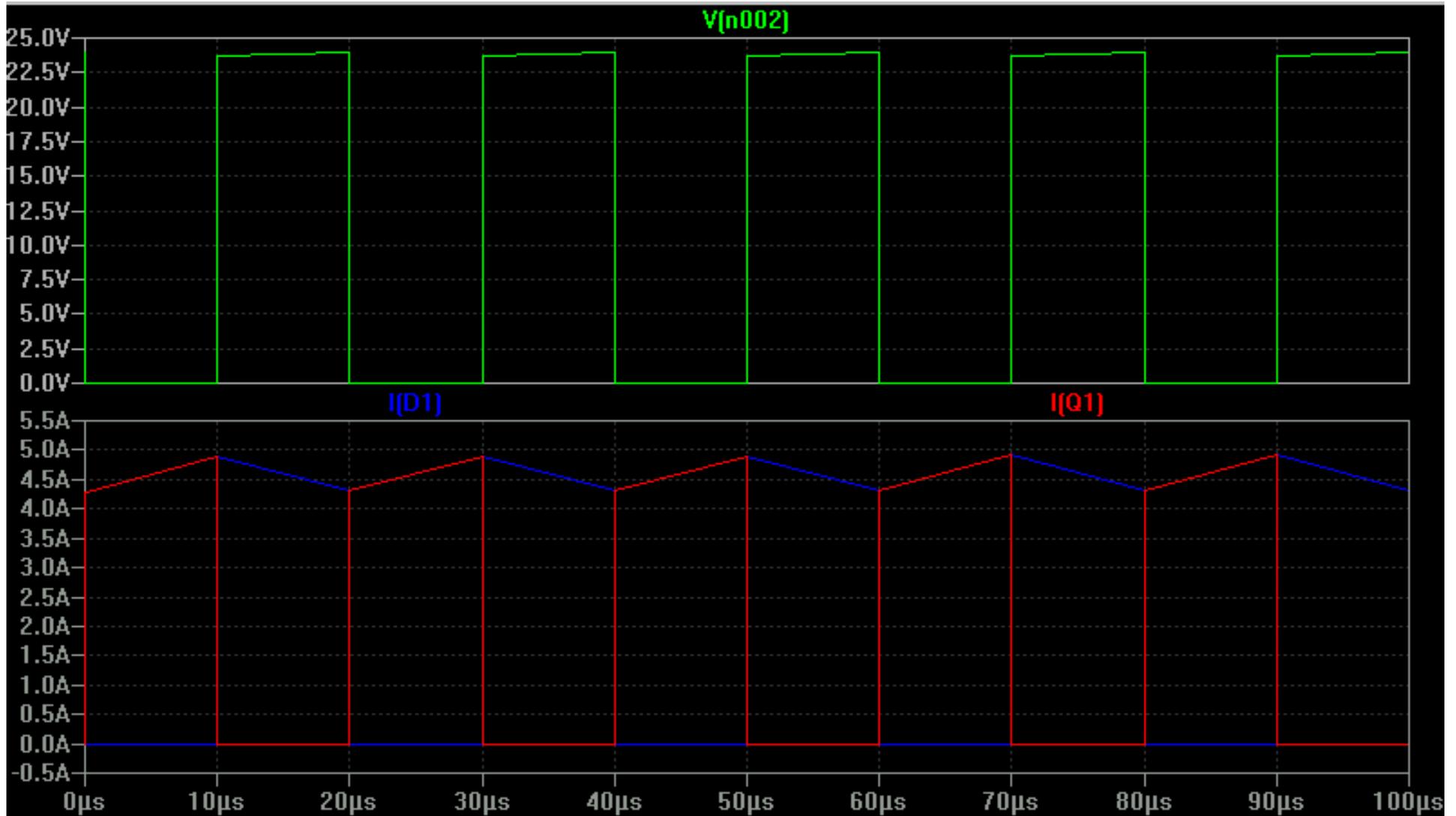
- Basistopologien (ohne Trafo)
 - Boost oder Step-up
 - Buck oder Step-down
- Brückentopologien (mit Trafo)
 - Halbbrücke
 - Vollbrücke
- „Besondere“ Topologien (mit Trafo)
 - Flyback

Topologien

- Step-up oder Boost (Hard Switching)

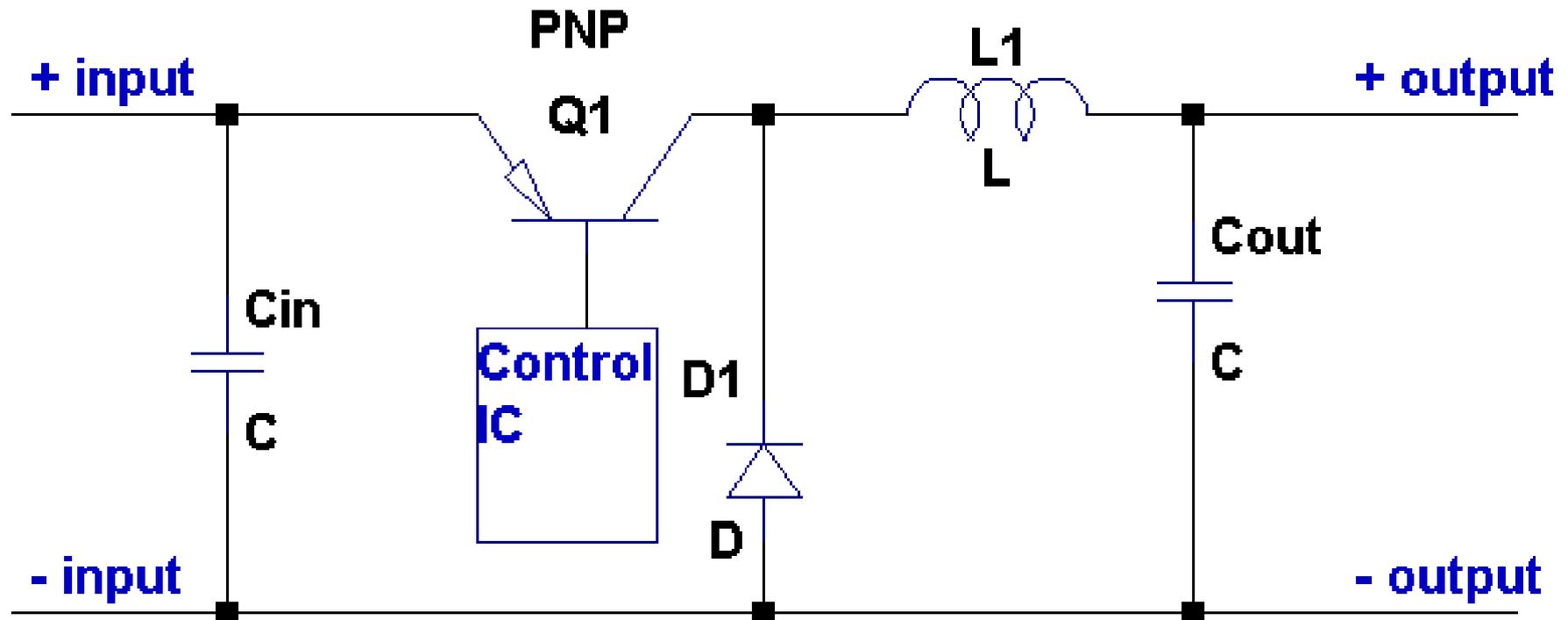


Step-Up U und I

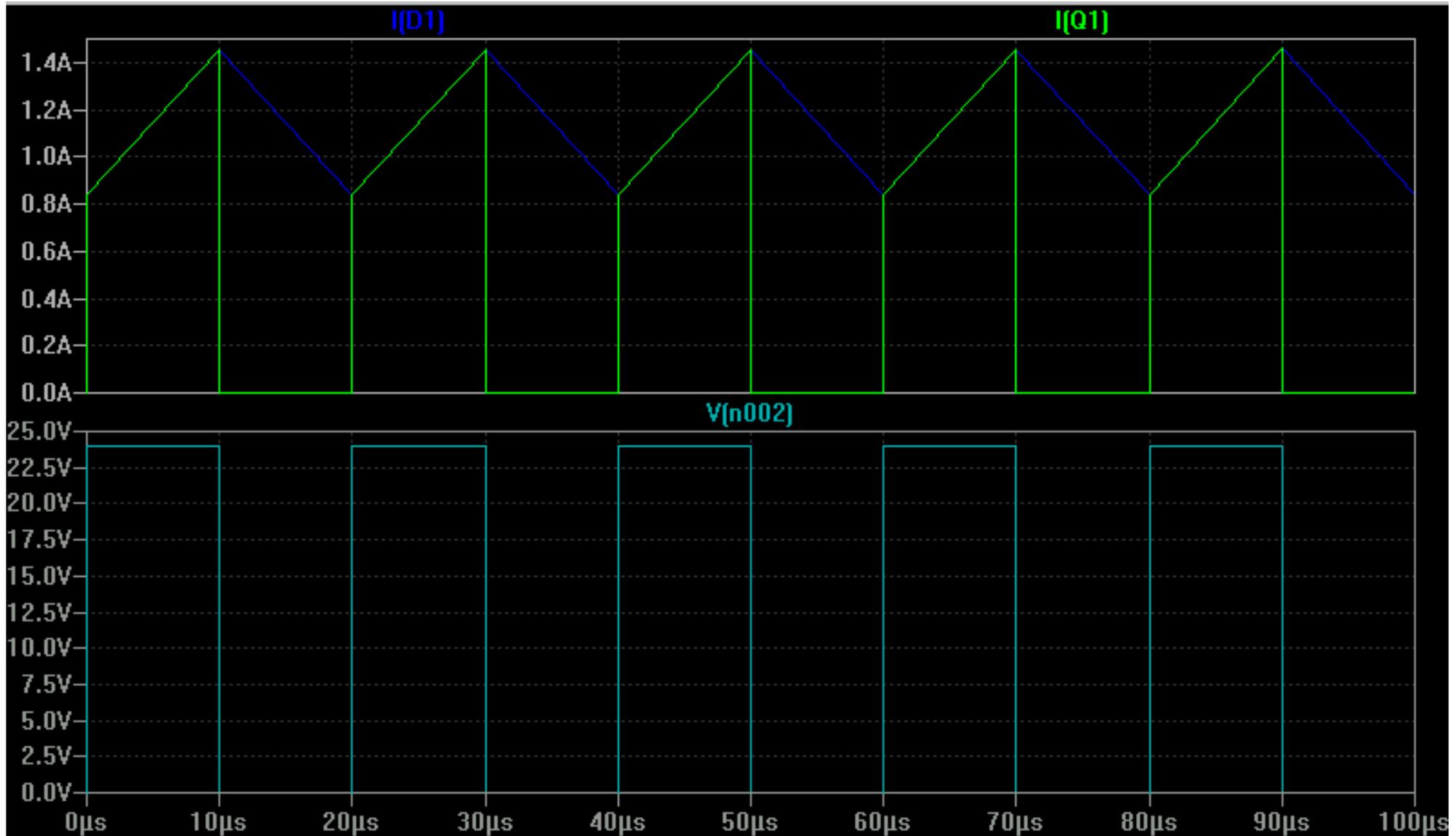


Topologien

- Step-down oder Buck (Hard Switching)



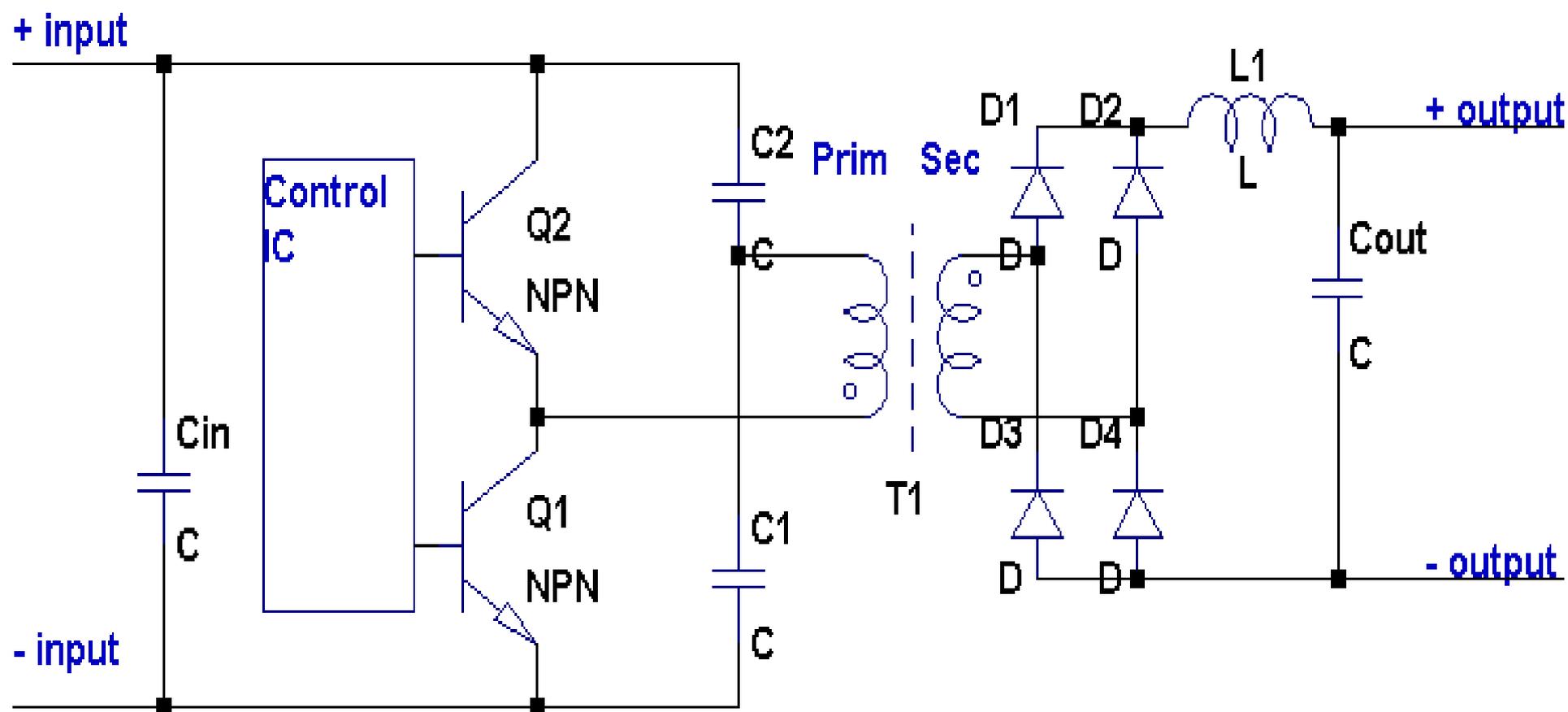
Step-Down U und I



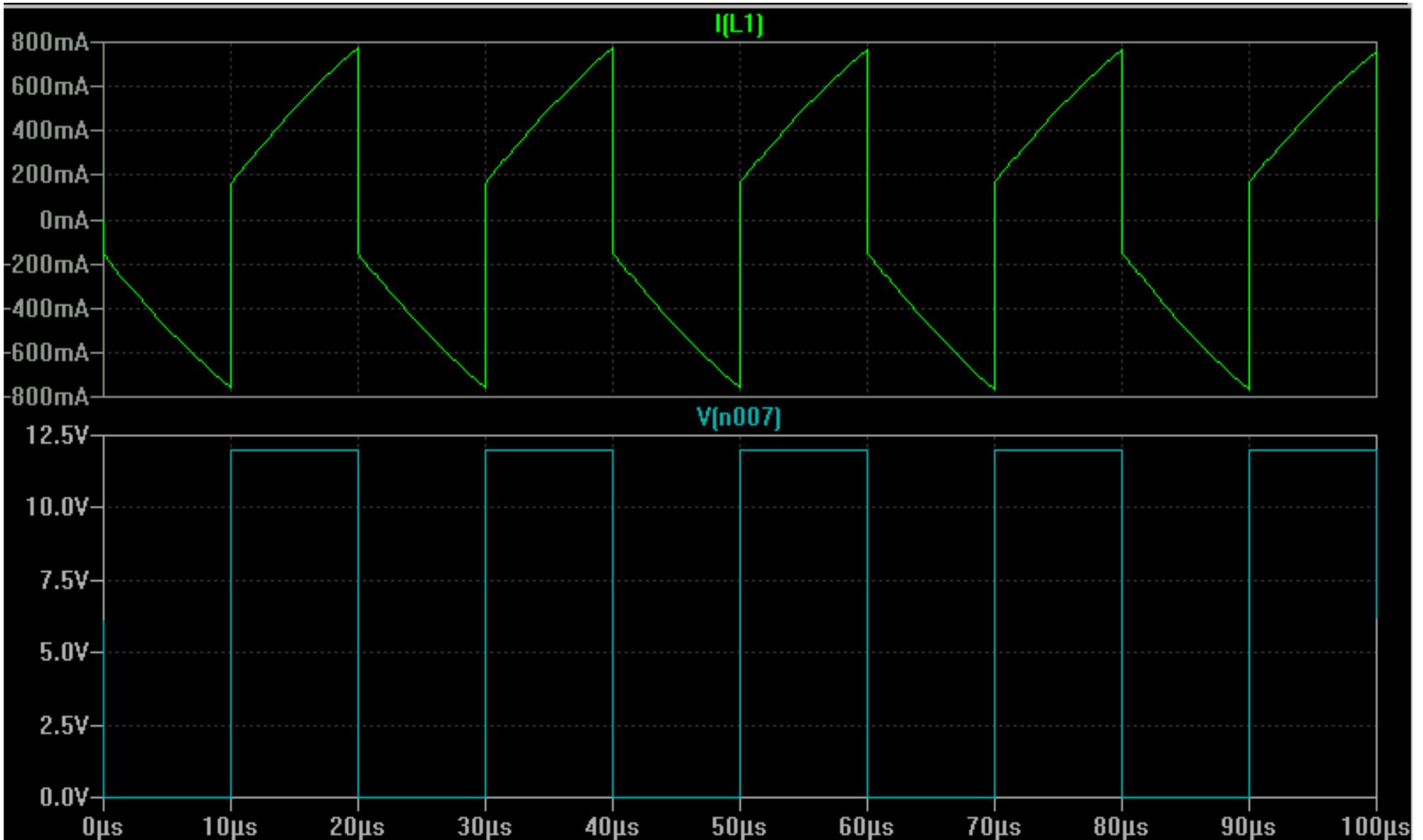
Topologien

- Half Bridge

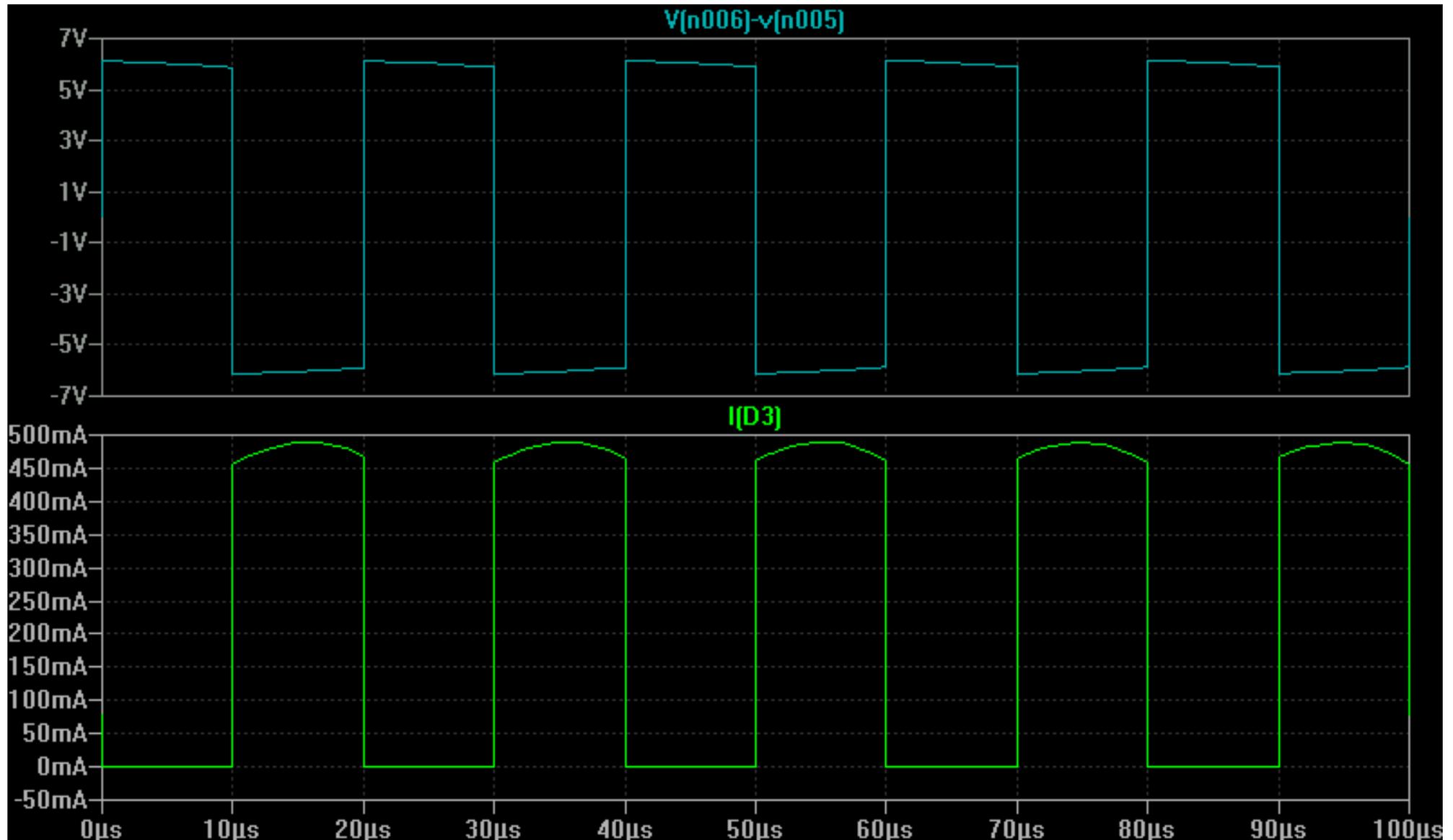
(Hard switching)



Half Bridge U und I Primär



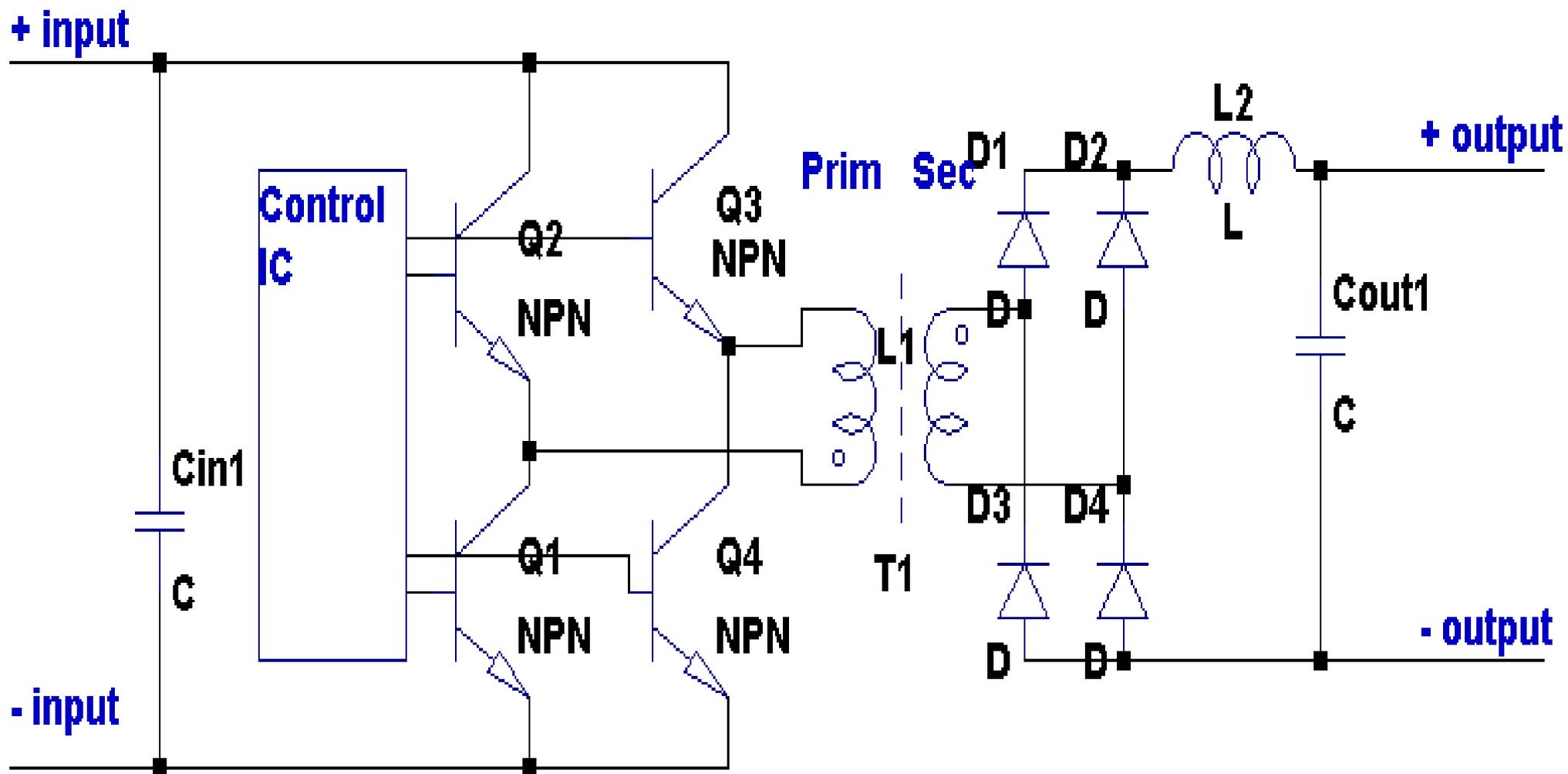
Half Bridge U und I Sekundär



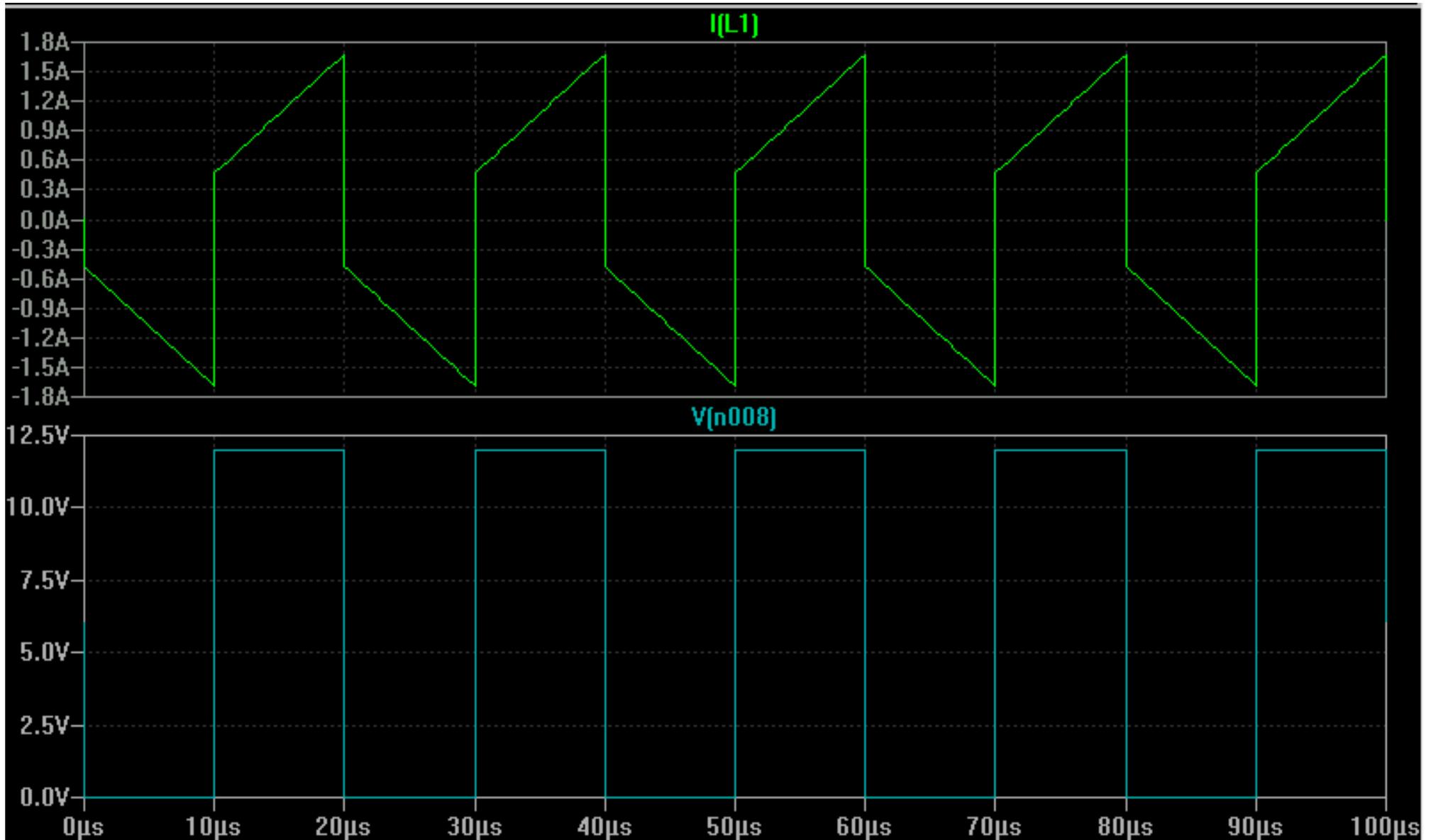
Topologien

- Full bridge

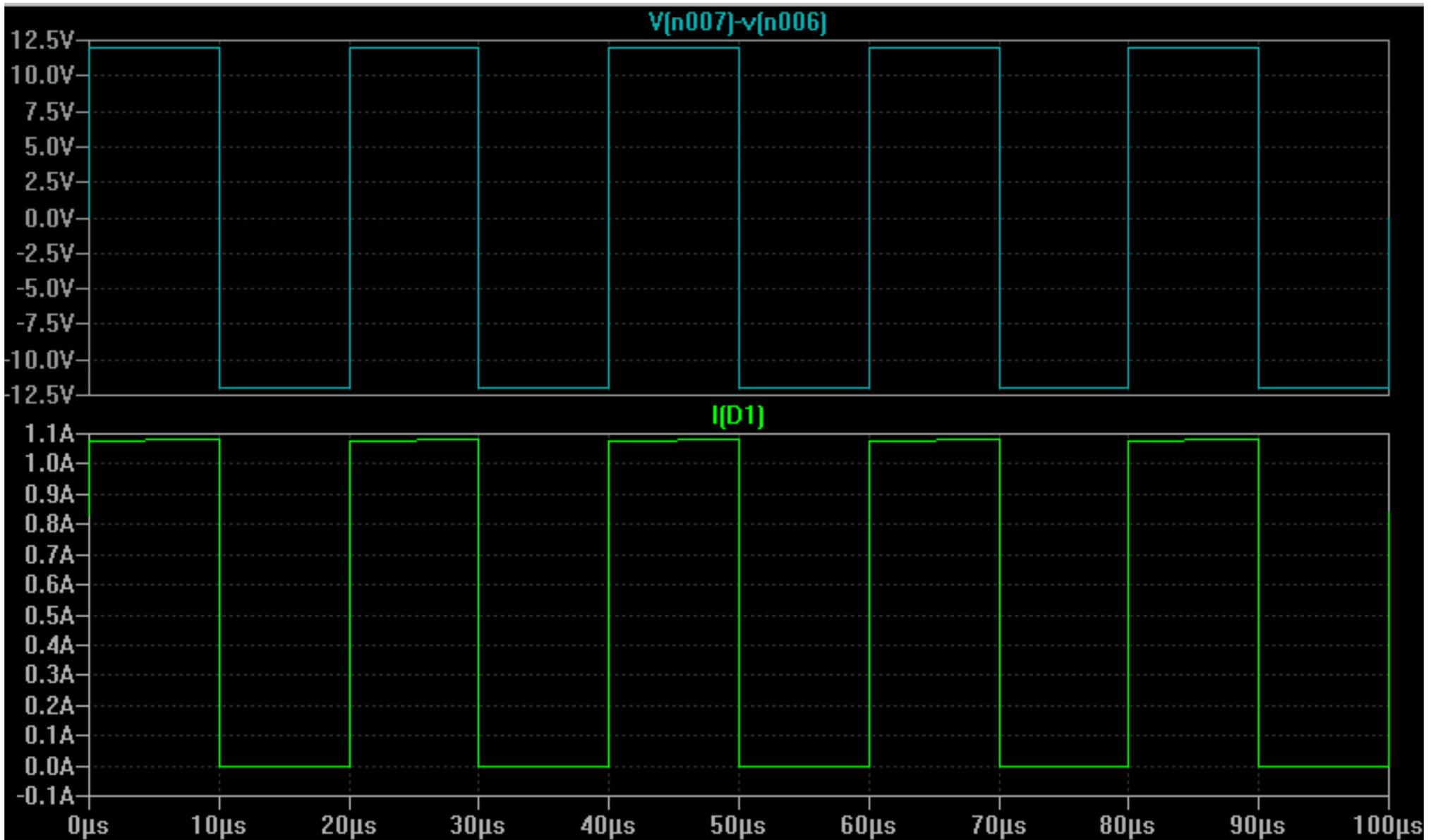
(Hard switching)



Full bridge U und I Primär



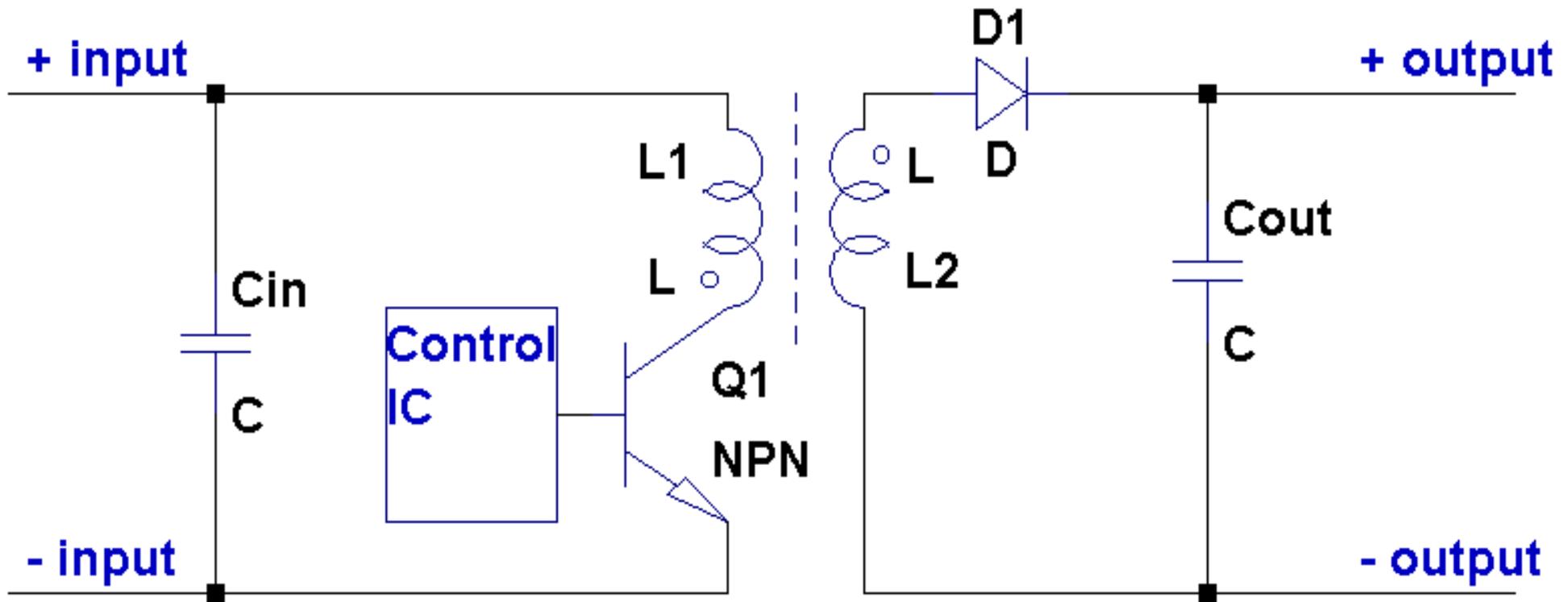
Full bridge U und I Sekundär



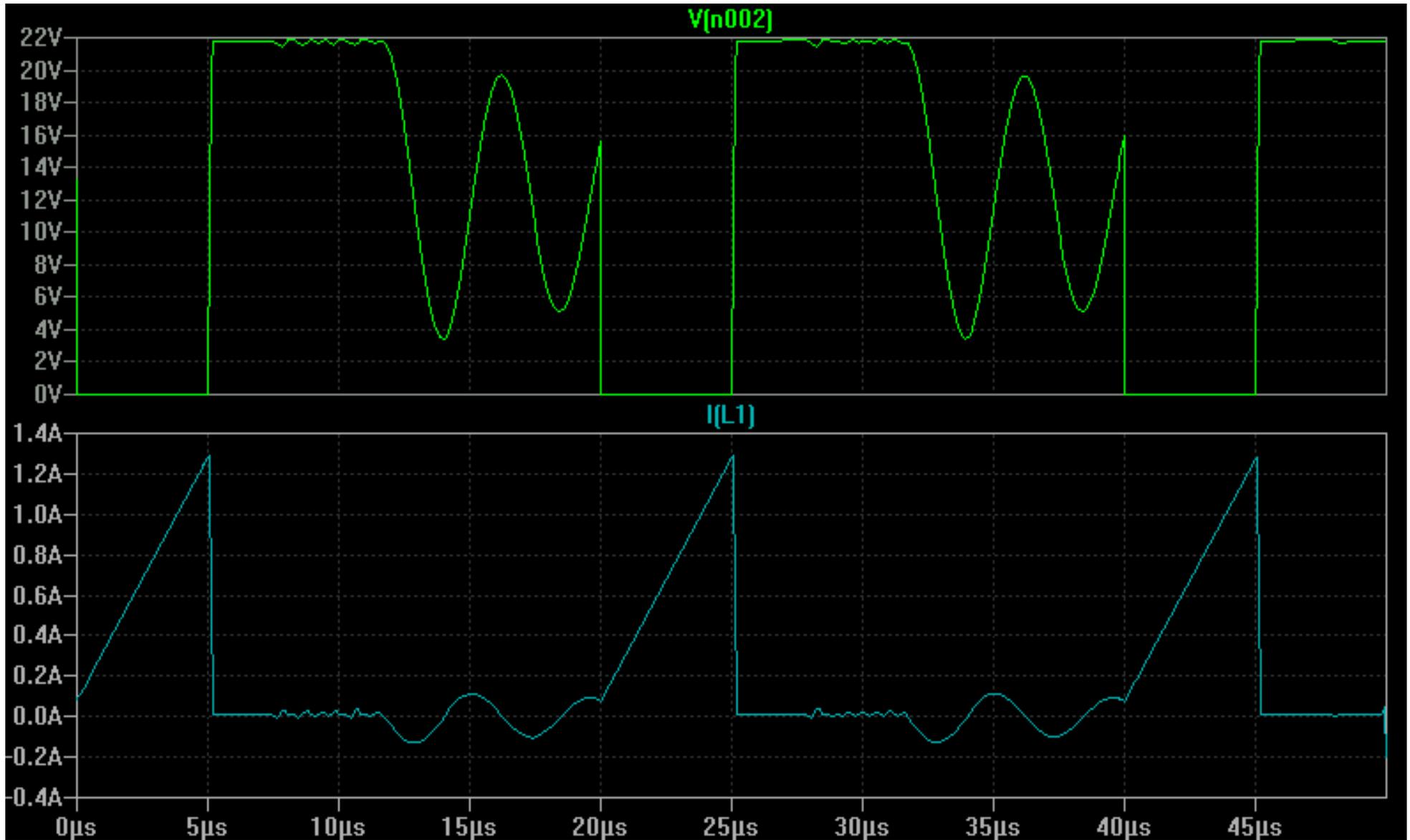
Topologien

- Flyback

(Hard switching)

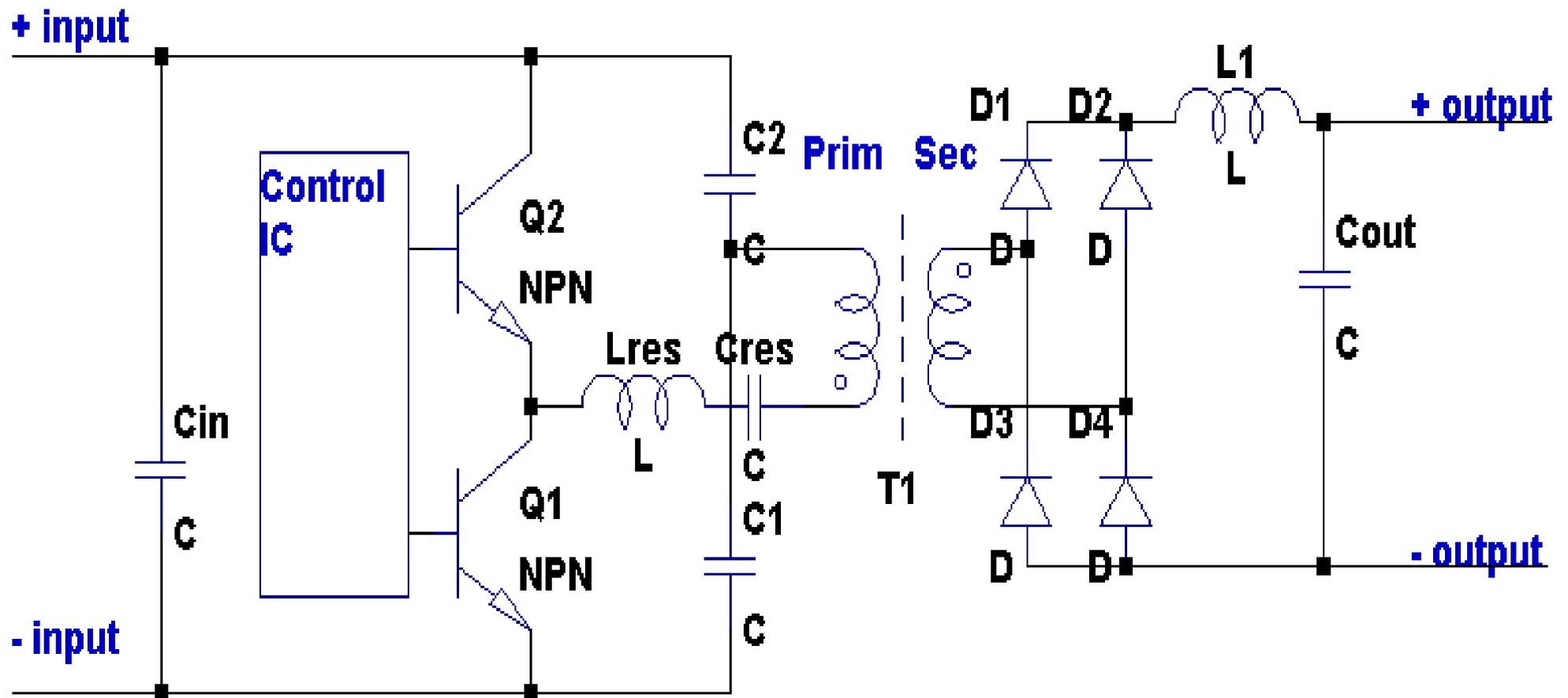


Flyback U und I

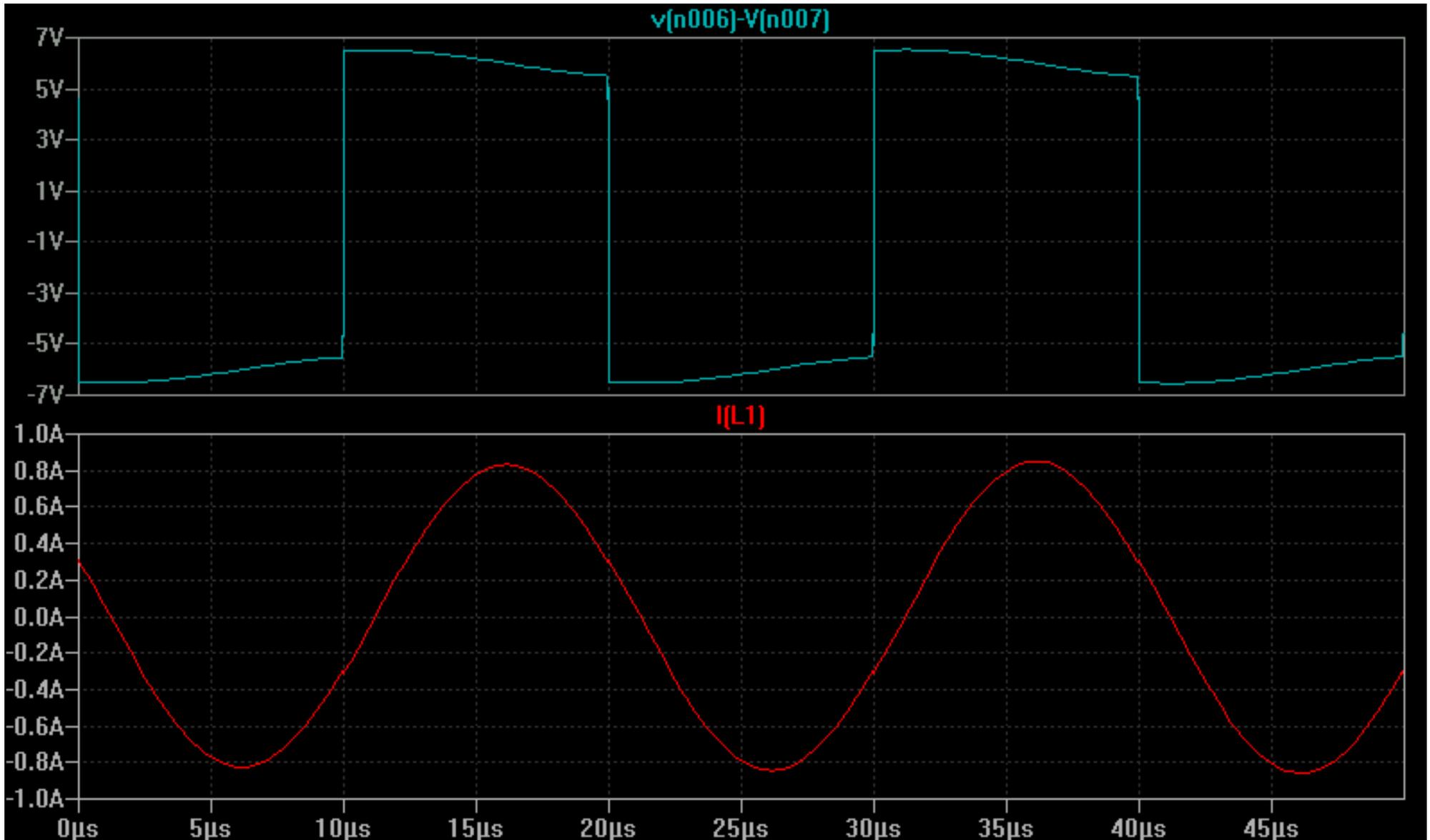


Topologien

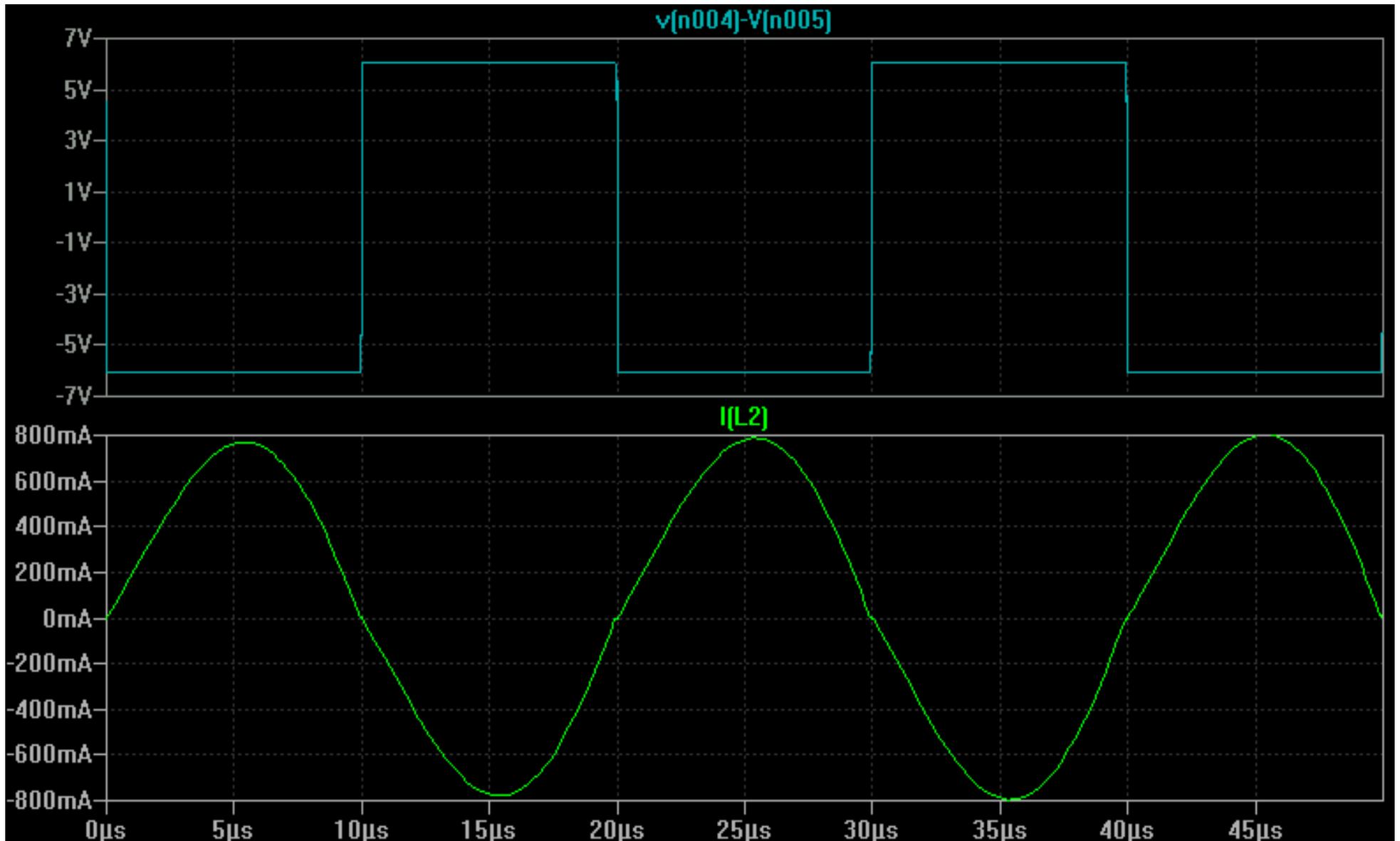
- Half Bridge Resonant (Soft switching)



Half bridge Resonant U und I Prim.



Half bridge Resonant U und I Sec.

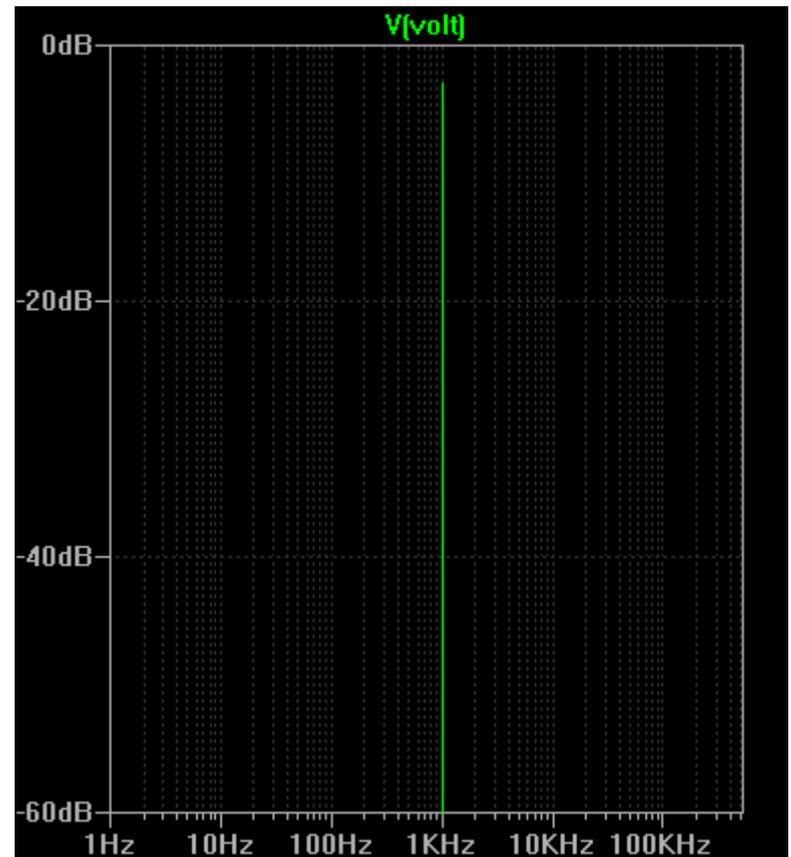
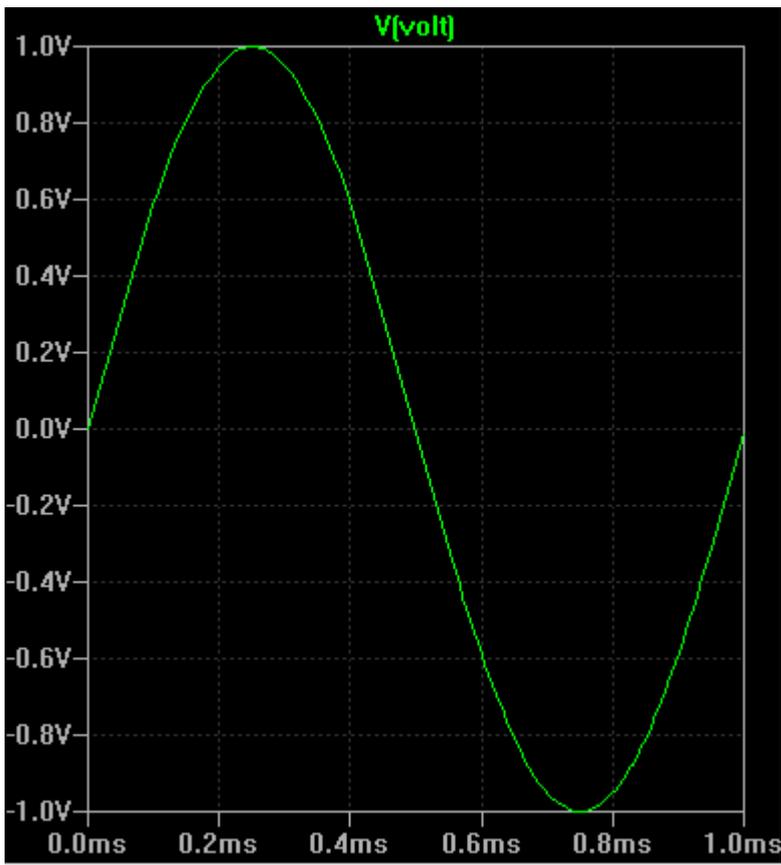


Physikalische Grundlagen

- Wie genau entsteht das Störspektrum ?
 - Fourier
 - Parasitäre Elemente
- Wie gelangt die Störung nach Aussen ?
 - Koppelwege
 - Arten von Störungen

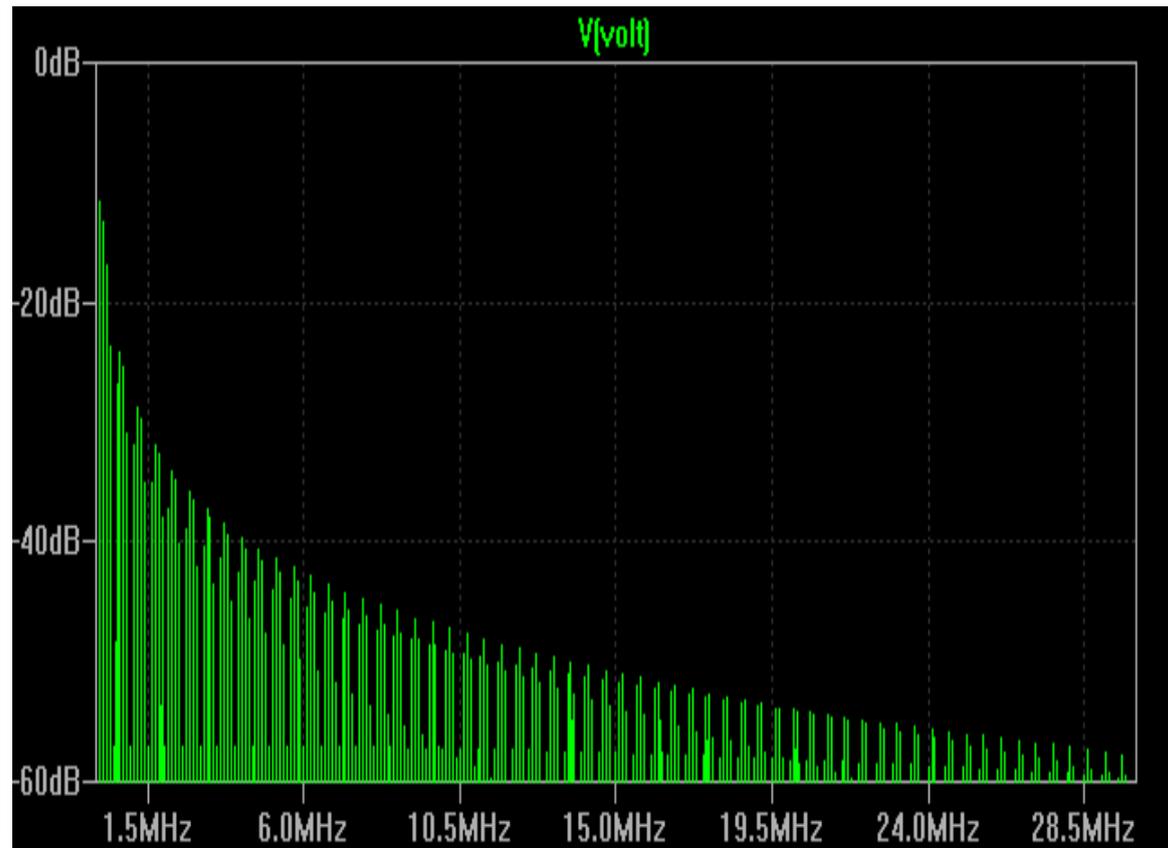
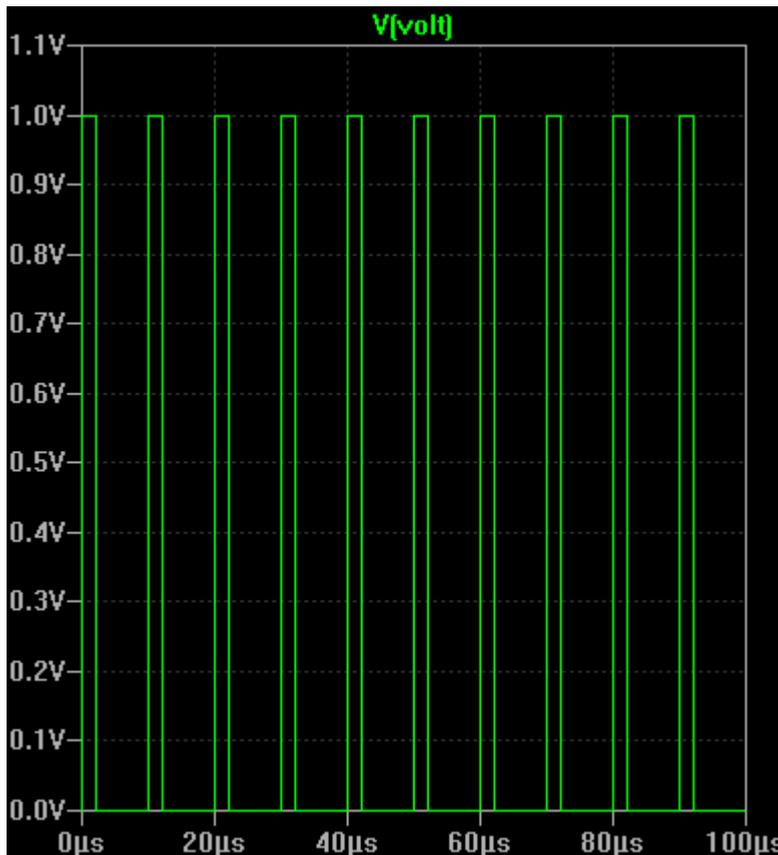
Fourier Transformation

- Amplitude vs. Zeit ==> Amplitude vs. Frequenz



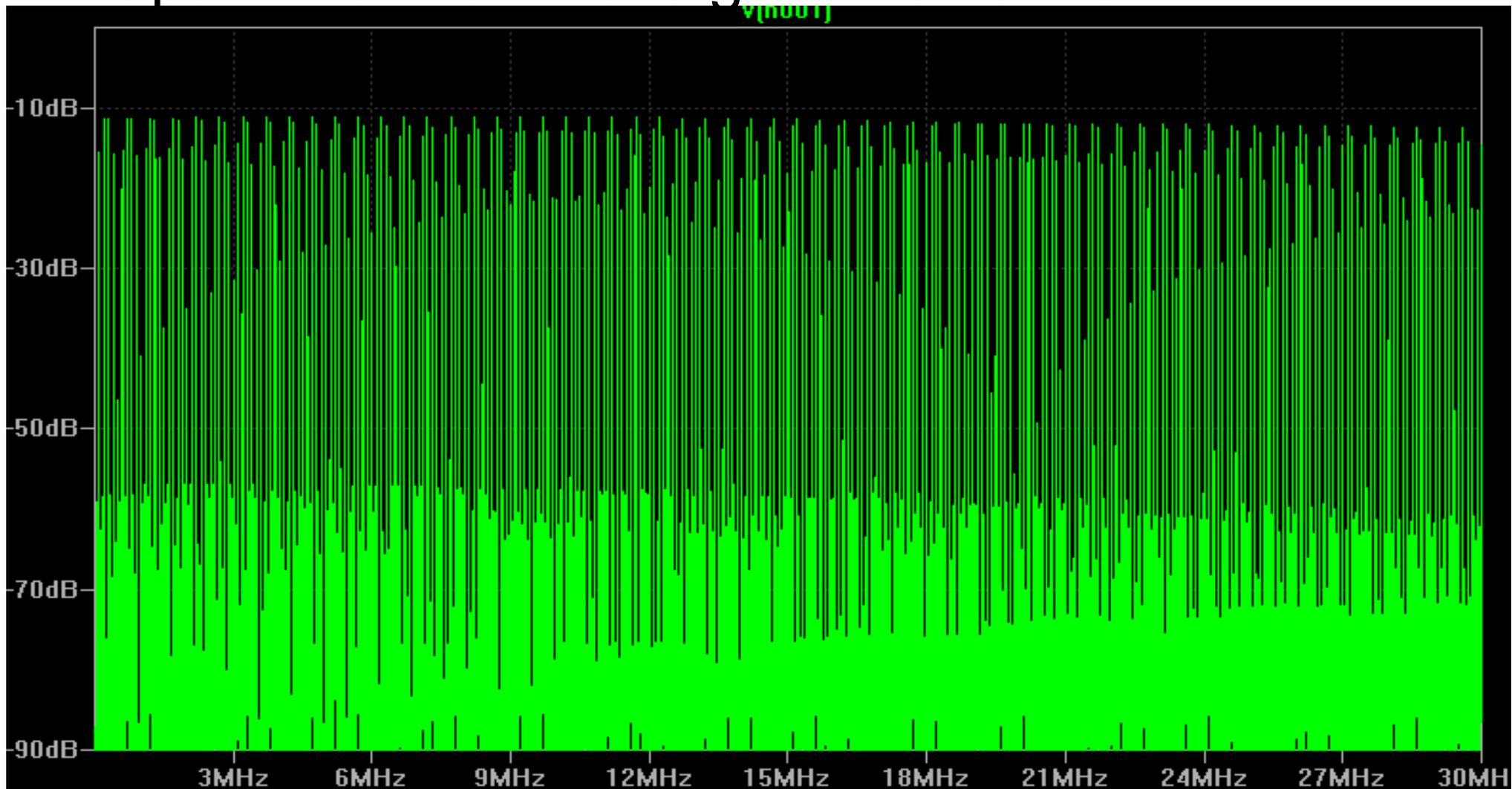
Fourier Transformation

- Amplitude vs. Zeit ==> Amplitude vs. Frequenz



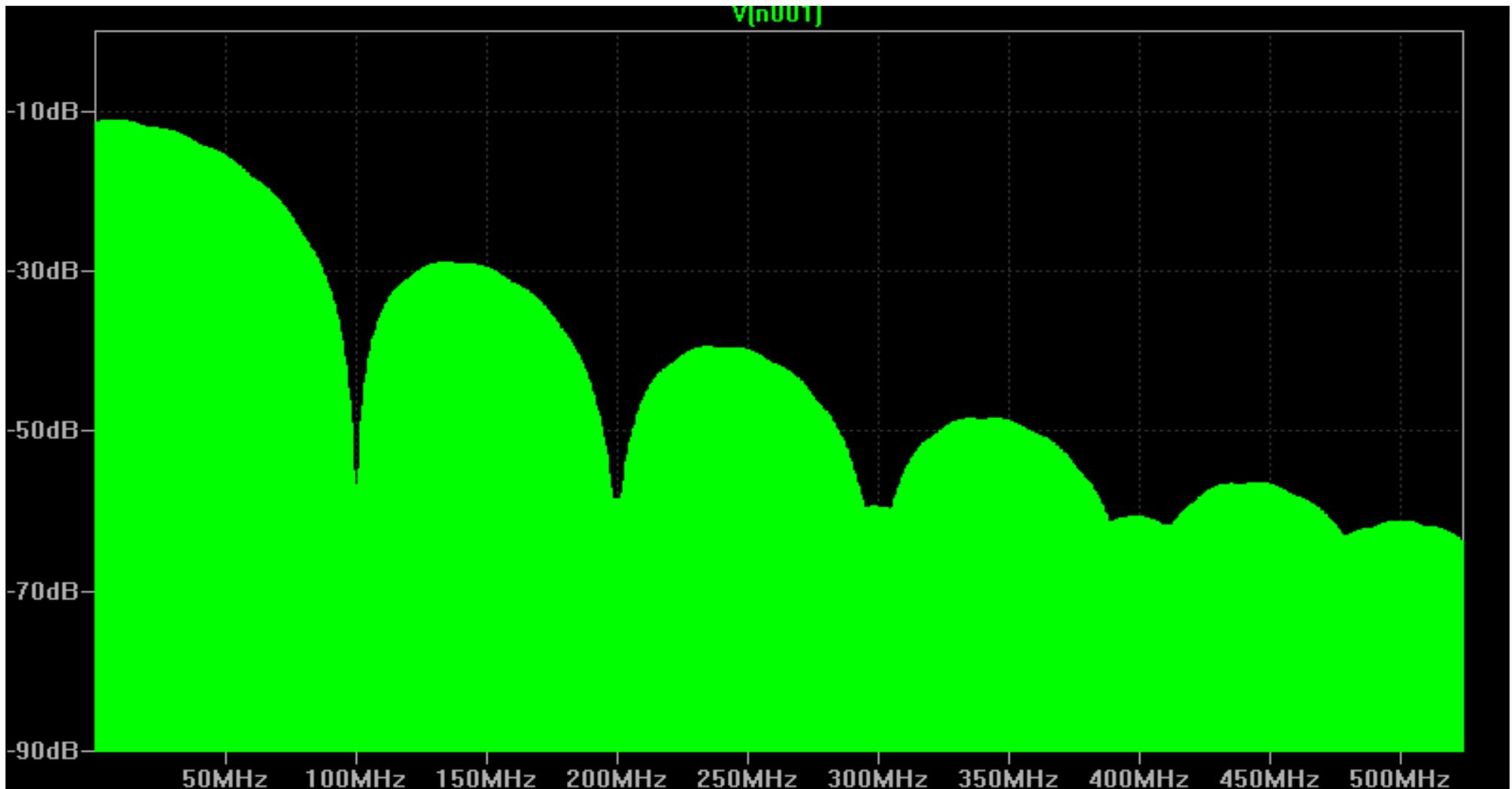
Parasitäre Kupplung

- Ups ! Auf Kurzwelle geht nichts mehr.



Parasitäre Kupplung

- Auf 6m und 2m auch nicht, Linderung erst auf 70



Wie gelangt die Störung nach Aussen ?

- Leitungsgebunden \sim kHz \rightarrow 30..~100 MHz
 - Netzanschluss
 - Ausgangsspannungsanschluss
- Feldgebunden $>$ ~30MHz
 - Kabeln
 - Gehäuse

Störphänomene und Begriffe

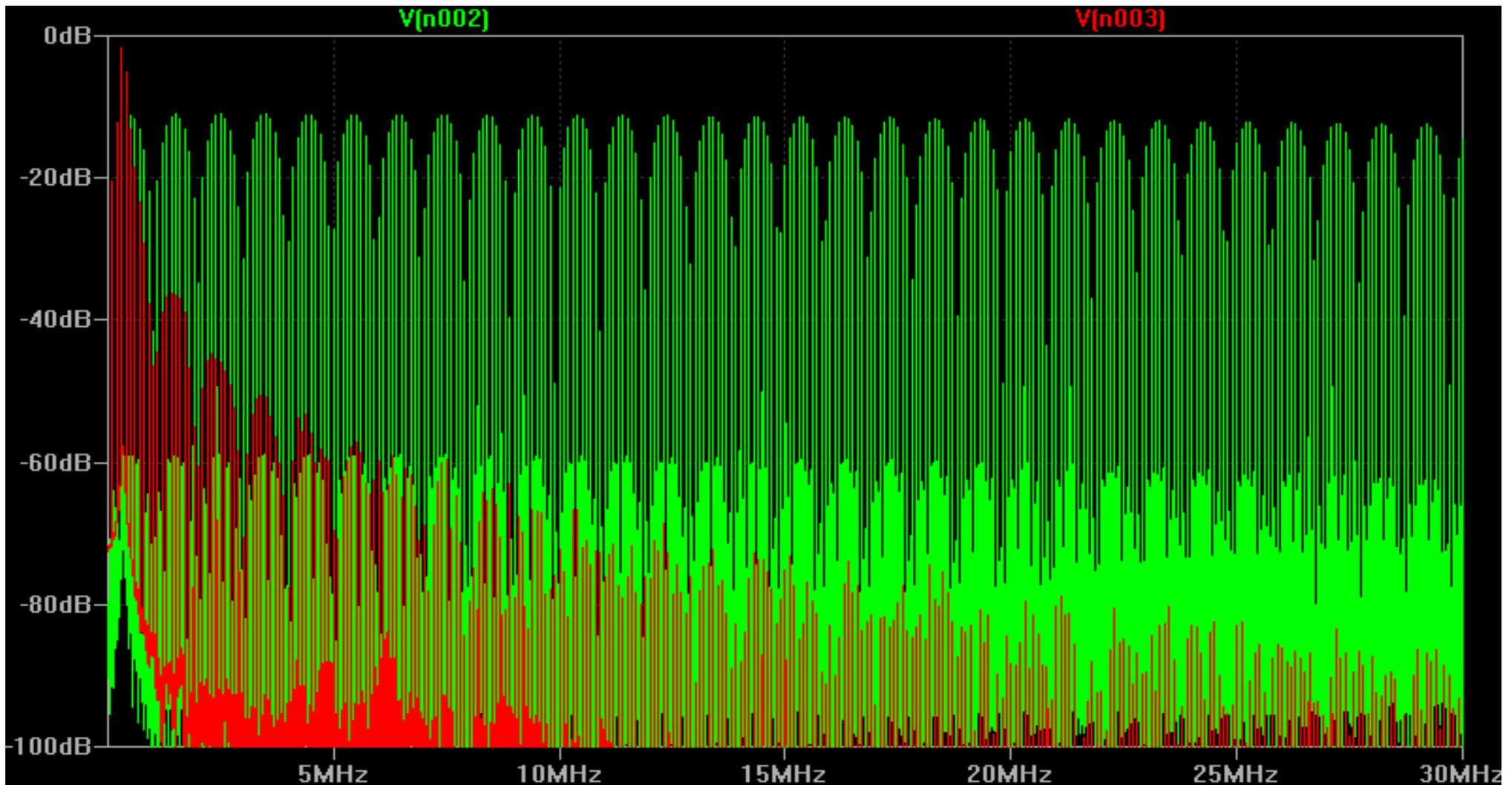
- Leitungsgebundene Störaussendung
- Feldgebundene Störaussendung
- NF Netzurückwirkungen
- Common-mode (Gleichtakt)
- Differential-mode (Gegentakt)

Leitungsgebundene Störaussendung

- Beginnt ab 0 Hz.
- Grenzwerte je nach Norm ab 9 kHz oder 150 kHz.
- Norm definiert alles bis 30 MHz als Leitungsgebunden, alles darüber hinaus wird als Feldgebunden angesehen.
- Praxis entscheidet oft anders.
- Probleme gibt es bei EMV-Filter, wegen parasitäre elemente werden sie ab 30 MHz schnell weniger effektiv.

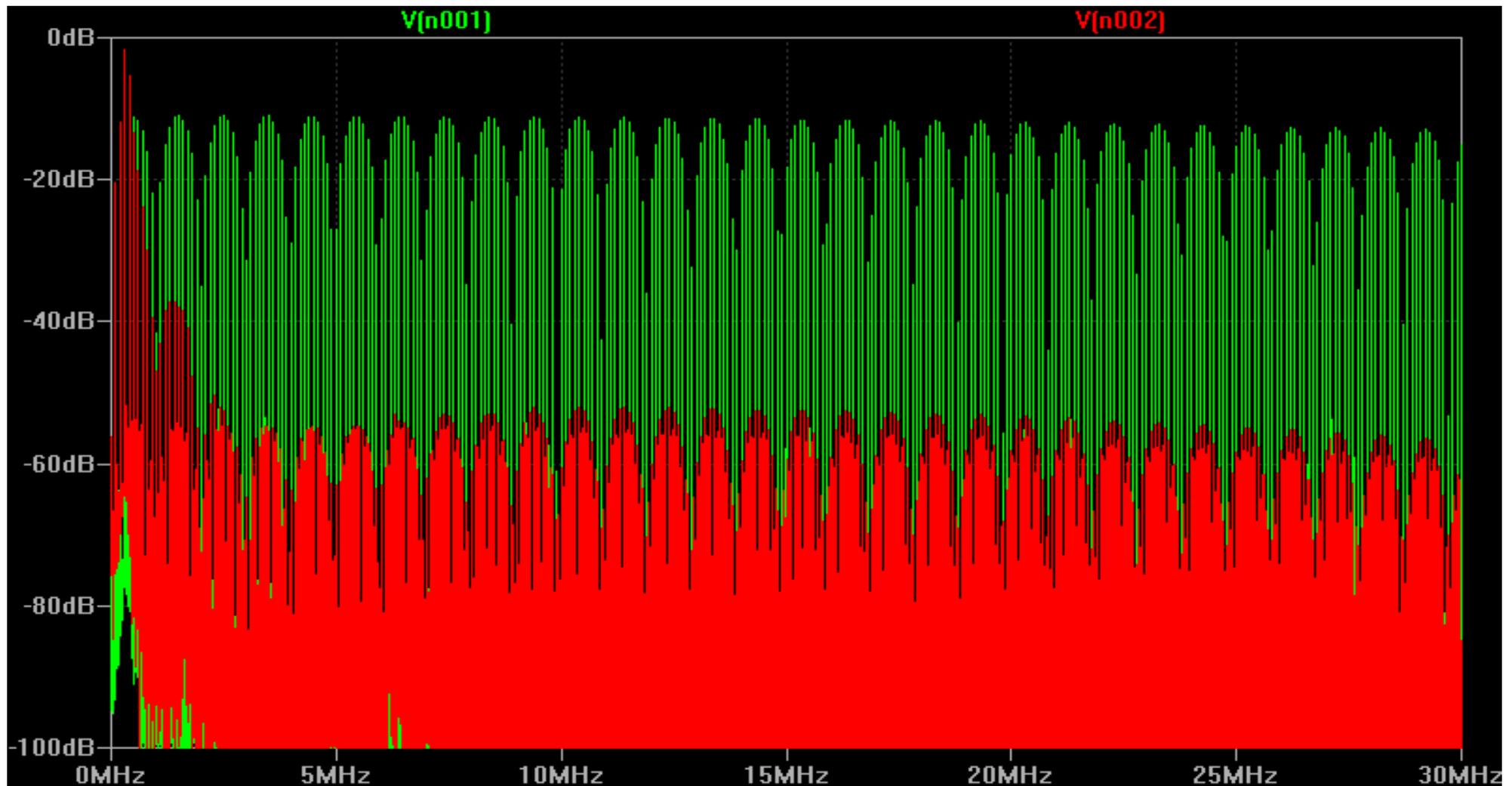
Beispiel: die Störungen von vorher

- Ideales Filter



Beispiel: die Störungen von vorher

- Reales Filter(mit parasitären Kapazitäten.)

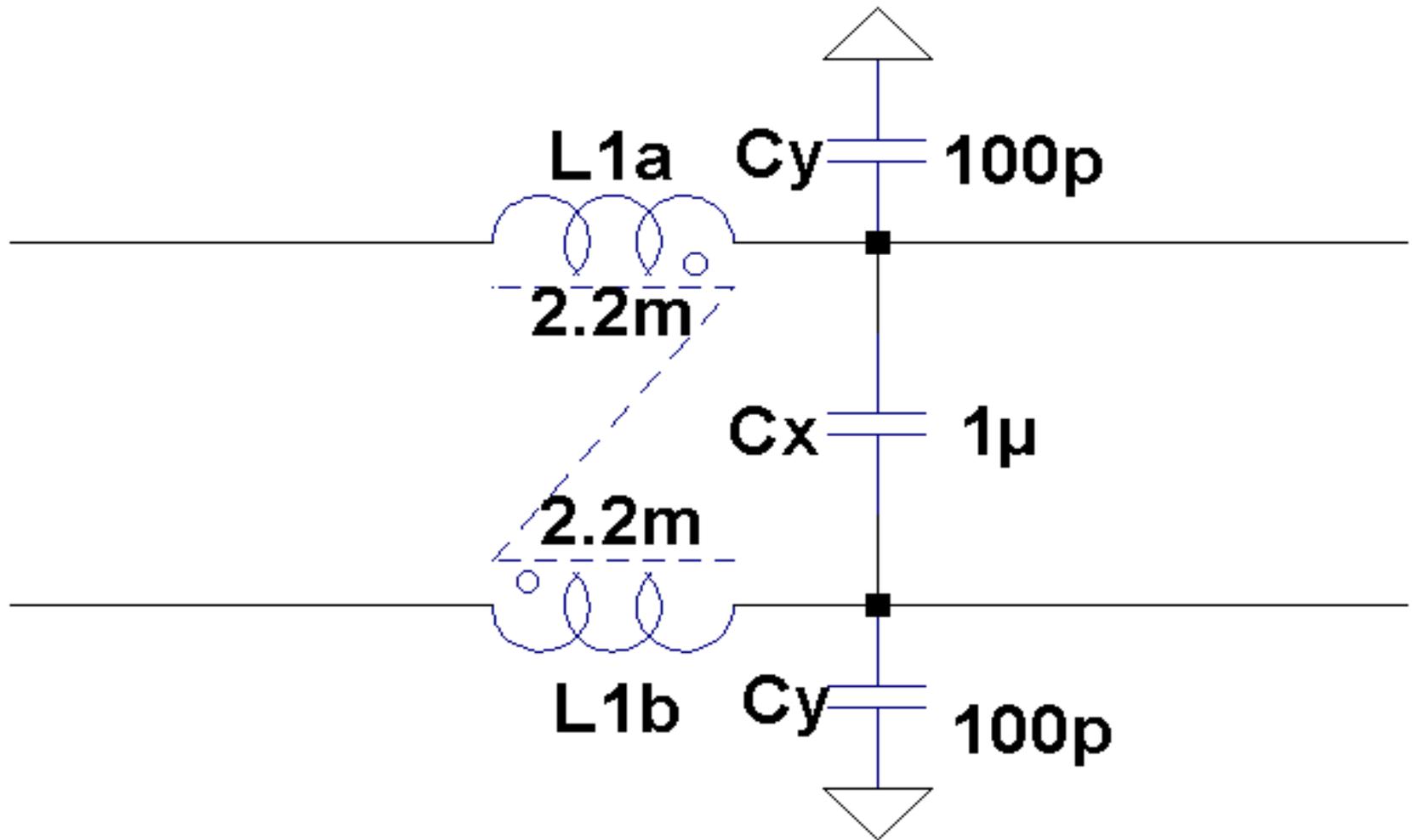


Beispiel: die Störungen von vorher

- Störungen reichen bis über 500 MHz.
- Reales Filter(mit parasitären Elementen.)



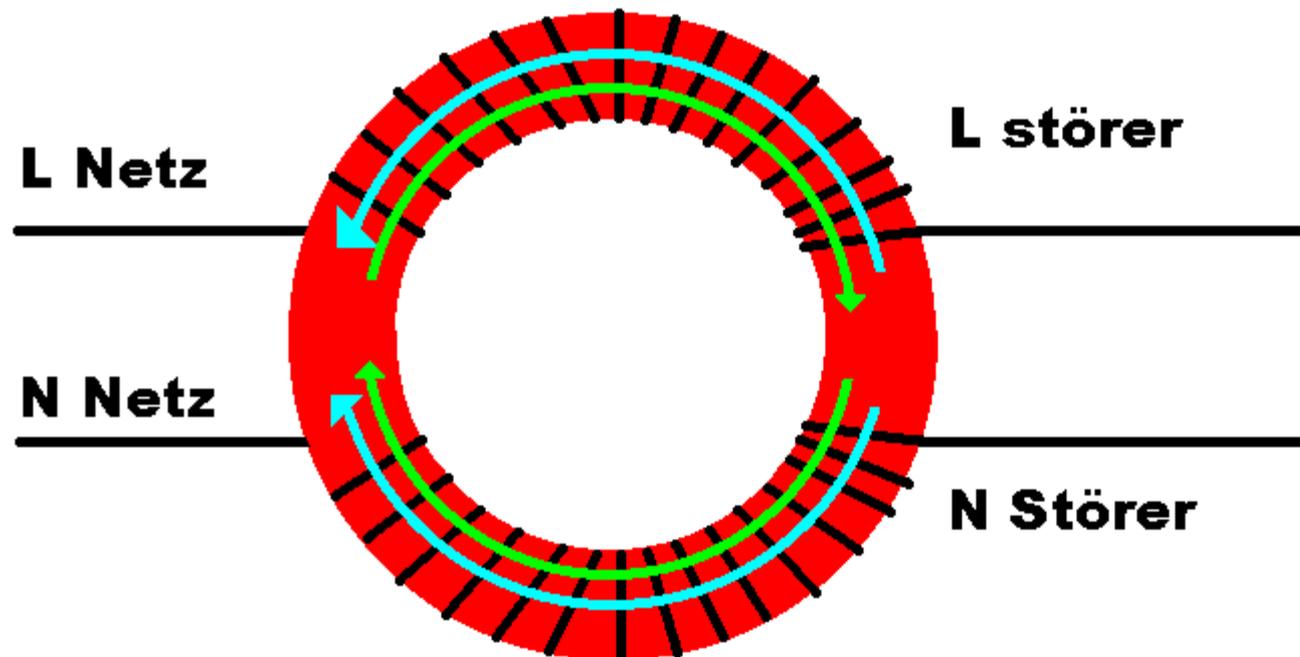
Filter Schaltbild



Funktionsprinzip L1

- Wie funktioniert eine stromkompensierte Drossel

Stromkompensierte Drossel



Grün=Netzstrom, Felder heben sich auf
Blau = Störstrom, Felder heben sich nicht auf.
Der störstrom sieht effektiv eine Drossel.

Feldgebundene Störaussendung

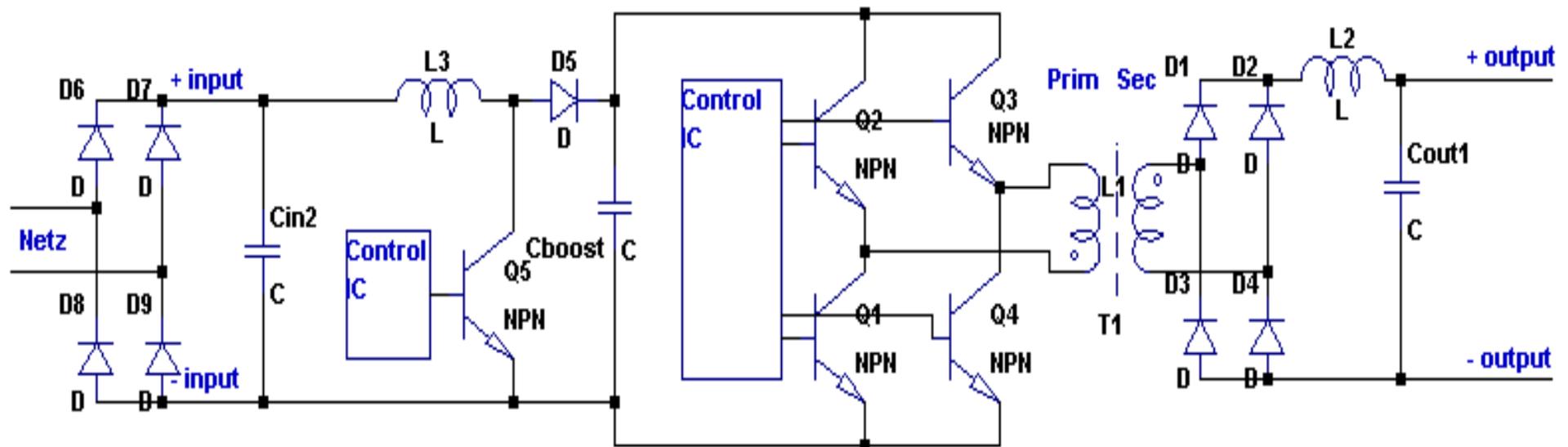
- Störstrahlung
- Laut Norm erst ab 30 MHz relevant.
- Grenzwerte gegeben ab 30 MHz.
- Gehäuse + Zuleitungen (kleine Geräte physikalisch ineffiziente Antennen.)
- Praxis: auch unter 30 MHz relevant, Zuleitungen können bei ausreichender Länge zu effizienten Antennen werden. (lange Stromleitungen, Überlandleitungen)

NF Netzurückwirkungen

- Der Norm betrachtet alle Oberschwingungen bis etliche kHz.
- Deshalb für HF interessant, weil die Abstellmaßnahmen wiederum HF-Störungen verursachen.
- Stichwort: Aktive Powerfaktorkorrektur.

Schaltnetzteil mit aktive PFC

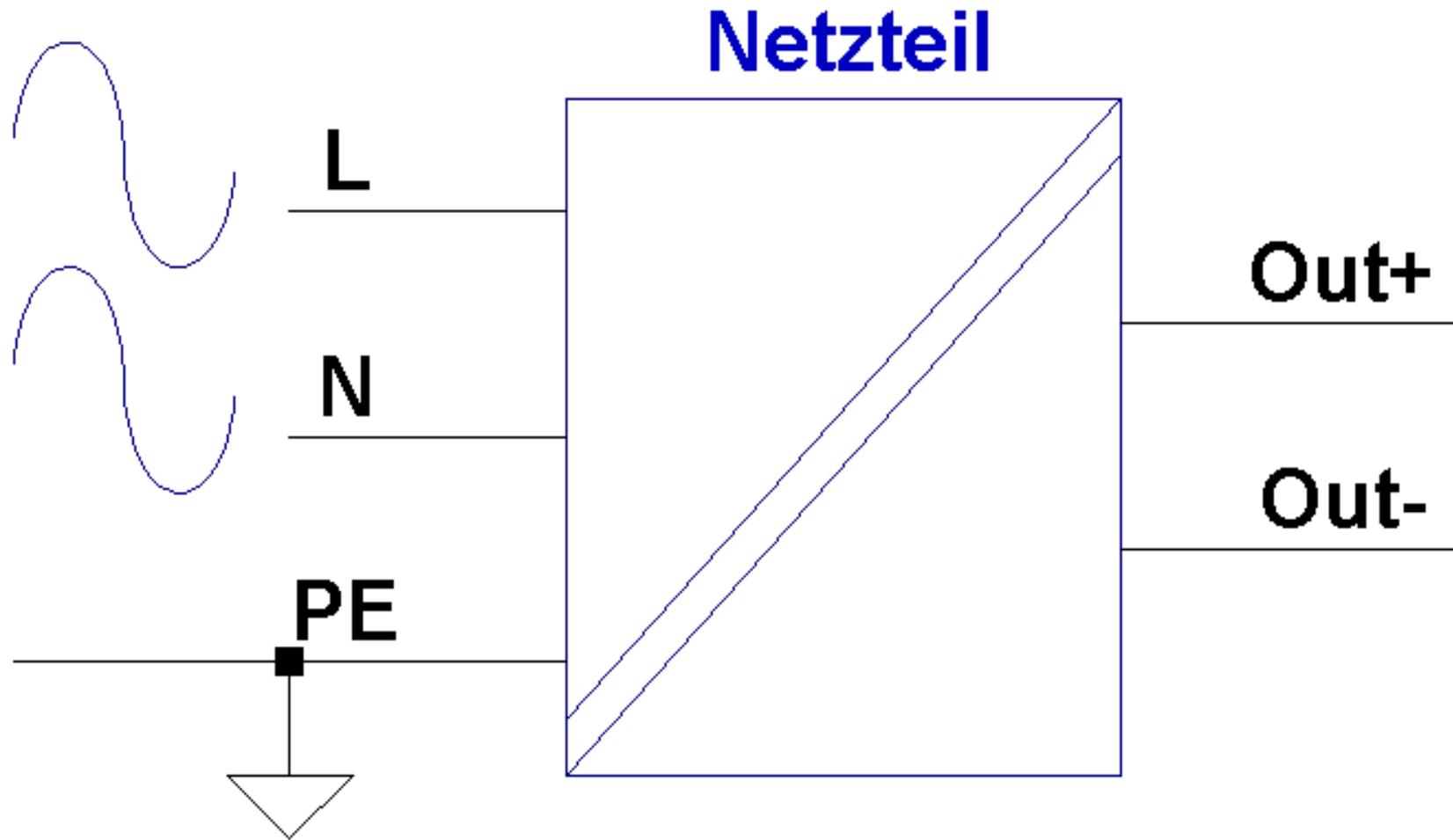
- Beispiel



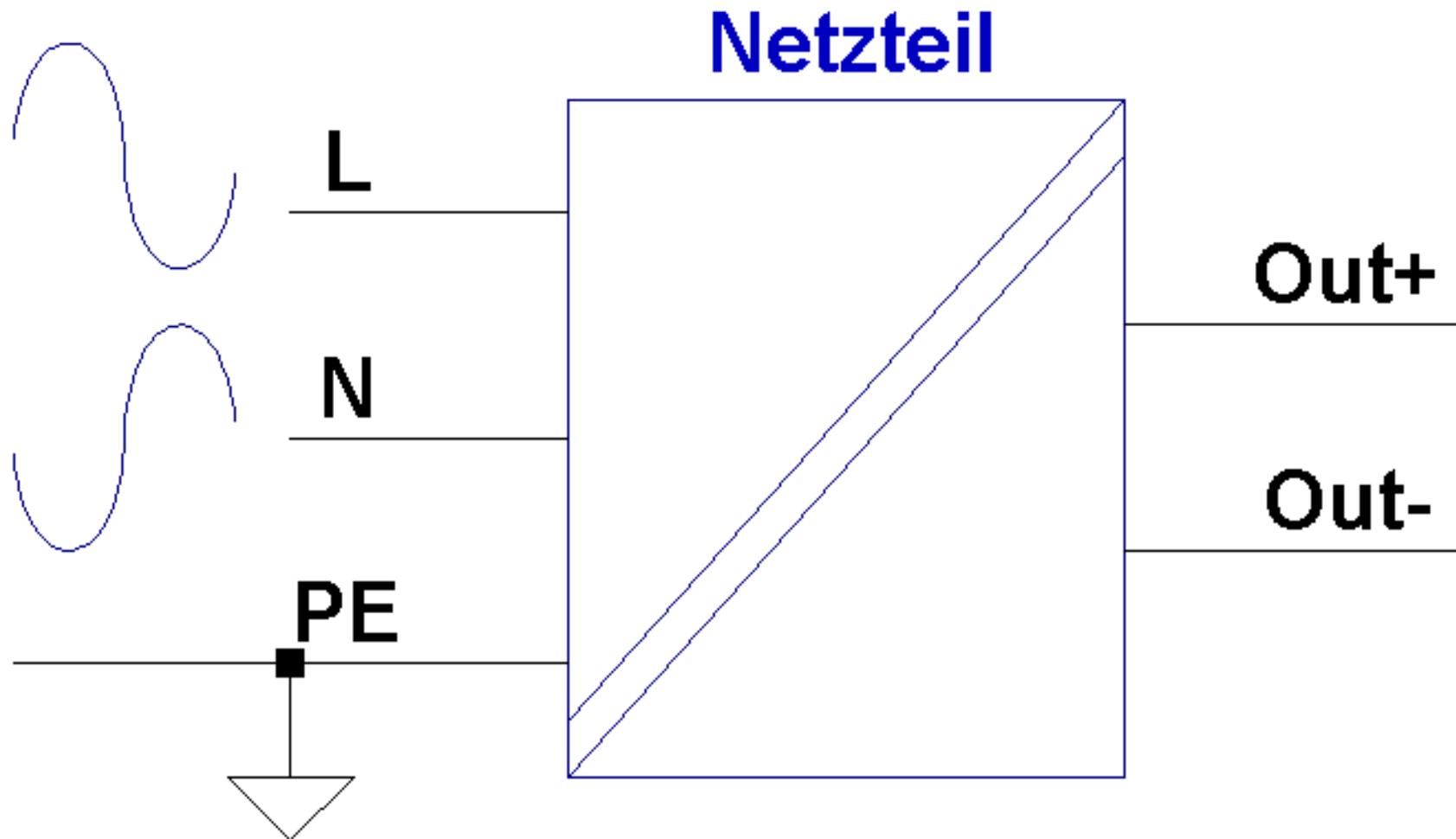
Arten von Leitungsgebundenen Störungen und deren Bekämpfung

- Common-mode oder Gleichtakt.
 - Auf beiden Leitungen die gleiche Störspannung
 - Kann mit Ferritclamps (Mantelstromfilter) bekämpft werden, manchmal zusätzlich Kondensatoren gegen Masse .
- Differential-mode oder Gegentakt.
 - Auf beiden Leitungen entgegengesetzte Störspannung.
 - Kann mit Kondensatoren zwischen den Leitungen bekämpft werden.

Common-Mode Störungen



Differential-Mode Störungen



Feldgebundene Störaussendung (Störstrahlung) und dessen Bekämpfung

- Metallische Abschirmung die rundum geschlossen ist.
- Zuleitungen abschirmen
- 'Erden' alleine reicht oft nicht. (wann ist eine Erde 'gut' ?)

EMV-Problematik

- 1. der Störer
 - Schaltnetzteil, E-Sparlampe, Haushaltsgerät, PC,...
- 2. der Koppelweg
 - Netzkabel, räumliche Nähe, 'Antenne'-Eingang
- 3. der Gestörte
 - Unsere Funkanlage
 - Der Fernseher der Streifenmuster im Bild hat.
 - Etc...

Der Störer selbst beseitigen

- Störquelle ausfindig machen !
- Art der Störung ausfindig machen !
 - Leitungsgebunden
 - Feldgebunden
- Ist es überhaupt möglich diese Störquelle zu beseitigen ?

Der Koppelweg beseitigen

- Wie gelangt die Störung in meinem Empfänger ?
 - Über das Netzkabel
 - Über die Antennenbuchse
 - Über das Datenkabel zum PC

Messen !

- Leitungsgebundene Störungen
 - Oszilloskop, Messempfänger, Spektrumanalyzer.
 - HF-Strommesszange
 - Netznachbildung