

Formelblatt Elektronik ET053

Z-Diode

- Rückwärtsbetrieb, negativer TK bei $U_Z > 5,6 V$
- Anwendung: Spannungsstabilisierung, -begrenzung, DC-Pegelverschiebung
- $U_Z \approx 5,6 V$: kleinster TK; $U_Z \approx 8V$: steilste Kennlinie (Überlagerung der Effekte)
- Zenerdurchbruch: durch die hohe Feldstärken in dünner Raumladungszone, brechen schon bei kleinen Sperrspannungen die Atombindungen auf; neg. TK
- Lawinendurchbruch: breitere Raumladungszone (schwächer dotiert) lässt größere Beschleunigung von Elektronen zu; durch Stoßionisation werden weitere Ladungsträger freigesetzt; dominierend bei höheren Spannungen; pos. TK

$$\text{TK der Z-Spannung: } \alpha_{U_Z} = \frac{\Delta U_Z}{U_Z \cdot \Delta T} \left[\frac{1}{K} \right]$$

$$\text{Differenzieller Widerstand: } r_Z = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$$

Faustformeln (!) zur Spannungsstabilisierung:

$$1. \text{ Diodenstrom: } I_{Zmax} = \frac{P_{tot}}{U_Z} \quad I_{Zmin} = \frac{P_{tot}}{U_Z \cdot 10}$$

2. Vorwiderstand ($R_{Vmin} < R_V < R_{Vmax}$):

$$R_{Vmin} = \frac{U_{Emax} - U_Z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}} \quad R_{Vmax} = \frac{U_{Emin} - U_Z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}}$$

$$3. I_{max} = \frac{U_{Emax} - U_Z}{R_V} \quad I_{min} = \frac{U_{Emin} - U_Z}{R_V}$$

$$4. \text{ Größte Leistung am } R_V: P_{R_V} = \frac{(U_{Emax} - U_Z)^2}{R_V}$$

$$5. \text{ Glättungsfaktor: } G = \frac{\Delta U_E}{\Delta U_Z} = \frac{R_V}{r_Z} + 1$$

(Reihenfolge gilt für den Fall, dass die Z-Diode, die Eingangsspannung und die Last gegeben ist.)

Kapazitätsdiode, Varicap

- Anwendung: mit Gleichspannung abstimmbare Schwingkreise, Modulatoren (FM), in Filtern mit veränderlicher Bandbreite, Spannungsgesteuerte Oszillatoren
- Raumladungszone wird mit in Sperrichtung zunehmend größerer Spannung breiter, also sinkt die Kapazität (Bereich 2 bis 200pF)
- pos. TK (C steigt mit zunehmender Temperatur)
- Kapazitätsverhältnis: $KV = \frac{C_{3V}}{C_{30V}} \approx 3 \dots 5$

Schwingkreis

$$\text{Bei Resonanzfrequenz: } X_C = X_L \Leftrightarrow \frac{1}{\omega C} = \omega L \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad C = \frac{1}{\omega^2 L} \quad L = \frac{1}{\omega^2 C}$$

Schottky-Diode

- Metall-Halbleiter-Bauteil; pos. Potentialschwelle im Halbleiter (z.B. Aluminium und schwach n-dotiertes Silizium); sind freie Elektronen im Silizium energiereicher als die im Alu., wandern sie z.T. in das Metall und hinterlassen eine pos. geladene Sperrschicht.
- extrem schnelle Umschaltvorgänge (50...500 ps)
- Durchlassspannung 0,2...0,4V; Rückwärtsspannung: 10...100V
- Anwendung: Höchsthochfrequenzgleichrichter, Gleichrichter in Schaltnetzteilen, Anti-Sättigungsdioden in Schottky-TTL

Buck-Converter

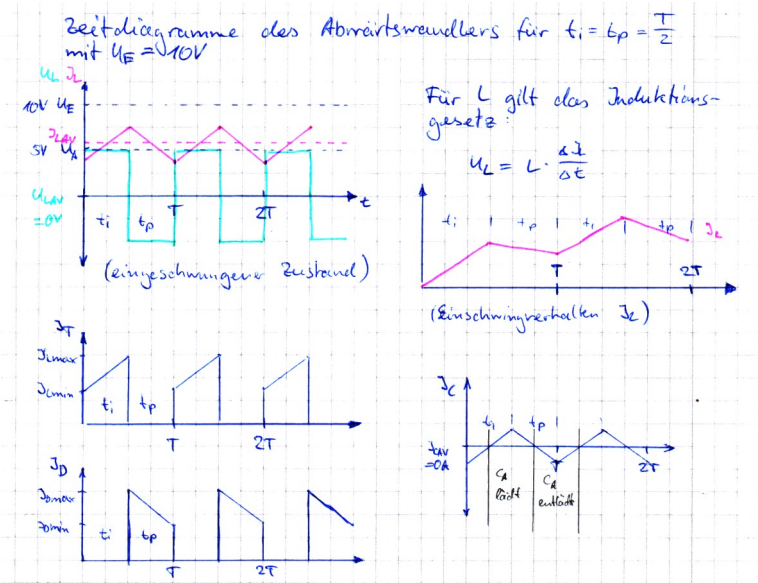
T : Schaltperiode des Netzteils
 t_i : Leitzeit (des Schalttransistors)
 t_p : Sperrzeit (des Schalttransistors)

Induktionsgesetz: $U_L = L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$

Ausgangsspannung: $U_A = \frac{t_i}{T} \cdot U_E$

Energie: $W_L = \frac{L \cdot I^2}{2}$ $W_C = \frac{C \cdot U^2}{2}$

Grobe Arbeitsweise: der Buck-Converter zerhackt eine schwankende Eingangsspannung und glättet diese dann mit einer LC-Kombination.
 Vorteil gegenüber Linear-Reglern:
 Wirkungsgrad von 80 bis 90 Prozent.



Verlustleistung und Thermischer Widerstand

max. Kristalltemperaturen: Germanium: 90°C, Silizium: 150-180°C

Wärmewiderstand: $R_{th} = \frac{\Delta T}{P_V} \left[\frac{K}{W} \right]$ (um wieviel Grad erwärmt sich etwas je Watt)

$R_{thju} = R_{thjg} + R_{thgk} + R_{thku}$

R_{thju} : Kristall zu Umgebung

Temperaturgradienten: R_{thjg} : Kristall zu Bauteil-Gehäuse

R_{thgk} : Gehäuse zu Kühlkörper

R_{thku} : Kühlkörper zu Umgebung

Leistungsminderungskurve:

