

B 2960 VG

Schaltregler – Schaltkreis

Der Schaltkreis B 2960 VG ist ein DC-DC-Abwärtsregler. Er arbeitet in Verbindung mit einer Speicherdrossel, einem Ladekondensator und einer Freilaufdiode als Schaltregler. Ein Leistungstransistor für einen Ausgangsstrom bis zu 4 A ist im Schaltkreis integriert. Die maximale Spannungsfestigkeit (Differenz Eingang-Ausgang) beträgt 50 V. Bei einem Ausgangsspannungsbereich bis 40 V sind damit Ausgangsleistungen bis zu 160 W erreichbar. Der Wirkungsgrad des Schaltreglers liegt damit je nach Ausgangsspannung bei 75 bis über 90%, so daß die umgesetzte Verlustleistung im allgemeinen unter 10 W bleibt und sich dabei noch auf Schaltkreis, Speicherdrossel und Freilaufdiode aufteilt. Auf Grund des hohen Wirkungsgrades lassen sich Stromversorgungsbaugruppen mit stabiler Ausgangsspannung ohne große Wärmeentwicklung auf sehr kleinem Raum aufbauen. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet ist die Stromversorgung für periphere Geräte der Rechentechnik. Neben den üblichen Zusatzfunktionen, wie Überspannungsüberwachung, Chiptemperaturüberwachung und extern einstellbare Strombegrenzung, sind speziell für die Rechentechnik nutzbare Funktionen integriert wie RESET-Signalerzeugung bei Spannungseinbrüchen, Stand-by-Betrieb durch INHIBIT-Funktion, Synchronisation der Schaltfrequenz und weiches Einschalten mittels Soft-Start-Schaltung.

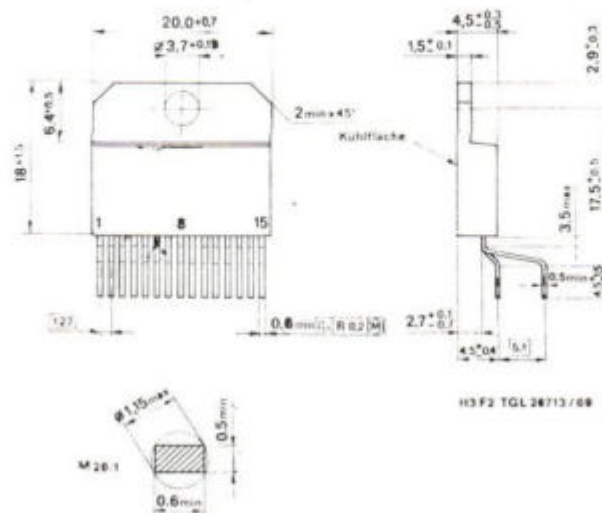
Vorläufige technische Daten

TGL: 45660

Gehäuse: 15-poliges Multiwatt

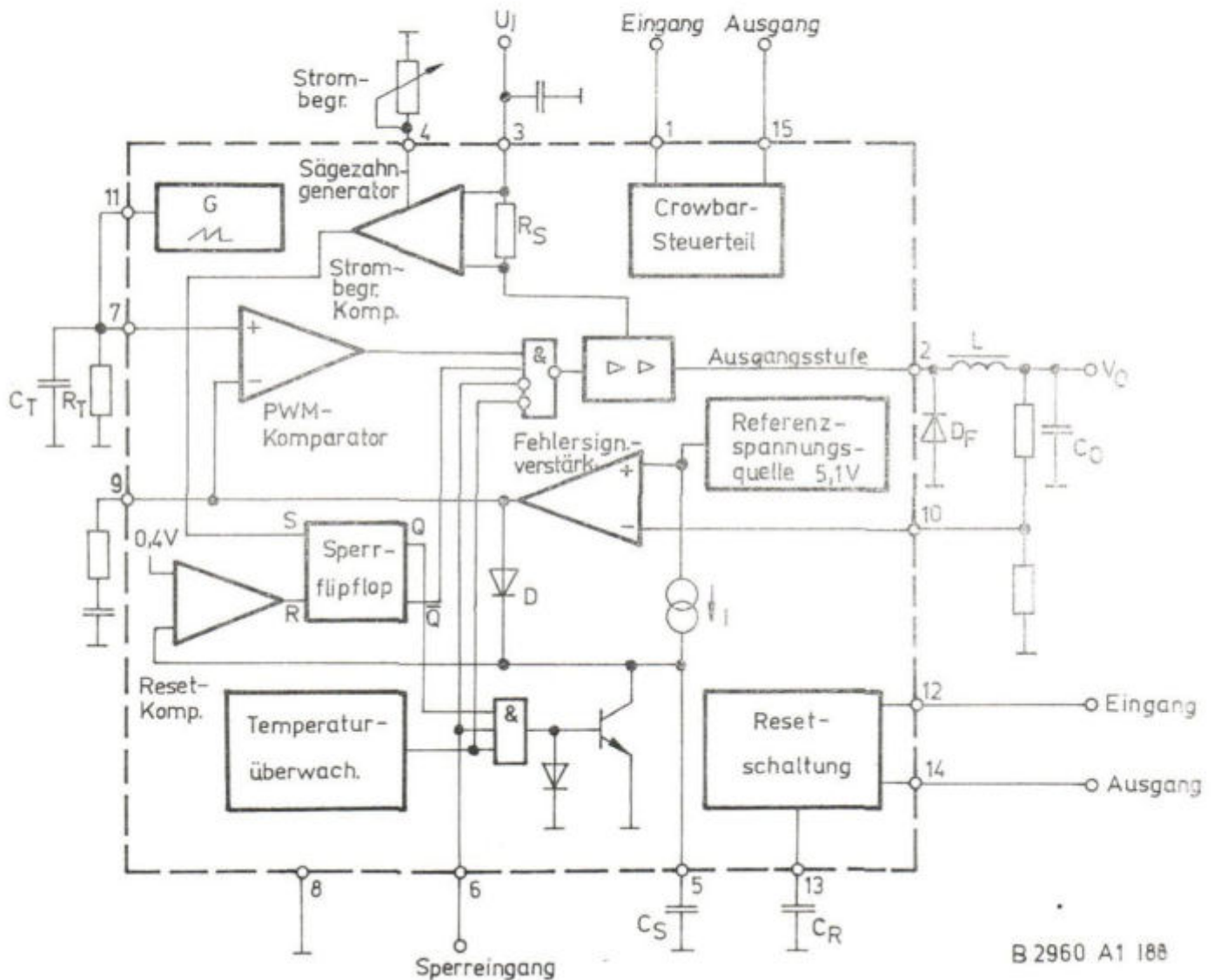
Bauform: H3 F2 nach TGL 26713/09

Masse: ≤ 7 g



- 9 Nichtinvertierender Eingang PWM und Ausgang Fehlerverstärker
- 10 Regeleingang des Fehlerverstärkers
- 11 Oszillator
- 12 Eingang RESET-Schaltung
- 13 Verzögerung für RESET
- 14 Ausgang RESET-Schaltung
- 15 Ausgang der Spannungsüberwachung

Blockschaltbild:



B 2960 A1 188

Anhand der Blockschaltung, die auch die Außenbeschaltung für den Normalbetrieb beinhaltet, soll die Funktion des Schaltreglers beschrieben werden:

Die Soll-Ausgangsspannung U_O wird mit dem externen Spannungsteiler auf den Wert der Referenzspannung, auf 5,1 V, geteilt. Der Fehlerverstärker bildet aus der Differenz der momentanen geteilten Ausgangsspannung und der Referenzspannung eine Regelgleichspannung. Zur Vermeidung von Regelschwingungen erfolgt am Anschluß 9 mit einer RC-Beschaltung eine Dämpfung der Änderungsgeschwindigkeit dieser Regelgleichspannung.

Für den Sägezahn-generator wird mit der Beschaltung C_T und R_T die Frequenz festgelegt. Die erzeugte Sägezahnspannung wird im PWM-Komparator mit der Regelgleichspannung verglichen und eine pulswidenmodulierte Rechteck-Ausgangsspannung gebildet. Die Frequenz der Rechteckschwingung entspricht der Oszillatorfrequenz des Sägezahn-generators und der Tastgrad mit den Grenzwerten 0 und 1 wird vom Wert der Regelgleichspannung bestimmt.

Die Rechteckspannung schaltet über ein Logikgatter, bei Freigabe der anderen drei Toreingänge

den Ausgangsleistungstransistor. Bei durchgeschaltetem Leistungstransistor fließt über die Drossel L ein Strom, der einerseits C_O auflädt und andererseits über den Lastwiderstand fließt. Wird der Leistungstransistor gesperrt, fließt auf Grund der Gegeninduktion der Strom durch L weiter. Dieser Strom muß von der Freilaufdiode DF geliefert werden. Zu diesem Zeitpunkt baut sich am Anschluß 2 eine negative Spannung auf, die der Flußspannung von DF entspricht. Bei $I_O = 4\text{ A}$ und $U_I = 46\text{ V}$ Eingangsspannung darf diese Flußspannung maximal 4 V erreichen, da die Bruchspannung des Schaltkreises mit 50 V garantiert ist.

Durch das Verhältnis Einschalt-/Ausschaltzeit wird die Ladung von C_O gesteuert und so die Ausgangsspannung konstant gehalten. Durch die Drossel L fließt ein pulsierender Gleichstrom, dessen Spitzenwert bis zu $0,5\text{ A}$ über dem Laststrom liegen kann. In der Flußphase des Leistungstransistors ist dieser Strom als Spannungsabfall über R_s meßbar. Bei unbeschaltetem Anschluß 4 beträgt die Schwelle des Strombegrenzungskomparators $\geq 4,5\text{ A}$. Mit einem externen Widerstand kann die Schwelle verringert werden. Beim Ansprechen des Komparators wird ein Sperrflipflop gesetzt, das über das Logikgatter die weitere Ansteuerung des Leistungsschalters verhindert.

Beim Einschalten der Eingangsspannung liegt der völlig entladene C_O am Ausgang vor, was für den Schaltkreis einem Ausgangskurzschluß gleich kommt. Der Fehlersignalverstärker würde auf Grund der hohen Differenz der geteilten Ausgangsspannung (0 V) zur Referenzspannung seine größtmögliche Ausgangsregelspannung liefern, und damit den PWM-Komparator auf sein größtes Tastverhältnis (dauernd ein) steuern. Der nun aber dauernd eingeschaltete Leistungstransistor würde einen Ausgangsstrom treiben, der den Spitzenstrom überschreitet, und der Strombegrenzungskomparator würde das Regelsystem wieder ausschalten. Die Regelstrecke könnte so nicht anlaufen.

Zu diesem Zweck existiert eine Anlaufschaltung, die einen sogenannten „Softstart“ realisiert. Beim Einschalten ist die Kapazität C_s am Anschluß 5 zunächst völlig entladen. Mit dem Spannungswert $\leq 0,4\text{ V}$ wird einerseits über den RESET-Komparator das Sperr-Flip-Flop rückgesetzt und andererseits über die Diode D die Regelspannung des Fehlerverstärkers so klein gehalten, daß die PWM-Schaltung ein sehr kleines Tastverhältnis realisiert und so C_O langsam aufgeladen wird, ohne daß der Spitzenstrom überschritten wird.

Durch die Stromquelle I wird C_s in einer definierten Zeit, die ausreichend für Aufladung von C_O ist, auf $5,1\text{ V}$ aufgeladen, und damit die Regelstrecke für die normale Spannungsregelung freigegeben.

Die Softstart-Schaltung hat auch für den Überlastungsfall (z. B. Ausgangskurzschluß) einen wesentlichen Effekt: Nach dem Setzen des Sperr-Flip-Flops durch den Strombegrenzungskomparator wird über einen Stromspiegel C_s in einer definierten Zeit entladen.

Erst bei Unterschreitung von 0,4 V am Anschluß 5 wird das Sperr-Flip-Flop durch den RESET-Komparator rückgesetzt und ein neuer Soft-Start kann ablaufen. Die Umladung von C_s erfolgt mit einer typischen Periodendauer von 5 ms (200 Hz). In dieser Zeit wird nur einmal der Spitzenstrom erreicht. Über die Zeit integriert, garantiert das eine mittlere Stromaufnahme aus der Quelle U_i von ≤ 100 mA.

Die entsprechenden Stromspitzen kann dabei ein Eingangsstützkondensator liefern.

Das Abschalten der Regelstrecken kann weiterhin auch durch eine Temperaturüberwachungsschaltung oder durch einen externen Sperreingang erfolgen. In beiden Fällen wird auch der Softstart-Kondensator C_s entladen.

Neben diesen mit dem Schaltregler direkt in Verbindung stehenden Funktionsgruppen existieren im B 2960 VG zwei weitere unabhängige Baugruppen:

- Die Überspannungsüberwachung „Crowbar“ hat einen Eingangstrigger von 6 V, der direkt mit Anschluß 10 verbunden die Ausgangsspannung U_O überwacht, oder mit einem Spannungsteiler an U_i angebunden, die Eingangsspannung überwacht. Der Crowbar-Ausgang liefert einen Thyristor-Zündimpuls bis zu 100 mA. Im Ruhestand ist Anschluß 15 niederohmig und kann als Senke bis zu 5 mA aufnehmen. Ungewolltes Zünden des angeschlossenen Thyristors ist damit verhindert.

Der so gesteuerte Thyristor kann ein- oder ausgangsseitig angeordnet sein. Im ersten Fall bringt er die eingangsseitige Schmelzsicherung zum Ansprechen und schützt so nicht nur die vom B 2960 VG mit Betriebsspannung versorgte Elektronik, sondern auch den Baustein selbst vor Überspannung.

- Der RESET-Ausgang ist wertvoll, wenn der B 2960 VG zur Versorgung von Mikroprozessoren oder anderer Logik verwendet werden soll:

Er liefert L-Pegel, sobald die Ausgangsspannung zusammenzubrechen droht und gibt damit Gelegenheit, gerade bearbeitete Daten noch in sichere Speicher zu retten.

Jedes Absinken der RESET-Eingangsspannung unter 4,75 V wird mit sofortigem L-Pegel am Anschluß 14 gemeldet. Entsprechend dem dann jedesmal erforderlichen Wiederaufladen von CR tritt nach Ende des Spannungseinbruches am Anschluß 14 der H-Pegel erst mit einer Verzögerung auf.

Üblicherweise wird RESET-Eingang 12 mit Anschluß 10 verbunden. Damit entsteht die oben beschriebene Anwendung.

Wird der RESET-Eingang mit einem Spannungsteiler an U_i angebunden, entsteht die Funktion einer „Netzausfall-Warnung“.

Grenzwerte:		min.	max.	
Eingangsspannung	$U_{3/8}$	0	50	V
Eingangs-Ausgangs-Differenzspannung	$U_{3/2}$	—	50	V
Ausgangsspannung	$U_{2/8}$	—1	—	V
Ausgangsspitzenspannung $t_w \leq 0,1 \mu s$; $T \leq 5 \mu s$	$U_{2/8m}$	—7	—	V
Eingangsspannung der Überspannungs- sicherung $U_3 \geq 9 V$	$U_{1/8}$	—0,7	10	V
Eingangsspannung RESET	$U_{12/8}$	—0,7	10	V
Eingangsspannung der Regelschleife	$U_{10/8}$	—0,7	7	V
Eingangsspannung INHIBIT	$U_{6/8}$	—0,7	7	V
Spannung an der Strombegrenzung	$U_{4/8}$	0	5,5	V
Spannung am Softstart-Kondensator	$U_{5/8}$	0	5,5	V
Spannung am Pulsweitenmodulator — INP	$U_{7/8}$	0	5,5	V
+ INP	$U_{8/9}$	0	5,5	V
Spannung am RESET- Verzögerungskondensator	$U_{13/8}$	0	5,5	V
Ausgangsspannung der Überspannungs- sicherung	$U_{15/8}$	0	15	V
Ausgangsspannung RESET $I_{14} \leq 1 mA$	$U_{14/8}$	—	U_t	V
RESET-Strom	I_{14}	—	50	mA
Oszillatorstrom	$-I_{11}$	—	20	mA
Mittlerer Ausgangsstrom	$-I_2$	—	4	A
Ausgangsspitzenstrom $t_w \leq 0,5 \mu s$; $T > 5 \mu s$	$-I_{2m}$		—5 ¹⁾	A
Umgebungstemperatur	T_a	—25	85	°C
Chiptemperatur	T_j	—25	150 ¹⁾	°C
Gesamtverlustleistung $T_c = 70^\circ C$	P_{tot}	—	20	W

¹⁾ sofern nicht durch bauelementeinterne Schutzschaltung eher begrenzt

Betriebsbedingungen:

Eingangsspannung	$U_{3,8}$	9	46	V
Eingangsspannung INHIBIT	$U_{6,8}$	—0,3	5,5	V

Hauptkenngrößen: ($T_a = 25^\circ\text{C} - 5\text{ K}$; $R_{thca} < 4\text{ K/W}$)

		min.	max.	
Erreichbare Ausgangsgleichspannung $U_1 = 46\text{ V}$; $I_O = 1\text{ A}$ (Sch.2)*	U_O	40	—	V
Erreichbarer Laststrom $U_1 = 9\text{ V}$; S_1 geschlossen (Sch.2)	I_O	4	—	A
Referenzspannung $U_1 = 46\text{ V}$ und 9 V ; $I_O = 2\text{ A}$ S_2 geschlossen (Sch.2)	U_{Oref}	5	5,2	V
Ruhestrom am Anschluß 3 im eingeschalteten Zustand $U_3 = 46\text{ V}$; $U_7 = U_{10} = U_5 = U_6 = 0\text{ V}$ (Sch.1)	I_{CCon}	—	85	mA
Ruhestrom am Anschluß 3 im ausgeschalteten Zustand $U_3 = 46\text{ V}$ und 9 V ; $U_7 = U_{10} = U_5 = 0\text{ V}$ $U_6 = 3\text{ V}$ (Sch.1)	I_{CCoff}	—	40	mA
Erreichbarer Ausgangsspitzenstrom $U_3 = 28\text{ V}$; $U_6 = U_7 = U_{10} = 0\text{ V}$; $-I_5 = I_{5Q}$; $U_5 = 0,2\text{ V}$ (Sch.1)	$-I_{2m}$	4,5	—	A

x) Hinweis auf Meßschaltung 1 oder 2

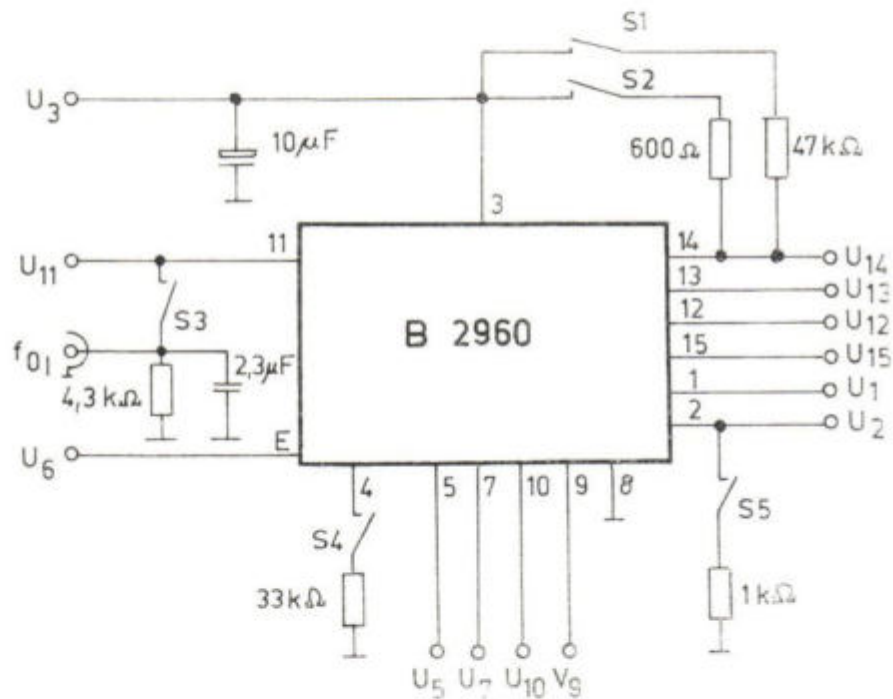
Nebenkenngößen: ($T_a = 25^\circ\text{C} - 5\text{ K}$; $R_{thca} \leq 4\text{ K/W}$)

		min.	max.	
Spitzenstrombegrenzung $U_3 = 9\text{ V}$; $U_6 = U_7 = U_{10} = 0\text{ V}$; $U_5 = 0,2\text{ V}$; $-I_5 = -I_{5Q}$; S_4 geschlossen (Sch.1)	$-I_{2lim}$	1,8	3,2	A
Sättigungsspannung $U_3 = 9\text{ V}$; $U_6 = U_7 = U_{10} = U_5 = 0\text{ V}$; (Sch.1)	$U_{3,2sat}$			
$-I_2 = 4\text{ A}$		—	3,2	V
$-I_2 = 2\text{ A}$		—	2,1	V
Ausgangsreststrom $U_3 = 46\text{ V}$; $U_7 = U_{10} = 0\text{ V}$; $U_6 = 3\text{ V}$; S_3 geschlossen ($U_2 \leq 2\text{ V}$); (Sch.1)	$-I_{2off}$	—	2	mA
Oszillatorfrequenz $U_3 = 9\text{ V}$; S_3 geschlossen (Sch.1)	f_O	85	115	kHz
Eingangsspannungsregelung $U_{I1} = 10\text{ V}$; $U_{I2} = 40\text{ V}$; $I_O = 2\text{ A}$; S_1 geschlossen; (Sch.2)	ΔU_{ou}	—	50	mV
Lastausregelung $U_1 = 9\text{ V}$; $I_{O1} = 0,5\text{ V}$; $I_{O2} = 4\text{ A}$; S_1 geschlossen (Sch.2)	$ \Delta U_{oi} $	—45	45	mV
Softstart-Quellstrom $U_3 = 9\text{ V}$; $U_5 = 0,2\text{ V}$; $U_6 = U_{10} = 0\text{ V}$ (Sch.1)	$-I_{5Q}$	—	160	μA
Softstart-Sinkstrom $U_3 = 9\text{ V}$; $U_5 = U_6 = 3\text{ V}$ (Sch.1)	I_{5S}	—	120	μA
Freigabe-Schwellspannung $U_3 = 9\text{ V}$; $U_5 = U_7 = U_{10} = 0\text{ V}$; S_5 geschlossen; ($U_2 \geq 7\text{ V}$); (Sch.1)	U_{6L}	0,8	1,3	V
Sperrschwellspannung $U_3 = 9\text{ V}$; $U_5 = U_7 = U_{10} = 0\text{ V}$; S_5 geschlossen; ($U_2 \leq 2\text{ V}$); (Sch.1)	U_{6H}	1,4	2,0	V
Freigabestrom $U_3 = 9\text{ V}$; $U_6 = 0,8\text{ V}$; (Sch.1)	$-I_{6L}$	—	10	μA

		min.	max.	
Ausgangs quellstrom des Fehlerverstärkers $U_3 = 9 \text{ V}; U_5 = 5 \text{ V}; U_9 = 2,5 \text{ V};$ $U_{10} = 4,8 \text{ V}; (\text{Sch.1})$	$-I_{9Q}$	100	200	μA
Ausgangssinkstrom des Fehlerverstärkers $U_3 = 9 \text{ V}; U_5 = 5 \text{ V}; U_9 = 2,5 \text{ V};$ $U_{10} = 5,4 \text{ V}; (\text{Sch. 1})$	I_{9S}	100	200	μA
High-Ausgangsspannung des Fehlerverstärkers $U_3 = 9 \text{ V}; U_5 = 5 \text{ V}; I_9 = 100 \mu\text{A};$ $U_{10} = 4,8 \text{ V}; (\text{Sch.1})$	U_{9H}	3,5	—	V
Low-Ausgangsspannung des Fehlerverstärkers $U_3 = 9 \text{ V}; U_5 = 5 \text{ V}; I_9 = 100 \mu\text{A};$ $U_{10} = 5,4 \text{ V}; (\text{Sch. 1})$	U_{9L}	—	0,5	V
Eingangsbiasstrom des Fehlerverstärkers $U_3 = 9 \text{ V}; U_{10} = 5,2 \text{ V}; (\text{Sch.1})$	I_{10}	—	10	μA
Offene Verstärkung des Fehlerverstärkers $U_3 = 9 \text{ V}; U_5 = 5 \text{ V}; U_{9A} = 1 \text{ V};$ $U_{9B} = 3 \text{ V}; (\text{Sch. 1})$	A_{Uc}	46	—	dB
Quellstrom des Oszillators $U_3 = 9 \text{ V}; U_{11} = 0,6 \text{ V}; (\text{Sch.1})$	$-I_{11}$	5	—	mA
RESET-Ansprechschwellspannung $U_3 = 9 \text{ V}$ S_2 geschlossen; ($U_{14} \leq 0,2 \text{ V}$) (Sch.1)	U_{12T}	$U_{Oref} - 0,2$	$U_{Oref} - 0,1$	V
RESET-Eingangshysterese $U_3 = 9 \text{ V}$ S_1 geschlossen; ($U_{14} \geq 4,3 \text{ V}$); (Sch.1)	ΔU_{12}	50	100	mV
Biasstrom der RESET-Schaltung $U_3 = 9 \text{ V}; U_{12} = 5,3 \text{ V}; (\text{Sch.1})$	I_{12}	—	3	μA
Entladestrom des Verzögerungskondensators $U_3 = 9 \text{ V}; U_{12} = U_{13} = 4,7 \text{ V}; (\text{Sch.1})$	I_{13S}	10	—	mA
Ladestrom des Verzögerungskondensators $U_3 = 9 \text{ V}; U_{12} = 5,3 \text{ V}; U_{13} = 3 \text{ V}; (\text{Sch.1})$	$-I_{13Q}$	70	140	μA

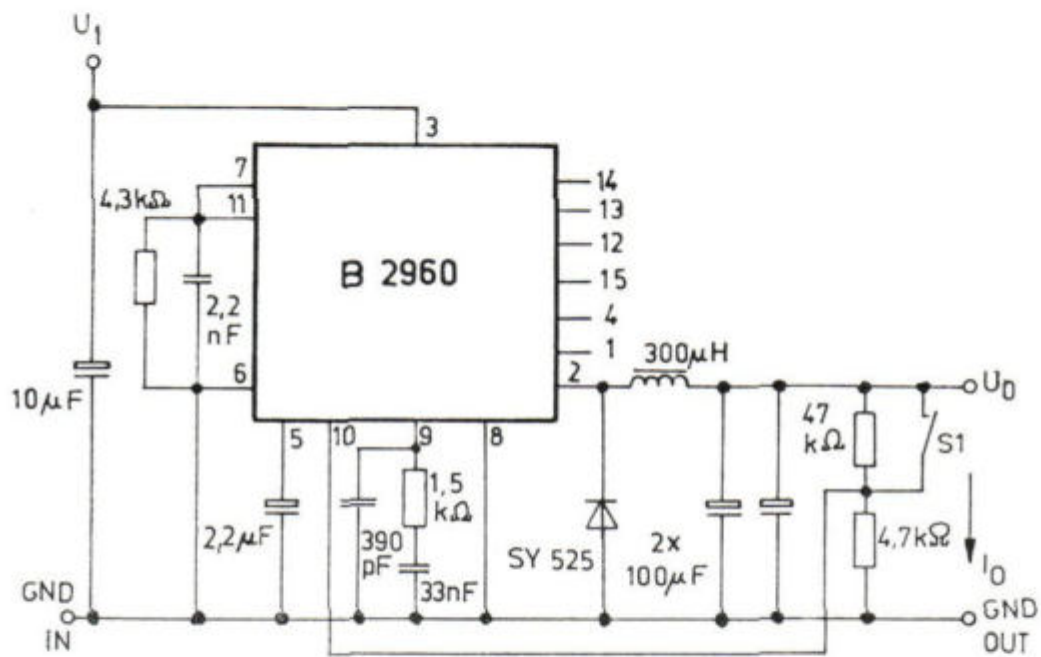
		min.	max.	
RESET-Ansprechschwellspannung am Verzögerungsausgang $U_3 = 9\text{ V}$; $U_{12} = 5,3\text{ V}$; S_2 geschlossen; ($U_{14} = 0,2\text{ V}$); (Sch.1)	U_{13T}	4,3	4,7	V
Low-Ausgangsspannung der RESET-Schaltung $U_3 = 9\text{ V}$; $U_{12} = 4,5\text{ V}$; S_2 geschlossen; (Sch.1)	U_{14L}	—	200	mV
Einschaltsschwellspannung der Überspannungssicherung $U_3 = 9\text{ V}$; $U_{15} = 2\text{ V}$; ($-I_{15} \geq 70\text{ mA}$); (Sch.1)	U_{1T}	5,5	6,4	V
Low-Ausgangsspannung der Überspannungssicherung $U_3 = 46\text{ V}$; $U_1 = 5,4\text{ V}$; $I_{15} = 5\text{ mA}$; (Sch.1)	U_{15L}	—	0,4	V
Biasstrom der Überspannungssicherung $U_3 = 9\text{ V}$; $U_1 = 6\text{ V}$ (Sch.1)	I_1	—	10	μA

Meßschaltung 1:



B 2960 A2 188

Meßschaltung 2:



B 2960 A3 188



**veb halbleiterwerk frankfurt/oder
im veb kombinat mikroelektronik**

Telefon 460 · Telex 016252
Postfach 379 · Frankfurt(Oder) · 1200

elektronik export-import

Volkseigener Außenhandelsbetrieb der
Deutschen Demokratischen Republik
DDR - 1026 Berlin, Alexanderplatz 6
Haus der Elektroindustrie, Telefon: 2180