

1. Ansteuerung von T1

Das Relais Rel1 besitzt eine 80 Ohm Spule und verursacht bei dem Treibertransistor T1 bei $U_{CEsat}=0,5V$ und $U_{amax}=12,75V$ einen Kollektorstrom von etwa 153 mA. Laut Datenblatt weist der Transistor 2N1711 bei $I_c=153\text{ mA}$ eine h_{FE} von etwa 130 und benötigt demnach einen I_{Bmin} von 1,15mA. Aus Sicherheitsgründen wird der Basisstrom um den Faktor 2,5 größer gewählt d.h. $I_B=2,875mA$.

Damit erhält man einen Basiswiderstand R2:

$$R_2 = \frac{U_{d\max} - U_{D1} - U_{D2} - U_{D8} - U_{BE1}}{I_B} = \frac{12,75 - 0,6 - 0,6 - 0,6 - 0,6}{2,875} = 3,6k$$

Gewählt wird: R2=3,6k

Ob T1 bei dieser Dimensionierung auch sicher gesperrt werden kann wird unter §2 diskutiert.

2. Komparator

Der Komparator soll von „0“ auf „1“ bei $U_{d\max} > 12,75V$ wechseln und bei $U_{d\min} < 12,25V$ zurück auf „0“ gehen. Die Referenzspannung am Pin 2 wird auf 5V eingestellt.

Unter Vernachlässigung der über die Mitkopplungswiderständen zufließenden Ströme lässt sich für den Komparator ein maximaler „Output sink current“ von:

$I_o = U_{d\max}/R_6 + (U_{d\max} - U_{D3})/R_1 = 12,75V/9,1k + (12,75 - 0,6)V/3,6k = 4,78mA$ ermittelt. Damit lässt sich aus Fig. 2.1 ablesen, dass seine „worst case“ Ausgangssättigungsspannung V_o bei einer Umgebungstemperatur von 50 °C, 0,45V nicht überschreiten wird.

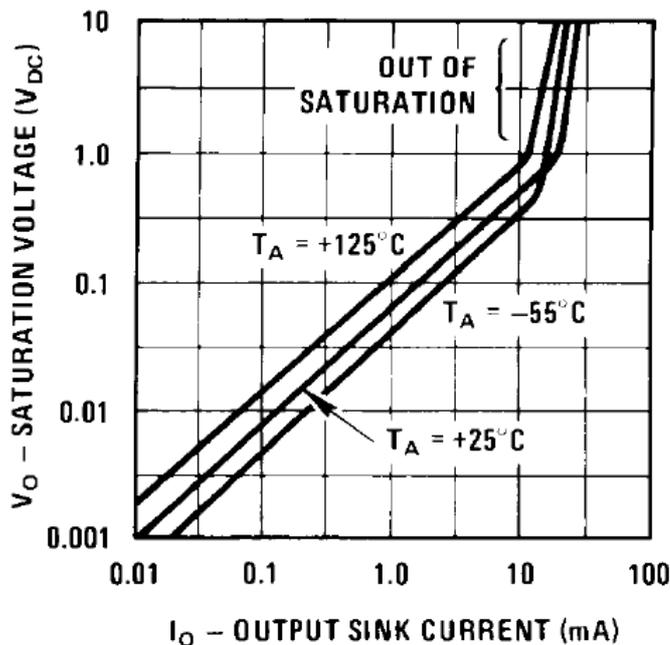


Fig. 2.1 Output saturation voltage

Beim durchgeschalteten Komparator liegt an der Anode von D8 eine Spannung von maximal $V_o + U_{D3} = 0,45 + 0,6 = 1,05V$. Damit ist T1 sicher gesperrt.

Dimensionierung des Komparators

Die Ersatzschaltung beim wechseln von „0“ auf „I“ ist in Fig. 2.2 dargestellt. Daraus kann folgende Beziehung entnommen werden.

$$\frac{U_{d \max} - U_{ref}}{R3} = \frac{U_{ref}}{Ry} + \frac{U_{ref} - Vo}{Rx} \quad (1) \quad \text{bzw.} \quad \frac{7,75}{R3} = \frac{5}{Ry} + \frac{4,55}{Rx} \quad (2)$$

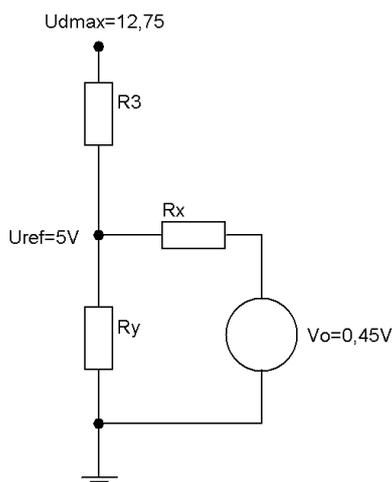


Fig. 2.2 Ersatzschaltung beim wechseln von „0“ auf „I“

Die Ersatzschaltung beim wechseln von „I“ auf „0“ ist in Fig. 2.3 dargestellt. Daraus kann folgende Beziehung entnommen werden.

$$\frac{U_{ref}}{Ry} = \frac{U_{d \min} - U_{ref}}{R3} + \frac{U_{d \min} - U_{ref}}{Rx + R6} \quad (3) \quad \text{bzw.} \quad \frac{5}{Ry} = \frac{7,25}{R3} + \frac{7,25}{Rx + 9,1} \quad (4)$$

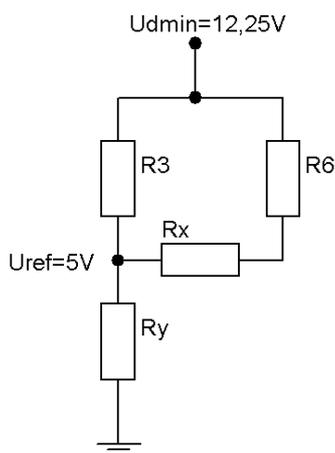


Fig. 2.3 Ersatzschaltung beim wechseln von „I“ auf „0“

aus den Gleichungen (2) und (4) lässt sich folgende Beziehung ableiten:

$$\frac{7,75}{R3} = \frac{7,25}{R3} + \frac{7,25}{Rx + 9,1} + \frac{4,55}{Rx} \quad \text{bzw.} \quad \frac{0,5}{R3} = \frac{4,55}{Rx} + \frac{7,25}{Rx + 9,1}$$

welche wiederum zu der unten angegebene quadratische Gleichung für Rx führt:

$$Rx^2 + (9,1 - 23,6 * R3) * Rx - 82,81 * R3 = 0 \quad (5)$$

Zur Lösung von Gleichung (5) wird folgender Ansatz benutzt.

$$R_{x1,2} = \frac{23,6 * R3 - 9,1 \pm \sqrt{(9,1 - 23,6 * R3)^2 + 4 * 82,81 * R3}}{2} \quad (6)$$

Auf Grund der Tatsache, dass der Wurzel Ausdruck in Gleichung (6) immer positiv bleibt, kann R3 frei gewählt werden. Da die Komparator Eingänge relativ hochohmig beschaltet werden können, kann der Strom durch Ry auf etwa 1mA gesetzt werden, was dazu führt, dass R3=6,8k gewählt werden kann. Damit erhält man aus Gleichung (6) Rx=155k. Setzt man R3 und den soeben ermittelten Rx in Gleichung (2) ein so erhält man Ry=4,5k.

Aus Gleichung (1) ergibt sich Ry zu:

$$Ry = \frac{Uref}{\frac{Ud \max - Uref}{R3} - \frac{Uref - Vo}{Rx}}$$

Wenn mit Hilfe von Ry der Kühlschrank im Bereich $12,6V \leq Ud \max \leq 12,9V$ eingeschaltet werden soll, so muss entsprechend obiger Gleichung und Rx=155k, Ry im Bereich

$$4,4155k \leq Ry \leq 4,5946 \quad (7)$$

liegen und wird wie in Fig. 2.4 realisiert.

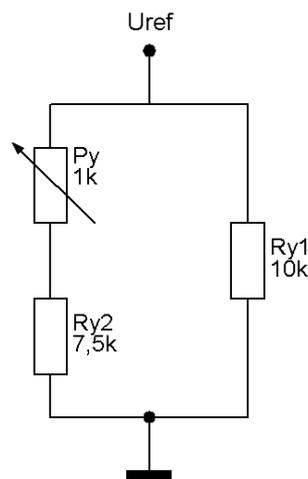


Fig. 2.4 Realisierung von Ry

Aus Gleichung (3) ergibt sich R_x zu:
$$R_x = \frac{R_3 * R_y * (U_{d \min} - U_{ref})}{(R_3 + R_y) * U_{ref} - U_{d \min} * R_y} - R_6$$

Wenn mit Hilfe von R_x der Kühlschrank Kompressor im Bereich $12,1V \leq U_{d \min} \leq 12,4V$ abgeschaltet werden soll, so muss entsprechend obiger Gleichung und $R_y=4,5k$, R_x im Bereich

$$97k \leq R_x \leq 314k \quad (8)$$

liegen und wird wie in Fig. 2.5 realisiert.

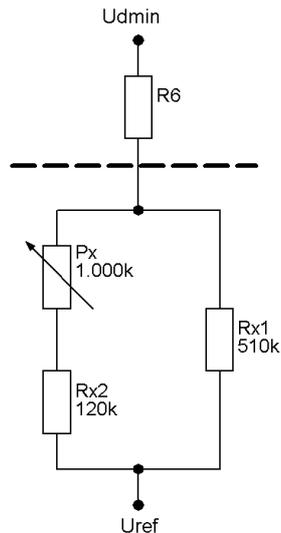
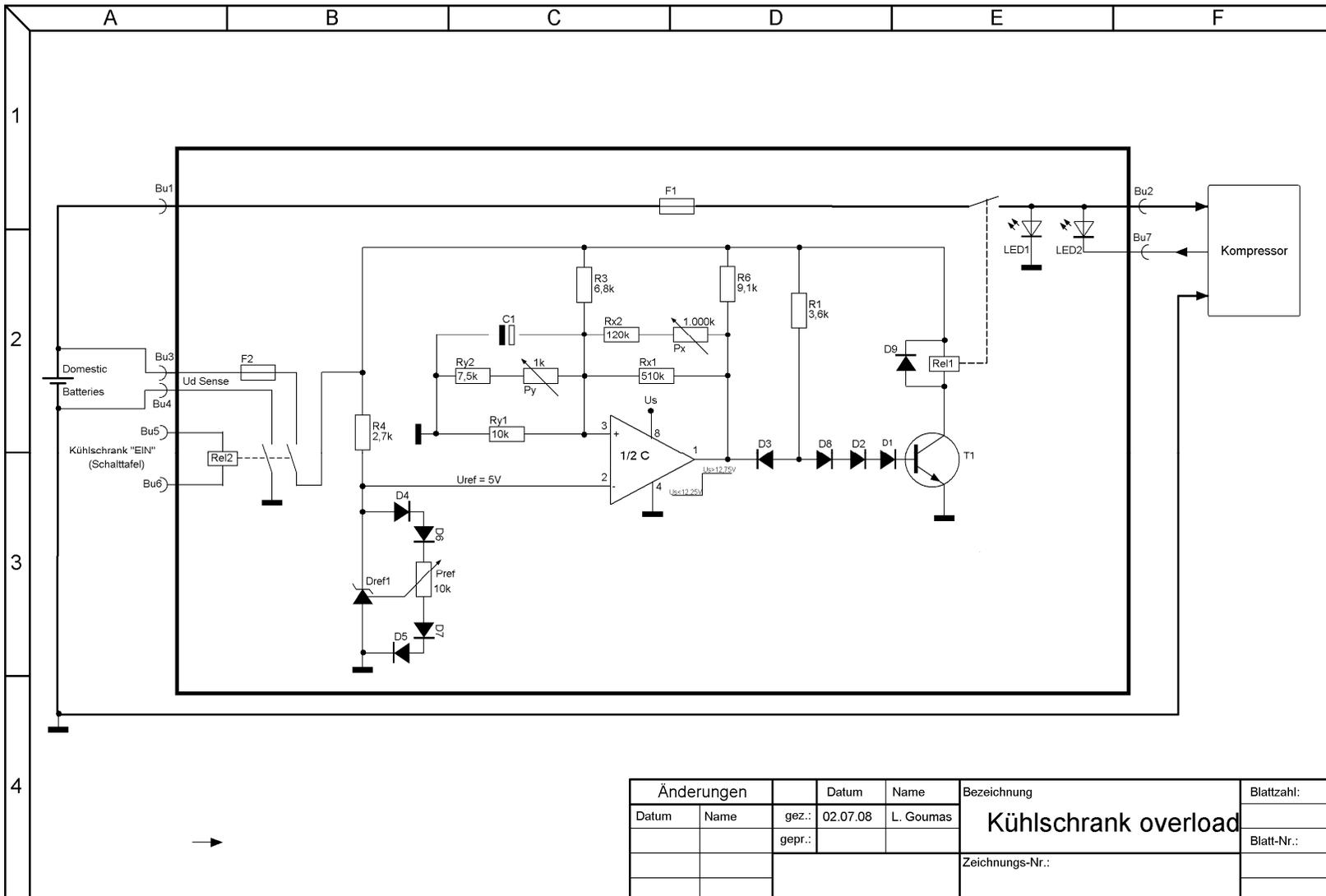


Fig. 2.5 Realisierung von R_x

Da sowohl R_x als auch R_y aufgrund ihrer Toleranzen sehr kritisch für die Funktion des Komparators sind, werden seine Schaltpunkte mit Hilfe von Widerstands- Potentiometern Kombinationen wie folgt eingestellt.

- P_x und P_y - Pots zunächst auf Mittelstellung bringen.
- Mit P_y - Pot U_{max} auf 12,75V einstellen.
- Mit P_x - Pot U_{min} auf 12,25V einstellen.
- In der Reihenfolge wie oben beschrieben den Einstellvorgang wiederholen bis die Schaltpunkte korrekt eingestellt sind.



Änderungen		Datum	Name	Bezeichnung	Blattzahl:
Datum	Name	gez.: 02.07.08	L. Goumas	Kühlschrank overload	
		gepr.:			Blatt-Nr.:
				Zeichnungs-Nr.:	

Stückliste

D1,D2,D3,D4	
D5,D6,D7,D8	= 8 x 1N4148
D9	= 1 x 1N4004
Bu3,Bu5	= 2 x Einbaubuchse/Conrad 734934/Rot/1,21€/10x20mm
Bu4,Bu6,Bu7	= 3 x Einbaubuchse/Conrad 734926/Schwarz/1,21€/10x20mm
Bu1,Bu2	= 2 x 30A Polklemme/Conrad 734177/Rot/1,63€/16x19mm
Rel1	= 1 x 12V/30A/150mA/Conrad504209/1,74€/28x28x52mm
Rel2	= 1 x 12V/960Ohm/Conrad 505170/ 2,66€
F1	= 1 x 15A/Conrad 535893/0,92€/Einbau11*22mm/Einbautiefe 35mm/30Amax
F2	= 1 x Wie F1
LED1,LED2	= 2 x Conrad 727270/20mA/44x15/ D=15/10mm/Einbautiefe38,5mm/2,54€
T1	= 1 x 2N1711
R1	= 1 x 3,6k
R6	= 1 x 9,1k
Rx1	= 1 x 510k
R3	= 1 x 6,8k
Ry1	= 1 x 10k
R4	= 1 x 2,7k
Dref1	= 1 x LM336-5
Pref	= 1 x 10k
C1	= 1 x 47µF/35V/Conrad460672/0,18€
Rx2	= 1 x 120k
Px	= 1 x 1.000k
1/2 C	= 1 x LM393
Ry2	= 1 x 7,5k
Py	= 1 x 1k