

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

1. Grundausslegung

Die Elektronik soll die Leistung welche vom Alternator (12V/35A) und drei Solarpanel des Typs PW500 (3x/12V/3A) geliefert werden können, zur optimalen Ladung von drei (maximal 4) Domestic Batterien (3*100Ah) und eine Starter Batterie (100Ah) verwenden.

Die Ladeelektronik beinhaltet zwei Kernelemente. Diese sind ein „Voltage sensitive Relay (VSR)“ Regler, welcher sowohl über solar power -wenn sie bei ausreichender Beleuchtung vorhanden ist -als auch über den Alternator, betrieben wird (Ref. Anlage PIC Charger Sheets 1 of 2), und ein Linearregler (Ref. Anlage PIC Charger Sheets 2 of 2), welcher ausschließlich bei Vorhandensein von Solarpower eingreift.

1.1 Arbeitsweise des VSR

Der VSR wird gespeist sowohl vom Alternator als auch von den Solarpanels, wobei die Endkopplung der Starterbatterie von der Domesticbatteriebank über zwei Leistungsrelais erfolgt. Der Zugang der Solarpanels zum VSR ist über eine Leistungsdiode (Ref. D5 in der Anlage PIC Charger Sheet 1) von dem Alternator Ausgang entkoppelt.

1.2 Solarpanels inaktiv (Ref: Anhang Pseudoassembler Page 1)

Bei inaktiven Solarpanels kann der Mikrocontroller nur dann aktiv werden (5V Versorgung vorhanden), wenn der Alternator aktiviert ist (Ignition „ON“), und damit die Aufladung der Batteriebanken über den Alternator erfolgen kann (**Loop 1**).

Da auf Grund der Ladungspriorität die Starter Batterie als erste geladen werden muss, ist sie über den VSR mit dem Alternator verbunden, während die Domestic Batteriebank über ihn getrennt wird. Das Aufladen der Starterbatterie wird über die leuchtende LEDs signalisiert (**Loop 2**). Sobald die Starter Batterie 13,25 V erreicht hat, wird sie über den VSR vom Alternator getrennt, ihr LEDs erlischt, und die Domestic Batteriebank über den VSR zugeschaltet. Das Aufladen der Domestic Batteriebank wird über die LEDd signalisiert (**Loop 3**).

Während der Aufladung der Domestic Batteriebank, wird die Spannung der Starter Batterie kontinuierlich überwacht.

Beträgt die Starter Batteriespannung $U_s > 12V$, so wird als nächstens abgefragt ob Solarpower vorhanden ist oder nicht (Zustand des Eingangs RC3 des Mikrocontrollers).

- Wenn keine Solarpower vorhanden ist, so wird das Aufladen der Domestic Batteriebank bis zum Erreichen der maximalen Alternator Spannung (13,7V) fortgesetzt.
- Wenn Solarpower vorhanden ist, so wird die Domestic Batteriebank über den VSR abgetrennt, und die Starter Batterie wird über die nun aktive Solarpanels geladen (**Loop 4**).

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

Sinkt die Starter Batteriespannung auf $U_s < 12V$, so wird die Domestik Batteriebank über die VSR abgetrennt, und dafür die Starter Batterie erneut zugeschaltet (**Loop 1**), und zwar bis sie erneut 13,25V erreicht hat, und damit der oben beschriebene Zyklus wiederholt wird.

1.3 Solarpanels aktiv (Ref: Anhang Pseudoassembler Page 2)

Für die nachfolgende Betrachtung ist es auf Grund der Annahme, dass in der Regel die Solar Power Spannung (U_c) grösser als die Ausgangsspannung des Alternators (U_{al}) sein wird, irrelevant ob der Alternator läuft oder inaktiv ist (**Loop 4**).

Da ebenfalls auf Grund der Ladungspriorität die Starter Batterie als erste in Richtung $U_s > 14,25V$ geladen werden muss, ist die Domestik Batteriebank über den VSR getrennt. Das Aufladen der Starterbatterie wird über die leuchtende LEDs signalisiert (**Loop 5**).

Ist die Starter Batterie Spannung $U_s < 14,25V$, so wird zunächst mal überprüft ob Solarpower noch vorhanden ist. Ist dies der Fall, so wird das Aufladen der Starter Batterie fortgesetzt (**Loop 5**). Ist dies nicht der Fall so schaltet das System zurück auf Alternator Aufladung (**Loop 2**). Nach Erreichen der 14,25V (**Loop 6**) wird über den VSR die Starter Batterie abgetrennt und auf die Domestik Batteriebank umgeschaltet. Dieser Zustand wird über das leuchten der LEDd allein signalisiert (**Loop 7**)

Hat die Domestik Batteriebank eine Spannung $U_d > 14,25V$ erreicht, so wird die Domestik Batteriebank abgeschaltet, und das System schaltet auf den Linearregler um, dessen funktionsweise weiter unten beschrieben wird (**Loop 9**). Dieser Zustand wird über das Erlöschen aller LED signalisiert.

Hat die Domestik Batteriebank die Spannung $U_d > 14,25V$ nicht erreicht, und die Spannung der Starter Batterie ist $U_s > 12V$, dann wird:

- Bei vorhandenen Solarpower die Aufladung der Domestik Batteriebank fortgesetzt jedoch,
- Schaltet das System bei Ausfall der Solarpower zurück auf Aufladung der Domestik Batteriebank über den Alternator, und die LEDd leuchtet weiter (**Loop 3**).

Hat die Domestik Batteriebank die Spannung $U_d > 14,25V$ nicht erreicht, und die Spannung der Starter Batterie ist auf $U_s < 12V$ abgefallen, dann wird die Domestik Batterie abgetrennt (LEDd dunkel) und die Starter Batterie zugeschaltet (LEDs leuchtet / **Loop 8**).

Hat die Starter Batterie die Spannung $U_s > 13,25V$ nicht erreicht, dann wird:

- Bei vorhandenen Solarpower die Aufladung der Starter Batterie fortgesetzt jedoch,
- Schaltet das System bei Ausfall der Solarpower zurück auf Aufladung der Starter Batterie über den Alternator, und die LEDs leuchtet weiter (**Loop 2**).

Sobald jedoch die Starter Batterie $U_s < 13,25V$ erreicht hat, wird über VSR die Starter Batterie abgetrennt (LEDd dunkel), und die Domestik Batteriebank über VSR zugeschaltet (LEDd leuchtet / **Loop 6**)

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

Nachdem die Domestic Batteriebank auf $U_d > 14,25V$ aufgeladen ist, und das System auf Linearregler Betrieb, welches durch das Parallelaufladen beide Batteriebanken gekennzeichnet ist (**Loop 9**), umgeschaltet hat, wird die Domestic Batteriebank über VSR abgetrennt, und es beginnt die Überwachung der Spannung der Starter Batterie, um sicher zu stellen, dass sie mit ihre Spannung nicht unter $U_s < 12V$ abfällt.

Ist die Starter Batterie Spannung nicht unter 12V abgefallen, dann wird:

- Bei vorhandenen Solarpower über den Linearregler die Überwachung der Starter Batterie Mindestspannung von 12V fortgesetzt jedoch,
- Schaltet das System bei Ausfall der Solarpower zurück auf Aufladung der Starter Batterie über den Alternator, und die LEDs leuchtet wieder (**Loop 2**).

Ist die Starter Batterie Spannung unter 12V abgefallen, dann wird die Funktion des Linearreglers durch das Zuschalten der Starter Batterie über den VSR unterbrochen, und die LEDs leuchtet wieder (**Loop 11**).

Hat die Starter Batterie eine Spannung von $U_s > 13,25V$ nicht erreicht, dann wird:

- Bei vorhandenen Solarpower über den VSR die Aufladung der Starter Batterie fortgesetzt jedoch,
- Schaltet das System bei Ausfall der Solarpower zurück auf Aufladung der Starter Batterie über den Alternator, und die LEDs leuchtet weiter (**Loop 2**).

Hat die Starter Batterie eine Spannung von $U_s > 13,25V$ erreicht, dann wird durch das abtrennen der Starter Batterie und löschen der LEDs der Linearregler wieder aktiv (**Loop 10**).

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

2. Dimensionierung des Linearreglers

Ref. Anlage „PIC Charger Sheet 2“

Laut Fig. 1 können die 3 Solarpanels bei $\theta_j = 45^\circ\text{C}$ zusammen einen maximalen Strom von etwa 9,7A liefern. Bei einer mittleren Ausleuchtung von 80% kann man einen maximalen Strom von etwa $I_{Ct1max}=8\text{A}$ bei eine Ausgangsspannung von etwa $U_{sp}=17\text{V}$ erwarten.

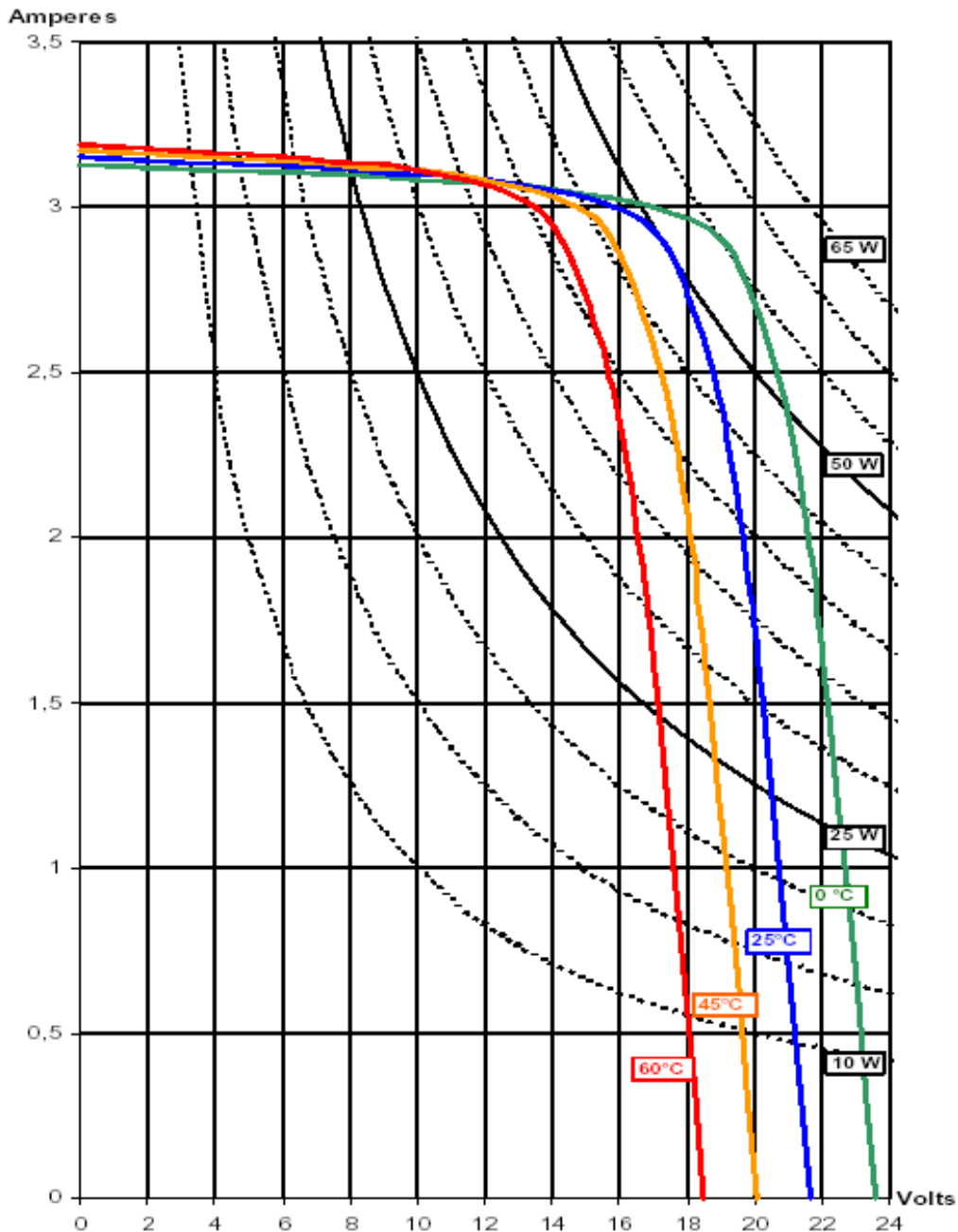


Fig. 1 Solarpanel Kennlinien

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

2.1 Dimensionierung von T8/T9

2.1.1 Verlustleistung von T8

Der Fig. 2 kann entnommen werden, dass bei $I_C=8A$, T8 im linearen Betrieb ein h_{FE} von 15 hat, und demnach einen Basisstrom von $I_B=533mA$ benötigt. Die Kollektoremitter Spannung beträgt in diesem Fall $U_{CE}=0,9V$. Weiterhin kann der Fig. 6 entnommen werden, dass T8 bei einem Kollektorstrom von 8 A ein „ON Voltage“ von $V_{BE}=1,35V$ benötigt.

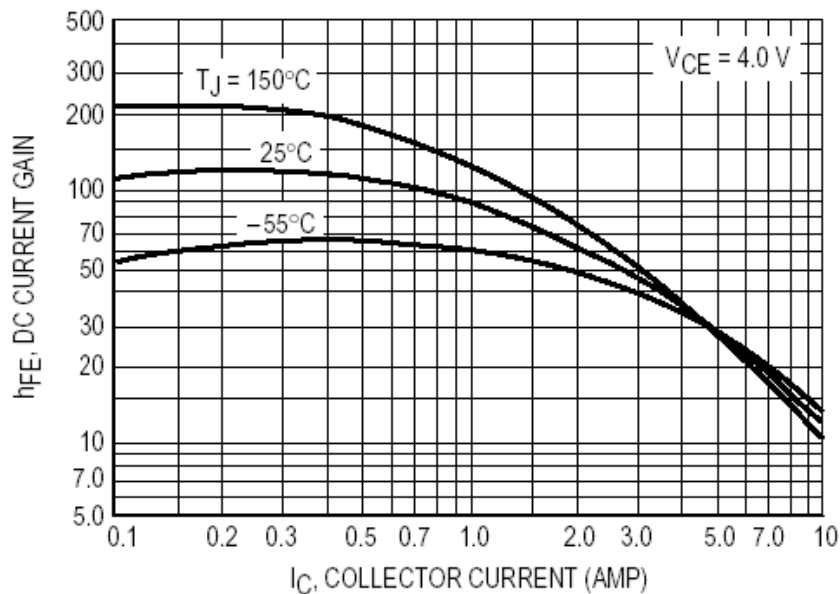


Fig. 2 DC Verstärkung von T8 (2N3055)

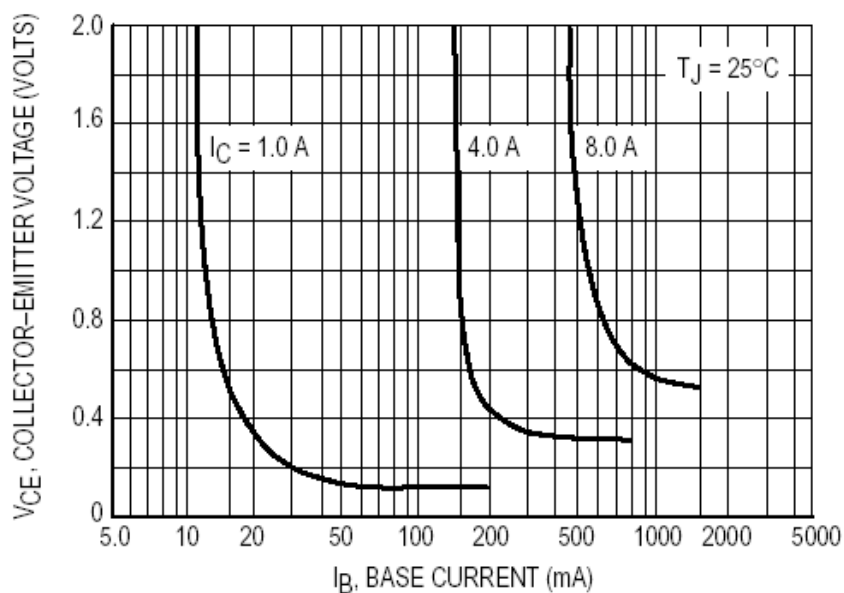


Fig. 3 Kollektor Sättigungsbereich von T8 (2N3055)

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

Der Fig. 4 kann auch entnommen werden, dass bei $I_C=533\text{mA}$, T9 im linearen Betrieb ein h_{FE} von etwa 7.000 hat, und demnach einen Basisstrom von $76\mu\text{A}$ benötigt. Selbst wenn der Basisstrom von T8 1A beträgt, so kann laut Fig. 5 die Kollektoremitter Sättigungsspannung von T9 $U_{CE}=0,9\text{V}$ nicht überschreiten. während T9 bei einen Kollektorstrom von 1A bei ein V_{BE} von $1,5\text{V}$ (Ref. Fig. 7) bereits seine Basis Emitter Sättigungsspannung erreicht hat.

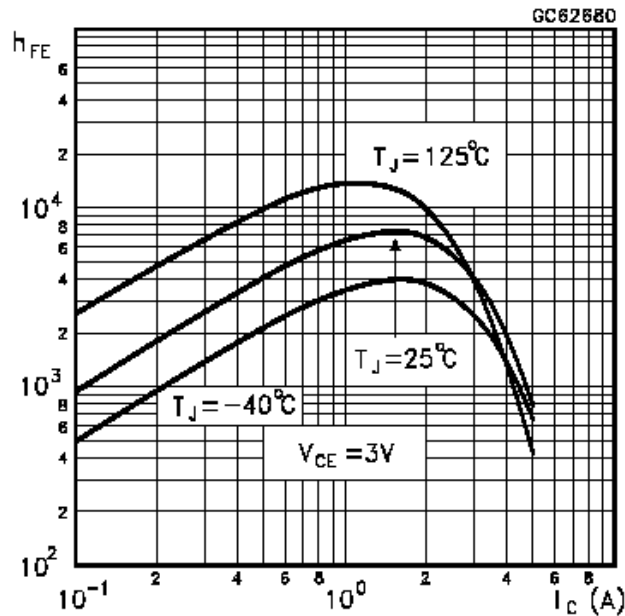


Fig. 4 DC Verstärkung von T9 (BD677)

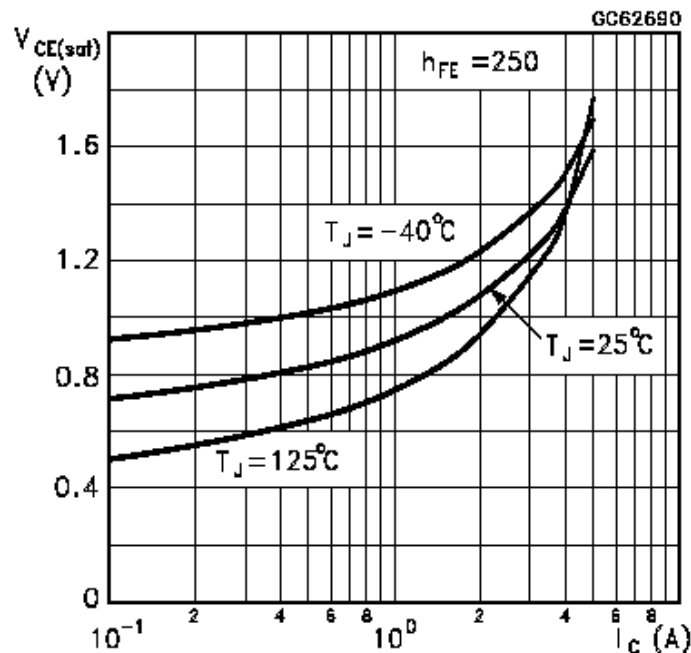


Fig. 5 Kollektor Sättigungsbereich von T9 (BD677)

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

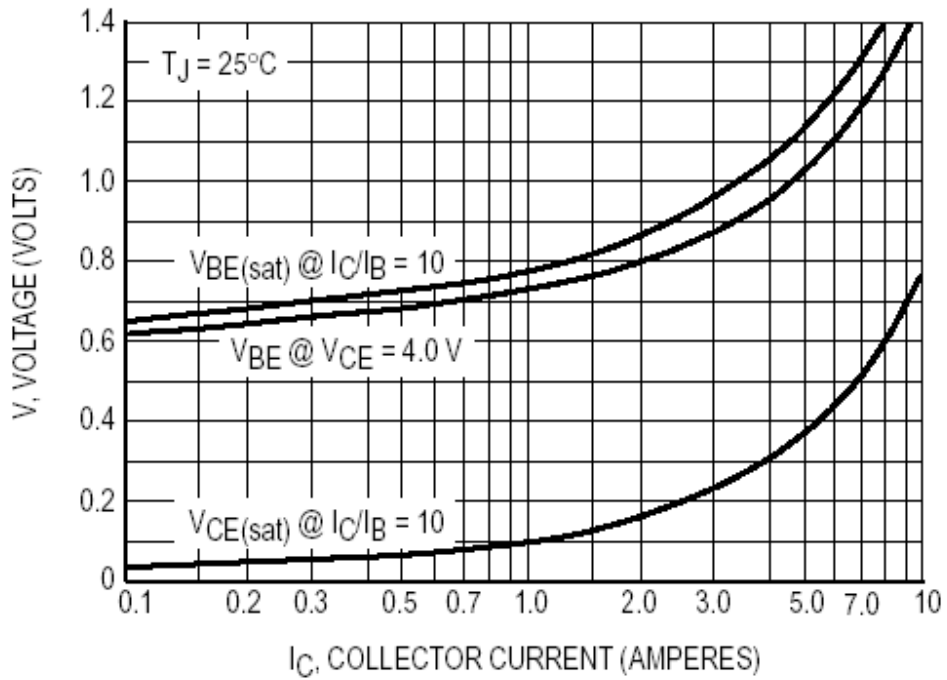


Fig. 6 Saturation and „ON Voltages” of T8 (2N3055)

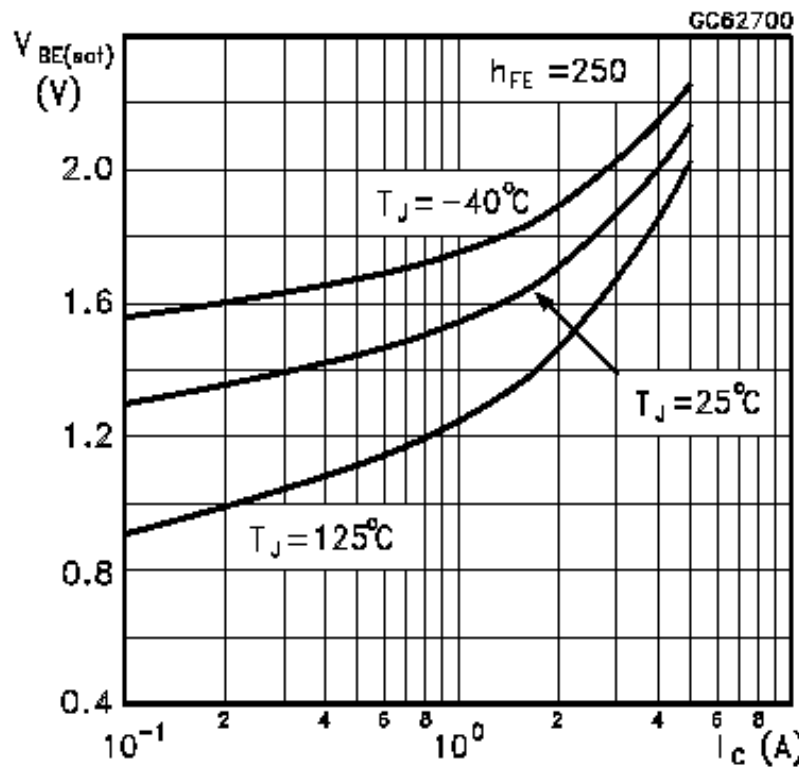


Fig. 7 Basis Emitter Saturation voltage” of T9 (BD677)

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

Im Sättigungsbetrieb von T9 und dem linearen Betrieb von T8 beträgt demnach der Spannungsabfall zwischen der Basis von T9 und Emitter von T8 maximal:

$$U_{BE\max} = U_{BE\text{T}9} + U_{BE\text{T}8} = 1,5 + 1,35 = 2,85\text{V}.$$

Weiterhin tritt- unter Berücksichtigung des Spannungsabfalls an die Dioden D10 bzw. D11 von 0,6V bei 8A (Ref. Fig. 8), unter Berücksichtigung des Spannungsabfalls am Strommesswiderstand ($0,07\text{k} \cdot 8\text{A} = 0,56\text{V}$), und unter der Annahme alle Batteriebänke sind leer ($U_{\text{Batt}} < 11,5\text{V}$) - am Solarpanel Ausgang eine Spannung von:

$$U_S = U_{\text{Batt}} + U_{D10/11} + U_{R38} + U_{BE\max} + \frac{I_{CT4} \cdot R36}{h_{FET4} \cdot h_{FET5}}$$

$$U_{\text{Solar}} = 11,5\text{V} + 0,65\text{V} + 0,6\text{V} + 2,85\text{V} + \frac{8\text{A} \cdot 1,6\text{k}}{15 \cdot 7000} = 15,6\text{V}$$

(für die Berechnung von R10 siehe §2.2)

Bei eine Solarspannung von 15,6V und im Worst Case Fall von $\theta_j = 0^\circ\text{C}$, kann ein Panel laut Fig. 1 einen maximalen Strom von 3A liefern. Bei einer mittleren Ausleuchtung von 3 Panels von 85%, kann man einen maximalen Strom von etwa $I_{C4\max} = 7,65\text{A}$ erwarten. Die Verlustleistung von T8 beträgt demnach:

$$P_{T8\max} = \left(U_{BE\max} + \frac{7650\text{mA} \cdot 1,6\text{k}}{15 \cdot 7000} \right) \cdot 7,65\text{A} = 22,7\text{W} \quad (1)$$

2.1.2 Dimensionierung der Kühlung von T8

Für den Transistor 2N3055 werden folgende Kenndaten angegeben:

$$\theta_{j\max} = 200^\circ\text{C} \quad \text{und} \quad R_{\theta\text{JC}} = 1,52^\circ\text{K/W}$$

Zur Isolation des Transistors vom Kühlkörper wird eine Wärmeleitscheibe Sil-Pad 400 (Conrad 189219) mit einem Wärmewiderstand von $R_{\theta\text{chs}} = 0,5^\circ\text{K/W}$. Die Temperatur der umgebenden Luft wird mit $\theta_e = 50^\circ\text{C}$ angenommen. Die maximale Leistung, welche dem Transistor in diese Umgebung zugemutet werden darf errechnet sich aus:

$$P_{T8\max} = \frac{\theta_{j\max} - \vartheta_e}{R_{\theta\text{JC}} + R_{\theta\text{chs}} + R_{\theta\text{hse}}} = \frac{200 - 50}{1,52 + 0,5 + R_{\theta\text{hse}}} = \frac{150^\circ\text{K}}{2,02^\circ\text{K/W} + R_{\theta\text{hse}}^\circ\text{K/W}}$$

Bei der unter (1) errechneten Verlustleistung wird ein Kühlkörper mit einem Wärmewiderstand wie unter (2) ermittelt benötigt.

$$R_{\theta\text{hse}} \leq \frac{150^\circ - P_{T8\max} \cdot 2,02}{P_{T8\max}} \leq 4,59^\circ\text{K/W} \quad (2)$$

Gewählt wird ein Kühlkörper mit einem Wärmewiderstand von $2,3^\circ\text{K/W}$ (Conrad 188646).

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

2.1.3 Verlustleistung von T9 im Sättigungsbetrieb

Im Sättigungsbetrieb von T9 wurde unter §2.1.1 ein Spannungsabfall zwischen der Basis von T9 und dem Emitter von T8 von $U_{BE_{max}}=2,85V$ ermittelt. Ebenfalls unter §2.1.1 wurde festgestellt, dass bei dieser Betriebsart die maximale „ON Spannung“ von T8 $U_{BET4}=1,35V$ beträgt. Die Verlustleistung von T9 beträgt demnach:

$$P_{T9_{max}} = \left(U_{BE_{max}} - U_{BET8} + \frac{7650mA * 1,6k}{15 * 7000} \right) * \frac{7,65A}{15} = 0,82W \quad (3)$$

2.1.4 Dimensionierung der Kühlung von T9

Für den Transistor BD677 werden folgende Kenndaten angegeben:

$$\vartheta_{J_{max}}=150^{\circ}C \quad \text{und} \quad R_{\theta_{je}}=100^{\circ}K/W$$

Die Temperatur der umgebenden Luft wird mit $\theta_c = 50^{\circ}C$ angenommen. Die maximale Leistung, welche dem Transistor in diese Umgebung zugemutet werden darf errechnet sich aus:

$$P_{T9_{max}} = \frac{\vartheta_{J_{max}} - \vartheta_{je}}{R_{\theta_{je}}} = \frac{150[^{\circ}K] - 50[^{\circ}K]}{100 \left[\frac{^{\circ}K}{W} \right]} = 1W$$

Da die zumutbare Verlustleistung größer als die unter (3) errechnete Leistung ist, werden keine zusätzlichen Kühlungsmaßnahmen vorgesehen.

2.1.5 Verlustleistung der Schottky Dioden D7/D10/D11

Bei einem Spannungsabfall von 0,6V an den Dioden (Ref. Fig. 8) und ein $I_{C2_{max}}$ von 7,65A, muss jede Diode eine Verlustleistung von $P_{D_{max}} = 5W$ verkraften können.

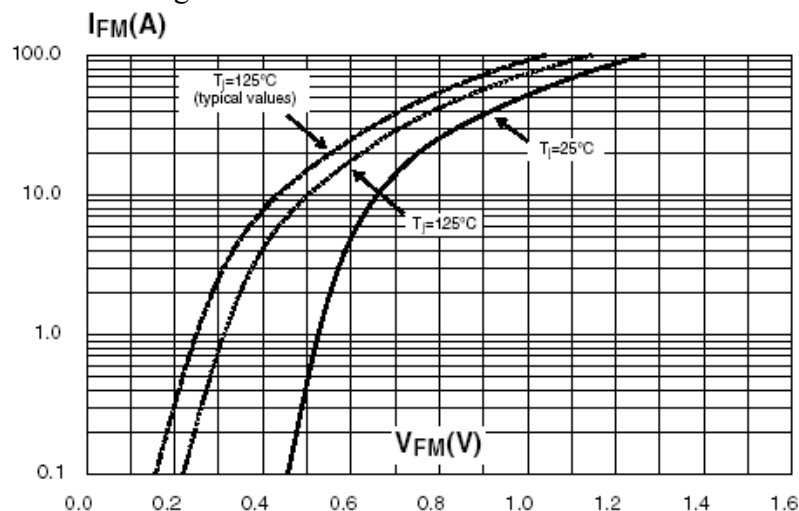


Fig. 8 Forward voltage drop versus forward current of D7/D10/D11 (STPS1545D)

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

2.1.6 Dimensionierung der Kühlung von D7/D10/D11

Für die Diode STPS1545D werden folgende Kenndaten angegeben:

$$\vartheta_{Jmax}=175^{\circ}\text{C} \quad \text{und} \quad R_{\vartheta JC}=1,6^{\circ}\text{K/W}$$

Die Temperatur der umgebenden Luft wird mit $\theta_e = 50^{\circ}\text{C}$ angenommen. Die maximale Leistung, welche der Diode in diese Umgebung zugemutet werden darf errechnet sich aus:

$$P_{Dmax} = \frac{\vartheta_{jmax} - \vartheta_e}{R_{\vartheta jc} + R_{\vartheta hse}} = \frac{175 - 50}{1,6 + R_{\vartheta hse}}$$

Bei einer maximalen Verlustleistung von 5W wird ein Kühlkörper mit einem Wärmewiderstand wie unter (4) ermittelt benötigt.

$$R_{\vartheta hse} \leq \frac{125[{}^{\circ}\text{K}] - 5[\text{W}] * 1,6[\frac{{}^{\circ}\text{K}}{\text{W}}]}{P_{Dmax}[\text{W}]} \leq 23,4[\text{W}] \quad (4)$$

Gewählt wird ein Kühlkörper mit einem Wärmewiderstand von 18°K/W (Conrad 188328).

2.2 Dimensionierung des Linearreglers

Die „Cut off“ Spannung des Reglers (Ladestrom geht gegen Null) soll bei 13,8V eingestellt werden. Zur Dimensionierung der Schaltung werden jedoch ein noch linearer Betrieb bei einem Ladestrom von 1A und einer Batteriespannung von 13,7V unterstellt.

Die Eingangsspannung von T7 errechnet sich aus:

$$U_{BT7} = \frac{U_{ssense} + U_{dsense}}{4} = \frac{13,7 + 13,7}{4} = 6,85\text{V}$$

Entsprechend Fig. 9 beträgt die Basisemitter Spannung von T7 bei einem Kollektorstrom von ca. 3mA $U_{BE7} = 0,65\text{V}$. Da mit Hilfe von P1 der Spannungsteiler am Eingang von T6 auf eine Dämpfung von etwa 0,8 eingestellt wird, beträgt die Spannung am Eingang von T6:

$$U_{BT6} = (U_{BT7} - U_{BE7}) * 0,8 = (6,85 - 0,65) * 0,8 = 4,96\text{V}$$

Da die Basisspannung von T6 nahezu identisch mit der Referenzspannung von T5 ist, übernimmt T6 nahezu die Hälfte des Emitter Stroms des Differenzverstärkers, was dazu führt, dass über R36 ein Strom von etwa $I_{CT7} = 2,15\text{mA}$ fließt.

Es wird unterstellt, dass kurz bevor der Regler seinen Cut off Spannung von 13,8V erreicht hat, die Dioden D10/D11 den Restladestrom von 1A zu gleichen Teilen (etwa 0,5A je Diode)

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

übernehmen. Dies führt entsprechend Fig. 8 dazu, dass der Spannungsabfall über die Dioden 0,4V nicht übersteigt.

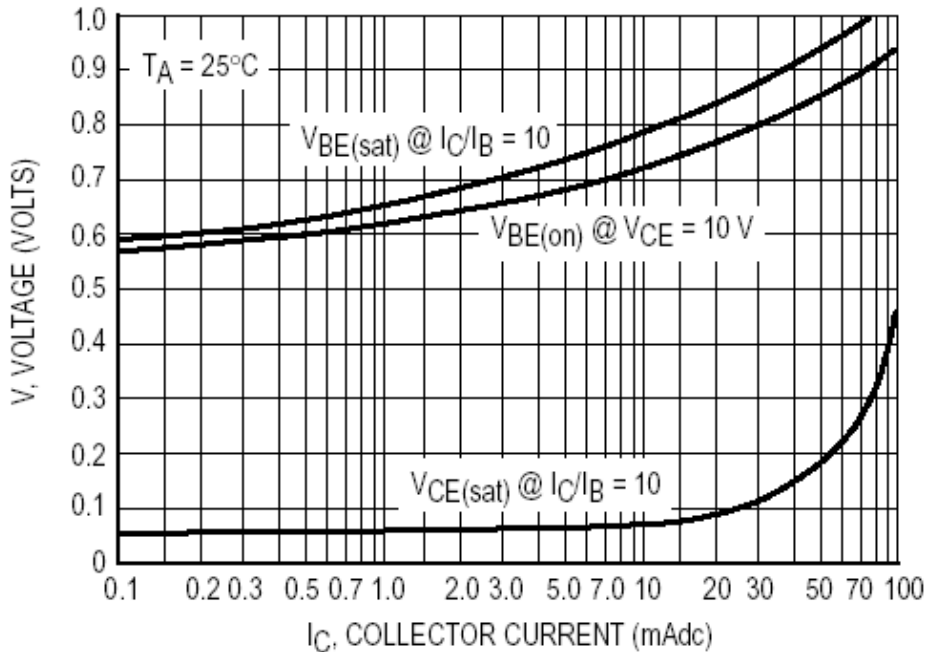


Fig. 9 Saturation and „ON Voltages” of T8 (BC546)

Bei einem Kollektorstrom von 1A beträgt die Basisemitter Spannung von T8 entsprechend Fig. 6 $U_{BE4}=0,75V$. T4 erreicht dabei eine Gleichstromverstärkung von $h_{FE}=100$ (Ref. Fig. 2), und benötigt damit einen Basisstrom von 10mA.

Bei einem Kollektorstrom vom 10mA reduziert sich die Basisemitter Spannung von T9 entsprechend Fig. 7 auf 1,2V, und seine Gleichstromverstärkung beträgt entsprechend Fig. 4 $h_{FE}<1.000$. Sein Basisstrom ist damit kleiner 10 μ A und verursacht demnach einen vernachlässigbar kleinen Spannungsabfall an R36.

Nun kann die Erforderliche Kollektorspannung von T9 wie folgt berechnet werden:

$$U_{CT9} = U_{Batt} + U_{D10:D11} + R34 * 1A + U_{BE8} + U_{BE9}$$

$$U_{BT8} = 13,7 + 0,4 + 0,07 + 0,75 + 1,2 = 16,12V$$

Aus Fig. 1 kann entnommen werden, dass bei einem Solarstrom von 1A (0,33A/Panel) und eine $\theta_j = 45^\circ C$, die Panelspannung ca. 19,5V beträgt. Der Spannungsabfall über R38 beträgt demnach: $U_{R38} = 19,5 - 16,12 = 3,38V$. Daraus lässt sich der Wert von R21 wie folgt errechnet:

$$R36 = \frac{U_{R38}}{I_{CT7} + I_{BT5}} = \frac{3,45V}{2,15mA + 0,01mA} = 1,6k$$

Gewählt wird ein Widerstand von: **R36=1,6k**.

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

3. Voltage Sensitive Relay

Ref. Anlage „PIC Charger (Voltage sensitive Relay) Sheet 1“

3.1. Ansteuerung von T1/T11

Die Relais REL3 und REL4 besitzen eine 90 Ohm Spule und verursachen bei den Treibertransistoren T1 und T11 bei $U_{CEsat}=0,5V$ und $U_{amax}=12V$ einen Kollektorstrom von etwa 128 mA. Laut Datenblatt weist der Transistor 2N1711 bei $I_c=128\text{ mA}$ eine h_{FE} von etwa 120 und benötigt demnach einen I_{Bmin} von etwa 1,1 mA. Aus Sicherheitsgründen wird der Basisstrom um den Faktor 5 größer gewählt d.h. $I_B=5mA$. Zu Dimensionierung des Eingangsspannungsteilers von T1/T11 müssen noch folgende Daten des Kontrollers PIC 16F879A berücksichtigt werden:

Output maximum Low voltage: 0,6V und Output minimum high voltage: $V_{DD}-0,7=4,3V$

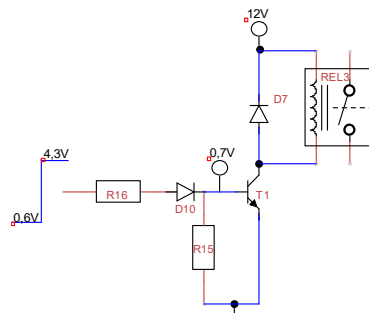


Fig. 10 Dimensionierung der Eingangsbeschaltung von T1/T2

3.1.1 Einschalten der power Relais REL3/4

Es gelten: $U_{PIC}-(I_B+I_{R15}) * R14-U_{D10}=U_{BET1}$ und $I_{R15}=0,7/R13$ bzw.

$$4,3V-(5mA+0,7/R13) * R14-0,6V=0,7V$$

Wählt man **$R13=10k$** , so erhält man $R16=0,59k$ **gewählt wird: $R14=0,62k$**

Damit erhält man einen maximalen Basisstrom für T1 bzw. T2 von 4,8mA

3.1. Ausschalten der power Relais REL3/4

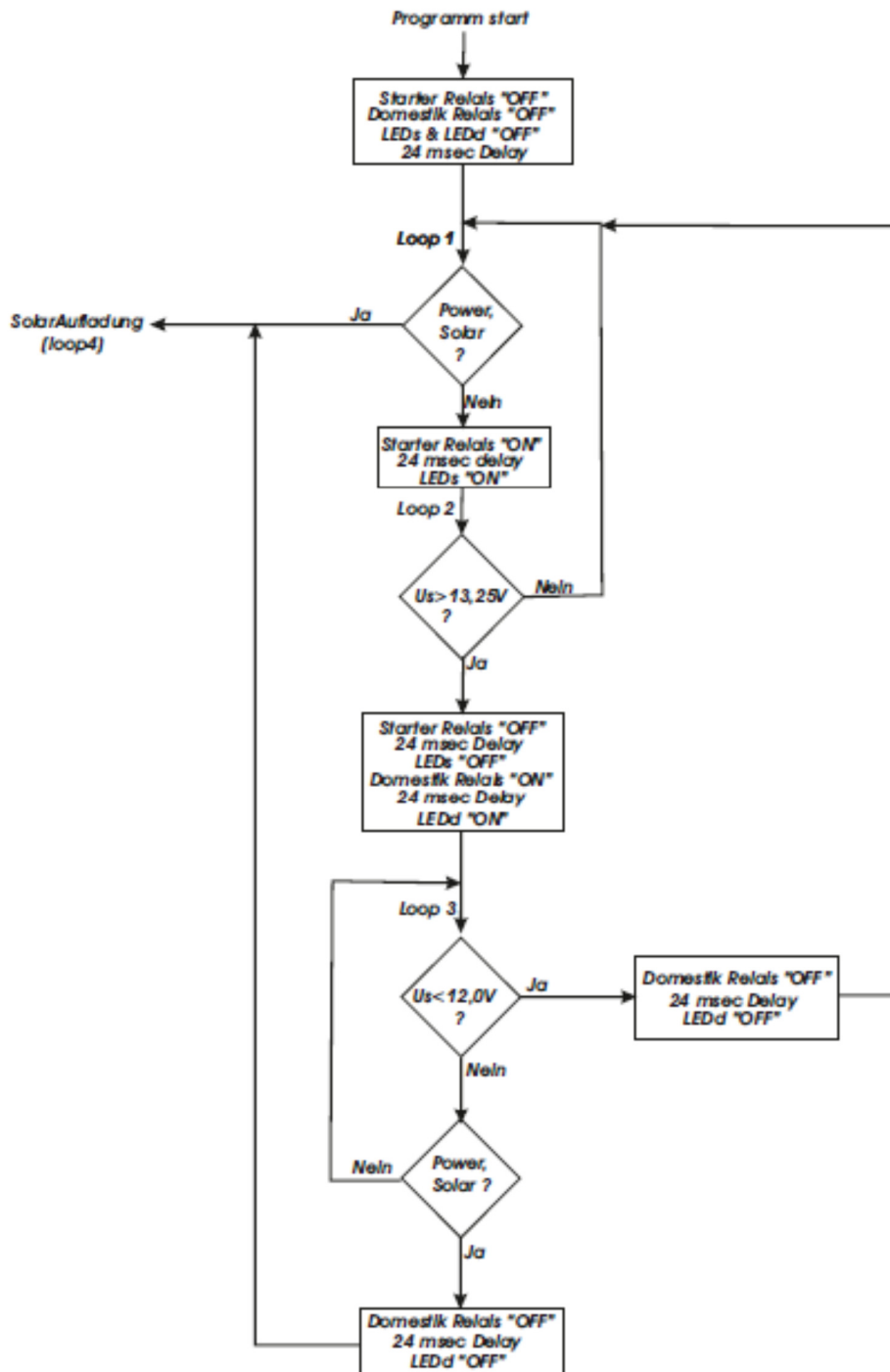
Durch die Verwendung der Dioden D6 und D8 wird sichergestellt, dass die Transistoren T1/T2 beim Ausschalten der Power Relais sicher gesperrt sind.

3.2. Erfassung der Spannungen der Batteriebänken

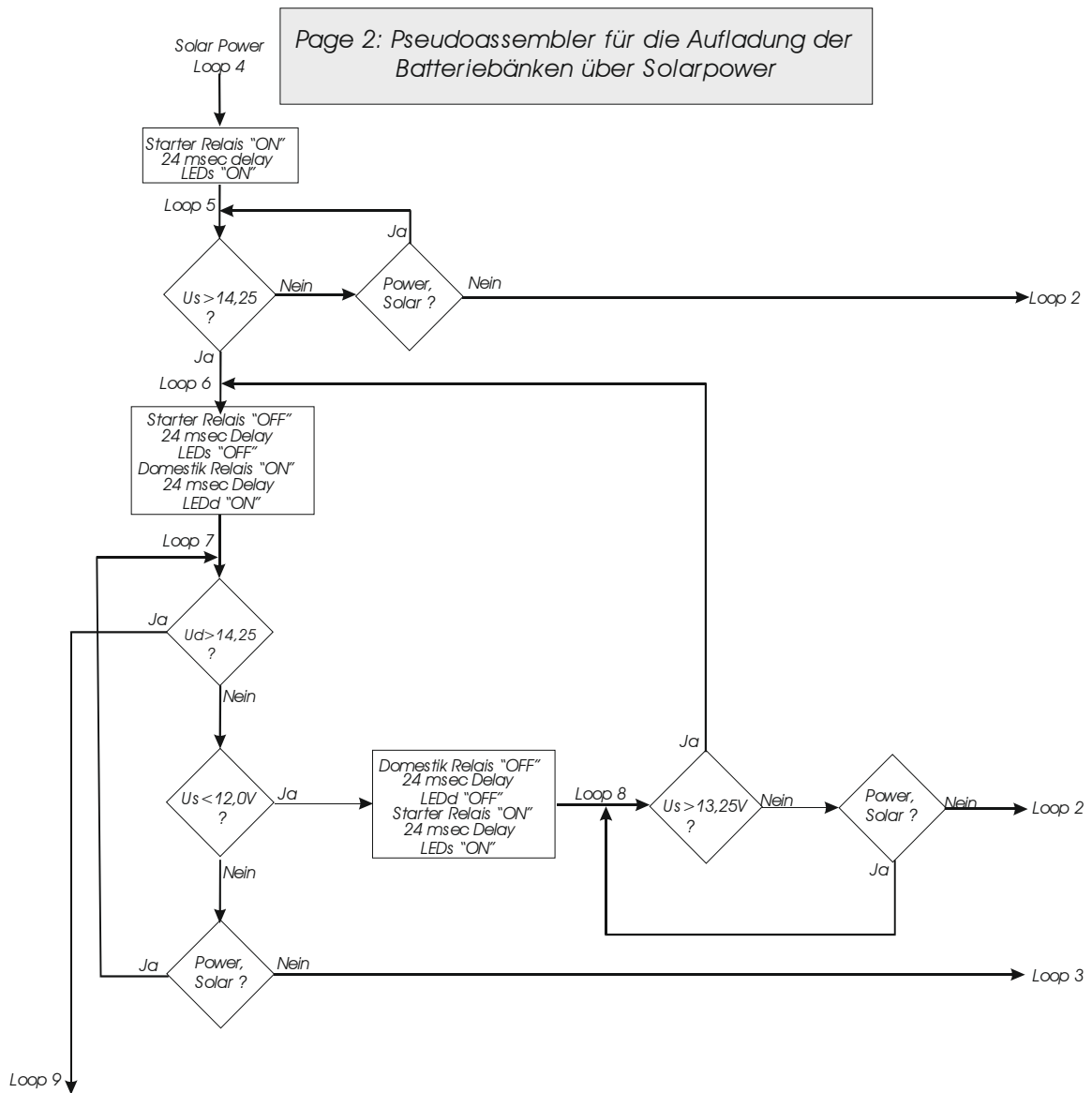
Die Spannungen der Batteriebänken U_d und U_s werden über zwei Norton Amplifier mit einer Verstärkung von 0,2616 bzw. 0,2604 den Analogeingängen AN1 und AN0 des Mikrocontrollers (PIC 16F875A) zugeführt.

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

Page 1: Pseudoassembler für die Aufladung der Batteriebänke über den Alternator



“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

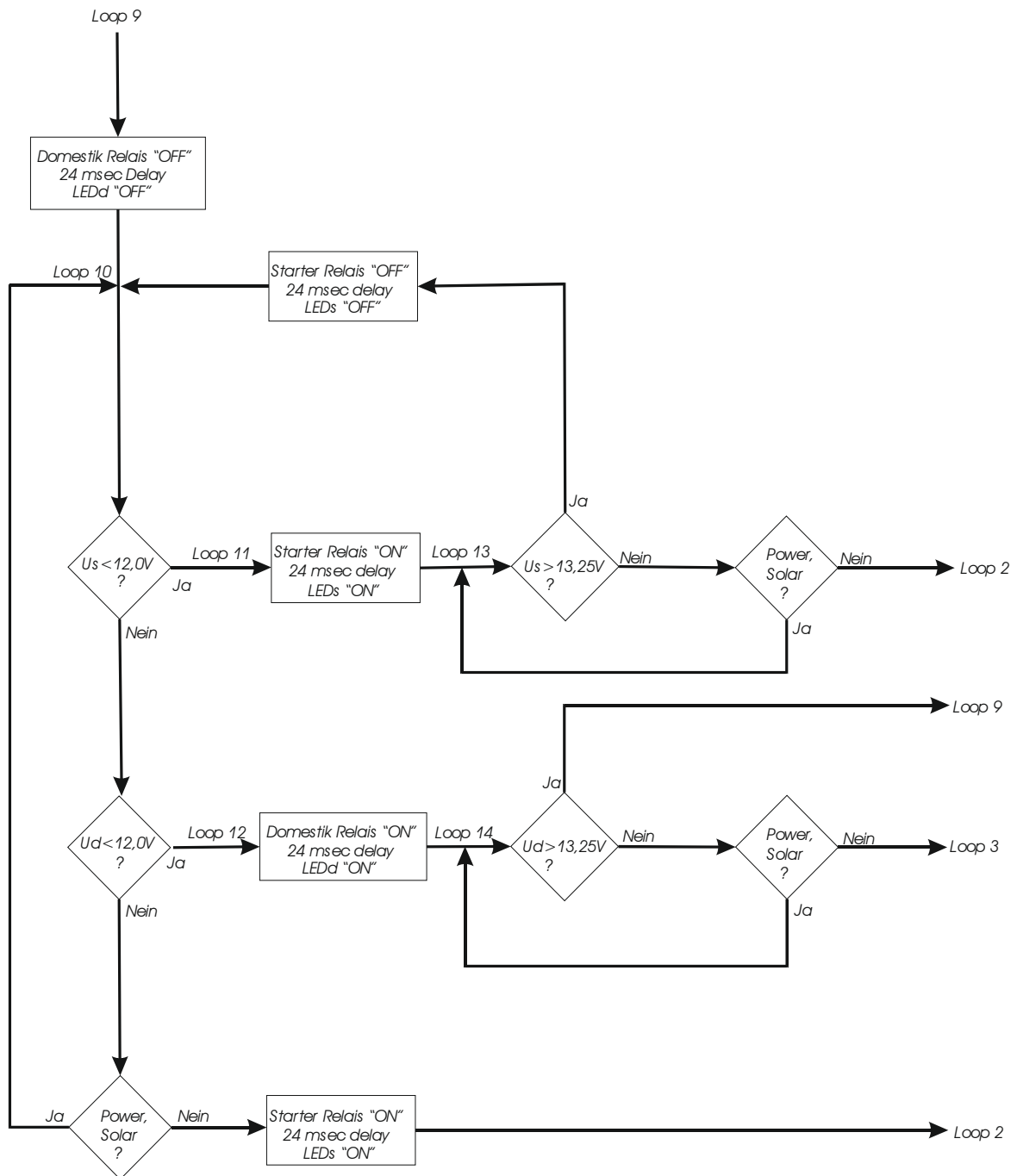


Linearregler

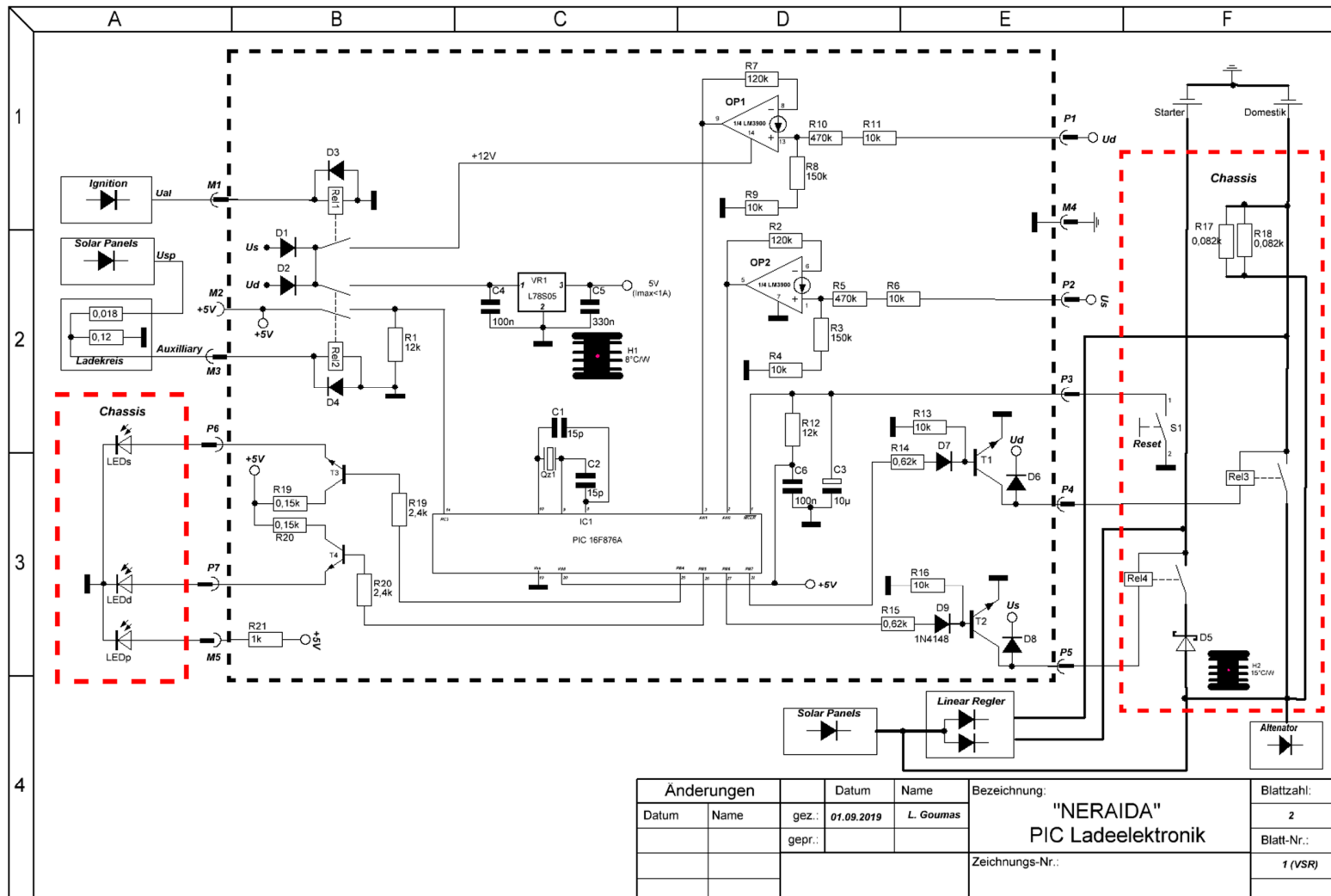
Page 2: Pseudoassembler für die Aufladung der Batteriebänken über Solarpower

"NERAIDA" PIC Ladeelektronik

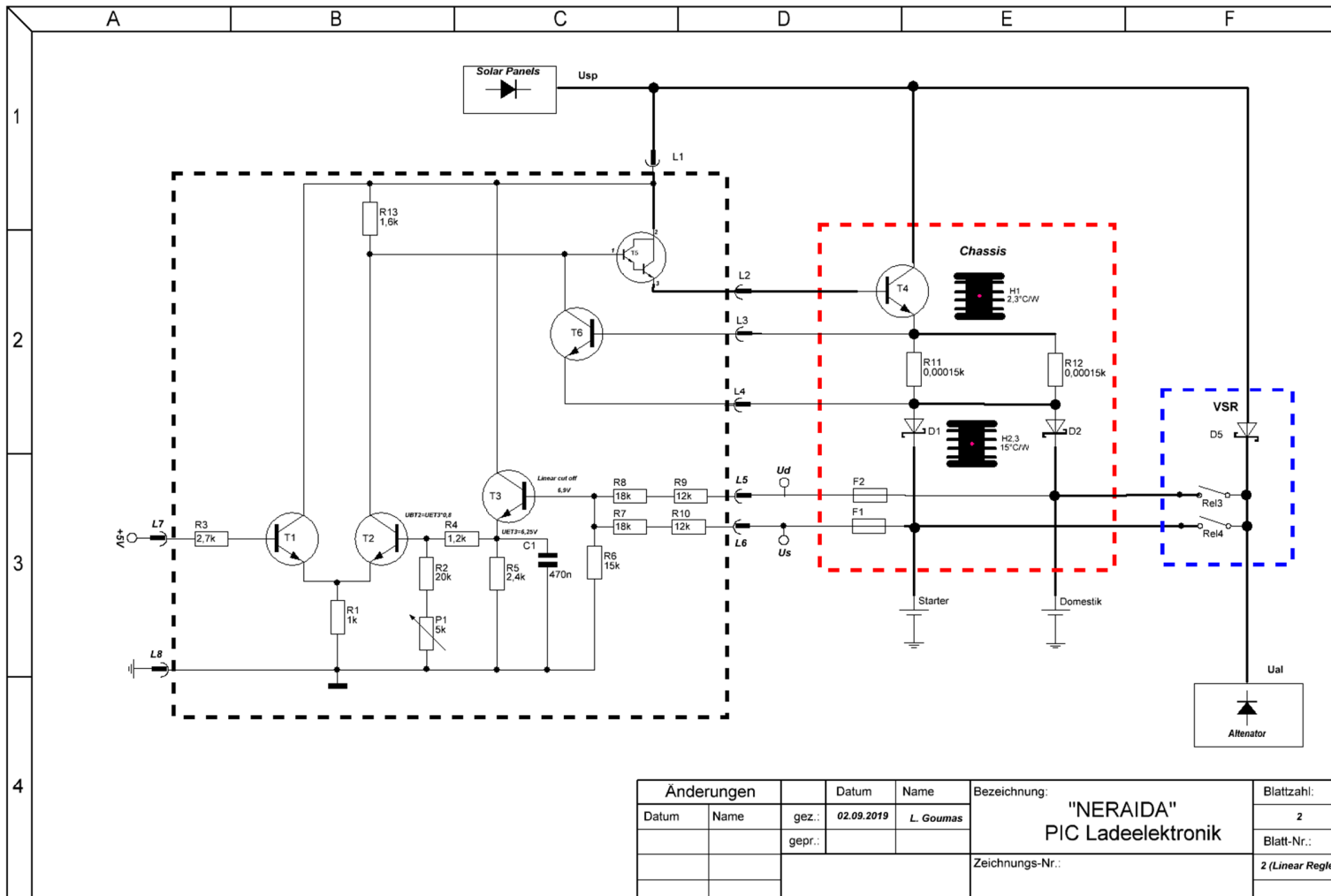
Page 3: Pseudoassembler für die Aufladung der Batteriebänke über Solarpower im Linearbetrieb



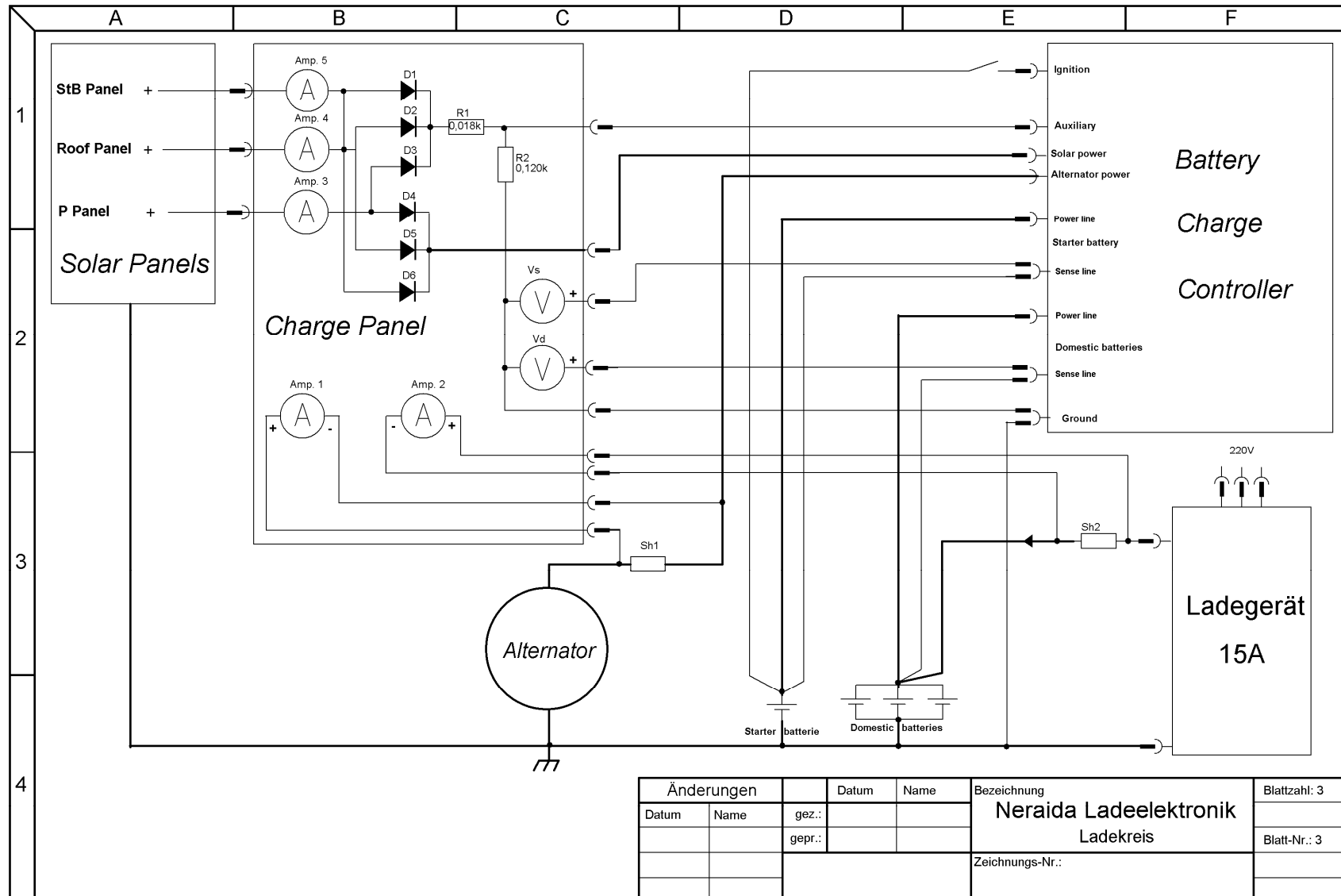
"NERAIDA" PIC Ladeelektronik



"NERAIDA" PIC Ladeelektronik



“NERAIDA” PIC Ladeelektronik



Änderungen		Datum	Name	Bezeichnung	Blattzahl: 3
Datum	Name	gez.:		Neraida Ladeelektronik Ladekreis	Blatt-Nr.: 3
		gepr.:			Zeichnungs-Nr.:

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

Stückliste

Vom: 03.09.2019 um 11:29:28 Uhr

Datei: C:\Users\lasar\OneDrive\Angewante Elektronik\Mikrocontroller\L. Goumas\Ausführungen\Neraida PIC Ladeelektronik\Stromlaufplan.spl7

Blatt: "1: VSR"

Blatt: "2: Linear Regler"

R25 = 1 x 20k

R26 = 1 x 2,7k

R27 = 1 x 1,2k

R29 = 1 x 15k

R36 = 1 x 1,6k

R1,R12,R32,R33 = 4 x 12k

R14,R18 = 2 x 0,62k

R15,R16 = 2 x 0,082k

R19,R20 = 2 x 0,15k

R2,R7 = 2 x 120k

R21,R22,R28 = 3 x 2,4k

R23,R24 = 2 x 1k

R3,R8 = 2 x 150k

R30,R31 = 2 x 18k

R34,R35 = 2 x 0,00015k

R4,R6,R9,R11,

R13,R17 = 6 x 10k

R5,R10 = 2 x 470k

D1,D2,D3,D4,D5,

D9 = 6 x 1N4004

D6,D8 = 2 x 1N4148

D7,D10,D11 = 3 x STPS 1545 D Schottky Diode / TO-220AC / 45V / 15A / Conrad 155473

T8 = 1 x 2N 3055 / Conrad 151010

T9 = 1 x BD 677 SOT-321-3 / Conrad 151210

T1,T2 = 2 x 2N1711

T3,T4,T5,T6,T7,

T10 = 6 x BC 546B

C3 = 1 x 10 μ

C5 = 1 x 330n

C7 = 1 x 470n

C1,C2 = 2 x 15p

C4,C6 = 2 x 100n

Rel1 = 1 x OMNON G5NB / 12V (20,4 ; 9 ; 1,2V) / 0,72K / Conrad 503891 / 1,93€

Rel2 = 1 x G6B-2214P-US / 12V(16,8; 9,6; 1,2V) / 5A / 0,48K / Conrad 503830 / 5,99€

Rel3,Rel4 = 2 x Song Chuan 896H-1AH-C1 12V DC Kfz Relais / 12V / 50A / 0,09k / Conrad 504117 / 3,55€

OP,OP = 2 x

OP1,OP2 = 2 x 1/4 LM3900

F1,F2 = 2 x 1A / Conrad 533788

IC1 = 1 x PIC 16F876A

Qz1 = 1 x 4,096 MHz / XT-OSC

VR1 = 1 x L78S05

S1 = 1 x SC1 R13-24A1-05 RD Drucktaster / 1 Aus / Conrad 705012 / 1,25€

LEDs = 1 x 15mm LED rot / Conrad 185949

LEDd = 1 x 15mm LED rot / Conrad 185949

LEDp = 1 x 15mm LED grün / Conrad 185949

P1 = 1 x 5k

H2,3 = 1 x 15°C/W

H1 = 1 x 2,3°C/W

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

PIC Ladeelektronik assembler

```
;Aufladung von Batterienbänken über alternator und Solarpanel
;RA<1:0> Analoge Eingänge (Us @ AN0 ; Ud @ AN1) AN0/Us=AN1/Ud=0,261
;AN0 & AN1 maximale Skalierung: 5.000 mV auf 10 Bit = 2013 Bit
;RC3 Digitaler Eingang Solarpower (high = 5V)
;RB<7:4>Digitale Ausgänge: Domestik Power Relais "ON" (RB7 @ high)
;Starter Power Relais "ON" (RB6 @ high)
;LEDd "ON" (RB5 @ high)
;LEDs "ON" (RB4 @ high)
;Fosc=4,096MHz/Instruction cycle=0,976563µS (Osc < 500kHz d.h. XT_OSC)
;Prescaler 32 / TMRO = 8mS
;Lasaros Goumas: November 2018
;*****
;Assembler directives
list,p16F876A
#include <p16F876A.inc>
__CONFIG_CP_OFF & _PWRTE_OFF & _WDT_OFF & _XT_OSC & _LVP_OFF
errorlevel -302 ;Supress Bank SELECTION MESSAGES
;*****
;Zuordnung der verwendeten Register
w_copy equ 0x20 ;saved w register
s_copy equ 0x21 ;saved STATUS register
highbyte equ 0x22 ;Obere 2 Bits von ADC
lowbyte equ 0x23 ;Untere 8 Bits von ADC
count equ 0x24 ;Allgemeines Zählregister
achtist equ 0x25 ;3*8 = 24mS Vorgabe register
v12 equ 0x26 ;12 V Testregister
v1325 equ 0x27 ;13,25 V Testregister
v1425 equ 0x28 ;14,25 V Testregister
;*****
;Ziele der Register Operationen
w equ 0 ;W=Zielregister
f equ 1 ;f=Zielregister
;*****
;Macro definitions
bank0 macro
bcf STATUS, 6
bcf STATUS, 5
endm
bank1 macro
bcf STATUS, 6
bsf STATUS, 5
endm
;*****
Seite 1
Neraida PIC charger
org 0x00 ;Programmbeginn bei Adresse 00h
goto start
```

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

```
*****
;*****
org 0x04 ;Interrupt service Adresse
;Interrupt service vector
bcf INTCON, 7 ;Interrupt disabled
movwf w_copy ;save w in 0x20
movf STATUS, 0 ;Verschiebe STATUS in w
movwf s_copy ;save STATUS in 0x21
;Interrupt routine start
decfsz count, 1 ;Ist count "0"?
goto $+02 ;Nein
bsf achtist, 0 ;Ja
;Interrupt routine ende
intrent bcf INTCON, 2 ;TMRO interrupt flag (TMROIF) löschen
;restore context and return to the main programm
movf s_copy, 0 ;Hole STATUS zu rück in w
movwf STATUS ;Daten zurück in STATUS
movf w_copy, 0 ;Akku daten sichern
retfie ;Interrupt ende und GIE enabled.
;*****
;Subroutines
;Initialisierung
init bcf ADCON0, 0 ;ADC depowered
clrf PORTB ;Alle RB Ausgänge löschen
bank1
movlw .3
movwf TRISA ;RA<1:0> configured as inputs
movlw .15
movwf TRISB ;RB<7:4> configured as outputs
movlw .8
movwf TRISC ;RC3 configured as input
movlw .7
movwf CMCON ;AN<2:0> comparators "OFF"
movlw B'10000000'
movwf ADCON1 ;Right justified_Fosc/32_AN<1:0>analog
bank0
;TMR0 voreinstellen und starten
;TMR0 overflow: alle (4/4,096MHz)*32*256 = 8 mS
Seite 2
Neraida PIC charger
bcf INTCON, 7 ;Global interrupt disabled
bank1
bcf OPTION_REG, 5 ;Internal instruction cycle
bcf OPTION_REG, 3 ;Prescaler assigned to TMR0
bsf OPTION_REG, 2
bcf OPTION_REG, 1
bcf OPTION_REG, 0 ;Prescaler 1:32
bank0
return
;Subroutine für 24msec delay
delay movlw B'00100000' ;GIE disabled / TMR0 overflow enabled
```

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

```
and
movwf INTCON ;overflow flag cleared
clrf achtist
movlw .3
movwf count
bsf INTCON, 7 ;GIE enable
clrf TMR0 ;TMR0 Register zurücksetzen
btfss achtist, 0 ;24msec vorbei?
goto $-01 ;Nein
return
;Subroutine ADC
ADC bank1
bcf ADCON1, 6
bank0
bcf ADCON0, 7
bsf ADCON0, 6 ;AD conversion clock (5 MHz)
bsf ADCON0, 0 ;ADC powered up
nop
nop ;1,953 µsec aquisition time
bsf ADCON0, 2 ;Start ADC
btfsc ADCON0, 2 ;Wandlung beendet?
goto $-01 ;Nein. Weiter warten
movf ADRESH, 0
movwf highbyte ;Obere 2 Bits auslesen
bank1
movf ADRESL, 0
bank0
movwf lowbyte ;Untere 8 bits auslesen
bcf ADCON0, 0 ;ADC depowered
return
;Subroutine zur Überprüfung der 12,25V Batteriespannung
```

Seite 3

Neraida PIC charger

```
test12 call ADC
bsf INTCON, 7 ;GIE enabled
bsf STATUS, 0 ;Flag C setzen
movlw .125 ; $12 * 0,261 * 1023 / 5,03 = 637$  Bits (2/125)
subwf lowbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow bit?
goto $+07 ;Nein
bsf STATUS, 0 ;Ja. Flag C setzen
movlw .3 ;High Bits von 12V plus 1
subwf highbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow bit?
goto $+05 ;Nein. U > 12V
goto $+05 ;Ja. U < 12V
movlw .2 ;High Bit von 12V
subwf highbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow Bit?
goto $+03 ;Nein. U > 12V
```

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

```
bcf v12, 0 ;Ja. U < 12V
goto $+02
bsf v12, 0
return
;Subroutine zur Überprüfung der 13,25V Batteriespannung
test1325 call ADC
bsf INTCON, 7 ;GIE enabled
bsf STATUS, 0 ;Flag C setzen
movlw .191 ;13,25*0,261*1023/5,03=703 Bits (2/191)
subwf lowbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow bit?
goto $+07 ;Nein
bsf STATUS, 0 ;Ja. Flag C setzen
movlw .3 ;High Bits von 13,25V plus 1
subwf highbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow bit?
goto $+05 ;Nein. U > 13,25V
goto $+05 ;Ja. U < 13,25V
movlw .2 ;High Bit von 13,25V
subwf highbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow Bit?
goto $+03 ;Nein. U > 13,25V
bcf v1325, 0 ;Ja. U < 13,25V
goto $+02
bsf v1325, 0
return
```

Seite 4

Neraida PIC charger

```
;Subroutine zur Überprüfung der 14,25V Batteriespannung
test1425 call ADC
bsf INTCON, 7 ;GIE enabled
bsf STATUS, 0 ;Flag C setzen
movlw .244 ;14,25*0,261*1023/5,03=756 Bits (2/244)
subwf lowbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow bit?
goto $+07 ;Nein
bsf STATUS, 0 ;Ja. Flag C setzen
movlw .3 ;High Bits von 14,25V plus 1
subwf highbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow bit?
goto $+05 ;Nein. U > 14,25V
goto $+05 ;Ja. U < 14,25V
movlw .2 ;High Bit von 14,25V
subwf highbyte, 1
btfsc STATUS, 0 ;Borrow Bit?
goto $+03 ;Nein. U > 14,25V
bcf v1425, 0 ;Ja. U < 14,25V
goto $+02
bsf v1425, 0
return
```

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

```
*****  
;Hauptprogramm  
start call init  
movlw B'10100000' ;GIE & TMR0 overflow enable  
movwf INTCON ;Overflow flag cleared  
loop1 btfss PORTC, 3 ;Solarpower?  
goto $+02 ;Nein  
goto loop4 ;Ja  
movlw .80  
movwf PORTB ;Starter relais und LEDs "ON"  
call delay ;24msec warten  
loop2 bcf INTCON, 7 ;GIE disabled  
bcf ADCON0, 5  
bcf ADCON0, 4  
bcf ADCON0, 3 ;Starter Spannung an AN0 Eingang  
call test1325 ;Us prüfen  
btfss v1325, 0 ;Us >13,25V?  
goto loop1 ;Nein  
clrf PORTB ;Starter relais und LEDs "OFF"  
call delay ;24msec warten  
movlw .160  
movwf PORTB ;Domestik relais und LEDd "ON"  
call delay ;24msec warten  
Seite 5  
Neraida PIC charger  
loop3 bcf INTCON, 7 ;GIE disabled  
bcf ADCON0, 5  
bcf ADCON0, 4  
bcf ADCON0, 3 ;Starter Spannung an AN0 Eingang  
call test12 ;Us prüfen  
btfsc v12, 0 ;Us<12V?  
goto $+02 ;Nein  
goto $+06 ;Ja  
btfss PORTC, 3 ;Solarpower?  
goto loop3 ;Nein  
clrf PORTB ;Domestik relais und LEDd "OFF"  
call delay ;24msec warten  
goto loop4  
clrf PORTB ;Domestik relais und LEDd "OFF"  
call delay ;24msec warten  
goto loop1  
loop4 movlw .80  
movwf PORTB ;Starter relais und LEDs "ON"  
call delay ;24msec warten  
bcf INTCON, 7 ;GIE disabled  
bcf ADCON0, 5  
bcf ADCON0, 4  
bcf ADCON0, 3 ;Starter Spannung an AN0 Eingang  
loop5 call test1425 ;Us prüfen  
btfss v1425, 0 ;Us>14,25V?
```


“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

```
goto $+02 ;Nein
goto loop6 ;Ja
btfss PORTC, 3 ;Solarpower?
goto loop2 ;Nein
goto loop5 ;Ja
loop6 clrf PORTB ;Starter relais und LEDs "OFF"
call delay ;24msec warten
movlw .160
movwf PORTB ;Domestik relais und LEDd "ON"
call delay ;24msec warten
loop7 bcf INTCON, 7 ;GIE disabled
bcf ADCON0, 5
bcf ADCON0, 4
bsf ADCON0, 3 ;Domestik Spannung an AN1 Eingang
call test1425 ;Ud prüfen
btfss v1425, 0 ;Ud > 14,25V?
goto $+02 ;Nein
goto loop9 ;Ja
bcf INTCON, 7 ;GIE disabled
bcf ADCON0, 5
bcf ADCON0, 4
bcf ADCON0, 3 ;Starter Spannung an AN0 Eingang
Seite 6
Neraida PIC charger
call test12 ;Us prüfen
btfsc v12, 0 ;Us<12V?
goto $+02 ;Nein
goto $+04 ;ja
btfss PORTC, 3 ;Solarpower?
goto loop3 ;Nein
goto loop7 ;Ja
clrf PORTB ;Domestic relais und LEDd "OFF"
call delay ;24msec warten
movlw .80
movwf PORTB ;Starter relais und LEDs "ON"
call delay ;24msec warten
loop8 call test1325 ;Us prüfen
btfss v1325, 0 ;Us > 13,25V?
goto $+02 ;Nein
goto loop6 ;Ja
btfss PORTC, 3 ;Solarpower?
goto loop2 ;Nein
goto loop8
loop9 clrf PORTB ;Domestik relais und LEDd "OFF"
call delay ;24msec warten
loop10 bcf INTCON, 7 ;GIE disabled
bcf ADCON0, 5
bcf ADCON0, 4
bcf ADCON0, 3 ;Starter Spannung an AN0 Eingang
call test12 ;Us prüfen
```

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

```
btfs v12, 0 ;Us<12V?
goto $+02 ;Nein
goto loop11 ;Ja
bcf INTCON, 7 ;GIE disabled
bcf ADCON0, 5
bcf ADCON0, 4
bsf ADCON0, 3 ;Domestik Spannung an AN1 Eingang
call test12 ;Ud prüfen
btfs v12, 0 ;Ud<12V?
goto $+02 ;Nein
goto loop12 ;Ja
btfs PORTC, 3 ;Solarpower?
goto $+02 ;Nein
goto loop10 ;Ja
movlw .80
movwf PORTB ;Starter relais und LEDs "ON"
call delay ;24msec warten
goto loop2
loop11 movlw .80
movwf PORTB ;Starter relais und LEDs "ON"
Seite 7
Neraida PIC charger
call delay ;24msec warten
goto loop13
loop12 movlw .160
movwf PORTB ;Domestik relais und LEDs "ON"
call delay ;24msec warten
goto loop14
loop13 bcf INTCON, 7 ;GIE disabled
bcf ADCON0, 5
bcf ADCON0, 4
bcf ADCON0, 3 ;Starter Spannung an AN0 Eingang
call test1325 ;Us prüfen
btfs v1325, 0 ;Us > 13,25V?
goto $+02 ;Nein
goto $+04 ;Ja
btfs PORTC, 3 ;Solarpower?
goto loop2 ;Nein
goto $-0A ;Ja
clrf PORTB ;Starter relais und LEDs "OFF"
call delay ;24msec warten
goto loop10
loop14 bcf INTCON, 7 ;GIE disabled
bcf ADCON0, 5
bcf ADCON0, 4
bsf ADCON0, 3 ;Domestik Spannung an AN1 Eingang
call test1325 ;Ud prüfen
btfs v1325, 0 ;Ud > 13,25V?
goto $+02 ;Nein
goto loop9 ;Ja
```

“NERAIDA” PIC Ladeelektronik

btfs PORTC, 3 ;Solarpower?

goto loop3 ;Nein

goto \$-0A

End

.*****
;