



TU Berlin
Fakultät IV
Elektrotechnik und Informatik
Projektlabor

Ich kann Wetter

Abschlussbericht

Teilnehmer Projektlabor SoSe 2011

25. Mai 2011

Inhaltsverzeichnis

I	Allgemein	8
1	Gruppenfoto	8
2	Teilnehmerliste	8
3	Liste der Betreuer	8
4	Allgemeine Projektbeschreibung	8
5	Blockschaltbild	9
6	ausführliche Bedienungsanleitung	9
7	Allgemeine Schnittstellen und Steckerbelegung	9
II	Gruppen	9
8	Gruppe 1, Energieversorgung, Schwerpunkt Sonne	9
8.1	Allgemein	9
8.1.1	Teilnehmerliste	9
8.1.2	Gruppenbetreuer	9
8.1.3	Blockschaltbild	10
8.1.4	Aufgabenstellung der Gruppe	10
8.2	Teilgruppe 1 (Ladeelektronik)	10
8.2.1	Schaltungsbeschreibung	10
8.2.2	Schnittstellen	10
8.2.3	Schaltung	11
8.2.4	Funktionsweise	11
8.2.5	Dimensionierung	11
8.2.6	Simulation	11
8.2.7	Bauteillisten	11
8.2.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	12
8.2.9	Theorie	12
8.2.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	12
8.3	Teilgruppe 2 (Tiefenentladungsschutz)	12
8.3.1	Schaltungsbeschreibung	12
8.3.2	Schnittstellen	13
8.3.3	Schaltung	13
8.3.4	Funktionsweise	13
8.3.5	Dimensionierung	13
8.3.6	Simulation	14
8.3.7	Bauteillisten	14
8.3.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	14
8.3.9	Theorie	14
8.3.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	15
9	Gruppe 2, Energieversorgung, Schwerpunkt Wind	15
9.1	Allgemein	15
9.1.1	Teilnehmerliste	15
9.1.2	Gruppenbetreuer	15
9.1.3	Blockschaltbild	16
9.1.4	Aufgabenstellung der Gruppe	16

9.2	Teilgruppe 1 (Windkraft)	16
9.2.1	Schaltungsbeschreibung	16
9.2.2	Schnittstellen	17
9.2.3	Schaltung	17
9.2.4	Funktionsweise	17
9.2.5	Dimensionierung	17
9.2.6	Simulation	17
9.2.7	Bauteillisten	17
9.2.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	17
9.2.9	Theorie	17
9.2.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	18
9.3	Teilgruppe 2 (Überspannungsschutz)	18
9.3.1	Schaltungsbeschreibung	18
9.3.2	Schnittstellen	18
9.3.3	Schaltung	18
9.3.4	Funktionsweise	18
9.3.5	Dimensionierung	18
9.3.6	Simulation	19
9.3.7	Bauteillisten	19
9.3.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	19
9.3.9	Theorie	19
9.3.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	19
9.4	Teilgruppe 3 (Spannungstabilisierung)	19
9.4.1	Schaltungsbeschreibung	19
9.4.2	Schnittstellen	19
9.4.3	Schaltung	19
9.4.4	Funktionsweise	20
9.4.5	Dimensionierung	20
9.4.6	Simulation	20
9.4.7	Bauteillisten	20
9.4.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	20
9.4.9	Theorie	20
9.4.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	20
9.5	Teilgruppe 4 (Ladezustand)	20
9.5.1	Schaltungsbeschreibung	20
9.5.2	Schnittstellen	20
9.5.3	Schaltung	21
9.5.4	Funktionsweise	21
9.5.5	Dimensionierung	21
9.5.6	Simulation	21
9.5.7	Bauteillisten	21
9.5.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	21
9.5.9	Theorie	21
9.5.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	21
10	Gruppe 3, Auswertung, Signalverarbeitung und Uhr	21
10.1	Allgemein	21
10.1.1	Teilnehmerliste	21
10.1.2	Gruppenbetreuer	21
10.1.3	Blockschaltbild	22
10.1.4	Aufgabenstellung der Gruppe	22
10.2	Teilgruppe 1 (Digitalisierung)	22
10.2.1	Schaltungsbeschreibung	22
10.2.2	Schnittstellen	23
10.2.3	Schaltung	23

10.2.4 Funktionsweise	23
10.2.5 Dimensionierung	23
10.2.6 Simulation	23
10.2.7 Bauteillisten	23
10.2.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	23
10.2.9 Theorie	23
10.2.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	23
10.3 Teilgruppe 2 (Taktsignal und Sonnenstundenzähler)	23
10.3.1 Schaltungsbeschreibung	23
10.3.2 Schnittstellen	24
10.3.3 Schaltung	24
10.3.4 Funktionsweise	25
10.3.5 Dimensionierung	25
10.3.6 Simulation	25
10.3.7 Bauteillisten	25
10.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	25
10.3.9 Theorie	25
10.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	25
10.4 Teilgruppe 3 (Prognose)	25
10.4.1 Schaltungsbeschreibung	25
10.4.2 Schnittstellen	25
10.4.3 Schaltung	26
10.4.4 Funktionsweise	26
10.4.5 Dimensionierung	26
10.4.6 Simulation	26
10.4.7 Bauteillisten	26
10.4.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	26
10.4.9 Theorie	26
10.4.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	27
10.5 Teilgruppe 4 (Speicher)	27
10.5.1 Schaltungsbeschreibung	27
10.5.2 Schnittstellen	27
10.5.3 Schaltung	27
10.5.4 Funktionsweise	27
10.5.5 Dimensionierung	28
10.5.6 Simulation	28
10.5.7 Bauteillisten	28
10.5.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	28
10.5.9 Theorie	28
10.5.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	28
11 Sensorik 1 (Temperatur, Wind)	28
11.1 Allgemein	28
11.1.1 Teilnehmerliste	28
11.1.2 Gruppenbetreuer	28
11.1.3 Blockschaltbild	29
11.1.4 Aufgabenstellung der Gruppe	29
11.2 Teilgruppe 1 (Temperaturmessung)	29
11.2.1 Schaltungsbeschreibung	29
11.2.2 Schnittstellen	30
11.2.3 Schaltung	30
11.2.4 Funktionsweise	30
11.2.5 Dimensionierung	30
11.2.6 Simulation	30
11.2.7 Bauteillisten	30

11.2.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	30
11.2.9	Theorie	30
11.2.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	30
11.3	Teilgruppe 2 (Windrichtung)	31
11.3.1	Schaltungsbeschreibung	31
11.3.2	Schnittstellen	31
11.3.3	Schaltung	31
11.3.4	Funktionsweise	31
11.3.5	Dimensionierung	31
11.3.6	Simulation	31
11.3.7	Bauteillisten	31
11.3.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	31
11.3.9	Theorie	32
11.3.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	32
11.4	Teilgruppe 3 (Windgeschwindigkeit)	32
11.4.1	Schaltungsbeschreibung	32
11.4.2	Schnittstellen	32
11.4.3	Schaltung	32
11.4.4	Funktionsweise	32
11.4.5	Dimensionierung	32
11.4.6	Simulation	32
11.4.7	Bauteillisten	32
11.4.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	33
11.4.9	Theorie	33
11.4.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	33
11.5	Teilgruppe 4 (Helligkeitsmessung)	33
11.5.1	Schaltungsbeschreibung	33
11.5.2	Schnittstellen	33
11.5.3	Schaltung	33
11.5.4	Funktionsweise	33
11.5.5	Dimensionierung	33
11.5.6	Simulation	34
11.5.7	Bauteillisten	34
11.5.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	34
11.5.9	Theorie	34
11.5.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	34
12	Gruppe 5, Sensorik 2 (Luftdruck, Regen)	34
12.1	Allgemein	34
12.1.1	Teilnehmerliste	34
12.1.2	Gruppenbetreuer	34
12.1.3	Blockschaltbild	35
12.1.4	Aufgabenstellung der Gruppe	35
12.2	Teilgruppe 1	35
12.2.1	Schaltungsbeschreibung	35
12.2.2	Schnittstellen	35
12.2.3	Schaltung	35
12.2.4	Funktionsweise	35
12.2.5	Dimensionierung	35
12.2.6	Simulation	37
12.2.7	Bauteillisten	37
12.2.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	37
12.2.9	Theorie	37
12.2.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	37
12.3	Teilgruppe 2	37

12.3.1	Schaltungsbeschreibung	37
12.3.2	Schnittstellen	38
12.3.3	Schaltung	38
12.3.4	Funktionsweise	38
12.3.5	Dimensionierung	38
12.3.6	Simulation	38
12.3.7	Bauteillisten	39
12.3.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	39
12.3.9	Theorie	39
12.3.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	39
12.4	Teilgruppe 3	39
12.4.1	Messung der Luftfeuchtigkeit	39
12.4.2	Schaltung zur Kapazitätsmessung	40
12.4.3	Funktionsweise des 555-Timers	40
12.4.4	Schaltungsbeschreibung: Rechteckgenerator	41
12.4.5	Schaltungsbeschreibung: Impulsformer	41
12.4.6	Schaltungsbeschreibung: PWM-Generator	41
12.4.7	Schaltungsbeschreibung: Tiefpass und Spannungsfolger	43
12.4.8	Dimensionierung und Messergebnisse	43
12.4.9	Übertragungsfunktion	44
12.4.10	Schaltung zur Kennlinienanpassung	45
12.4.11	Schaltplan	47
12.4.12	Schnittstelle nach Außen	47
12.4.13	Schaltungsbeschreibung (Luftdruck	47
12.4.14	Schnittstellen	47
12.4.15	Schaltung	49
12.4.16	Funktionsweise	49
12.4.17	Dimensionierung	50
12.4.18	Simulation	50
12.4.19	Bauteillisten	50
12.4.20	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	50
12.4.21	Theorie	50
12.4.22	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	50
13	Gruppe 6, Anzeige	51
13.1	Allgemein	51
13.1.1	Teilnehmerliste	51
13.1.2	Gruppenbetreuer	51
13.1.3	Blockschaltbild	51
13.1.4	Aufgabenstellung der Gruppe	52
13.2	Teilgruppe 1 – 7-Segmentanzeige	52
13.2.1	Schaltungsbeschreibung	52
13.2.2	Schnittstellen	52
13.2.3	Schaltung	53
13.2.4	Funktionsweise	53
13.2.5	Dimensionierung	53
13.2.6	Simulation	53
13.2.7	Bauteillisten	53
13.2.8	Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	53
13.2.9	Theorie	53
13.2.10	Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	54
13.3	Teilgruppe 2 – LCD	54
13.3.1	Schaltungsbeschreibung	54
13.3.2	Schnittstellen	54
13.3.3	Schaltung	54

13.3.4 Funktionsweise	56
13.3.5 Dimensionierung	56
13.3.6 Simulation	56
13.3.7 Bauteillisten	56
13.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	56
13.3.9 Theorie	56
13.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	56
13.4 Teilgruppe 3 – Bargraph-Anzeige	57
13.4.1 Schaltungsbeschreibung	57
13.4.2 Schnittstellen	57
13.4.3 Schaltung	57
13.4.4 Funktionsweise	57
13.4.5 Dimensionierung	57
13.4.6 Simulation	58
13.4.7 Bauteillisten	58
13.4.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)	58
13.4.9 Theorie	58
13.4.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten	58
III Quellen	59
14 Literatur	59
15 Internet	59
16 Abbildungen	59

Abbildungsverzeichnis

1 Gruppe 1-6, Gesamtschaltbild	9
2 Gruppe 1 Blockschaltbild	10
3 Gruppe 1 Schaltung: Ladeelektronik (Eagle)	11
4 Gruppe 1 Schaltung: Tiefenentladungsschutz	13
5 Gruppe 2, Blockschaltbild	16
6 Gruppe 2, Teilgruppe 1, Sechspulgleichrichter	17
7 Gruppe 2, Teilgruppe 3, Schaltplan Stepdownwandler	19
8 Gruppe 2, Teilgruppe 3, Schaltplan Stepupwandler	20
9 Gruppe 3, Blockschaltbild	22
10 Gruppe 3, Teilgruppe 2, Blockschaltbild	24
11 Gruppe 3, Teilgruppe 2, Blockschaltbild 2	24
12 Gruppe 3, Teilgruppe 3, Blockschaltbild	26
13 Gruppe 3, Teilgruppe 5, Blockschaltbild	27
14 Gruppe 2, Blockschaltbild	29
15 Gruppe 4, Untergruppe 1, Blockschaltbild	30
16 Gruppe 4, Untergruppe 2, Blockschaltbild	31
17 Gruppe 4, Untergruppe 3, Blockschaltbild	32
18 Gruppe 4, Untergruppe 4, Blockschaltbild	33
19 Gruppe 5, Blockschaltbild	35
20 Dimensionierung der Plexiglasplatte	36
21 Gruppe 5.1 Simulation	37
22 Gruppe 5, Teilgruppe 2, Blockschaltbild der Regenmengenmessung	38
23 Luftfeuchtigkeitssensor SMTHS07 von Smartec (Quelle: Smartec Datenblatt „HS07/08A“)	40
24 Prinzipschaltbild des TS555 Timer-Bausteins (Quelle: ST Datenblatt „TS555C,I,M“)	40
25 Schaltung zur Messung der Kapazität des Luftfeuchtigkeitssensors	42

26	Übertragungsfunktion der Schaltung zur Kapazitätsmessung (berechnete und gemessene Kennlinie)	45
27	Schaltung zur Anpassung der Ausgangskennlinie	46
28	Schaltung zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit	48
29	Gruppe 5, Teilgruppe 3, Blockschaltbild der Drucksensorschaltung	49
30	Blockschaltbild Gruppe 6	51
31	7-Segment-Anzeige mit Decoder und Flip Flop	53
32	Schaltungsaufbau LCD 1, 2	55
33	Simulationsergebnis: Spannung Output(OPV1), Basisstrom, Spannung Output(OPV2) . .	56
34	Schaltungsaufbau	57

Teil I

Allgemein

1 Gruppenfoto

2 Teilnehmerliste

3 Liste der Betreuer

- Johannes Twittmann
- Michael Schlüter
- Sven Backhove
- Inna Kübler
- Ulrich Pötter
- Paul Haase

4 Allgemeine Projektbeschreibung

Es soll eine elektronische Wetterstation realisiert werden. Dazu wurde da komplette Projekt in insgesamt fünf Gruppen unterteilt, welche wiederum in Kleingruppen unterteilt wurden. Die Wetterstation soll die Windrichtung, die Windstärke, die Helligkeit, die Regenmenge, den Luftdruck, die Luftfeuchtigkeit sowie die Temperatur erfassen und eine Prognose für das bevorstehende Wetter ermitteln. Desweiteren soll die Wetterstation über Wind- und Sonnenenergie zusätzlich zu mit einem Akku mit Energie versorgt werden. Für das komplette Projekt wurde auf den Einsatz von Mikrocontrollern verzichtet.

Autor: Samuel Schilling

5 Blockschaltbild

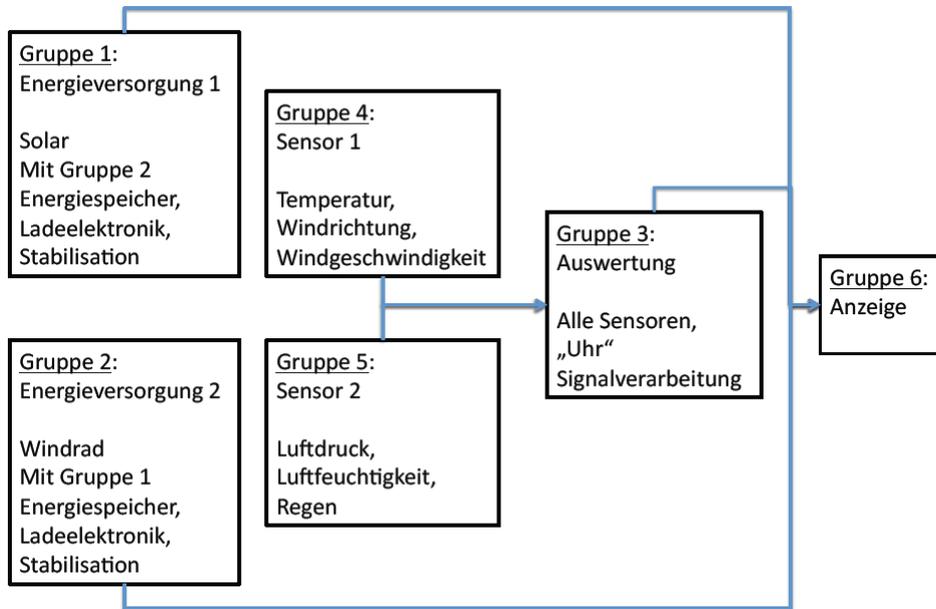


Abbildung 1: Gruppe 1-6, Gesamtblockschaltbild

6 ausführliche Bedienungsanleitung

7 Allgemeine Schnittstellen und Steckerbelegung

Teil II

Gruppen

8 Gruppe 1, Energieversorgung, Schwerpunkt Sonne

8.1 Allgemein

8.1.1 Teilnehmerliste

- Frank Koch
- Nick Becker
- Diana Wächtler
- Valentin Bykov
- Lukas Bleckwehl
- Dirk Jahnich

8.1.2 Gruppenbetreuer

- Michael Schlüter

8.1.3 Blockschaltbild

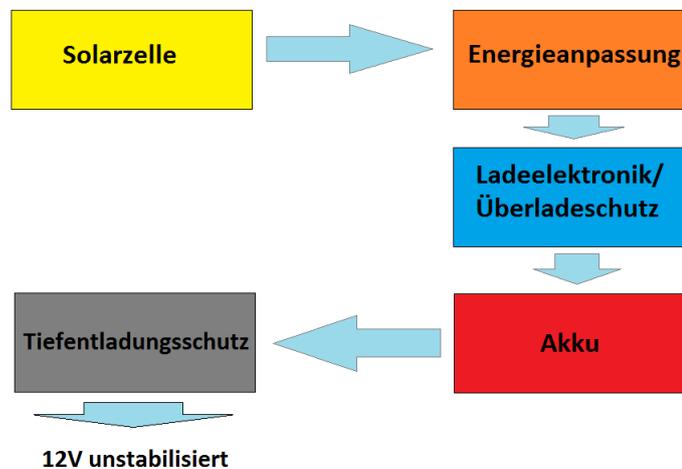


Abbildung 2: Gruppe 1 Blockschaltbild

8.1.4 Aufgabenstellung der Gruppe

Das Ziel unserer Gruppe ist die Energieversorgung für das gesamte Projekt, wobei wir auf die regenerative Energie der Sonne setzen und eine Solarzelle zur Energieerzeugung verwenden.

Außerdem verwenden wir einen Energiespeicher in Form eines 12V Blei-Akkus, den wir gemeinsam mit der Winenergie aus Gruppe 2 laden. Für das sichere Betreiben des Akkus entwerfen wir eine Ladeelektronik mit einem Überladeschutz und einem Tiefentladeschutz. Aufgeteilt wurde unsere Gruppe in 2 Teilgruppen, bei der sich eine um die Ladeelektronik kümmert und die andere um den Tiefentladeschutz. Bezüglich des Akkus und stabiler Energieversorgung arbeiten wir eng mit der Gruppe 2 zusammen.

Valentin Bykov

8.2 Teilgruppe 1 (Ladeelektronik)

8.2.1 Schaltungsbeschreibung

Das Ziel dieser Gruppe ist das Entwerfen und Realisieren einer Ladeelektronik für den Akku. Sie soll die von der Solarzelle ankommende Energie in den Akku speisen und den Laden, wobei die wichtigste Funktion der Überladeschutz ist. Dieser Schutz soll das Überladen des Akkus verhindern und bei einer bestimmten Akkuspannung das Laden abschalten.

Des Weiteren ist ebenfalls eine intelligente Energieanpassung der Solarzelle mit Hilfe eines DC/DC-Wandlers mit automatischer MPP-Einstellung, wobei hier ein vorprogrammierter μC verwendet wird.

Valentin Bykov

8.2.2 Schnittstellen

- Solarzelle
- 12V Akku
- GND vom Bus

8.2.3 Schaltung

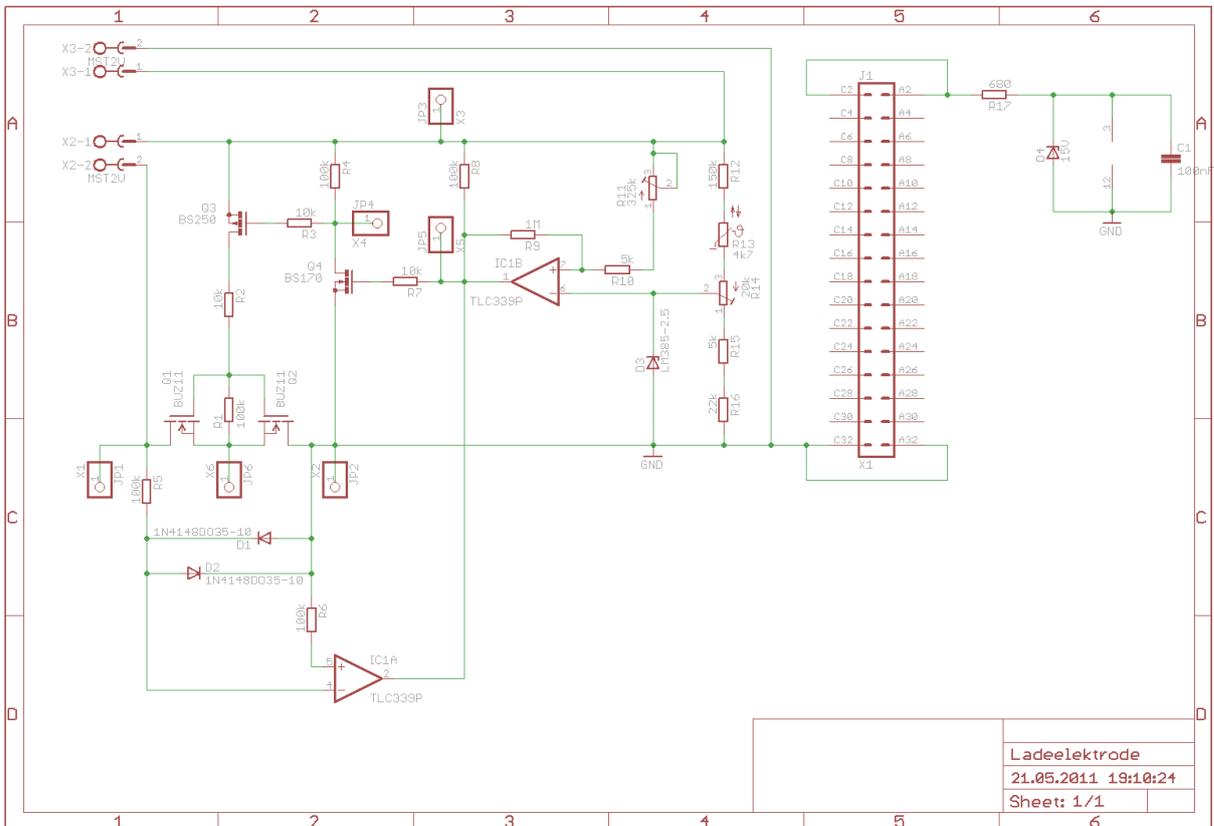


Abbildung 3: Gruppe 1 Schaltung: Ladeelektronik (Eagle)

8.2.4 Funktionsweise

Platzhalter

8.2.5 Dimensionierung

Platzhalter

8.2.6 Simulation

Platzhalter

8.2.7 Bauteillisten

Widerstände

- R: 680Ω
- R: 5kΩ
- R: 10kΩ
- R: 22kΩ
- R: 100kΩ

- R: 150k Ω
- R: 1M Ω
- R: 4,7k Ω /NTC
- R: 20k Ω /Trimmer
- R: 325k Ω /Trimmer

Kondensatoren

- C: 100nF

Halbleiter

- D: 1N4148 DO-35
- D: LM385-Z2,5
- D: ZD 15V
- V: BUZ11
- V: BS 170
- V: BS250KL
- OP: AD822AN

Diana Wächter

8.2.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

8.2.9 Theorie

Platzhalter

8.2.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

Teilgruppe 2

8.3 Teilgruppe 2 (Tiefentladungsschutz)

8.3.1 Schaltungsbeschreibung

Unsere Gruppe konzentriert sich auf den Tiefentladungsschutz für unseren Akku.

Unsere Schaltung verhindert das Tiefentladen des Akkus indem er sobald eine Spannungsgrenze unterschritten wird alle Verbraucher abschaltet und sobald eine Spannung überschritten wird alle Verbraucher wieder zuschaltet. Momentan sind diese Werten 10,6 V für das Abschalten und 12,5 V für das wieder zuschalten der Verbraucher.

Dirk Jahnich

8.3.2 Schnittstellen

- GND vom Bus
- 12V nicht stabilisiert vom Akku

8.3.3 Schaltung

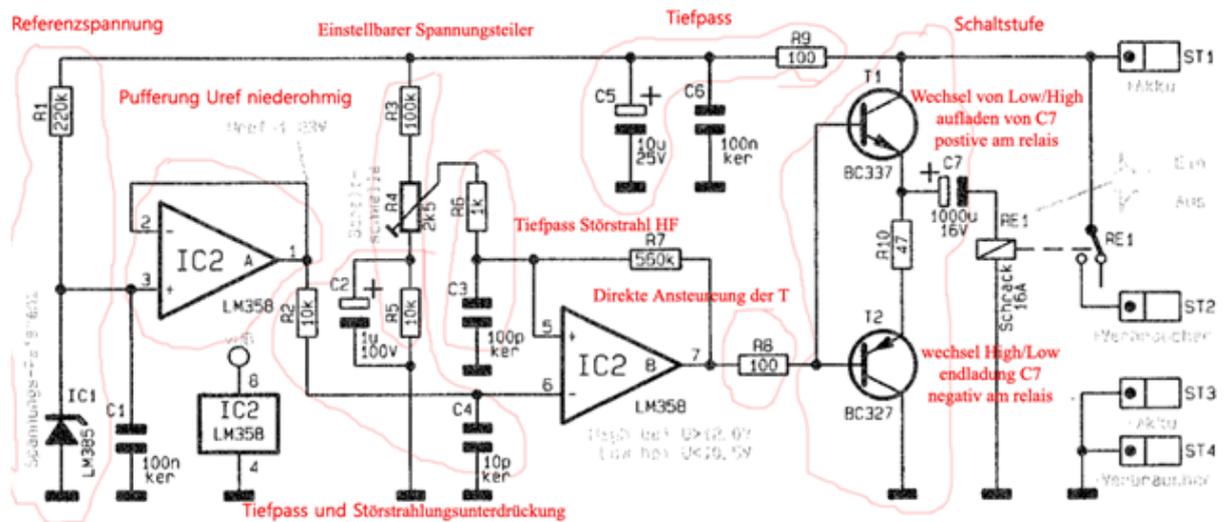


Abbildung 4: Gruppe 1 Schaltung: Tiefenentladungsschutz

8.3.4 Funktionsweise

Funktionen der einzelnen Blöcke:

- Tiefpass: Schutz vor hohen Frequenzen
- Referenzspannung: mit einer Z-Diode wird eine Referenzspannung von 1,2V generiert.
- Pufferung Uref niederohmig: Referenzspannung wird niederohmig gepuffert
- Einstellbarer Spannungsteiler: Über einen Trimmer können High und Low Potential eingestellt werden.
- Tiefpass Störstrahlung HF: zusätzlicher Schutz für IC2
- IC2(Schmitt-Trigger): Je nach anliegender Spannung, Ausgabe von High oder Low Signal
- Schaltstufe: Gibt es einen Wechsel von Low nach High schaltet T1 durch und lädt den Kondensator C7 auf. Kommt es zu einem Wechsel von High nach Low schaltet T2 und der C7 entlädt sich.
- Am Bistabilen Relais(Schrack) kommt nun ein negativer oder positiver Impuls an, der es zu Schalten bringt.

Nick Becker

8.3.5 Dimensionierung

Platzhalter

8.3.6 Simulation

Platzhalter

8.3.7 Bauteillisten

Widerstände

- R10: 47k Ω
- R8, R9: 100k Ω
- R6: 1k Ω
- R2, R5: 10k Ω
- R3: 100k Ω
- R1: 220k Ω
- R7: 560k Ω
- R4: PT 2,5k Ω

Kondensatoren

- C4: 10pF/ker
- C3: 100pF
- C1, C6: 100nF/ker
- C2: 1uF
- C5: 10uF
- C7: 1000uF

Halbleiter

- T1: BC337
- T2: BC327
- IC 1: LM385
- IC 2: LM358

Sonstiges

- RE1: Bipolaren Schaltrelais 16A

Dirk Jahnich

8.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

8.3.9 Theorie

Platzhalter

8.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Bericht zum Testaufbau der Schaltung Tiefentladungsschutz

Nachdem wir unsere Schaltung mit PSpice simuliert hatten und uns ein zufriedenstellendes Ergebnis vorlag, haben wir begonnen eine Testschaltung aufzubauen.

Wir haben die Schaltung unseres Bauplanes zuerst eins zu eins nach von Schaltplan auf dem Steckbrett mithilfe von Jump Wires nachgebaut. Allerdings hatten wir uns bis dahin noch nicht mit der Funktion unseres bistabilen Relais in der Praxis vertraut gemacht. Beim ersten Testanlauf mussten wir feststellen, dass es irgendwo einen Kurzschluss gab, da die Spannungsquelle sofort in die Strombegrenzung ging. Daraufhin haben wir die Schaltung an mehreren Messpunkten durchgemessen, um festzustellen, an welcher Stelle der Fehler liegt. Da der vordere Teil, der für die Bereitstellung der Referenzspannung verantwortlich war funktionierte, entschlossen wir uns den hinteren Teil der nochmals separat aufzubauen. Beim erneuten Aufbau der Schaltung haben wir vorerst nur den hinteren Teil der Schaltung auf dem Steckbrett aufgebaut. Sämtliche Störfilterkondensatoren haben wir nicht mit eingebaut und auch die Referenzspannung von 1,2 V haben wir mithilfe der Spannungsquelle separat bereitgestellt. Somit wurde die Schaltung auf den Komparator, den Verstärker und den Impuls gebenen Kondensator reduziert.

Nun haben wir erneut gemessen und konnten für das unterbieten der unteren Schwellspannung, ca. 10,8 V einen negativen Impuls hinter dem Kondensator messen und analog dazu auch einen positiven Impuls beim Überschreiten der oberen Schwellspannung, ca 12,5 v.

Danach haben wir uns das Relais vorgenommen. Da es zwei spulen hat und nicht wie ein gewöhnliches nur eine, war es ein wenig schwieriger herauszufinden, wie wir es für unseren Zweck korrekt beschalten müssen.

Als wir auch das Relais korrekt verschalten konnten, haben wir einen Verbraucher mithilfe einer LED und eines Vorwiderstands realisiert. Das hat den Vorteil, dass man anhand der Leuchtdiode erkennen kann, welchen Zustand die Schaltung gerade einnimmt und nicht immer wieder messen muss.

Jetzt konnten wir auch die Bereitstellung der Referenzspannung über die Diode LM 385 und den zweiten OPV des ICs LM 358, der auch den OPV für den Komparator beherbergt, einbauen. diesen Teil haben wir aus unserer ersten Schaltung ohne Änderungen übernommen, da dieser ja funktioniert.

Als letztes haben wir noch die Störfilterkondensatoren eingesetzt und den Trimmer am Spannungsteiler im Komparator feinjustiert um die gewünschten Schwellspannungen einzustellen.

Frank Koch

9 Gruppe 2, Energieversorgung, Schwerpunkt Wind

9.1 Allgemein

9.1.1 Teilnehmerliste

Unsere Gruppe besteht aus folgenden Mitgliedern:

Özgü Dogan, Dirk Babendererde, Max Köhrich, Boris Henckell, Thomas Kapa, Mohamed, Gustave und Mario Irmeler.

9.1.2 Gruppenbetreuer

Betreut werden wir von Sven Backhove.

9.1.3 Blockschaftbild

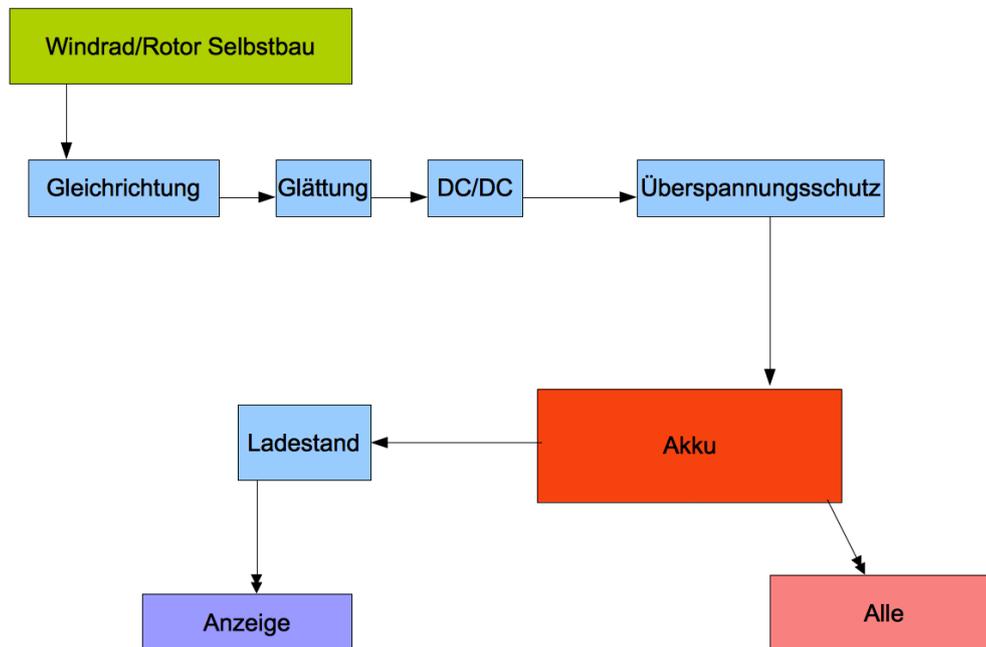


Abbildung 5: Gruppe 2, Blockschaftbild

9.1.4 Aufgabenstellung der Gruppe

Um die Wetterstation autark zu gestalten wird sie sowohl mit Solar als auch mit Windkraftgeneratoren ausgestattet. Wir, die Gruppe 2, kümmern uns um die möglichst effektive Ausnutzung der Windkraft. Es ist geplant einen Rotor zu bauen und die, durch einen Generator erzeugte Leistung in einen Pufferakku ein zu speisen. Mit Hilfe der so geladenen Batterie können die Sensoren dann auch nachts und bei Windstille mit Leistung versorgt werden.

Um den Ladestand des Akkus an zu zeigen wird dieser Ermittelt und an die Anzeigegruppe weiter geleitet.

Außerdem übernimmt unsere Gruppe die Spannungsstabilisierung auf 12V für die Sensor- und Anzeigegruppen, da am Akku je nach Ladezustand und Energieeinspeisung eine zu instabile Spannung zwischen 11.5 V und 13.8 V anliegt.

9.2 Teilgruppe 1 (Windkraft)

9.2.1 Schaltungsbeschreibung

Wir benutzen einen Sechspulsgleichrichter, welcher eine Form eines Brückengleichrichter dar stellt. Die von Schrittmotor erzeugte 3-Phasen-Wechselspannung wird in eine Gleichspannung gewandelt, da der Akku eine gleichgerichtete Spannung zum Aufladen benötigt. Der Sechspulsgleichrichter nutzt beide Halbwellen aus der Sinusspannung jeder der drei Phasen, um diese gleichzurichten. Der Widerstand R_1 soll Wechselwirkungen unter den Induktivitäten der Generatoren unterdrücken, der Widerstand R_2 stellt den Widerstand ($1\ \Omega$) des Akkus dar. Der Kondensator C_1 , mit einer Kapazität von $470\ \mu\text{F}$, siebt die Gleichspannung.

von Max Köhrich

9.2.2 Schnittstellen

Unsere Schnittstellen sind der Windradschrittmotor und die Schaltung des Überspannungsschutzes.

9.2.3 Schaltung

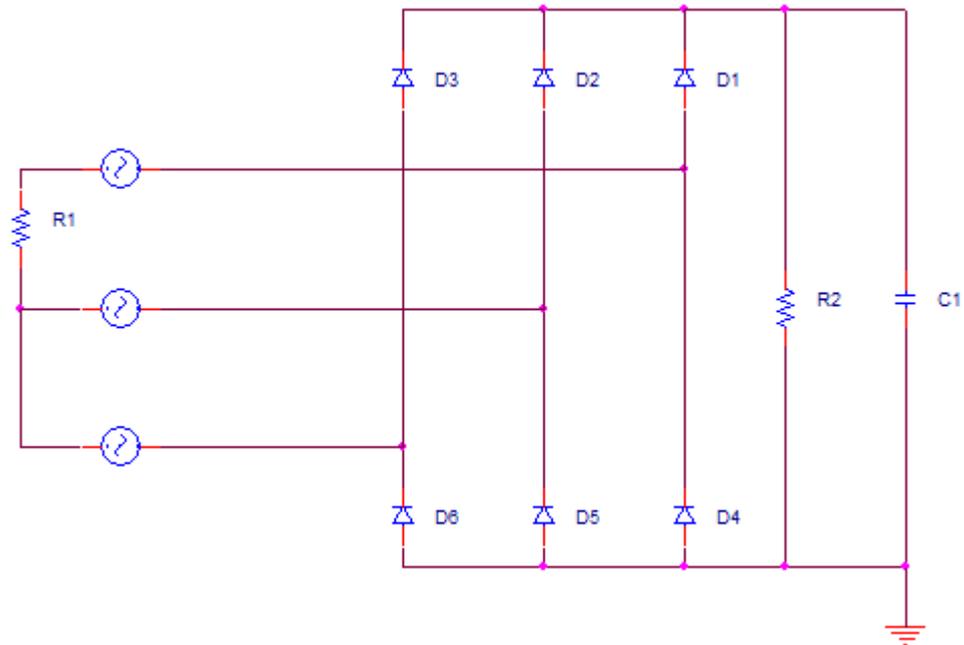


Abbildung 6: Gruppe 2, Teilgruppe 1, Sechspulsgleichrichter

9.2.4 Funktionsweise

Platzhalter

9.2.5 Dimensionierung

Platzhalter

9.2.6 Simulation

Platzhalter

9.2.7 Bauteillisten

Platzhalter

9.2.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

9.2.9 Theorie

Platzhalter

9.2.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

9.3 Teilgruppe 2 (Überspannungsschutz)

Wir sind innerhalb der Gruppe 2 dafür verantwortlich, die Überspannung des Akkus zu verhindern. Da der Akku bei einer zu hohen Spannung das enthaltene Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff trennt und so hoch entzündliches Knallgas entsteht, muss die Versorgung durch das Windrad über einen Lastwiderstand, oder Ähnliches umgeleitet werden. Im Akku wird dabei mit steigendem Ladezustand der Innenwiderstand größer und damit auch die Spannung, die über diesen abfällt. Bei unserem Akku handelt es sich um den blabla, dessen Ladeschlussspannung bei 13.8 V liegt. Ab dieser muss unsere Schaltung dafür sorgen, dass er vor Überspannung geschützt wird.

9.3.1 Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung soll bei einer Spannung von 13.8 V beginnen die Leistung an einen Lastwiderstand und nicht an den Akku abzugeben. Bei 12,5 Volt soll sie wieder beginnen den Akku zu laden. Um dieses Verhalten zu erreichen wird in der Schaltung ein nicht invertierendes Schmitttrigger verwendet. Die gesuchte Eigenschaft erkennt man, wenn man die Eingangs- über der Ausgangsspannung aufträgt. Diese durchlaufen eine Hystereseschleife. (Wie im Bild zu sehen...??). Zunächst wird eine hohe Eingangsspannung angelegt und die Ausgangsspannung steigt mit einer möglichst kleinen Risetime auf einen positiven Wert. Die Eingangsspannung wird nun geringer, da der Akku entladen wird. Erreicht diese einen Wert von 12.5 V so fällt die Ausgangsspannung auf den Wert 0. Der Akku wird wieder geladen und die Eingangsspannung steigt wieder, bis zu den 12.5 V und die Hystereseschleife wird von neuem durchlaufen. Dabei wird eine hohe Spannung an den Ausgang gelegt, wenn an den Eingang des Komparators die Akkuspannung größer einer Referenzspannung ist. Der Ausgang des Schmitttriggers wird auf das Gate eines MOSFETs gelegt, der dann beginnt einen Kanal zu bilden, sodass die Leistung auf den Lastwiderstand umgeleitet wird. Die Kondensatoren sind zum Spannungsglättung gedacht.

Die Dioden sind Zenerdioden. Die linke Zenerdiode bricht erst durch, wenn eine Spannung von 13 V anliegt.

Die rechte Diode dient dazu einen konstanten Spannungsabfall für die Betriebsspannung für den Schmitttrigger zu erzeugen.

Die Widerstände dienen der Einstellung des Schmitttriggers, also den Spannungswerten, bei denen am Ausgang des Schmitttriggers eine positive Spannung, bzw. 0 V anliegen.

Der rechte Widerstand soll den Akku simulieren.

9.3.2 Schnittstellen

Akku

9.3.3 Schaltung

Platzhalter

9.3.4 Funktionsweise

Platzhalter

9.3.5 Dimensionierung

Platzhalter

9.3.6 Simulation

Platzhalter

9.3.7 Bauteillisten

Platzhalter

9.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

9.3.9 Theorie

Platzhalter

9.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

9.4 Teilgruppe 3 (Spannungstabilisierung)

9.4.1 Schaltungsbeschreibung

Da die Ausgangsspannung des Akkus zwischen 11 V und 14.5 V variieren kann, übernimmt unser Teil der Schaltung die Stabilisierung dieser Spannung. Das Ziel sind konstante 12 V. Da die Eingangsspannung an unserer Schaltung um die Ausgangsspannung schwangt, bauen wir zwei DC/DC Wandler auf. Der Erste DC/DC Wandler wird die Spannung mit Hilfe eines Regelkreises auf konstante 5 V runterregeln und der zweite wird diese 5 V wieder auf 12 V hochregeln.

9.4.2 Schnittstellen

Unsere zwei Schnittstellen sind einerseits der Akku und auf der anderen Seite der Bus.

9.4.3 Schaltung

StepDown Schaltungvariante 2 für höheren Wirkungsgrad

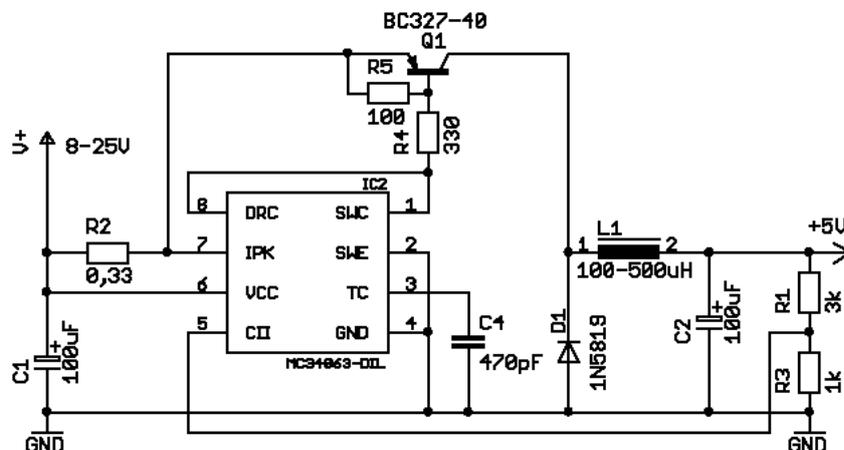
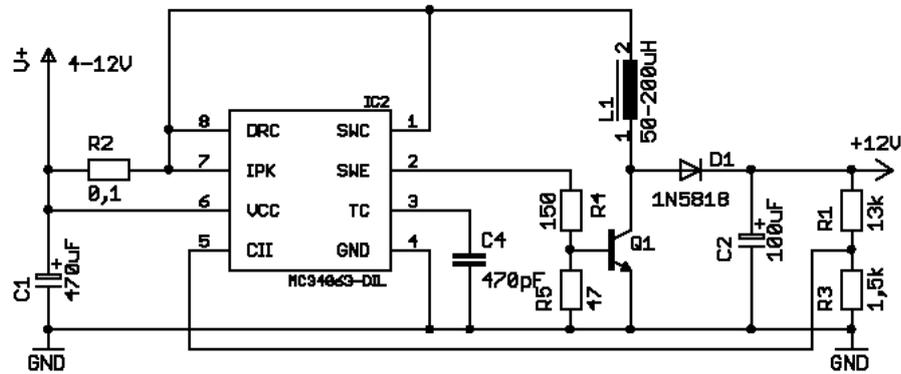


Abbildung 7: Gruppe 2, Teilgruppe 3, Schaltplan Stepdownwandler

StepUp Schaltungvariante 2 für mehr Strom



Es gibt eigentlich nur 2 Fälle in denen der Transistor sinnvoll ist:

Abbildung 8: Gruppe 2, Teilgruppe 3, Schaltplan Stepupwandler

9.4.4 Funktionsweise

Platzhalter

9.4.5 Dimensionierung

Platzhalter

9.4.6 Simulation

Platzhalter

9.4.7 Bauteillisten

Platzhalter

9.4.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

9.4.9 Theorie

Platzhalter

9.4.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

9.5 Teilgruppe 4 (Ladezustand)

9.5.1 Schaltungsbeschreibung

Platzhalter

9.5.2 Schnittstellen

Platzhalter

9.5.3 Schaltung

Platzhalter

9.5.4 Funktionsweise

Platzhalter

9.5.5 Dimensionierung

Platzhalter

9.5.6 Simulation

Platzhalter

9.5.7 Bauteillisten

Platzhalter

9.5.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

9.5.9 Theorie

Platzhalter

9.5.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

10 Gruppe 3, Auswertung, Signalverarbeitung und Uhr

10.1 Allgemein

10.1.1 Teilnehmerliste

- Marcus Franke
- Garrit Honselmann
- Hao Li
- Ruoqi Liu
- Benz Pawlitzki
- Florian Roubal
- Robert Schröder

10.1.2 Gruppenbetreuer

- Inna Kübler

10.1.3 Blockschaftbild

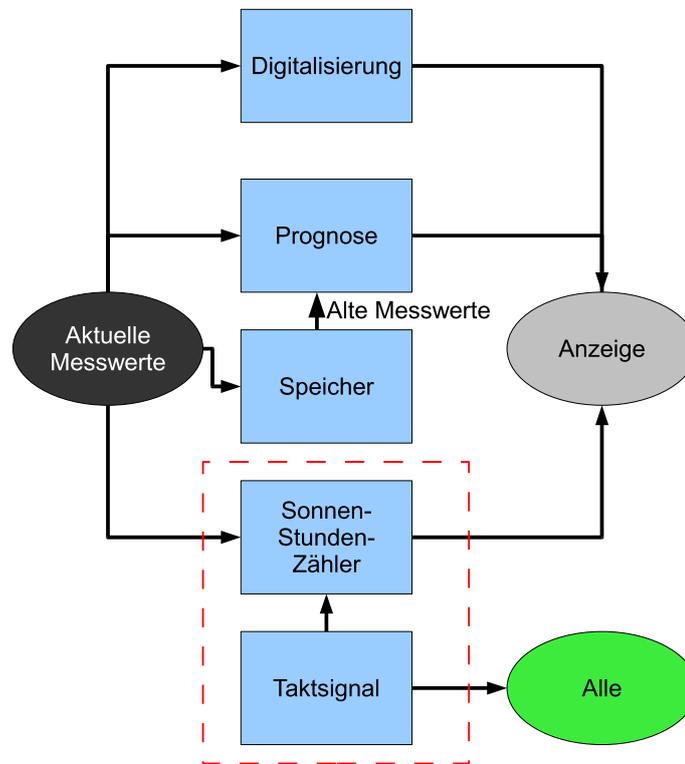


Abbildung 9: Gruppe 3, Blockschaftbild

10.1.4 Aufgabenstellung der Gruppe

Wir sind die Auswertungsgruppe. Wir sind sozusagen die Schaltzentrale, das Drehkreuz, das Herz und das Gehirn von „Ich kann Wetter“, dem Projekt des Sommersemesters 2011. Denn was wäre eine Wetterstation ohne Auswertung und Wettervorhersage?

Genau: Nur ein Haufen Sensoren, mit Windrad und Solarzelle. Wir haben uns also der schwierigen Mission gewidmet für „Ich kann Wetter“ ein Innenleben zu kreieren. Dabei geht es konkret darum alle Messdaten der Sensoren aufzubereiten und auszuwerten, aus den Daten eine Wetter-Prognose zu erstellen, sie zu digitalisieren, zu speichern und um alles auch zu koordinieren einen Takt zu generieren und einen Zähler zu bauen und am Ende alles an die Anzeige weiterzuleiten.

Die Auswertungsgruppe
- Wir geben hier den Takt an.

Florian Roubal

10.2 Teilgruppe 1 (Digitalisierung)

10.2.1 Schaltungsbeschreibung

Platzhalter

10.2.2 Schnittstellen

Platzhalter

10.2.3 Schaltung

Platzhalter

10.2.4 Funktionsweise

Platzhalter

10.2.5 Dimensionierung

Platzhalter

10.2.6 Simulation

Platzhalter

10.2.7 Bauteillisten

Platzhalter

10.2.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

10.2.9 Theorie

Platzhalter

10.2.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

10.3 Teilgruppe 2 (Taktsignal und Sonnenstundenzähler)

10.3.1 Schaltungsbeschreibung

Sonnenstundenzähler:

Über einen Komparator wird die Ausgangsspannung mit einer Referenz Spannung verglichen. Zusammen mit diesem Ausgangssignal und der am Oszillator generierten Frequenz und dem errechnetem Stunden-Signal wird eine Logik beschaltet. Hier wird über den Stunden Takt die Zeit in 4-D-Flip Flops gespeichert. Diese kann zahlen in BCD bis neun darstellen. Die Reset-Bedingung beschaltet gleichzeitig das erste Bit einer zweiten BCD 7-Segment Anzeige so sind Zahlen bis 19 realisierbar.

Oszillator-Zähler-Logik:

Aus dem Rechteck-Signal mit einer Frequenz von 0,1 Hz wird zuerst durch einen Zähler bis 6 ein Minutensignal ermittelt. Aus diesem ein 10 Min. Signal, hieraus ein 1-Stunden Signal. Beide Logiken werden über CMOS-Gatter aufgebaut.

Benz Pawlitzki

Oszillator:

Durch einen Multivibrator (siehe Bild 11) wird aus der Gleichspannung ein Rechtecksignal erzeugt. Die Bauteile wurden so dimensioniert, dass die Frequenz des Rechtecksignals 0,1 Hz beträgt. Die Ausgangsspannung hat einen High-Pegel von ca. 8,5V und einen Low-Pegel von 0V.

Robert Schröder

10.3.2 Schnittstellen

Platzhalter

10.3.3 Schaltung

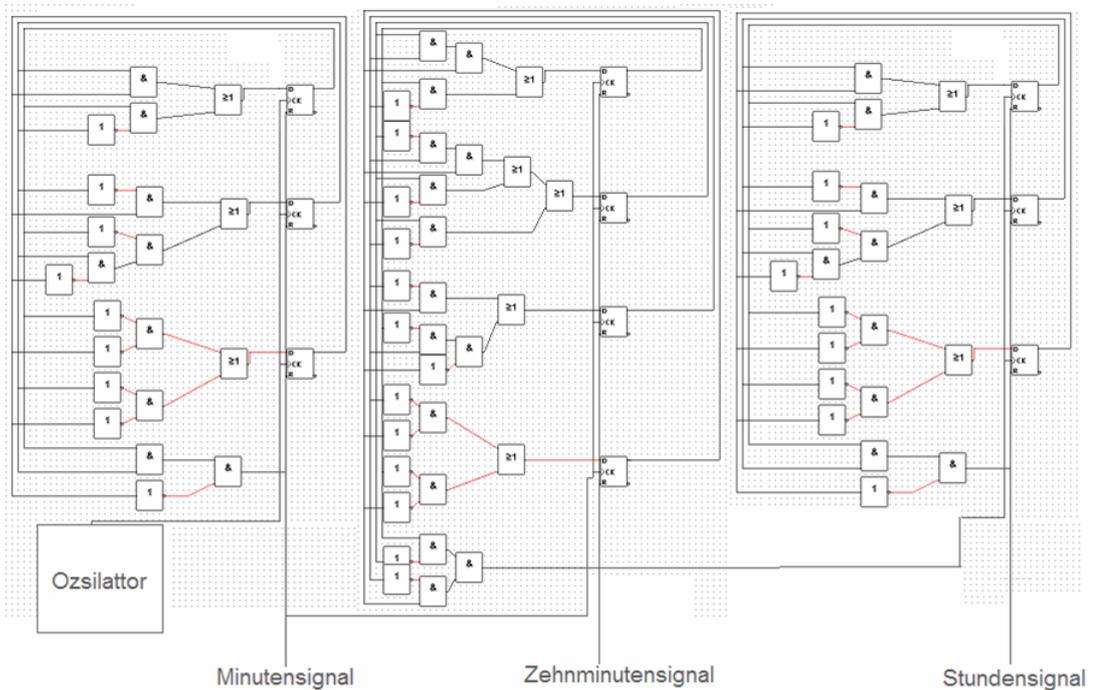


Abbildung 10: Gruppe 3, Teilgruppe 2, Blockschaltbild

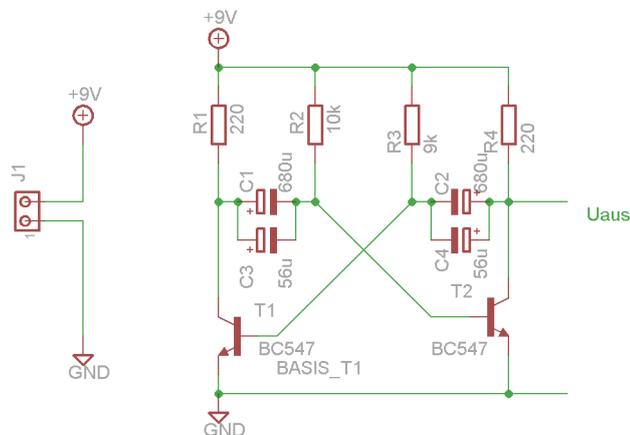


Abbildung 11: Gruppe 3, Teilgruppe 2, Blockschaltbild 2

10.3.4 Funktionsweise

Platzhalter

10.3.5 Dimensionierung

Platzhalter

10.3.6 Simulation

Platzhalter

10.3.7 Bauteillisten

Platzhalter

10.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

10.3.9 Theorie

Platzhalter

10.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

10.4 Teilgruppe 3 (Prognose)

10.4.1 Schaltungsbeschreibung

Unsere Aufgabe ist die Prognose. Da wir keine Meteorologen sind und maximal nur 2 Werte in der Schaltung gespeichert werden dürfen, können wir das Wetter nicht ganz ausführlich und präzise vorhersagen, sondern nur eine allgemeine Prognose ermöglichen. Genauer gesagt, vergleichen wir den gemessenen Luftdruck und ermitteln dadurch, wie wahrscheinlich Regen oder Sonne ist.

Wir haben uns überlegt, mit niedrigem Luftdruck regnet es oft, wiederum wird das Wetter mit bestimmtem höherem Luftdruck heiter sein. So eindeutig geht es natürlich nicht, deshalb werden wir zugleich auch den aktuellen Luftdruck mit dem vorherigen Wert vergleichen, damit ermittelt werden kann, wie sich das Wetter entwickeln wird.

z.B. wenn der aktuelle Luftdruckwert größer ist als 1023 hPa, und er steigt noch weiter, dann halten wir es mit höchster Wahrscheinlichkeit für einen sonnigen Tag; Wenn der Luftdruckwert kleiner ist als 999 hPa und er nimmt weiter ab, würden wir sagen, die Wahrscheinlichkeit, dass es regnet, ist sehr groß. Mit dem Komparator können wir das ermöglichen.

10.4.2 Schnittstellen

Platzhalter

10.4.3 Schaltung

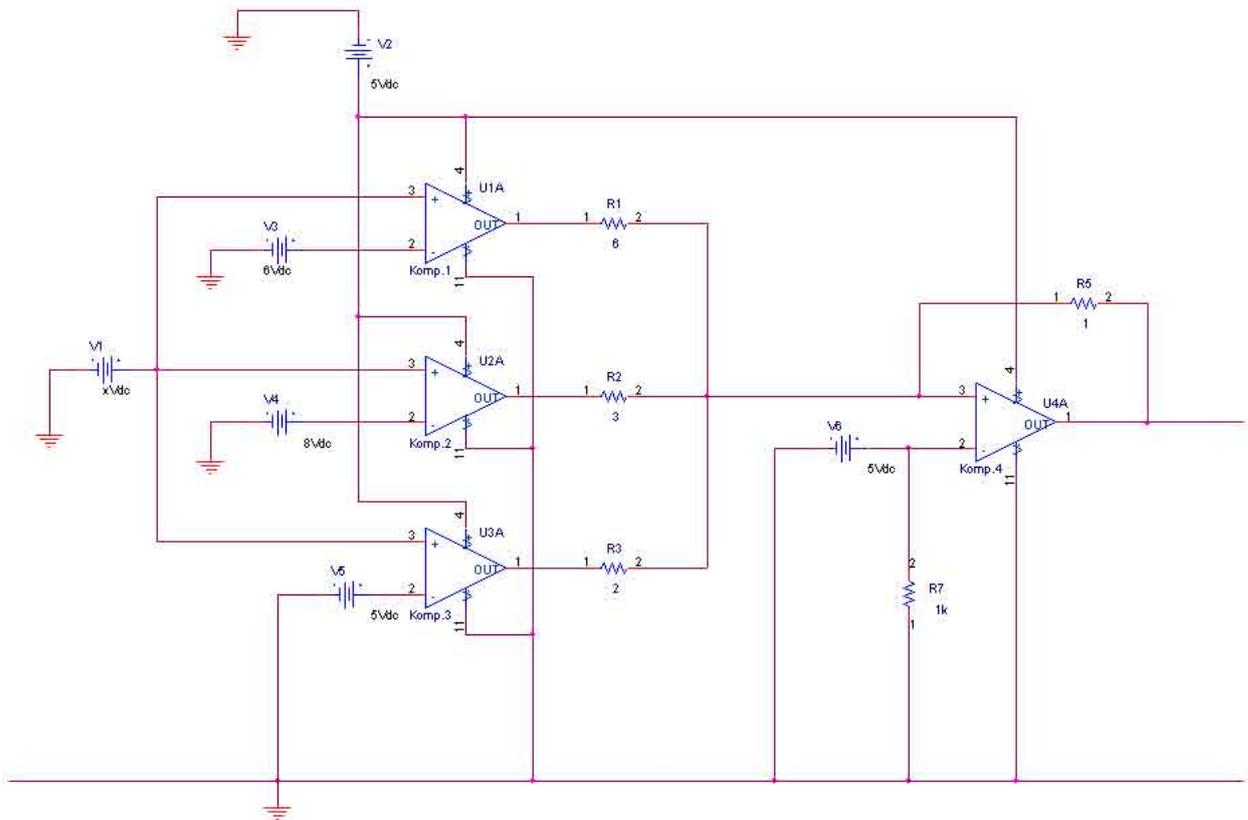


Abbildung 12: Gruppe 3, Teilgruppe 3, Blockschaltbild

10.4.4 Funktionsweise

Platzhalter

10.4.5 Dimensionierung

Platzhalter

10.4.6 Simulation

Platzhalter

10.4.7 Bauteillisten

Platzhalter

10.4.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

10.4.9 Theorie

Platzhalter

10.4.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

10.5 Teilgruppe 4 (Speicher)

10.5.1 Schaltungsbeschreibung

Unsere Teilgruppe hat die Aufgabe, diskrete Messwerte für einige Zeit zu speichern, um diese mit aktuellen Daten vergleichen zu können. Wir arbeiten also der Prognose-Teilgruppe zu.

Da die Prognose mithilfe von Operationsverstärkern erstellt wird, ist es sinnvoll, die gemessenen Werte ebenfalls analog abzuspeichern. Hierzu benutzen wir ein Sample&Hold-Glied.

Garrit Honselmann

10.5.2 Schnittstellen

10.5.3 Schaltung

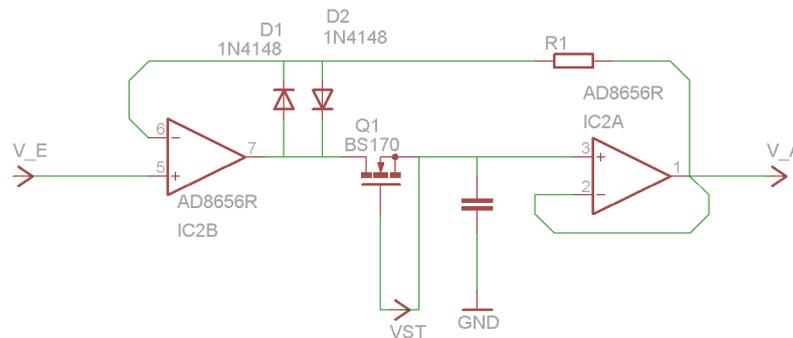


Abbildung 13: Gruppe 3, Teilgruppe 5, Blockschaltbild

10.5.4 Funktionsweise

Die Eingangsspannung V_E liegt am nicht-invertierenden Eingang des ersten Operationsverstärkers an, und wird durch die über die ganze Schaltung laufende Gegenkopplung unverstärkt ausgegeben.

Der Operationsverstärker fungiert hier als Impedanzwandler, verhindert also eine Überbeanspruchung der Spannungsquelle (Hier: Sensoren) und damit eine Verfälschung des aufgenommenen Spannungswertes.

Wenn der selbstsperrende MOSFET-Transistor, der hier als Schalter fungiert, mit einer hinreichend großen positiven Steuerspannung V_{ST} versorgt wird, können Ladungen auf den Kondensator gelangen. Dieser Ausgleichvorgang findet so lange statt, bis die Spannung über dem Kondensator V_C der Eingangsspannung V_E entspricht. Wird der Transistor nun von der Spannung getrennt ($V_{ST} \approx 0$), verbleibt die Ladung auf dem Kondensator und kann über den Operationsverstärker, aufgrund des hohen Eingangswiderstandes, nahezu verlustlos abgenommen werden.

Die Dioden haben die Aufgabe, eine Übersteuerung des Operationsverstärkers zu verhindern; Da bei sperrenden Transistor ohne Dioden keine Gegenkopplung bestehen würde, würde der Operationsverstärker versuchen, die Ausgangsspannung V_A durch volles Durchschalten der Versorgungsspannung auszugleichen.

Ein solcher Vorgang könnte den Operationsverstärker oder den Transistor langfristig beeinträchtigen, insbesondere bei unseren eher langen Schaltzeiten. Die Dioden sorgen also dafür, dass auch eine direkte Gegenkopplung besteht. Der Widerstand R_1 sorgt hier für eine Wichtung der einzelnen Spannungsanteile.

10.5.5 Dimensionierung

Platzhalter

10.5.6 Simulation

Platzhalter

10.5.7 Bauteillisten

Platzhalter

10.5.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

10.5.9 Theorie

Platzhalter

10.5.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

11 Sensorik 1 (Temperatur, Wind)

11.1 Allgemein

11.1.1 Teilnehmerliste

- Jan Brandenburg
- Timo Lausen
- Mike Urban
- Jens Grun
- Daria Tishkina
- Patrick Sowa
- Tim Meyer
- Friedrich Finck

11.1.2 Gruppenbetreuer

- Ulrich Pötter

11.1.3 Blockschaltbild

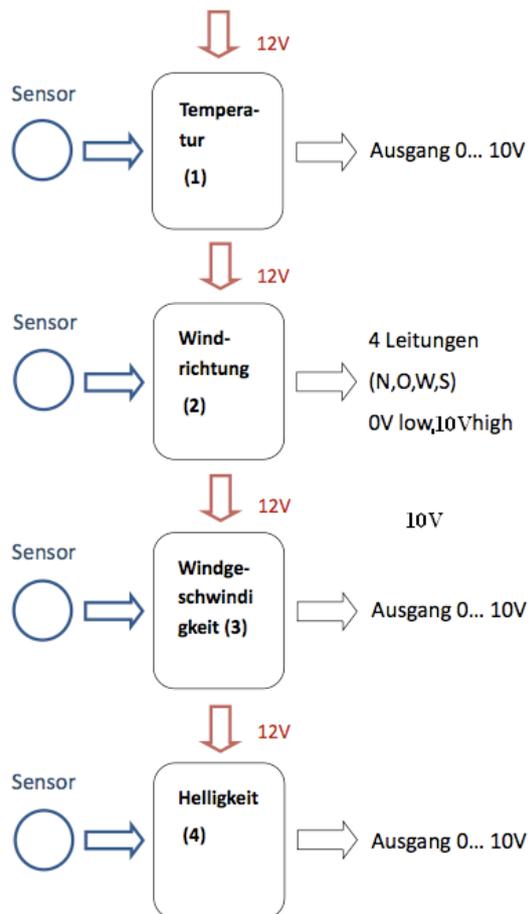


Abbildung 14: Gruppe 2, Blockschaltbild

11.1.4 Aufgabenstellung der Gruppe

Unser Aufgabe ist es die die folgende Werte zu erfassen: Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Helligkeit und die Temperatur. Anschließend werden die erfassten Werte von den Teilgruppen so aufgearbeitet das jede Teilgruppe eine Spannung zwischen 0 bis 10V ausgibt und diese wird dann zur Auswertung weitergeleitet.

11.2 Teilgruppe 1 (Temperaturmessung)

11.2.1 Schaltungsbeschreibung

Der Sensor gibt pro Kelvin eine definierte Spannung von 10mV aus. Diese wird mit einem Impedanzwandler vom Rest der Schaltung entkoppelt und anschließend zur Aufbereitung mit einem Differenzverstärker verstärkt. Zusätzlich wird vom Signal ein Offset abgezogen.

11.2.2 Schnittstellen

Eingang: Spannungsversorgung 12V

Ausgang: Analoge Spannung im Bereich von 0 bis 10V

11.2.3 Schaltung

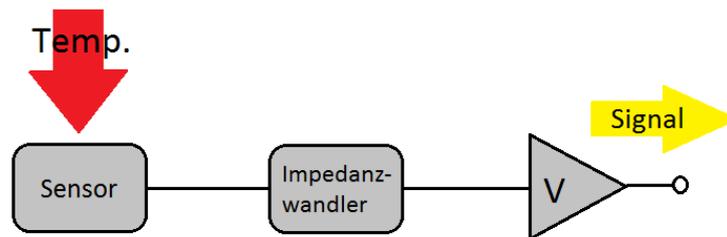


Abbildung 15: Gruppe 4, Untergruppe1, Blockschaltbild

11.2.4 Funktionsweise

Platzhalter

11.2.5 Dimensionierung

Platzhalter

11.2.6 Simulation

Platzhalter

11.2.7 Bauteillisten

Platzhalter

11.2.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

11.2.9 Theorie

Platzhalter

11.2.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

11.3 Teilgruppe 2 (Windrichtung)

11.3.1 Schaltungsbeschreibung

Ziel dieser Gruppe ist es, die Windrichtung in 8 Himmelsrichtungen anzugeben. Die 8 Unterteilungen sind Norden, Nordosten, Osten, Südosten, Süden, Südwesten, Westen und Nordwesten. Dazu werden 4 Reedkontakte verwendet über denen ein Magnet zur Erfassung liegt. Durch die mechanische Richtungsänderung der Windfahne ändert sich entsprechend die Position des Magneten über den Reedkontakten und gibt damit die Himmelsrichtung des Windes an.

11.3.2 Schnittstellen

Eingang: Versorgungsspannung 12 V

Ausgang: Für alle 4 Signale gilt: 0V für Low Signal, 10V für High Signal

11.3.3 Schaltung

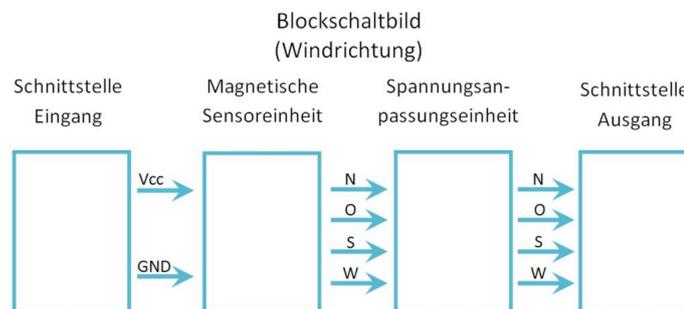


Abbildung 16: Gruppe 4, Untergruppe 2, Blockschaltbild

11.3.4 Funktionsweise

Platzhalter

11.3.5 Dimensionierung

Platzhalter

11.3.6 Simulation

Platzhalter

11.3.7 Bauteillisten

Platzhalter

11.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

11.3.9 Theorie

Platzhalter

11.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

11.4 Teilgruppe 3 (Windgeschwindigkeit)

11.4.1 Schaltungsbeschreibung

Wir haben uns für ein Sternanemometer entschieden, weil dies kostengünstig und leicht selber zubauen ist. Dieses wird an einer Stange, mit einer Lochscheibe, auf einem Kugellager befestigt. Die Lochscheibe erzeugt mit Hilfe eine Lichtschranke ein Rechteckimpuls, dieses wird integriert und verstärkt (siehe Abbildung 17).

11.4.2 Schnittstellen

Eingang: Spannungsversorgung 12V

Ausgang: Analoge Spannung im Bereich von 0 bis 10V

11.4.3 Schaltung

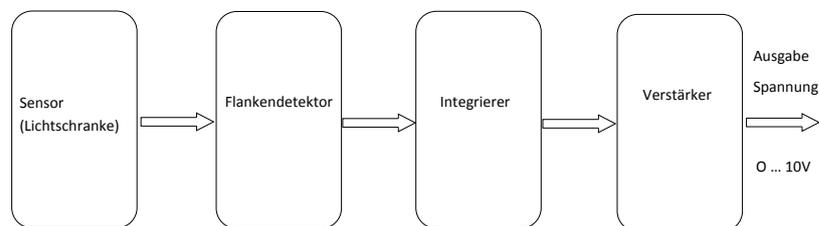


Abbildung 17: Gruppe 4, Untergruppe 3, Blockschaltbild

11.4.4 Funktionsweise

Platzhalter

11.4.5 Dimensionierung

Platzhalter

11.4.6 Simulation

Platzhalter

11.4.7 Bauteillisten

Platzhalter

11.4.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

11.4.9 Theorie

Platzhalter

11.4.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

11.5 Teilgruppe 4 (Helligkeitsmessung)

11.5.1 Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung zur Messung der Helligkeit besteht aus einer Photodiode und einem Transimpedanzverstärker. Die Photodiode ist auf den Wellenlängenbereich von 350nm bis 820nm empfindlich und deckt somit den sichtbaren Bereich ab. Bei Lichteinfall liefert sie einen Strom im μA Bereich, der über den OP auf eine Spannung zwischen ca. 0 bis 10V verstärkt wird.

11.5.2 Schnittstellen

Eingang: Spannungsversorgung 12V

Ausgang: Analoge Spannung im Bereich von 0 bis 10V

11.5.3 Schaltung

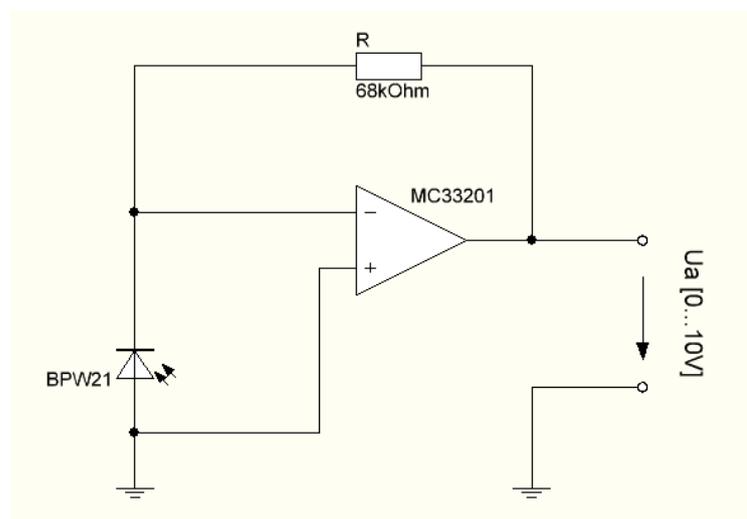


Abbildung 18: Gruppe 4, Untergruppe 4, Blockschaltbild

11.5.4 Funktionsweise

Platzhalter

11.5.5 Dimensionierung

Platzhalter

11.5.6 Simulation

Platzhalter

11.5.7 Bauteillisten

Platzhalter

11.5.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

11.5.9 Theorie

Platzhalter

11.5.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

12 Gruppe 5, Sensorik 2 (Luftdruck, Regen)

12.1 Allgemein

12.1.1 Teilnehmerliste

- Andreas
- Bolormaa
- Adam
- Samuel
- Sebastian
- Tim
- Patrick
- Christian
- Michél

12.1.2 Gruppenbetreuer

- Paul Haase

12.1.3 Blockschaltbild

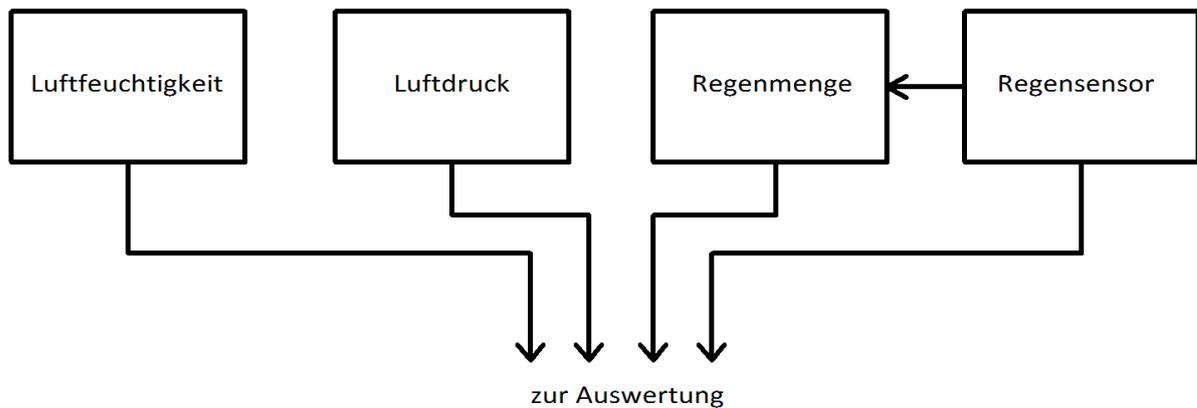


Abbildung 19: Gruppe 5, Blockschaltbild

12.1.4 Aufgabenstellung der Gruppe

Die Gruppe Sensorik 2 hat die Aufgabe vier Sensoren für die Luft und Regenmessung zu entwerfen. Dabei soll ein Luftfeuchtigkeitssensor, ein Luftdrucksensor, ein Regenmengensensor sowie ein Regensensor entstehen.

12.2 Teilgruppe 1

12.2.1 Schaltungsbeschreibung

Optischer Regensensor mit logischer Auswertschaltung.

12.2.2 Schnittstellen

1Bit Signal

12.2.3 Schaltung

12.2.4 Funktionsweise

Der Regensensor basiert auf dem optischen Effekt der Totalreflexion eines Lichtstrahls an einer Grenzfläche zweier Medien mit unterschiedlichen Brechungsindizes. Für das Medium in dem der Lichtstrahl übertragen wird haben wir uns für eine 10mm dicke Plexiglasscheibe (PMMA) entschieden. Plexiglas besitzt einen Brechungsindex von ca. 1,49, Wasser einen Brechungsindex von ca. 1,33 und Luft einen Brechungsindex von rund 1,00.

12.2.5 Dimensionierung

Mit Hilfe dieser Brechungsindexe kann nun die Totalreflexion berechnet werden allerdings muss man dieses für beide Umgebungstoffe machen, denn wenn man den Winkel zu groß wählt, so besteht auch eine Totalreflexion bei Regen.

Wenn man nun die Brechungsindexe in die Formel:

$$\varphi_{\text{grenz}} = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$

einsetzt,so erhält man:

1.für Luft als Umgebung:

$$\begin{aligned}\varphi_{\text{grenz,Luft}} &= \arcsin \frac{1}{1,49} \\ &= \arcsin(0,67114) \\ &= 42,15\end{aligned}$$

2.für Regen als Umgebung:

$$\begin{aligned}\varphi_{\text{grenz,Regen}} &= \arcsin \frac{1,33}{1,49} \\ &= \arcsin(0,89262) \\ &= 63,20\end{aligned}$$

Da man nun einen Winkel zwischen diesen beiden Brechungswinkeln wählen muss, haben wir uns wegen der einfacheren Bearbeitung, für einen Winkel von 45° entschieden.

Desweiteren ist natürlich zu beachten, dass die Länge der Platte für das Ergebnis entscheidend ist. Da wir nun aber den Eintrittswinkel kennen und auch die Dicke unseres Materials, können wir mit dem physikalischen Reflexionssatz „Einfallswinkel ist gleich Austrittswinkel“, auch die Länge unserer Platte Dimensionieren.

Wenn wir nun also unsere 10cm dicke Platte nehmen und beachten, dass Aufgrund der 45°, der Lichtstrahl am Anfang und am Ende nur halb so lang ist wie alle in der Platte verlaufenden, so können wir aus geometrischen Gründen annehmen, dass der Lichtstrahl um einmal durch das Material zu kommen, eine Strecke von 10cm zurücklegt. Um nun einen Lichtpunkt an der Oberfläsche zu erzeugen können wir also mit 10cm Länge rechnen. Da unser Sensor auf der Länge 6 Punkte aufweisen soll, berechnet sich unsere Länge wie folgt:

$$\text{Länge} = (\text{Anzahl Punkte} \cdot 2(\text{Materialdicke})) - (\text{Materialdicke})$$

Somit ergibt sich für unseren Sensor:

$$\begin{aligned}\text{Länge} &= (6 \cdot 2(10\text{cm})) - 10\text{cm} \\ &= 120\text{cm} - 10\text{cm} \\ &= \underline{110\text{cm}}\end{aligned}$$

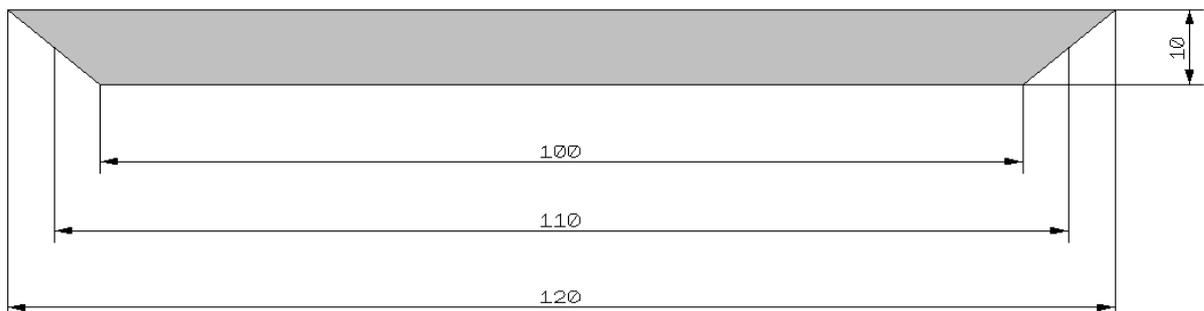


Abbildung 20: Dimensionierung der Plexiglasplatte

12.2.6 Simulation

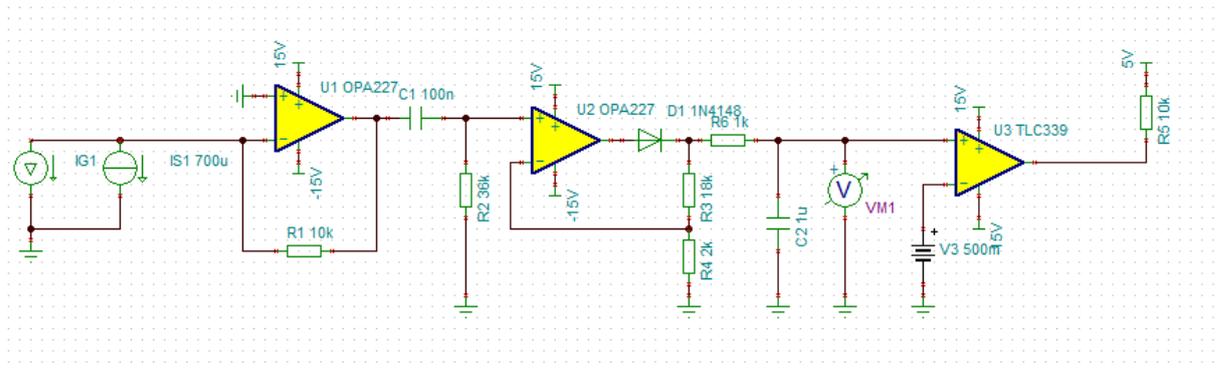


Abbildung 21: Gruppe 5.1 Simulation

12.2.7 Bauteillisten

Platzhalter

12.2.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

12.2.9 Theorie

In der Theorie ist der Aufbau des optischen Regensensors recht einfach. Ein Lichtstrahl bewegt sich in jedem Medium anders, und wird am Grenzübergang von einem in ein anderes Medium gebrochen oder reflektiert. Bei dem optischen Regensensor wird diese Eigenschaft ausgenutzt, man sendet einen Lichtstrahl in ein optisch dichteres Medium und bearbeitet dieses so rein, dass der Lichtstrahl an dem Grenzübergang total reflektiert wird, solange dieses optisch dichtere Medium von Luft umgeben ist. Diese Totalreflexion sorgt dafür, dass der Lichtstrahl an der der Eintrittsfläche entgegenliegenden Fläche wieder hinaus tritt. Dort wird mit Hilfe einer Photodiode die Lichtintensität gemessen. Fällt nun Regen auf das „dichtere“ Medium, so ist an der Grenzfläche keine Totalreflexion mehr gegeben und der Lichtstrahl wird gebrochen, somit kommt an der Photodiode nicht mehr die gesamte Intensität an. Die Strom der Photodiode sinkt, und die Schaltung sendet ein Signal aus.

12.2.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Autoren: Christian, Tim, Patrick

12.3 Teilgruppe 2

12.3.1 Schaltungsbeschreibung

Wir haben uns mit der Entwicklung eines Regenmengensensors beschäftigt. Der Regenmengensensor wird erst aktiv, wenn der Regensensor Regen anzeigt. Dabei soll ein Becher mit etwas über 200 ml Fassungsvermögen durch das Regenwasser gefüllt werden. Die Masse des Bechers wird über eine Vollbrücke gemessen, die eine Diagonalspannung U_D von 0 V bis 2 V liefert. Die Vollbrücke weist eine lineare Kennlinie auf.

Die Entleerung des Bechers wird auf ein Signal hin durch Öffnen einer Klappe am Boden des Bechers vorgenommen. Dies wird von einem Servomotor durchgeführt. Gleichzeitig wird ein Zähler um eins hochgesetzt. Hinter dem Zähler schalten fünf Komparatoren je nach Zählerstand eine Betriebsspannung von 0 V, 2 V, 4 V, 6 V, 8 V oder 10 V durch. Die Spannungswerte von 0 V bis 8 V werden über einen

Umkehraddierer mit der aktuellen Spannung U_D addiert und liegen am Ausgang an. Wenn durch den Zähler eine Spannung von 10 V durchgeschaltet wird, sollen 10 V am Ausgang anliegen.

Blockschaltbild

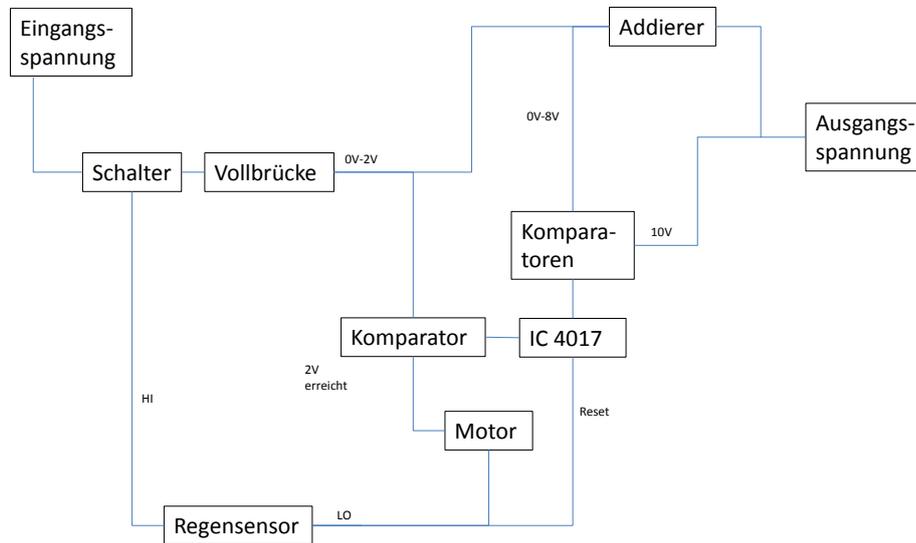


Abbildung 22: Gruppe 5, Teilgruppe 2, Blockschaltbild der Regenmengenmessung

Autoren: Michél, Samuel, Bolormaa

12.3.2 Schnittstellen

Die Energieversorgungsgruppe liefert eine Spannung von 12 V . Wenn es regnet liefert die Regensensorgruppe ein Hi-Signal. Wir liefern eine Ausgangsspannung zwischen 0 V bis 10 V , wobei 0 V kein Regen und 10 V der maximalen Regenmenge entspricht.

Autoren: Michél, Samuel, Bolormaa

12.3.3 Schaltung

Platzhalter

12.3.4 Funktionsweise

Platzhalter

12.3.5 Dimensionierung

Platzhalter

12.3.6 Simulation

Platzhalter

12.3.7 Bauteillisten

Platzhalter

- 4 Dehnungsmessstreifen
- IC 4017
- P-Mosfet
- N-Mosfet
- 7 Komparatoren
- Servomotor

12.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

12.3.9 Theorie

Platzhalter

12.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

12.4 Teilgruppe 3

12.4.1 Messung der Luftfeuchtigkeit

Beschreibung des elektrischen Verhaltens des Luftfeuchtigkeitssensors

Um die relative Luftfeuchtigkeit (Formelzeichen: RH , Einheit: $\%_{RH}$) zu messen wird ein kapazitiver Sensor verwendet, dessen Permittivität linear abhängig von der relativen Luftfeuchte ist. Es gilt also folgender Zusammenhang:

$$RH \sim \epsilon_{Sensor} \sim C_{Sensor} \quad (1)$$

Es wurde der Sensor SMTHS07 von der Firma Smartec ausgewählt (siehe Abb. 23), der bei $55\%_{RH}$ eine typische Kapazität von $330pF$ besitzt. In einem Bereich von 20 bis $95\%_{RH}$ ist die Kapazität direkt linear Abhängig von der relativen Luftfeuchte und wird durch die Proportionalitätskonstante

$$0,6 \frac{pF}{\%_{RH}} \quad (2)$$

beschrieben. Die Hauptaufgabe der Auswertungsschaltung ist es deshalb, diese minimale Kapazitätsveränderung ($600fF$) zu messen und eine zur Kapazität des Sensors proportionale Gleichspannung auszugeben.

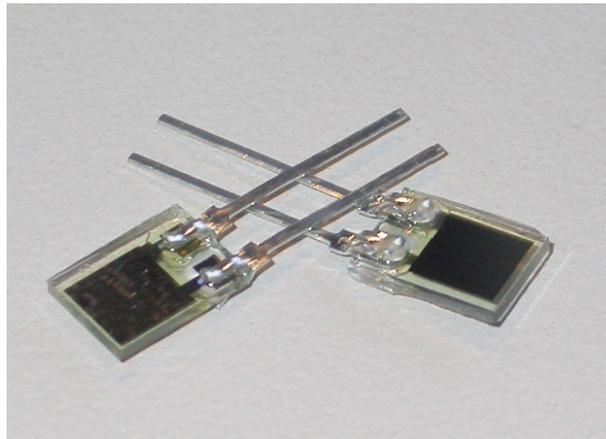


Abbildung 23: Luftfeuchtigkeitssensor SMTHS07 von Smartec (Quelle: Smartec Datenblatt „HS07/08A“)

12.4.2 Schaltung zur Kapazitätsmessung

Um die minimalen Kapazitätsveränderungen des Luftfeuchtigkeitssensors zu messen, wurde die empfohlene Schaltung aus der passenden Application Note¹ zum SMTHS07 als Grundlage verwendet. Der Grundgedanke besteht darin, mit zwei 555 Timer-Bausteinen eine Pulsweitenmodulation zu erzeugen, wobei der Duty-Cycle abhängig von der Sensorkapazität ist. Am Ausgang wird dann durch einen Tiefpass der Mittelwert des PWM-Signals gebildet, wodurch man eine Gleichspannung erhält, die proportional zum Duty-Cycle ist.

Im folgenden wird zuerst die Funktionsweise des 555 Timer-Bausteins erläutert und dann die in Abb. 25 (siehe S. 42) dargestellten Schaltungsteile zur Erzeugung der PWM und deren Glättung näher erläutert.

12.4.3 Funktionsweise des 555-Timers

Abb. 24 ist zu entnehmen, dass der Baustein im Grunde aus einem SR-Flipflop besteht, wobei der Set- und Reset-Eingang jeweils über Komparatoren nach außen geführt ist. Ist der asynchrone invertierte

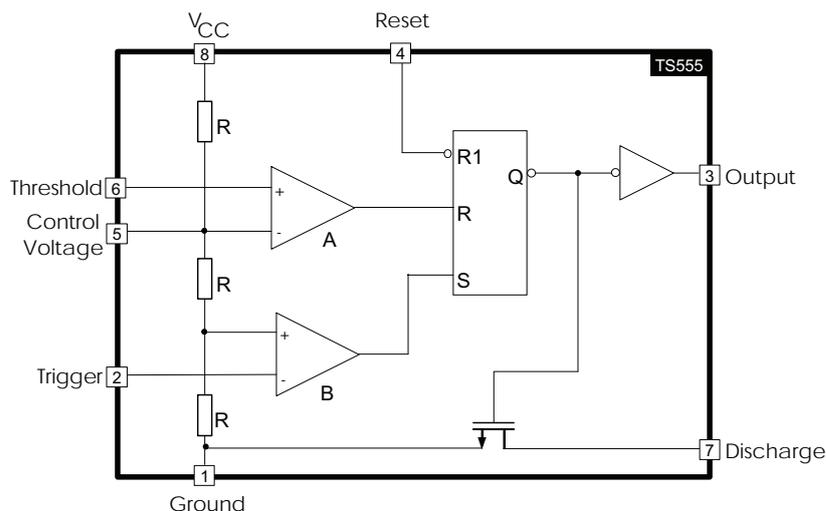


Abbildung 24: Prinzipschaltbild des TS555 Timer-Bausteins (Quelle: ST Datenblatt „TS555C,I,M“)

¹ http://www.smartec-sensors.com/assets/files/pdf/application_notes/APPHS0702.PDF (19.05.2011)

Reset-Eingang (4) des SR-FFs konstant auf HIGH (asynchroner Reset wird niemals ausgeführt) gelegt, so hat der Baustein nach dem Einschalten der Betriebsspannung am Ausgang (3) ein HIGH anliegen, ist also im Ausgangszustand gesetzt. **Überschreitet** nun die Spannung am Threshold-Eingang (2) eine Schwellspannung von ca. $\frac{2}{3}V_{CC}$, so gibt der entsprechende Komparator ein HIGH aus, das FF wird zurückgesetzt und der Ausgang (3) wird auf LOW gezogen. Immer wenn am Ausgang (3) des Bausteins ein LOW-Pegel anliegt, so wird auch gleichzeitig der Discharge-Ausgang (7) auf LOW-gezogen bzw. der in Abb. 24 dargestellte MOSFET wird aufgesteuert. Ist der Ausgang entsprechend auf HIGH, so wird auch der MOSFET hochohmig. **Unterschreitet** nun bei dem rückgesetztem FF die Spannung am Trigger-Eingang (2) ca. $\frac{1}{3}V_{CC}$, so wird das FF wieder gesetzt und der Ausgang wird wieder auf HIGH gezogen.

Dieses Verhalten kann nun im folgenden mit Hilfe von Auf- und Entladevorgängen von Kondensatoren und entsprechenden Rückkopplungen dazu ausgenutzt werden Oszillatorschaltungen mit bestimmter Frequenz aufzubauen.

12.4.4 Schaltungsbeschreibung: Rechteckgenerator

Pulsweitenmodulation bedeutet, dass bei einem Rechtecksignal die Länge der HIGH-Zeit (t_H) und LOW-Zeit (t_L) innerhalb einer Periode verändert wird. Bei einem reinen Rechtecksignal, welches nicht pulsweitenmoduliert ist, beträgt dieses Verhältnis immer 50 zu 50. Man sagt dann, dass das Signal einen High-Duty-Cycle von 50% hat (die HIGH-Zeit des Signals im Verhältnis zur Periodenlänge). Um nun eine PWM zu erzeugen wird zuerst ein Referenzoszillator (Rechteckgenerator mit bestimmter Frequenz) benötigt, der mit einer konstanten Frequenz vorgibt, wann das FF vom zweiten Timer-Baustein (IC2 in Abb. 25) gesetzt wird, der Ausgang (3) von IC2 also auf HIGH gezogen wird.

Diese Rechteckschwingung mit konstanter Frequenz wird mit Hilfe von IC1 erzeugt: Der Kondensator C1 ist über R6 und R3 an den Ausgang von IC1 angeschlossen. Die Spannung über dem Kondensator liegt sowohl am Trigger- (2), als auch am Threshold-Eingang (6). Der Ausgang von IC1 liegt zu Beginn auf HIGH und es wird entsprechend der Kondensator C1 über R3+R6 geladen. Hat die Thresholdspannung ca. $\frac{2}{3}V_{CC}$ überschritten, so wird das FF resettet, der Ausgang auf LOW gezogen und der Kondensator C1 entsprechend wieder über R3+R6 mit der gleichen Zeitkonstante τ entladen, wie beim Ladevorgang. Wird nun die Triggerspannung um ca. $\frac{1}{3}V_{CC}$ unterschritten, so wird das FF wieder gesetzt und der Vorgang beginnt von neuem.

Dadurch, dass die Lade und Entladonstanten identisch sind, entsteht ein echtes Rechtecksignal mit einem Duty-Cycle von exakt 50%. Die Periodendauer des Rechtecksignals kann mit Hilfe der bekannten Lade- und Entladeformeln für den Kondensator hergeleitet werden. Es ergibt sich, dass mit Hilfe der Formel

$$T_{\text{Rechteckgenerator}} = 2 \cdot (C_1 \cdot (R_6 + R_3) \cdot \ln 2) \quad (3)$$

die Periodendauer des erzeugten Rechtecksignals angenähert (Ausgangs- und Eingangsimpedanzen des Timers und Verzögerungszeiten des FF nicht einbezogen) berechnet werden kann.

12.4.5 Schaltungsbeschreibung: Impulsformer

Um den Trigger-Eingang von IC2 mit einem Impuls kurz auf LOW zu ziehen und somit periodisch den Zeitpunkt zu bestimmen, wann das FF gesetzt werden soll, wird aus dem Rechtecksignal, das durch IC1 erzeugt wird, ein kurzer LOW-Puls geformt. Dieser wird mit einem einfachen Hochpass, der mit C2 und R8 realisiert wurde, erzeugt. Sobald am Ausgang von IC1 eine HIGH→LOW Flanke auftritt, wird die Spannung am Triggereingang von IC2 kurz auf LOW gezogen und innerhalb kürzester Zeit (Ladekonstante von $C_2 \cdot R_8$ sehr klein) wieder auf HIGH aufgeladen. Die Zeit zwischen zwei LOW-Pulsen ist genau die Periodendauer des Rechtecksignals, welches von IC1 erzeugt wird. Es gilt entsprechend Formel (3).

12.4.6 Schaltungsbeschreibung: PWM-Generator

Hier ist die zu messende Kapazität des Sensors C7 über R7+R11 konstant an die Betriebsspannung gelegt. Die Spannung über dem Kondensator ist am Threshold-Eingang und Discharge-Ausgang von

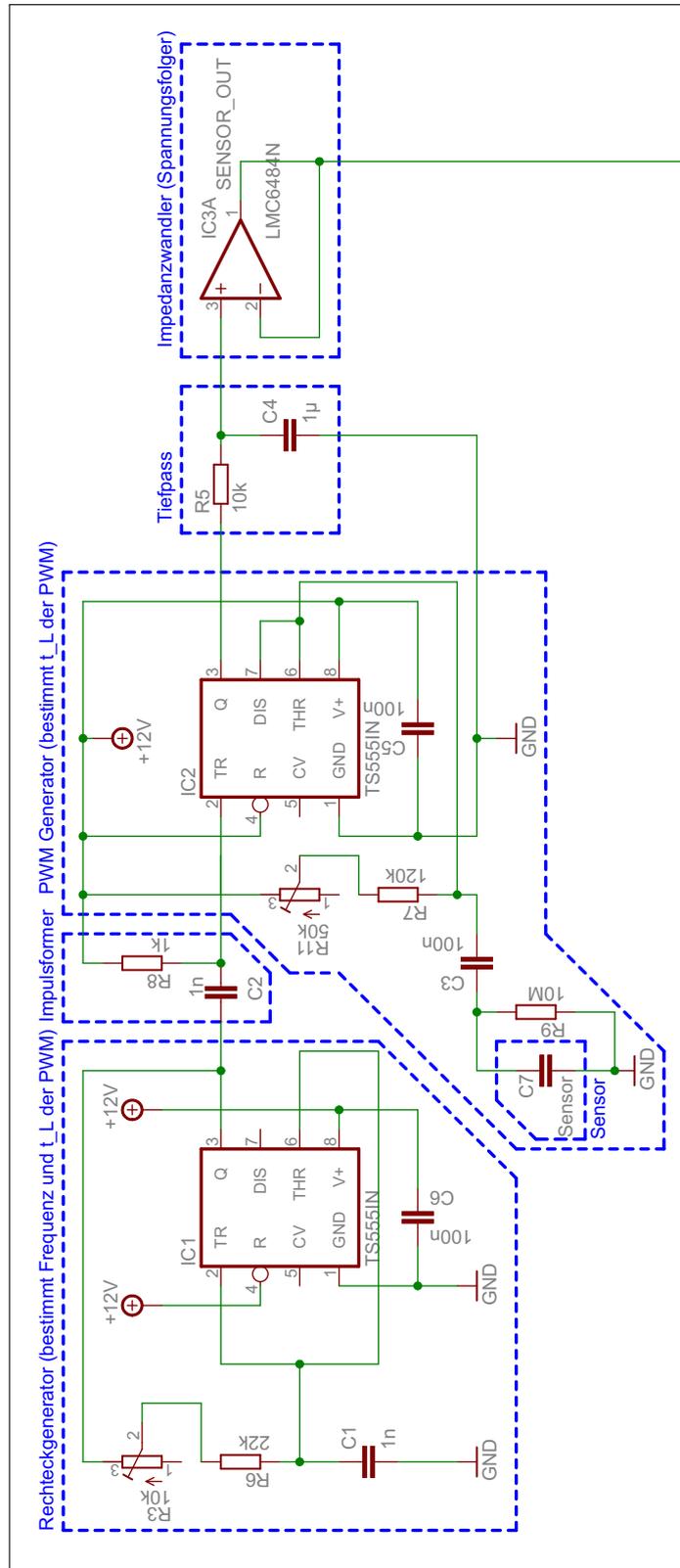


Abbildung 25: Schaltung zur Messung der Kapazität des Luftfeuchtigkeitssensors

IC2 angeschlossen. C3 und R9 können für die Funktionsbeschreibung ignoriert werden, sie verhindern eine Gleichspannung über der Sensorkapazität im Fehlerfall. Die Schaltung funktioniert unverändert auch ohne diese beiden Schutzelemente.

Liegt der Ausgang von IC2 auf HIGH, so ist der Discharge-Ausgang auch hochohmig und der Kondensator C7 kann über R7+R11 geladen werden. Überschreitet er dabei eine Spannung von $\frac{2}{3}V_{CC}$ am Threshold-Eingang, so wird das FF zurückgesetzt. Entsprechend wird Discharge auf LOW gezogen und der Kondensator schlagartig (R7+R11 befinden sich nicht in diesem Entladepfad) entladen.

Damit die Schaltung nicht lahmgelegt ist, wird nun mit einer konstanten Frequenz das FF immer wieder gesetzt, indem am Trigger-Eingang LOW-Pulse mit einer konstanten Frequenz anliegen. Somit wird die LOW→HIGH Flanke am Ausgang von IC2 stets konstant durch den Rechteckgenerator ausgelöst. Er bestimmt die Grundfrequenz der PWM. Die HIGH-Zeit innerhalb einer solchen PWM Periode wird jedoch durch die Aufladekonstante von $C_7 \cdot (R_7 + R_{11})$ bestimmt. Hier wird also durch Veränderung der Sensorkapazität C7 die HIGH-Zeit innerhalb einer Rechteckperiode festgelegt (bzw. die Pulsweite des Ausgangssignals „moduliert“). Diese HIGH-Zeit innerhalb einer Periode lässt sich über die bekannte Kondensatorladeformel herleiten. Es ergibt sich:

$$t_H = -((R_7 + R_{11}) \cdot C_7) \cdot \ln \frac{1}{3} \quad (4)$$

Unter der Berücksichtigung der veränderbaren Bauelemente in der Schaltung (Potis und Sensorkapazität), ergeben sich entsprechend für die HIGH- und LOW-Zeit und die Frequenz des pulswertenmodulierten Rechtecksignals am Ausgang von IC2 folgende direkte Proportionalitäten:

$$t_H \sim C_7, R_{11} \quad (5)$$

$$t_L \sim R_3 \quad (6)$$

$$f_{PWM} \sim R_3 \quad (7)$$

12.4.7 Schaltungsbeschreibung: Tiefpass und Spannungsfolger

Um aus dem pulswertenmodulierten Rechtecksignal am Ausgang von IC2 eine zum Duty-Cycle proportionale Gleichspannung zu erhalten, wird mit Hilfe eines Tiefpasses (R5 und C4) der Mittelwert des Signals gebildet. Im eingeschwungenen Zustand und der gewählten Dimensionierung des PWM-Generators entsprechend Abb. 25 verhält sich die Spannung über C4 entsprechend folgendem Zusammenhang (wobei $T_{Rechteckgenerator} = T_{Rg}$):

$$U_{C4} = \frac{1}{2 \cdot T_{Rg}} \int_{t=0}^{t=2 \cdot T_{Rg}} U_{IC2,Q} dt \quad (8)$$

Um den Tiefpassausgang nicht zu belasten und die nachfolgende Subtrahierschaltung nicht zu beeinflussen, wird mit IC3A das Gleichspannungssignal mit einer Verstärkung von $V_{IC3A} = 1$ (Spannungsfolger) ausgekoppelt.

12.4.8 Dimensionierung und Messergebnisse

Die Schaltung zur Rechteckerzeugung um IC1 wurde so eingestellt, dass sie ein Rechteck mit einer Frequenz von ca. $f_{Rg} \approx 25kHz$ erzeugt (liegt innerhalb der Spezifikationen zur Betriebsfrequenz des Luftfeuchtigkeitssensors). Dabei wurde messtechnisch für den Trimmer R_3 ein Wert von

$$R_3 \approx 6,48k\Omega \quad (9)$$

ermittelt. Auch rechnerisch (unter Anwendung von Formel (3) auf S. 41) erhält man unter Berücksichtigung der Bauteiltoleranzen einen plausiblen Frequenzwert für diesen Widerstandswert:

$$f_{Rg} = \frac{1}{2 \cdot (1nF \cdot (22k\Omega + 6,48k\Omega) \cdot \ln 2)} = 25,328kHz \quad (10)$$

In der Schaltung zur PWM-Erzeugung sind die Widerstände R_7 und R_{11} so ausgelegt, dass bei einer Sensorkapazität über $250pF$ das Erreichen der Threshold-Schwelle immer länger als eine Impulsperiode des Rechteckgenerators dauert. Daraus ergibt sich, dass die Frequenz der PWM um die Hälfte reduziert wird ($f_{PWM} @ (C_7 \geq 250pF) = f_{Rg}/2$), da immer nur jeder zweite Trigger-Impuls vom Rechteckgenerator das FF setzen kann (bzw. hat jeder zweite Impuls keine Wirkung, da das FF noch gesetzt ist). Dabei wurde messtechnisch für den Trimmer R_{11} ein Wert von

$$R_{11} \approx 25,12k\Omega \quad (11)$$

ermittelt. Aber auch hier stimmt das Modell zur Bestimmung der HIGH-Zeit der PWM nach Formel (4) weitgehend mit den Messwerten überein:

$$t_H(C_7 \geq 250pF) = -((R_7 + R_{11}) \cdot C_7) \cdot \ln \frac{1}{3} \quad (12)$$

$$= -((120k\Omega + 25,16k\Omega) \cdot C_7) \cdot \ln \frac{1}{3} \geq 40\mu s \geq T_{Re} \approx 40\mu s \quad (13)$$

Da die Sensorkapazität C_7 nach Datenblatt niemals kleiner als $250pF$ werden kann, ist mit dieser Maßnahme sichergestellt, dass kein Frequenzsprung bei der Messung der Sensorkapazität stattfinden kann.

12.4.9 Übertragungsfunktion

Die ideale Übertragungsfunktion der Schaltung zur Kapazitätsmessung (ohne Kennlinienanpassung) lässt sich unter Zuhilfenahme aller bis hierher eingeführten Modelle (siehe Beschreibung zur Kapazitätsmessung, Kapitel 12.4.2) folgendermaßen bestimmen (U_B ist die Betriebsspannung der Schaltung):

$$U_{SENSOR.OUT} = U_{C4} = \frac{1}{2 \cdot T_{Rg}} \int_{t=0}^{t=2 \cdot T_{Rg}} U_{IC2,Q} dt \quad (14)$$

$$= \frac{f_{Rg}}{2} \cdot U_B \cdot t_H \quad (15)$$

$$= -\frac{f_{Rg}}{2} \cdot U_B \cdot ((R_7 + R_{11}) \cdot C_7) \cdot \ln \frac{1}{3} \quad (16)$$

$$= -12,5kHz \cdot 12V \cdot (145,16k\Omega \cdot C_7) \cdot \ln \frac{1}{3} \quad (17)$$

$$U_{SENSOR.OUT, berechnet}(C_7) = C_7 \cdot 23,9212 \cdot 10^9 \frac{V}{F} = C_7 \cdot 23,9212 \frac{mV}{pF} \quad (18)$$

Die Übertragungsfunktion ist in dem für die Sensorkapazität relevanten Kapazitätsbereich in Abb. 26 dargestellt. Zusätzlich wurde die reale Kennlinie gemessen (siehe ebenfalls Abb. 26). Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die Steigung der berechneten und gemessenen Kennlinie zwar fast identisch sind, jedoch die gemessene Kennlinie im Vergleich zur berechneten mit einem konstanten Offset behaftet ist. Dies resultiert höchst wahrscheinlich aus dem nur angenäherten Modell (Verzögerungszeiten der FFs und Eingangs- und Ausgangsimpedanzen der Timer-Bausteine nicht berücksichtigt, Toleranzen der passiven, sowie der aktiven Bauteile nicht berücksichtigt), auf dem die Berechnung basiert. Da mit der im folgenden beschriebenden Schaltung zur Kennlinienanpassung, der konstante Offset (der bei der Messung von der Sensorkapazität zwangsläufig auftritt) sowieso entfernt wird, ist dieser Modell-Realitäts-Fehler nicht weiter von Belang.

Führt man eine lineare Regression für die gemessene Kennlinie durch und ermittelt die Steigung, so ergibt sich die folgende Übertragungsfunktion:

$$U_{SENSOR.OUT, gemessen}(C_7) \approx C_7 \cdot 25,3 \frac{mV}{pF} \quad (19)$$

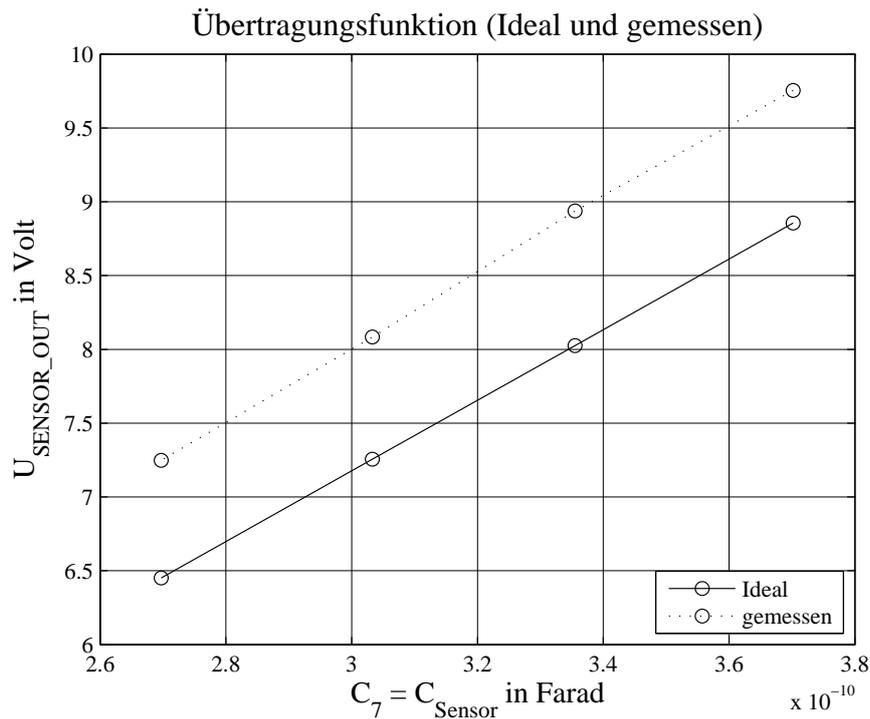


Abbildung 26: Übertragungsfunktion der Schaltung zur Kapazitätsmessung (berechnete und gemessene Kennlinie)

12.4.10 Schaltung zur Kennlinienanpassung

Entsprechend der Schnittstellenspezifikation muss die Schaltung zur Messung der Luftfeuchtigkeit eine analoge Ausgangsspannung von 0..10V liefern. Dabei sollte idealerweise folgendes gelten:

$$U_{OUT} = 0V @ 0\%_{RH} \quad (20)$$

$$U_{OUT} = 10V @ 100\%_{RH} \quad (21)$$

Um diese Vorgabe einzuhalten wurde die in Abb. 27 dargestellte Schaltung zur Kennlinienanpassung entworfen. Hierbei kann mit dem Subtrahierer und der angeschlossenen konstanten Subtrahierspannung ein konstanter Offset von der Sensorausgangsspannung $U_{\text{SENSOR_OUT}}$ (liegt am positiven Eingang der Subtrahier-OPV-Schaltung an) abgezogen werden. Dabei wird die konstante Subtrahierspannung so eingestellt, dass sie den Wert annimmt, den $U_{\text{SENSOR_OUT}}$ bei $0\%_{RH}$ annimmt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Vorschrift von Formel (20) erfüllt ist.

Um die Vorschrift von Formel (21) zu erfüllen, muss die Spannung, die bei $100\%_{RH}$ am Sensorausgang $U_{\text{SENSOR_OUT}}$ anliegt so verstärkt werden, dass an U_{OUT} 10V anliegt. Dazu muss zuerst die Kennlinie ermittelt werden, die die Sensorausgangsspannung $U_{\text{SENSOR_OUT}}$ in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte angibt. Aus Formel (19) ist die Abhängigkeit der Sensorausgangsspannung von der Sensorkapazität bekannt. Außerdem ist aus dem Datenblatt zum SMTHS07 der Zusammenhang nach Formel (2) bekannt. Entsprechend ergibt sich folgende Übertragungsfunktion:

$$U_{\text{SENSOR_OUT}}(RH) = \left(C_{\text{Sensor},0\%_{RH}} + \left(0,6 \frac{\text{pF}}{\%_{RH}} \cdot RH \right) \right) \cdot 25,3 \frac{\text{mV}}{\text{pF}} \quad (22)$$

Wobei $C_{\text{Sensor},0\%_{RH}}$ die Kapazität des Luftfeuchtigkeitssensors bei $0\%_{RH}$ ist (kann über Kalibrierung des Sensors ermittelt werden). Da jedoch der konstante Offset, der durch diese Grundkapazität verursacht wird, durch den Subtrahierer entfernt wird, muss für die Berechnung der Verstärkung des nicht-invertierenden Verstärkers um IC3D dieser Offset ignoriert werden. Es ergibt sich somit folgende Stei-

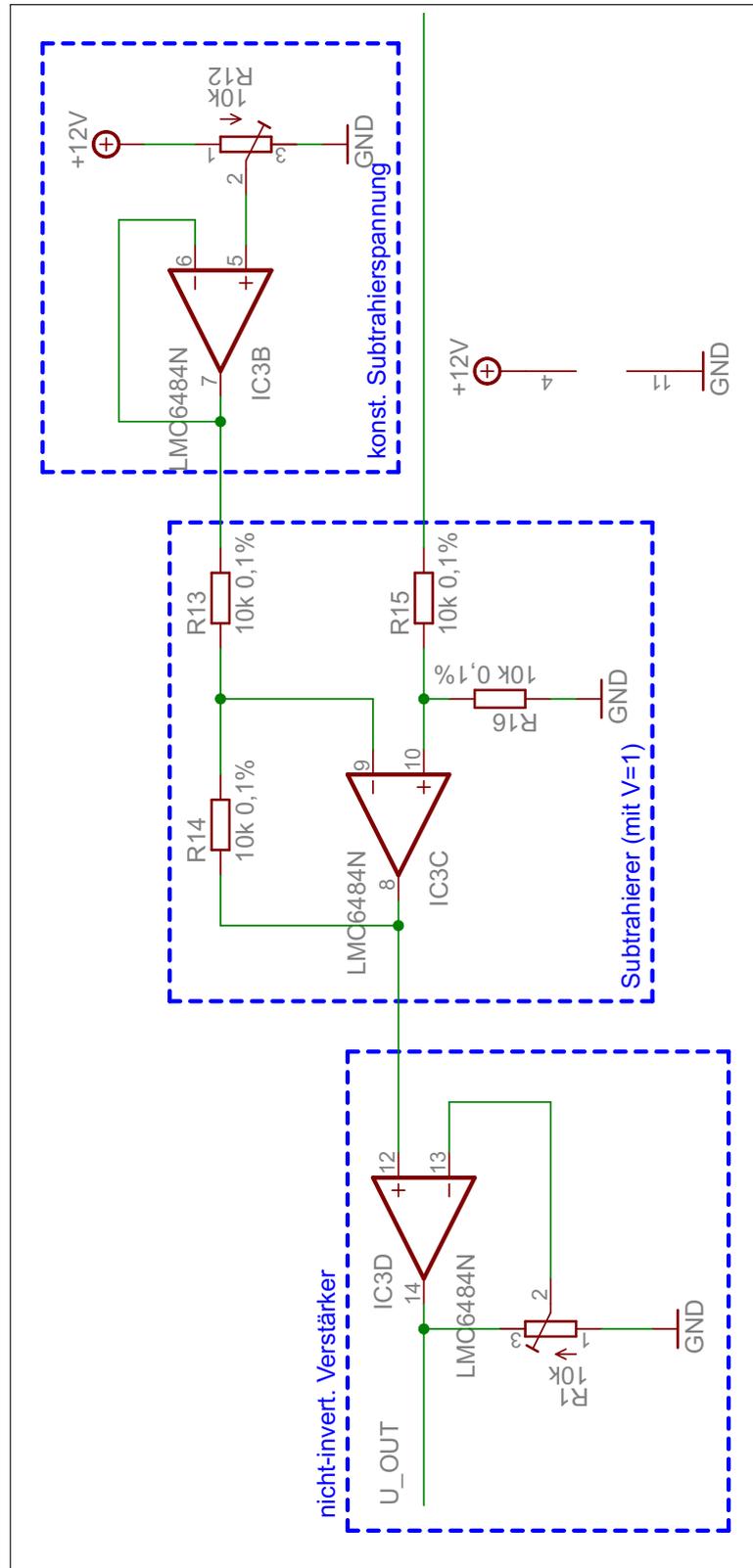


Abbildung 27: Schaltung zur Anpassung der Ausgangskenlinie

gung der Geraden für die Funktion $U_{SENSOR.OUT}(RH)$:

$$m_{U_{SENSOR.OUT}(RH)} = 25,3 \frac{mV}{pF} \cdot 0,6 \frac{pF}{\%RH} = 15,18 \frac{mV}{\%RH} \quad (23)$$

Daraus lässt sich nun die nötige Verstärkung ermitteln:

$$V = \frac{10V}{15,18 \frac{mV}{\%RH} \cdot 100\%RH} \approx 6,587 \quad (24)$$

Somit liegt nun an U_{OUT} eine analoge Ausgangsspannung von 0..10V an, die die relative Luftfeuchtigkeit von 0..100% $_{RH}$ linear abbildet.

12.4.11 Schaltplan

In Abb. 28 ist der komplette Schaltplan für die Schaltung zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit dargestellt.

12.4.12 Schnittstelle nach Außen

Die Ausgangsspannung U_{OUT} der Schaltung zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit verhält sich entsprechend folgender Übertragungsfunktion (relative Luftfeuchte Formelzeichen: RH, Einheit: % $_{RH}$):

$$U_{OUT}(RH) = 0,1 \frac{V}{\%RH} \cdot RH \quad (25)$$

Autor: Andi

12.4.13 Schaltungsbeschreibung (Luftdruck)

Die zweite Schaltung unserer Teilgruppe ist die Schaltung für den Drucksensor. Wir benutzen den MPX4115A, dessen messbarer Bereich zwischen 15 und 115 kPa liegt. Im diesem Messbereich hat man eine lineare Kennlinie. Der Drucksensor benötigt eine sehr stabile Eingangsspannung von $U_{DC} = 5.1V \pm 0.25V$. Der MPX4115A gibt an seinem Ausgang eine kontinuierliche Spannung zwischen 0.2 und 4.8 V aus, die wir uns abgreifen und weiterverarbeiten werden. Die Hauptaufgabe der Schaltung wird es sein, die Sensorausgangsspannung aufzubereiten und Störsignale zu verringern. Um die auftretenden Störsignale zu minimieren, wird die Betriebsspannung am Sensor mit zwei Blockkondensatoren parallel zur Erde geschaltet, um Netzspannungseinbrüche, die durch den IC verursacht werden, abzufangen. Hinter dem Ausgang sitzt einen RC-Tiefpass, der die im Sensor auftretenden Störsignale, welche die Ausgangsspannung überlagern, herausfiltern soll. Nun folgt die weitere Schaltung zur Signalaufbereitung. Dort kommen vier OPV's zum Einsatz, die mit 12V Betriebsspannung versorgt werden. Nach dem RC-Tiefpass kommt ein Impedanzwandler. Von diesem gehen wir auf den zweiten OPV, der uns als Subtrahierer, mit einem eingestellten Verstärkungsfaktor von eins, dient. Die zu subtrahierende Spannung erzeugen wir aus der Betriebsspannung (12V) und einem Spannungsteiler an dessen Ausgang wieder ein OPV als Impedanzwandler sitzt. Wir subtrahieren um den Ausgangspegel des Drucksensors auf null zu ziehen, da bei der Luftdruckmessung nur eine Ausgangsspannung im oberen Bereich der Kennlinie auftreten wird ca.3.9V - 4.6V. Von dem Subtrahierer geht es nun auf den letzten OPV. Dieser dient als Verstärker, um unseren kleinen Spannungsbereich von 0V - 0.7 V auf 0V - 10V zu vergrößern, damit eine bessere Auswertung ermöglicht wird. Es muss dazu eine Verstärkung mit den Faktor 14,286 eingestellt werden.

Autor: Basti

12.4.14 Schnittstellen

Eingangssignal: 5V

Ausgangssignal: Die Kennlinie ist annähernd linear.

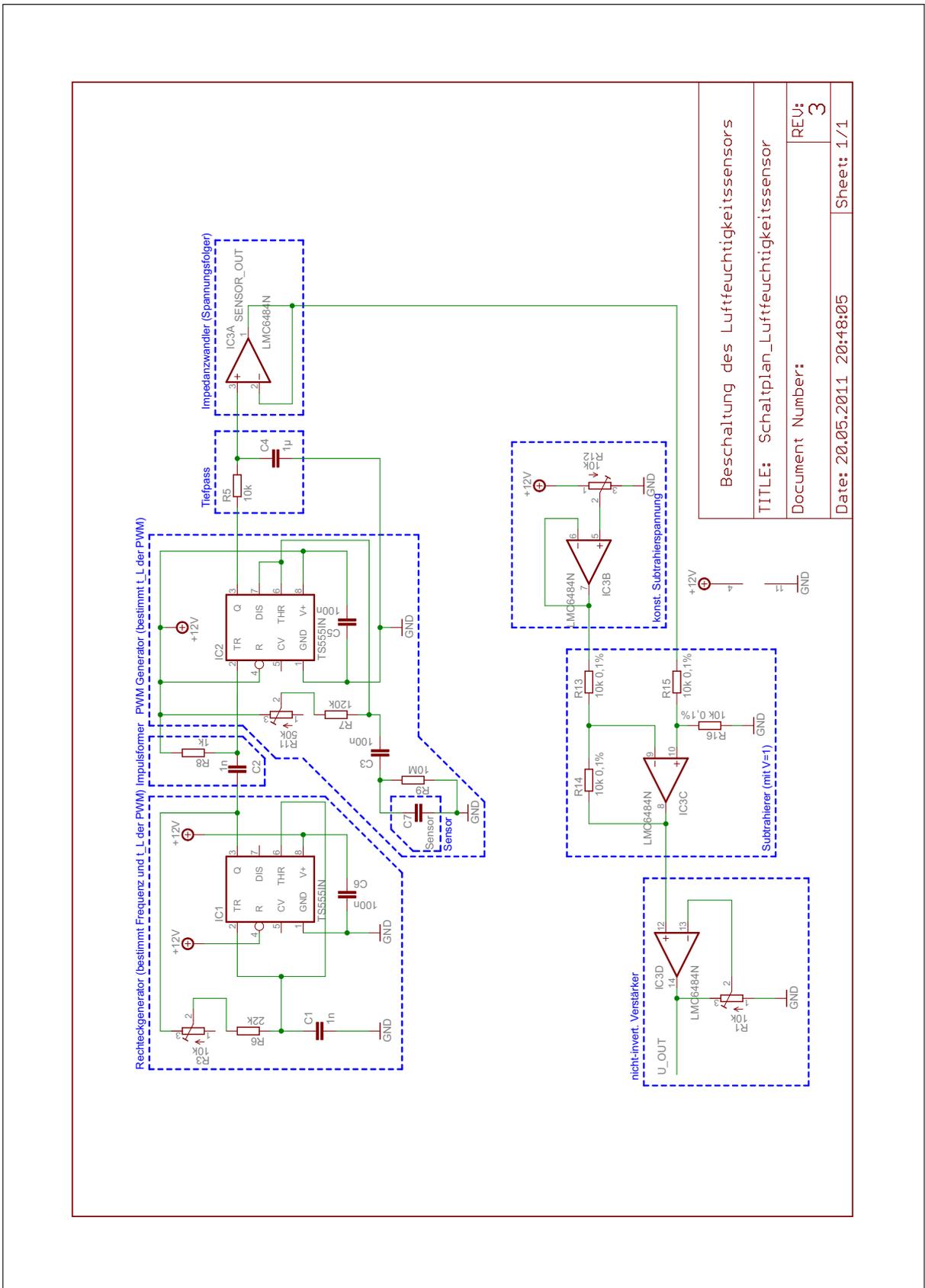


Abbildung 28: Schaltung zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit

- 0V entsprechen einem Druck von ca. 950 hPA
- 10V entsprechen einem Druck von ca.1075 hPA

Es ergibt sich für die Steigung der linearen Kennlinie $\frac{65,57mV}{hPa}$ oder $0,1V \hat{=} 1,525hPa$
Autor: Basti

12.4.15 Schaltung

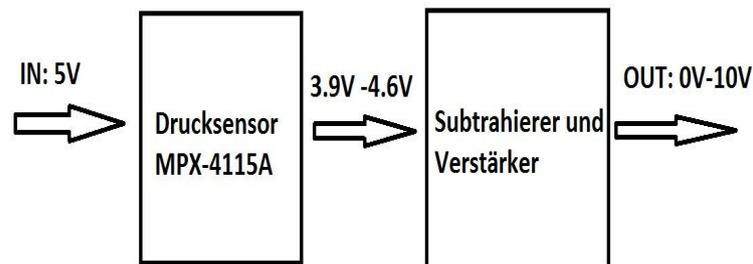


Abbildung 29: Gruppe 5, Teilgruppe 3, Blockschaltbild der Drucksensorschaltung

Der Schaltplan für den Drucksensor ist annähernd gleich mit der der Schaltung zur Anpassung der Ausgangskennlinie des Luftfeuchtigkeitssensors. siehe dazu [27](#). Zusätzlich enthalten ist noch die Störsignal Kompensation.

Autor: Basti

12.4.16 Funktionsweise

Platzhalter

12.4.17 Dimensionierung

Platzhalter

12.4.18 Simulation

Platzhalter

12.4.19 Bauteillisten

Platzhalter

12.4.20 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

12.4.21 Theorie

Platzhalter

12.4.22 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

13 Gruppe 6, Anzeige

13.1 Allgemein

13.1.1 Teilnehmerliste

Die Anzeigen-Gruppe besteht aus folgenden Mitgliedern:
Magdalene, Esma, Frederik, Karim, Matthias und Mohammed.

13.1.2 Gruppenbetreuer

Betreut werden wir von Johannes Twittmann.

13.1.3 Blockschaltbild

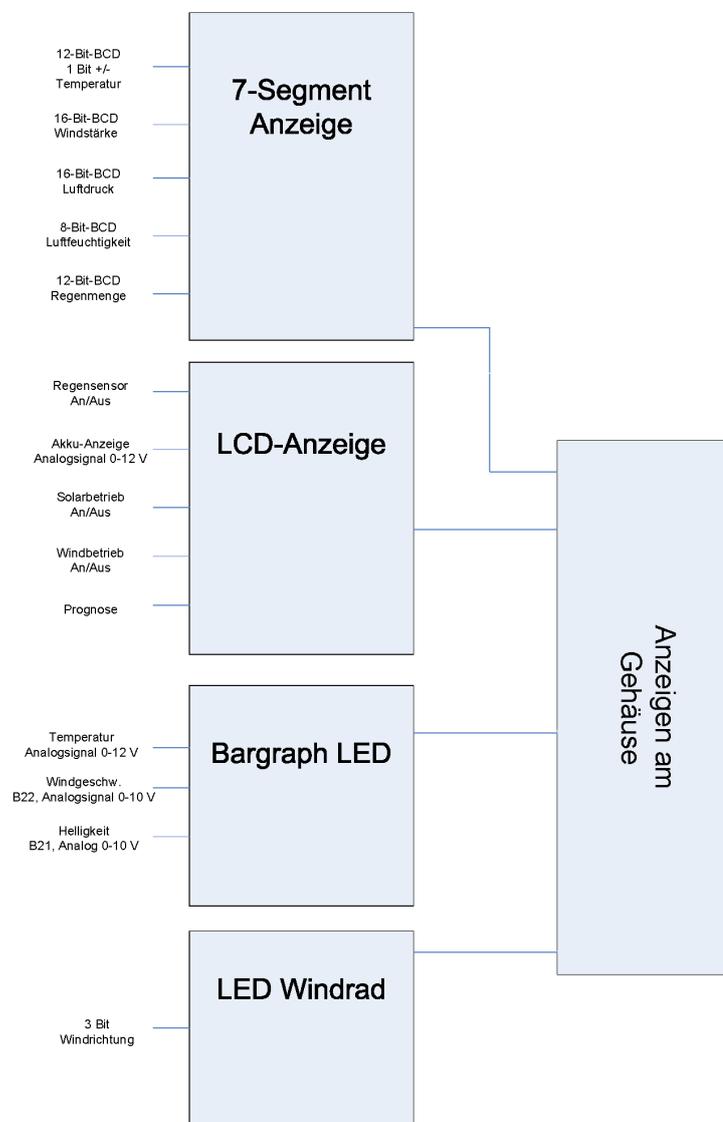


Abbildung 30: Blockschaltbild Gruppe 6

13.1.4 Aufgabenstellung der Gruppe

Unsere Aufgabe (als Gruppe für die Benutzerschnittstelle) ist es, die aufbereiteten Signale (Spannungen und Binärcodes) so zu schalten, dass der Benutzer auf einen Blick sieht, wie zurzeit das Wetter ist. Bei unserem ersten Termin haben wir zunächst die Gruppe in drei Kleingruppen unterteilt, die an Bargraph- und LED-Anzeigen, LC-Displays und 7-Segmentanzeigen arbeiten. Ferner wurde beschlossen, eigene LC-Displays herzustellen, die verwendet werden, um den Akkuladestand, den Regensensor, die aktuelle Versorgungsquelle und die Prognose zu visualisieren.

von Matthias

13.2 Teilgruppe 1 – 7-Segmentanzeige

13.2.1 Schaltungsbeschreibung

Damit die ausgewerteten Messergebnisse auch für den Menschen lesbar sein sollen, müssen die zu-meist analogen Signale von der Auswertungsgruppe in Digitale umgewandelt werden. Im selben Zuge wird jede Ziffer in ein 4-Bit BCD-Word übersetzt und dann an die Anzeige übergeben. Je nachdem welcher Wert angezeigt werden soll, leuchtet eine LED auf der Bedienoberfläche an einem Symbol. Dies wird durch ein Steuersignal geschaltet. Die Datenleitung werden in den Flip-Flops zwischen gespeichert und gehalten, und dann an einen BCD-7-Segment-Decoder-IC übergeben. Dieser schaltet gemäß seiner Logiktafel die entsprechenden Leitungen auf High und versorgt somit die nachgeschaltete 7-Segment-Anzeige.

von Karim

13.2.2 Schnittstellen

Als Schnittstelle dient ein 32 Pin Steckplatz mit folgender Belegung.

- Die Pins 1-4 sind für die erste Ziffer, also von rechts gelesen. Für den Fall, dass Nachkommastellen gezeigt werden, wäre dies die richtige Ziffer.
- Die Pins 5-8 für die zweite Ziffer, 9-12 dritte Ziffer und 13-16 für die vierte Ziffer.
- Die Pins 17-20 sind für die Anzeige, ob es sich um einen positiven Wert handelt oder um einen Negativen.
- Pin 21 und ggf. 22 sind für die Kommasteuerung vorgesehen.

von Karim

13.2.3 Schaltung

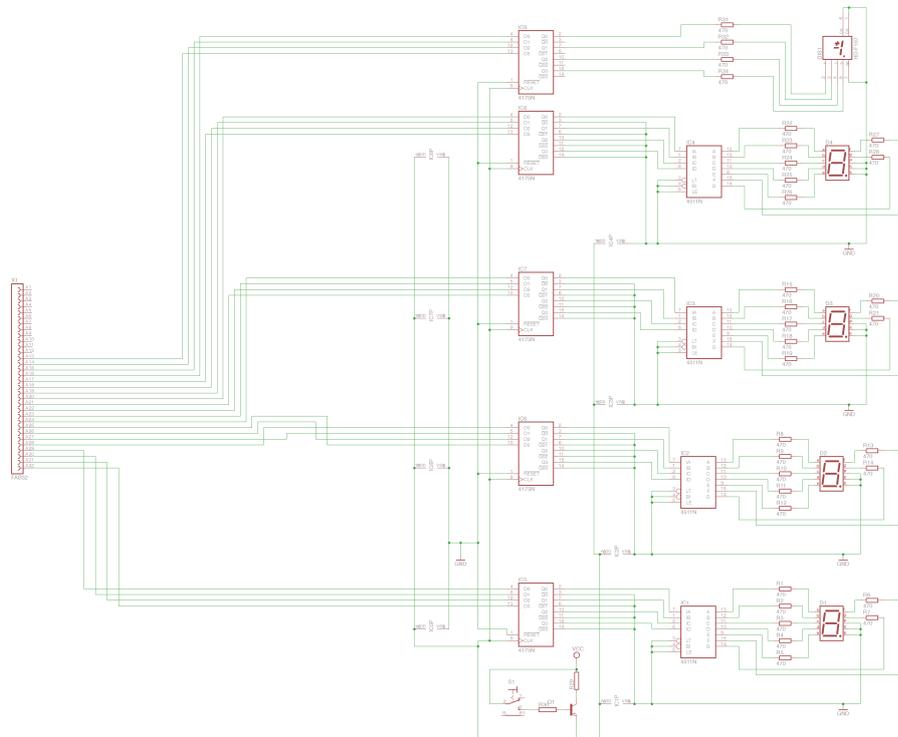


Abbildung 31: 7-Segment-Anzeige mit Decoder und Flip Flop

13.2.4 Funktionsweise

Platzhalter

13.2.5 Dimensionierung

Platzhalter

13.2.6 Simulation

Platzhalter

13.2.7 Bauteillisten

Platzhalter

13.2.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

13.2.9 Theorie

Platzhalter

13.2.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

13.3 Teilgruppe 2 – LCD

13.3.1 Schaltungsbeschreibung

Die LCD-Gruppe besteht aus Magdalene und Matthias, deren Hauptaufgabe in der Herstellung zweier LC-Displays liegt.

Warum eigene Displays? Während unseres ersten Gruppentermins haben wir uns dafür entschieden, da wir spezielle Symbole darstellen wollen, die ohne Grafikcontroller sehr schwierig in der Ansteuerung gewesen wären. LCD haben auf Grund ihrer geringen Leistungsaufnahme einen sehr geringen Verbrauch und eignen sich ergo gut für das immer wichtiger werdende Ziel, stromsparende Geräte zu entwickeln.

Unsere erste Aufgabe bestand in der Realisierung einer geeigneten Schaltung für die Ansteuerung des LCD. Damit sich die Flüssigkristalle nicht bzw. nur sehr langsam zersetzen können, wird Wechselspannung benötigt; verfügbar ist jedoch nur 12 V-Gleichspannung.

Mit Hilfe der in Abb. 32 auf Seite 55 gezeigten Schaltung, lässt sich qua Gleichspannung eine Dreieck- und Rechteckspannung erzeugen. Der zweite (rechte) OPV vom Typ LM358 dient als Integrator und sorgt somit für linear steigende oder fallende Spannungen, der linke OPV (auch vom Typ LM358) als Schmitt-Trigger, das Rechtecksignal wird ergo hinter diesem OPV abgegriffen. Somit ist ein Teil der Steuerung bearbeitet. Da die Symbole für den Solar-/ Windbetrieb, Regen (ja/nein) und Akkustand nicht alle permanent angezeigt werden, muss noch geklärt werden, wie dies gesteuert wird. Dazu haben wir uns für Transistoren (2N2222) entschieden, die nur dann in Flussrichtung betrieben werden, wenn das entsprechende Signal auf *high* liegt. Nun dann fließt Strom und die Flüssigkristalle richten sich entlang des E-Feldes aus und die Polarisierung verdunkelt diese Segmente. Während der Herstellung werden wir von Stephan betreut.

von Matthias

13.3.2 Schnittstellen

Wir benötigen Bus 1, 7-13, 26 und 31.

13.3.3 Schaltung

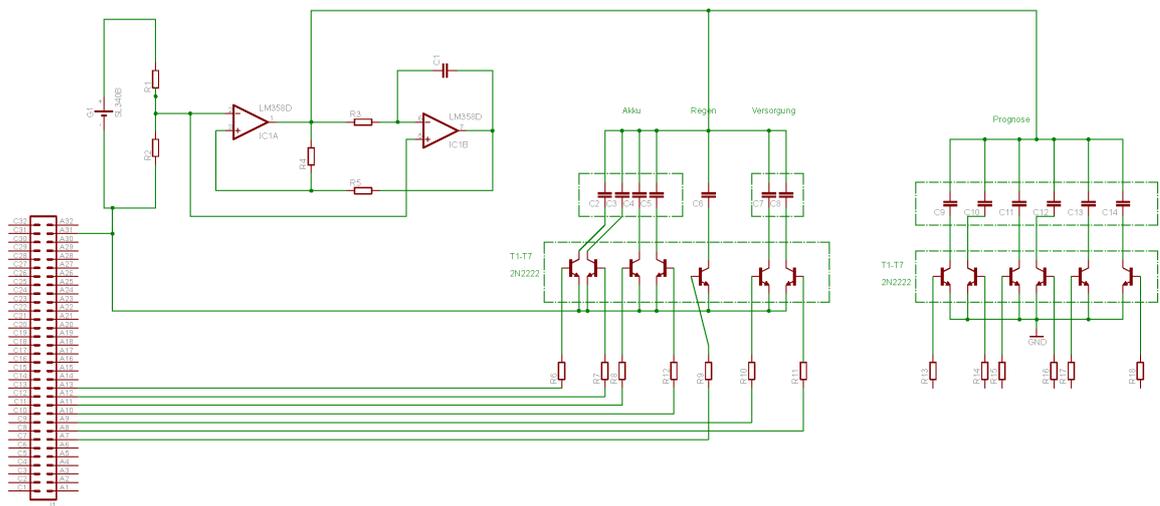


Abbildung 32: Schaltungsaufbau LCD 1, 2

13.3.4 Funktionsweise

s. Schaltungsbeschreibung

13.3.5 Dimensionierung

$$\begin{aligned} R_1 &= R_2 = 100 \text{ k}\Omega, \\ R_3 &= R_4 = 7.2 \text{ k}\Omega, \\ R_5 &= 6 \text{ k}\Omega, \\ C_1 &= 1 \mu\text{F}, \\ C_i &= 1 \text{ nF}, \quad i \in [2..7] \\ R_6..R_{11} &= 1 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

13.3.6 Simulation

Simuliert wurde qua PSPICE A/D, Time Domain (Transient).
Im Simulationsprofil wurde modifiziert:

① Run To Time = 100 ms ② Skip bias point calc

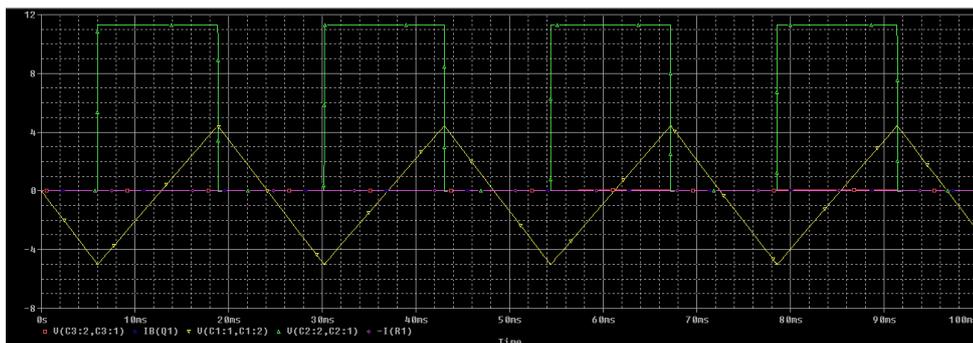


Abbildung 33: Simulationsergebnis: Spannung Output(OPV1), Basisstrom, Spannung Output(OPV2)

13.3.7 Bauteillisten

OPV LM358
 $T_1..T_7$ 2N2222

13.3.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

13.3.9 Theorie

13.3.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

13.4 Teilgruppe 3 – Bargraph-Anzeige

13.4.1 Schaltungsbeschreibung

Platzhalter

13.4.2 Schnittstellen

Platzhalter

13.4.3 Schaltung

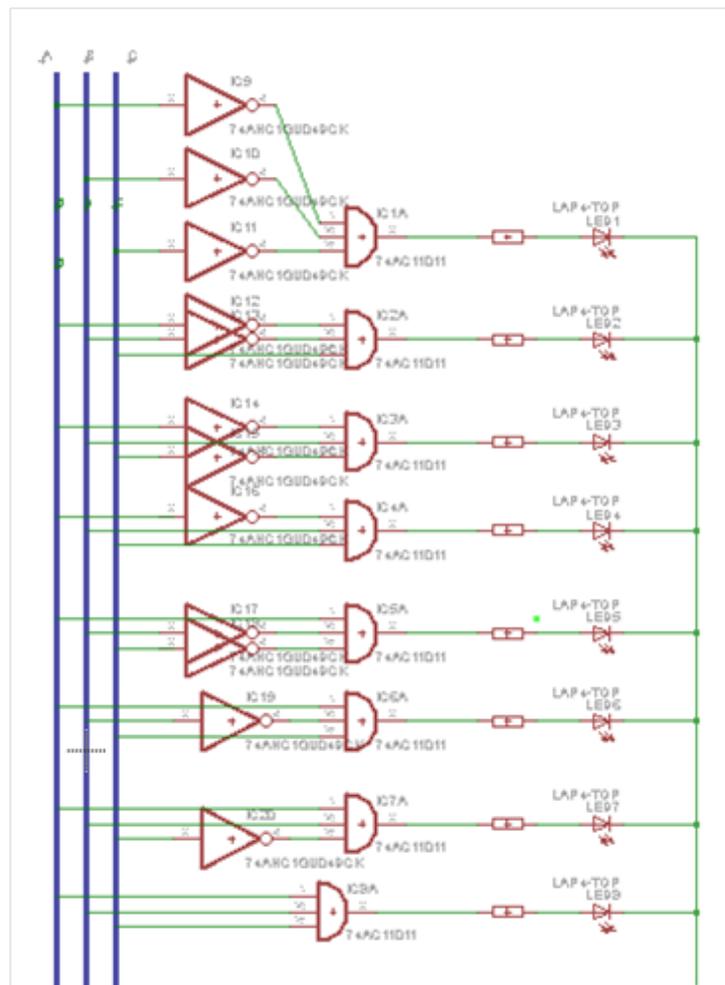


Abbildung 34: Schaltungsaufbau

13.4.4 Funktionsweise

Platzhalter

13.4.5 Dimensionierung

Platzhalter

13.4.6 Simulation

Platzhalter

13.4.7 Bauteillisten

Platzhalter

13.4.8 Layout (1:1 Kopiervorlage zum Ätzen)

Platzhalter

13.4.9 Theorie

Platzhalter

13.4.10 Aufbau- und Abgleichanleitung/Einstellmöglichkeiten

Platzhalter

Teil III

Quellen

14 Literatur

Formatvorlage:

1. Name, Vorname: Titel des Dokumentes oder Buches, Zeitschrift/Verlag/URL (Auflage, Erscheinungsort, -jahr), ggf. Seitenzahlen

15 Internet

Formatvorlage:

1. Name, Vorname: Titel des Dokumentes oder Buches, Zeitschrift/Verlag/URL (Auflage, Erscheinungsort, -jahr), ggf. Seitenzahlen

16 Abbildungen

Formatvorlage:

1. Name, Vorname: Titel des Dokumentes oder Buches, Zeitschrift/Verlag/URL (Auflage, Erscheinungsort, -jahr), ggf. Seitenzahlen